Interreg
ALCOTRA
Fonds européen de développement régional
Fondo europeo di sviluppo regionale

UNION EUROPÉENNE
UNIONE EUROPEA

PAYSSAGES
PAYS ECOGETIQUES









L'efficacité énérgetique dans les immeubles publics

CCI NICE CÔTE D'AZUR
Camera di Commercio Cuneo
Chambre de Métiers et de l'Artisanat PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR
PROVINCIA di CUNEO
PROVINCIA DI IMPERIA
GAL Gruppo di Azione Locale LEADER
UNCEM Unione Nazionale Comuni Comunità Enti Montani Delegazione Piemontese
UNIONE MONTANA ALTA LANGA
Unione MONTANA Alta Val Tanaro

Le présent document représente l'un des résultats du Work Package 3.2 du projet européen PAYS ECOGETIQUES n. 4166 - PC Interreg V-A Italie-France ALCOTRA 2014-2020 CUP E11C19000010007 visant à augmenter l'efficacité énergétique des bâtiments publics en expérimentant des solutions innovantes.

Coordination pour la réalisation du document par:
Environment Park S.p.a : Stefano Dotta, Luca Galeasso et Sergio Ravera

Projet graphique financé par:
Camera di commercio Industria Artigianato e Agricoltura di Cuneo.

Projet de traduction financé par:
CCI Nice Côte d'Azur.

Conception graphique:
Etinet Srl

Site officiel du projet:
https://www.cn.camcom.it/paysecogetiques

Partenaires du projet

INTRODUCTION

Les objectifs mondiaux et européens pour 2030 et 2050 (par exemple, les objectifs de développement durable, les objectifs de l'Accord de Paris, le Green Deal européen) en réponse au changement climatique sont extrêmement ambitieux. Les études scientifiques et les modèles analytiques montrent sans équivoque que le changement climatique est en cours et que d'autres changements sont désormais inévitables : la température moyenne de la planète a augmenté d'environ 1 1 °C depuis 1880, avec de fortes pointes dans certaines régions, accélérant d'importantes transformations de l'écosystème et rendant les phénomènes météorologiques extrêmes de plus en plus fréquents et aigus. Bien qu'une nouvelle augmentation du réchauffement climatique soit désormais inévitable, il est absolument nécessaire d'agir au plus vite pour atténuer ces phénomènes et empêcher leur aggravation à l'échelle planétaire.

Au problème climatique s'est ajoutée, ces dernières années, une crise liée à la propagation de la pandémie de Covid-19, un événement qui fera date et qui ne manquera pas d'avoir des répercussions économiques et sociales majeures, actuellement difficiles à estimer. Les chiffres des infections et des décès continuent d'augmenter dans diverses régions du monde. L'Union européenne a répondu à la crise de la pandémie par la "Next Generation EU" (NGEU). (NGEU). Il s'agit d'un programme d'une ampleur et d'une ambition sans précédent, qui prévoit des investissements et des réformes pour accélérer la transition écologique et numérique, améliorer la formation des travailleurs et parvenir à une plus grande équité entre les sexes, les territoires et les générations.

Pour relever les défis du changement et de la dégradation du climat, le "Green Deal européen" transformera l'UE en une économie moderne, compétitive et économe en ressources, garantissant : des émissions nettes de gaz à effet de serre nulles (d'ici 2050 et une réduction de 55 % des émissions d'ici 2030 par rapport aux niveaux de 1990), une croissance économique neutre en termes de ressources et la participation de tous les pays membres. Le "Green Deal" européen est également le principal instrument pour répondre aux problèmes découlant de la crise de la pandémie du COVID-19 : un tiers des 1 800 milliards d'euros d'investissement du plan de relance de l'UE de nouvelle génération et du budget septennal de l'UE financera le "Green Deal" européen. Le contrat vert européen améliorera le bien-être et la santé des citoyens et des générations futures. Il aura également un impact significatif sur le secteur de la construction, qui, dans l'UE, consomme environ 40 % de l'énergie mondiale et est responsable de 36 % des émissions de gaz à effet de serre dues à l'utilisation d'énergie.

Les avantages du "Green Deal" profiteront également aux bâtiments qui seront rénovés : l'efficacité énergétique des bâtiments est considérée comme un levier essentiel pour atteindre les objectifs de la politique environnementale, le taux actuel de rénovation énergétique étant très faible en Europe. La Commission européenne, afin de stimuler la rénovation du parc immobilier, a publié sa stratégie "Vague de rénovation" dans le but d'améliorer la performance énergétique des bâtiments existants à forte consommation d'énergie. La Commission vise à au moins doubler les taux de rénovation des bâtiments au cours des dix prochaines années et à encourager la réduction de la consommation de ressources grâce à la modernisation. Cette action permettra d'améliorer la qualité de vie des utilisateurs des bâtiments, de réduire les émissions de gaz à effet de serre en Europe, de promouvoir la numérisation et d'améliorer la réutilisation et le recyclage des matériaux. D'ici à 2030, 35 millions de bâtiments pourraient être rénovés, ce qui entraînerait une augmentation de 160 000 emplois dans le secteur de la construction écologique.

Avec le projet simple Alcotra PAYS ECOGETIQUES au sein du Piter Pays Sages, plusieurs activités ont été développées pour accompagner les Administrations Publiques vers des mesures d'efficacité énergétique dans l'utilisation de leur patrimoine immobilier.

Cette publication a été réalisée avec la contribution des différents partenaires qui ont développé différents thèmes ; le chapitre 1 illustre les actions d'accompagnement des Administrations Publiques dans le domaine de l'efficacité énergétique des bâtiments publics organisées par les Provinces de Cuneo et Imperia, la Chambre de Commerce et d'Industrie Nice Côte d'Azur et la Chambre de Métiers et de l'Artisanat des Alpes-Maritimes. Le chapitre n.2 contient les contributions de la Chambre de Commerce de Cuneo, de la Province de Cuneo, de Gal Langhe e Roero Leader et de la Chambre de Commerce et d'Industrie Nice Côte d'Azur sur la transition énergétique, les éco-matériaux, la biomasse et la valorisation des filières locales +dans la production d'énergie. Pour plus de détails, veuillez vous reporter au contenu du document divisé en paragraphes introduits par un index de référence et des "résumés" spécifiques.

Sommaire Général

CHAPITRE 1:
L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DES BÂTIMENTS PUBBLICS: contexte actuel, obstacles et opportunités, potentiel et "bonnes pratiques" *05*

1.1 La Province de Cuneo *06*

1.2 La Province de Imperia *59*

1.3 La France *83*

1.4 Les Alpes Maritimes *117*

CHAPITRE 2:
ÉCO-MATÉRIAUX , BIOMASSES ET CHAÎNES D'APPROVISIONNEMENT LOCALES *129*

2.1 Labels, certifications et critères pour l'utilisation de matériaux locaux dans les mesures d'efficacité énergétique des bâtiments *130*

2.2 Plan pour la collecte et la transformation des ressources en bois destiné à l'utilisation énergétique dans les bâtiments publics en Italie *166*

2.3 Potentielles chaînes d'approvisionnement locales de matériaux utilisés à la production d'énergie à partir de la biomasse *186*

2.4 Alta Langa : expérimentation de production directe et d'utilisation de la biomasse finale de corileto dans la perspective de la chaîne d'approvisionnement intégrée : de la pyrogazéification avec production de biochar aux matériaux pour la bio-construction *215*

2.5 Transition énergétique et d'économie circulaire des territoires : le cas région PACA en France en France *258*

CHAPITRE 1

L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DES BÂTIMENTS PUBBLICS: contexte actuel, obstacles et opportunités, potentiel et "bonnes pratiques"

1.1 La Province de Cuneo

Analyse de obstacles et des possibilités en matièr d'efficacité énergétique dans les bâtiments publics. Potentiel, meilleures pratiques et chaînes d'approvisionnement locales

L'objectif de l'étude est d'analyser les contraintes, les obstacles, les opportunités et le potentiel existants pour la mise en œuvre de mesures d'efficacité énergétique dans les bâtiments publics.

L'enquête s'est appuyée sur une analyse documentaire de quelques documents publiés par la Fondation CRC, contextualisés sur le territoire du projet PaysEcogetiques, et sur une sélection de bonnes pratiques d'interventions de requalification énergétique de bâtiments municipaux engagées grâce à la possibilité d'utiliser à la fois des subventions régionales et/ou nationales et des investissements privés mobilisés par Energy Service COmapany dans le cadre de contrats de performance énergétique.

Partner:

Camera di Commercio di Cuneo

Index du chapitre

1.1.1 Introductiont *07*

1.1.2 La Fondazione CRC et son soutien aux Administrations Publiques dans la requalification énergétique des bâtiments *08*

a. Audits énergétiques des bâtiments publics *12*

b. Requalification énergétique des bâtiments municipaux *15*

c. Le compte thermique *18*

d. Appels à propositions Région du Piémont *23*

e. Effet de levier des mesures prévues *33*

f. ConclusionsBarrières et opportunités émergeant des expériences menées par la Fondazione CRC dans la province de Cuneo et en particulier dans la zone PaysEcogetique *34*

1.1.3 Sensibilisation des administrations publiques de la province de Cuneo à la nécessité de l'efficacité énergétique dans leurs bâtiments publics *35*

a. Les résultats de l'analyse du questionnaire 1. *36*

b. Les résultats de l'analyse du questionnaire 2. *37*

c. Les questions et opportunités critiques qui ont émergé de l'étude. *37*

1.1.4 Les meilleures pratiques dans les territoires de Cuneo de PaysEcogetique *38*

a. Stepping MED - Projet de contrat de performance énergétique pour les municipalités du GAL Mongioie *39*

b. Projet ECO-BATI - requalification énergétique de bâtiments publics avec des produits issus de la chaîne d'approvisionnement locale *40*

c. Requalification énergétique des bâtiments publics sur le territoire de PaysEcogetiques *47*

d. Municipalité de Cortemilia - Requalification énergétique du Gymnase Municipal *48*

e. Municipalité de Pezzolo Valle Uzzone - Requalification énergétique de l'Hôtel de Ville *51*

f. Municipalité de Torre Bormida - Requalification énergétique de l'Hôtel de Ville *55*

1.1.1 Introduction

L'objectif de l'étude est d'analyser les contraintes, les obstacles, les opportunités et le potentiel existants pour la mise en œuvre de mesures d'efficacité énergétique dans les bâtiments publics.

L'enquête s'est appuyée sur une analyse documentaire de quelques documents publiés par la Fondation CRC, contextualisés sur le territoire du projet PaysEcogetiques, et sur une sélection de bonnes pratiques d'interventions de requalification énergétique de bâtiments municipaux engagées grâce à la possibilité d'utiliser à la fois des subventions régionales et/ou nationales et des investissements privés mobilisés par Energy Service COmapany dans le cadre de contrats de performance énergétique.

Les documents publiés par la Fondation CRC et analysés dans le cadre de cette étude sont les suivants :

- *"Analisi risultati bandi Ambientenergia e Cuneo Provincia Smart"*
  — Cuneo, décembre 2019, Auteur Environment Park S.p.A.
- *"Scouting des Administrations Publiques de la Province de Cuneo sur le besoin d'efficacité énergétique de leurs bâtiments publics - Rapport final"*
  — Cuneo, octobre 2020, Auteur Environment Park S.p.A.

Afin d'identifier les Meilleures Pratiques, en plus de certains projets de requalification énergétique réalisés de manière indépendante par des organismes publics sur le territoire, d'autres interventions ont été identifiées grâce au soutien apporté par les partenaires de projets financés par des programmes de coopération européenne, comme par exemple

- Projet Stepping MED, financé dans le cadre du programme Interreg Méditerranée, dont les partenaires locaux sont la Région Piémont et le Parc de l'Environnement.
- Projet ECO-BATI financé dans le cadre du programme Interreg ALCOTRA, dirigé par la Chambre de commerce de Cuneo.

1.1.2 La Fondazione CRC et son soutien aux Administrations Publiques dans la requalification énergétique des bâtiments

La Fondazione CRC a publié en décembre 2019 une étude dont l'objectif était d'analyser les résultats obtenus par certaines de ses activités de soutien au territoire de la province de Cuneo sur les thèmes de la durabilité environnementale et de l'efficacité énergétique. L'analyse s'est concentrée sur les deux appels à propositions d'AmbientEnergia et de Cuneo Provincia Smart et sur les mesures connexes publiées de 2010 à 2018, en mettant en évidence tant les résultats directs générés par les mesures elles-mêmes que les résultats indirects générés par la fertilisation du territoire à travers la création de compétences, de sensibilité et de capacité accrue à intercepter des ressources extérieures à la Fondation elle-même.

Dans l'image ci-dessous en rouge, les zones des municipalités de la province de Cuneo qui ont reçu des subventions de la Fondazione CRC. Les municipalités mises en évidence ont bénéficié des subventions soit directement, soit en s'associant à d'autres, soit par l'intermédiaire de syndicats de communes ou de syndicats de montagne. Tous les territoires de la Province sont en effet représentés.

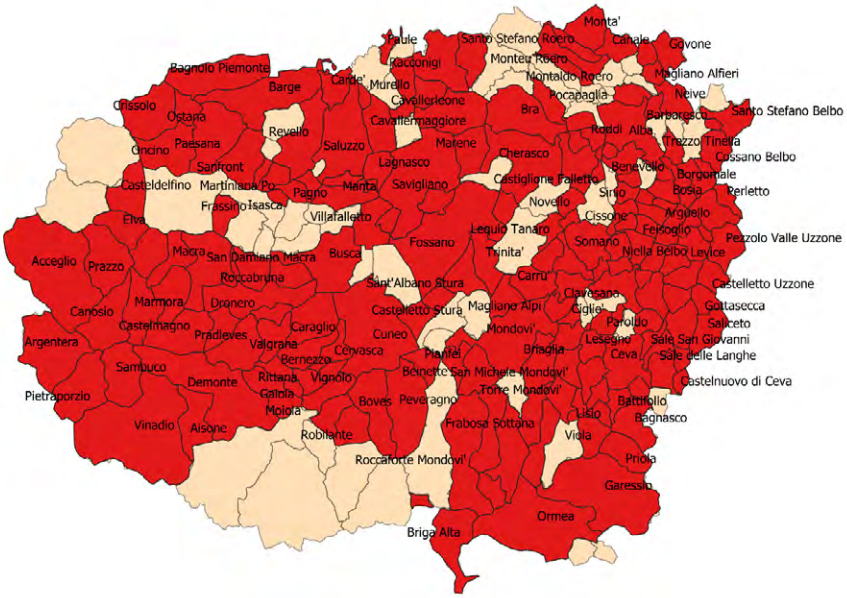


Figure 1 - Localisation territoriale des bénéficiaires de la contribution de la FCRC dans l'AP.

Sur les 247 communes de la province de Cuneo, 199 ont bénéficié de subventions de la Fondation CRC, dont 48 appartiennent à la zone PaysEcogetique.

Alba	Ceva	Montanera	Salicetо
Albaretto della Torre	Cherasco	Montelupo Albese	Salmour
Arguello	Chiusa Pesio	Monteu Roero	Saluzzo
Bagnasco	Ciglè	Montezemolo	Sambuco
Bagnolo Piemonte	Cissone	Murazzano	San Benedetto Belbo
Barge	Clavesana	Neive	San Michele Mondovì
Barolo	Crissolo	Niella Belbo	Santa Vittoria d'Alba
Bastia Mondovì	Cuneo	Niella Tanaro	Santo Stefano Belbo
Battifollo	Demonte	Nucetto	Santo Stefano Roero
Beinette	Diano d'Alba	Ormea	Savigliano
Belvedere Langhe	Dogliani	Ostana	Scagnello
Benevello	Dronero	Pagno	Serravalle Langhe
Bergolo	Farigliano	Pamparato	Sinio
Bernezzo	Felsogio	Paroldo	Somano
Borgo San Dalmazzo	Fossano	Perletto	Sommariva Bosco
Borgomale	Frassino	Peveragno	Torre Bormida
Bossolasco	Garessio	Pianfei	Torre Mondovì
Boves	Genola	Piozzo	Trezzo Tinella
Bra	Gorzegno	Pocapaglia	Trinità
Briga Alta	Govone	Pradleves	Unione Comuni di Langa e del Barolo
Busca	Grinzane Cavour	Priero	Unione montana del Monte Regale
Camerana	Isasca	Priocca	Unione montana Mondolè
Camo	La Morra	Priola	Unione montana Valli Mongia Cevetta Langa Cesana Alta Valle Bormida (per conto di 10/18 comuni)
Canale	Lagnasco	Provincia di Cuneo	
Caraglio	Lequio Berria	Racconigi	
Caramagna Piemonte	Levice	Robilante	Valloriate
Carrù	Lisio	Roburent	Verzuolo
Casteldelfino	Magliano Alpi	Rocca Ciglè	Vezza d'Alba
Castelletto Stura	Manta	Roccabruna	Vicoforte
Castellino Tanaro	Marene	Roccavione	Vignolo
Castelnuovo di Ceva	Magliano Alfieri	Rocchetta Belbo	Villafalletto
Castiglione Saluzzo	Mombarcaro	Roddino	Villanova Mondovì
Castino	Mondovì	Rondello	Villar San Costanzo
Cavallermaggiore	Monforte D'Alba	S.Albano	Vinadio
Celle di Macra	Monta	Sale delle Langhe	Viola
Cerretto Langhe	Montaldo di Mondovì	Sale San Giovanni	

Tableau 1 - Localisation géographique des collectivités locales recevant des subventions de la FCRC pour les appels AmbientEnergy, celles de la zone PaysEcogetique étant surlignées en vert.

Association Octavia	Dronero	Racconigi	Union des communes de Langa et Barolo
Borgo San Dalmazzo	La Morra	Robilante	Union de montagne Alta Langa
Boves	Magliano Alpi	Saluzzo	Union de montagne des communes de Monviso
Soutien-gorge	Marene	Santo Stefano Belbo	Union de montagne de la vallée de Grana
Busca	Mondovì	Santo Stefano Roero	Union de montagne de la vallée de Stura
Cherasco	Monti	Savigliano	Vicoforte
Cuneo	Province de Cuneo	Tour Bormida	Villanova Mondovì
Dogliani			

Tableau 2 Bénéficiaires des contributions du CCRF aux appels à propositions de Cuneo Provincia Smart, avec ceux de la zone PaysEcogetique surlignés en vert

AmbientEnergia était une initiative de la Fondazione CRC développée dans un ensemble de mesures et d'appels d'offres pour promouvoir les économies d'énergie dans l'administration publique locale.

En finançant des audits, des documents de planification de la politique énergétique locale, la modernisation de bâtiments individuels et la fourniture de modules de formation sur l'efficacité énergétique dans les bâtiments publics, la Fondazione CRC vise à encourager l'optimisation de la gestion de l'énergie, dans le but de réaliser des économies et de protéger l'environnement. Par le biais des mesures AmbientEnergia, la Fondation CRC a réservé des fonds importants pour promouvoir le développement des compétences du personnel technique des municipalités de la province de Cuneo, utiles pour intercepter les fonds municipaux supplémentaires à utiliser pour l'amélioration énergétique des bâtiments publics tels que les mairies et les écoles et les systèmes d'éclairage public. Tout cela a été rendu possible grâce à la préparation de plus de 600 audits énergétiques qui ont fourni des informations sur la consommation thermique et défini les priorités d'intervention sur les bâtiments et les systèmes d'éclairage public. Les réductions de consommation réalisées par les initiatives de la Fondazione CRC ont généré des bénéfices pour les organismes publics individuels grâce à une réduction des dépenses courantes tout en libérant des ressources qui peuvent être utilisées pour améliorer d'autres services publics.

AmbientEnergia a couvert une période allant de 2010 à 2016 en publiant les mesures suivantes :

2010 M1 : Requalification énergétique de l'éclairage public et production d'électricité solaire photovoltaïque

2011 M1 : Requalification énergétique de l'éclairage public et production d'électricité solaire photovoltaïque
M2 : Audits énergétiques des bâtiments appartenant aux municipalités

2012 M1 : Requalification énergétique de l'éclairage public
M2 : Audits énergétiques des bâtiments appartenant aux municipalités
M3 : Requalification énergétique des bâtiments municipaux

2013 M1 : Plans d'action pour l'énergie durable
M2 : Audits énergétiques des bâtiments appartenant aux municipalités
M3 : Requalification énergétique des bâtiments municipaux
M : ESCO

2014 M1 : Plans d'action pour l'énergie durable et plans directeurs d'éclairage municipal
M2 : Audits énergétiques des bâtiments appartenant aux municipalités

M3 : Requalification énergétique des bâtiments municipaux
M : Gestionnaire de l'énergie

2015 M1 : Plans d'action pour l'énergie durable et plans directeurs d'éclairage municipal
M2 : Audits énergétiques des bâtiments dans la province de Cuneo
M3 : Requalification énergétique des bâtiments municipaux
M : Gestionnaire de l'énergie

2016 M1 Audit et requalification énergétique Éclairage public
M2 Mobilité électrique
M3 : Requalification énergétique des bâtiments municipaux
M : Gestionnaire de l'énergie

Cuneo Provincia SMART était une initiative de la Fondazione CRC développée dans un ensemble de mesures et d'actions visant à encourager le lancement de processus d'innovation dans la province de Cuneo.

L'objectif de l'initiative était de créer de l'innovation pour accroître la compétitivité du territoire, par le biais d'interventions dans les domaines de la **réhabilitation des bâtiments**, des **TIC** et du haut débit, de l'**innovation informatique** et de la culture numérique, de la **sécurité** territoriale, des **villes intelligentes**, de la **mobilité intelligente**, de l'**éclairage public** efficace, de la logistique et de la **gestion de l'énergie**.

2017 Les municipalités intelligentes
M2 Mobilité électrique
M : Gestionnaire de l'énergie

2018 M3 : Requalification énergétique des bâtiments municipaux
M : Gestionnaire de l'énergie

Pour la province de Cuneo, et en particulier pour les 66 municipalités de la zone du projet PaysEcogetiques, toutes ces mesures ont représenté une excellente occasion de lancer une série d'initiatives visant à améliorer la durabilité environnementale et les économies d'énergie dans les bâtiments publics, ainsi que de jeter les bases pour attirer de nouvelles ressources de l'État et de la région. En particulier, dans le domaine de la requalification énergétique des bâtiments, deux initiatives de la Fondazione CRC présentent un intérêt particulier :

M2 : Audits énergétiques des bâtiments appartenant aux municipalités

M3 : Requalification énergétique des bâtiments publics

Une description sommaire de ces mesures est donnée dans les paragraphes suivants.

1.1.2 | a. Audits énergétiques des bâtiments publics

Description

L'objectif de la mesure était de fournir aux administrations publiques un outil pour l'audit énergétique du parc immobilier et pour la planification des interventions de requalification énergétique selon une liste de priorités. La mesure prévoyait une contribution pour couvrir une partie des coûts nécessaires à la réalisation d'audits énergétiques des bâtiments municipaux. L'une des demandes de l'appel était de concentrer les activités d'audit sur les bâtiments publics les plus consommateurs d'énergie.

Montants déboursés annuellement

Cette mesure a été promue dans le cadre des appels AmbinetEnergia en 2011, 2012, 2013, 2014 et 2015. En particulier, l'année 2015 a été consacrée exclusivement aux bâtiments de la province de Cuneo. Au total, 642 audits énergétiques ont été financés pour un investissement total supporté par la Fondazione CRC de 963 177 € avec une moyenne de 1 500 € par audit et un coût paramétrique de 1,42 €/m par rapport à la surface totale. Ce coût est bien inférieur au coût maximum pouvant être financé par le GSE selon les règles d'application du Conto Termico, soit 2,50 €/m2. Au total, 109 municipalités ont été impliquées, en plus de la province de Cuneo.

De 2011 à 2014, la Fondation a financé 581 audits de bâtiments appartenant aux municipalités, couvrant les besoins en connaissances des bâtiments les plus utilisés et les plus grands.

L'assistance technique à la Fondazione CRC pour le développement de la Mesure a été confiée à Environment Park S.p.A. pendant toutes les années.

Mesure	Annéè	Nombre d'audits	Subventions disponibles à partir de l'appel à proposition	Contribution déliberées	Contributions versées
M2 AUDIT	2011	181	500.000 €	270.485 €	270.485 €
	2012	122	200.000 €	189.032 €	189.032 €
	2013	167	200.000 €	255.737 €	255.242 €
	2014	111	175000 [1]	170.336 €	170.307 €
	2015	61	180.000 €	78.111 €	78.111 €
Total		642	1.225.000 €	963.701 €	963.177 €

Tableau 3 Total Mesures année 2016 et montants versés aux municipalités

[1] Le fonds AmbienEnergia 2014 s'élève à 826 236 euros, ce qui est supérieur à ce qui avait été budgété (800 000 euros) et inclut toutes les mesures proposées en 2014. Le montant alloué lors de la planification des activités est indiqué ici.

Intensité de la subvention

Intensité de la subvention

La mesure prévoyait une subvention non remboursable de la Fondazione CRC couvrant 80% des coûts éligibles. Le montant accordé varie en fonction du nombre d'habitants de la municipalité requérante. En moyenne, 5 000 euros pour les communes de moins de 5 000 habitants, 13 500 euros pour les communes de 5 000 à 10 000 habitants et 18 000 euros pour les communes de plus de 10 000 habitants.

Liste des municipalités concernées

La Figure 2 montre la localisation des Administrations Publiques impliquées dans la mesure pour les audits énergétiques des bâtiments publics, la liste est présentée dans le Tableau 4.

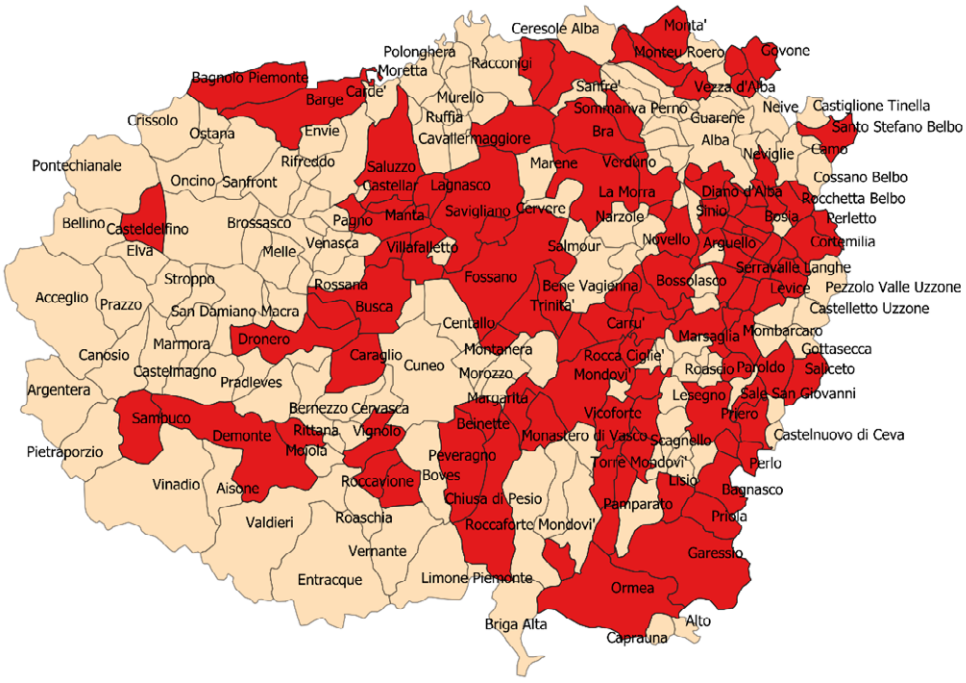


Figure 2 - Localisation des administrations publiques bénéficiant de contributions pour la préparation d'audits énergétiques des bâtiments publics

Municipalités			
2011	2012	2013	2014
Bagnasco	Albaretto della Torre	Bagnolo Piemonte	Bastia Mondovì
Barolo	Arguello	Borgo San Dalmazzo	Caraglio
Beinette	Barge	Bossolasco	Castino
Caramagna Piemonte	Belvedere Langhe	Bra	Cherasco
Castiglione Saluzzo	Benevello	Busca	Dronero
Cavallermaggiore	Bergolo	Camù	Grinzane Cavour
Ceva	Borgomale	Cerretto Langhe	Monbaldo di Mondovì
Clavesana	Camerana	Fossano	Ormea
Demonte	Casteldelfino	Garessio	Paroldo
Diano d'Alba	Chiusa Pesio	Genola	Pianfei
Dogliani	Cortemilia	La Morra	Pocapaglia
Dronero	Cravanzana	Magliano Alpi	Roburent
Farigliano	Feisoglio	Magliano Alfieri	Roccabruna
Govone	Gorzegno	Monforte D'Alba	Roccaviione
La Morra	Lequio Berria	Montà	Roddino
Lagnasco	Levice	Nucetto	Saluzzo
Manta	Mombarcaro	Peveragno	Savigliano
Mondovì	Montanera	Piozzo	Sinio
Murazzano	Montelupo Albese	Roccabruna	Sommariva Bosco
Niella Tanaro	Monteu Roero	San Benedetto Belbo	Trezzo Tinella
Pagno	Niella Belbo	Santo Stefano Roero	
Priero	Perletto	Savigliano	
Priola	Priocca	Serravalle Langhe	
Robilante	Rocchetta Belbo	Torre Mondovì	
Sale delle Langhe	Rondello	Valloriate	
Saluzzo	S.Albano	Verzuolo	
San Michele Mondovì	Salicelo	Vezza d'Alba	
Santa Vittoria d'Alba	Sambuco	Villafalletto	
Santo Stefano Belbo	Somano	Villar San Costanzo	
Vicoforte	Torre Bormida		
Vignolo	Trinità		
	Villanova Mondovì		
	Viola		

Tableau 4 - Municipalités impliquées dans le M2Audit des bâtiments publics avec celles du territoire PaysEcogetique surlignées en vert.

1.1.2 b. Requalification énergétique des bâtiments municipaux

Description

L'objectif de cette mesure était d'initier un processus de requalification énergétique du parc immobilier municipal par l'octroi de subventions destinées à couvrir les coûts de conception et de mise en œuvre des interventions.

Les projets éligibles concernent l'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments appartenant aux municipalités, quel que soit leur usage (mairie/bureaux, écoles/crèches, installations sportives, centres de loisirs, résidences pour personnes âgées, centres polyvalents ou autres). Les projets comprenaient des améliorations de l'efficacité énergétique de l'enveloppe thermique (opaque et/ou transparente) et pourrait également inclure des mesures visant à réduire la dispersion due à la ventilation et à améliorer les performances des systèmes de chauffage et d'éclairage. Depuis 2015, l'appel prévoyait que la subvention de la Fondation CRC pouvait être combinée avec d'autres types d'incitations publiques régionales ou nationales. Les appels d'offres de 2016 et 2018 ont rendu obligatoire la combinaison de la contribution avec les contributions fournies par le Conto Termico selon les pourcentages suivants de couverture des dépenses engagées 35% par la Fondazione CRC, 55% par le Conto Termico et 10% par les Administrations publiques sur leurs fonds propres. Dans la version 2018, la Fondazione CRC a également voulu encourager les Administrations publiques à adopter des procédures innovantes de passation de marchés publics (Green Public Procurement) qui pourraient conduire au renforcement des chaînes d'approvisionnement locales pour la production d'éco-matériaux en s'associant au projet ECO-BATI coordonné par la Chambre de commerce de Cuneo et financé par le programme Interreg ALCOTRA.

Montants déboursés annuellement

Cette mesure a été promue dans le cadre des appels AmbientEnergia (2012-2013-2014-2015-2016) et Cuneo Provincia Smart en 2018. Au total, 52 municipalités et 54 bâtiments ont été financés, dont 49 dans le cadre de l'appel AmbientEnergia et 5 dans le cadre de Cuneo Provincia Smart pour un investissement supporté par la Fondation CRC de 2 503 267 € avec une moyenne de 45 513 € par contribution. Les municipalités de Mondovì et Vicoforte ont bénéficié deux fois des incitations au cours de deux années différentes. L'assistance technique à la Fondazione CRC pour le développement de la mesure a été confiée à Environment Park pendant toutes ces années.

Mesure	Année	Subventions disponibles à partir de l'appel à propositions	Contributions déliberées	Contributions versées
M3 RIQ. ENERGIQUE	2012	700.000 €	649.847 €	519.647 €
	2013	480.000 €	490.434 €	490.434 €
	2014	350000€ [2]	338.934 €	338.943 €
	2015	520.000 €	496.600 €	496.600 €
	2016	370.000 €	463.092 €	463.092 €
	2018	200.000 €	194.551 €	194.551 €
Totale		2.620.000 €	2.633.467 €	2.503.267 €

Tableau 5 - Total de la mesure M3 pour les années 2012 à 2018 et montants versés aux municipalités

[2] Il platfond di AmbienEnergia 2014 è di 826.236 euro, maggiore di quanto si era preventivamente disposto (800.000 euro) e comprende tutte le misure proposte nell'anno 2014. Si è qui indicato quanto stanziato in sede di progettazione delle attività.

Intensité de la subvention

La mesure prévoyait un financement non remboursable de la part de la Fondazione CRC avec une couverture différente selon l'année de publication de l'appel. En 2013 et 2014, pour les communes de moins de 5 000 habitants, une subvention couvrant 90 % des coûts éligibles était prévue ; ce pourcentage a été réduit à 80 % pour les communes de 5 000 à 12 000 habitants et à 70 % pour les communes de plus de 12 000 habitants, avec un plafond de 60 000 euros par bâtiment. En 2015, le pourcentage est passé à 40 % du coût total avec un plafond de 50 000 €. En 2016, le pourcentage a été à nouveau réduit, couvrant jusqu'à 35 % du coût total du projet avec un plafond de 40 000 € en raison de l'introduction du mécanisme de combinaison avec le Conto Termico.

Liste des municipalités concernées

La figure 3 montre la localisation des Autorités impliquées dans la mesure de requalification énergétique des bâtiments communaux, la liste est reportée dans le document Tabella.

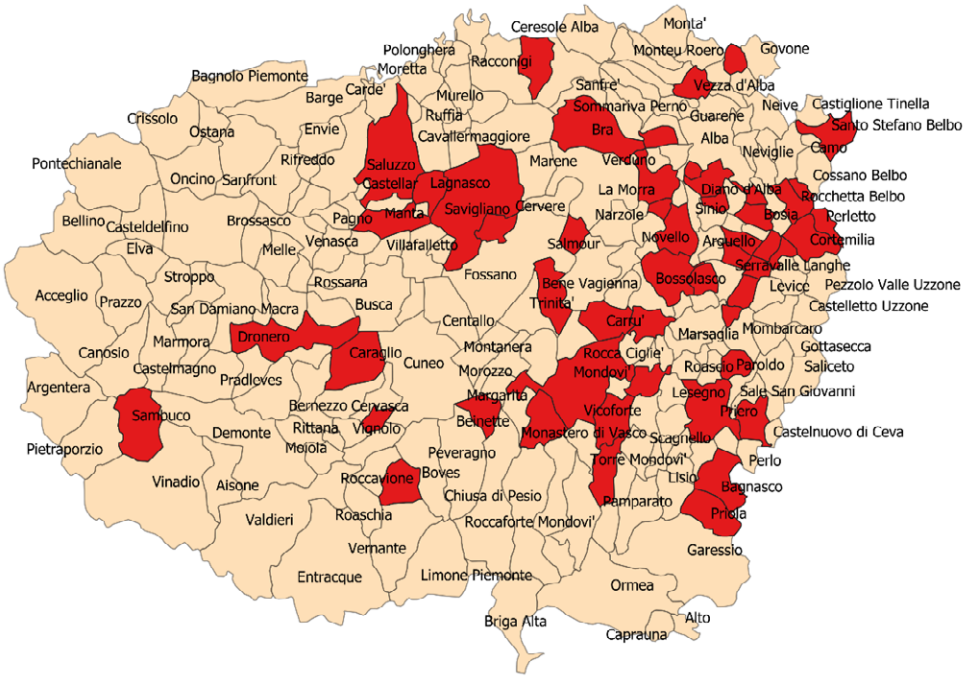


Figure 3 - Localisation de l'A.P. impliquée dans la mesure M3 2012-2018

MUNICIPALITÉS					
2012	2013	2014	2015	2016	2018
Bagnasco	Bagnasco	Cerretto Langhe	Caraglio	Caramagna Piemonte	Bra
Barolo	Belvedere Langhe	Genola	Carrù	Castino	Mondovì
Beinette	Benevello	Niella Tanaro	Dronero	Ceva	Robilante
Clavesana	Cortemilia	Savigliano	Grinzane Cavour	Cravanzana	Santo Stefano Belbo

Dogliani	Feisoglio	Serravalle Langhe	La Morra	Diano d'Alba	Torre Bormida
		Langhe			Bormida
Lagnasco	Montelupo Albese	Somano	Monforte D'Alba	Lequio Berria	
Mondovì	Rocchetta Belbo		Montaldo di Mondovì	Niella Belbo	
Priero	Saluzzo		Paroldo	Perletto	
Vicoforte	Vicoforte		San Benedetto Belbo	Priocca	
	Villanova Mondovì		Verzuolo	Priola	
				Salmour	
				Sambuco	
				Santa Vittoria d'Alba	
				Trinity	

Tableau 6 - Municipalités impliquées dans M3Energy Renovation, celles du territoire PaysEcogetique étant surlignées en vert.

Dans l'ensemble, les travaux d'amélioration de l'efficacité énergétique proposés concernaient principalement l'isolation thermique du toit et des combles, le remplacement des fenêtres et des portes et l'isolation de l'enveloppe verticale. En moyenne, la Fondazione CRC a couvert 34,6 % des coûts de ces projets sur une dépense totale de 7 230 643 €.

Veuillez vous référer au graphique ci-dessous (Figura 4) les détails des mesures d'efficacité proposées pour tous les bâtiments soumis à un avantage économique.

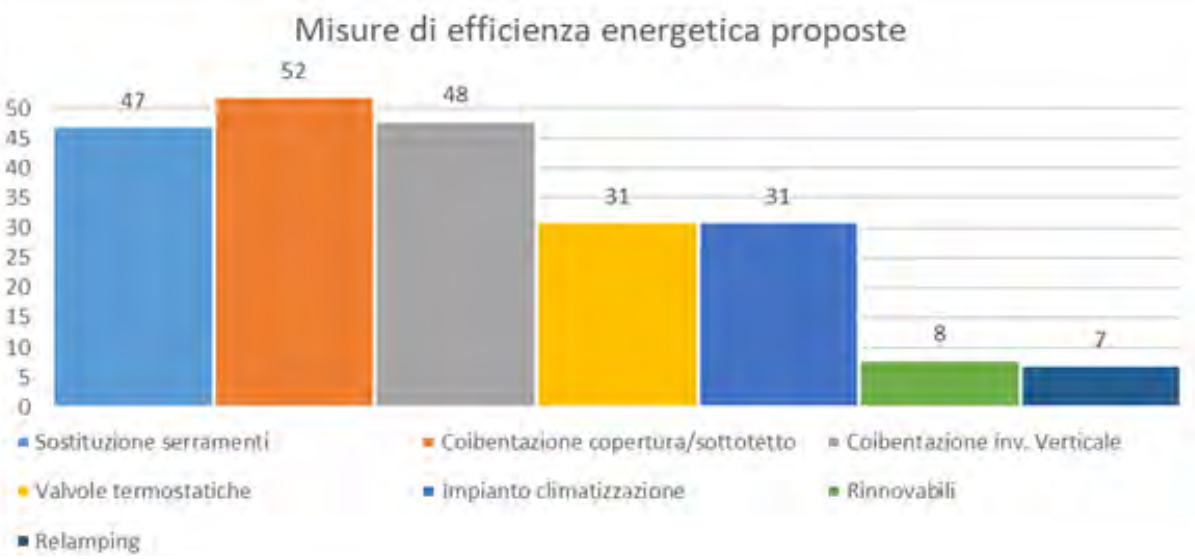


Figure 4 - Distribution des mesures d'efficacité proposées dans l'échantillon de bâtiments de la mesure M3 (2012-2018)Le document de la Fondation CRC, en plus de décrire ses propres initiatives, analyse certains des principaux mécanismes d'incitation auxquels les municipalités de la province de Cuneo ont pu accéder au cours de ces années et quelle a été leur capacité à saisir les opportunités qui leur étaient offertes.

En particulier, le document a analysé les déboursements aux organismes publics de la province dans le cadre des appels à propositions suivants:

- Conto Termico de 2015 à 2018 (national)
- Appel d'offres visant à réduire la consommation d'énergie et à adopter des solutions technologiques innovantes pour les réseaux d'éclairage public des municipalités du Piémont.
- Appel d'offres pour la réduction de la consommation d'énergie et l'utilisation de sources d'énergie renouvelables : Municipalités et Unions de Municipalités avec une population jusqu'à 5000 habitants (régional)
- Appel d'offres pour la réduction de la consommation d'énergie et l'utilisation de sources renouvelables : Provinces, Ville métropolitaine de Turin, Municipalités et Unions de Municipalités avec une population de plus de 5000 habitants

Dans ce qui suit, les données ne sont données que pour les mécanismes d'incitation concernant la requalification énergétique des bâtiments, en laissant de côté ceux concernant l'éclairage public.

1.1.2 | c. Le compte thermique

Vous trouverez ci-dessous une description de la mesure Conto Termico telle qu'elle figure sur le site web du GSE : Le Conto Termico prévoit des incitations pour les interventions visant à accroître l'efficacité énergétique et la production d'énergie thermique à partir de sources renouvelables pour les installations à petite échelle. Les bénéficiaires sont principalement des administrations publiques, mais aussi des entreprises et des particuliers, qui pourront accéder à des fonds s'élevant à 900 millions d'euros par an, dont pour200 les administrations publiques.

Grâce au Conto Termico, il est possible de moderniser ses propres bâtiments afin d'améliorer leur performance énergétique, ce qui permet de réduire les coûts de consommation et de récupérer rapidement une partie des dépenses engagées. Récemment, le Conto Termico a été renouvelé par rapport à celui introduit par le décret ministériel 28/12/2012.

Outre l'élargissement des modalités d'accès et des entités éligibles (les AP incluent également les sociétés internes et les coopératives de logement), de nouvelles mesures d'efficacité énergétique sont prévues.

Cet instrument incitatif national présente un intérêt particulier pour les aires protégées de la province de Cuneo, tant en raison de sa capacité de 200 millions d'euros que des types d'interventions qui peuvent être soutenues.

Le rôle de la Fondazione CRC a été significatif pour la province : elle a soutenu le territoire dans le but d'initier le plus grand nombre possible de mesures d'efficacité énergétique sur les bâtiments publics en créant des mesures de financement pouvant fonctionner en synergie avec cet instrument.

De 2014 à 2016, grâce à la mesure Energy Manager, un cours de formation pour les techniciens municipaux a été dispensé avec un accent spécifique sur la description des objectifs et des méthodes d'adhésion et de demande d'incitations à l'ESG par le biais du mécanisme Conto Termico.

De 2012 à 2015, plus de 600 diagnostics énergétiques ont été financés, fournissant à la province de Cuneo le prérequis technique nécessaire à la définition des mesures d'efficacité énergétique, ainsi qu'un document obligatoire parmi ceux requis par le GSE au cours de la procédure d'obtention des incitations.

À partir de 2015 et pour deux éditions ultérieures (2016 et 2018), la mesure 3 Requalification énergétique a également financé des mesures d'efficacité énergétique dans les bâtiments publics grâce à un mécanisme qui offre une forte synergie avec les contributions fournies par le Compte thermique. La mesure 3 Requalification énergétique a également permis de financer des mesures d'efficacité énergétique dans les bâtiments publics grâce à un mécanisme qui offre une forte synergie avec les contributions au titre du Conto Termico. Ce mécanisme a permis à la Fondazione CRC d'activer un effet de levier direct d'environ 2,5 % d'une part et, d'autre part, de diffuser des aptitudes et des compétences utiles parmi les professionnels et les organismes publics de la région afin de reproduire ces demandes d'incitation sur d'autres interventions et administrations publiques.

Au cours de cette phase d'analyse, il a été demandé au GSE de fournir une liste de tous les organismes publics qui ont reçu des contributions de 2015 à 2018 et les montants économiques relatifs. L'objectif de cette analyse était d'évaluer la capacité des organismes publics de la Province de Cuneo à intercepter les contributions du Compte Thermique, tant en valeur absolue que par rapport au nombre d'habitants et par rapport aux autres provinces du Piémont et de l'Italie.

Considérations finales

De l'analyse effectuée par la Fondazione CRC, il ressort clairement que, de 2015 à 2018, les organismes publics de la province de Cuneo ont pu obtenir une valeur importante de contributions de la part de l'EGE par le biais du Conto Termico, s'élevant à 3 118 192 euros, ce qui la place en première position à l'échelle nationale par rapport à d'autres provinces italiennes (cf. Figure 7 e Figure 8). En comparant les montants accordés année par année, il apparaît que ces capacités ne sont pas épisodiques sur une seule année, mais se répètent sur les quatre années analysées, démontrant un système composé d'organismes publics, de professionnels, d'institutions et de fondations bancaires qui s'est engagé dans une voie solide pour améliorer l'efficacité énergétique de ses biens publics en utilisant toutes les formes de soutien économique mises à disposition au niveau national. Significative est la croissance constante de la valeur des contributions reçues, qui est passée de 325 359 euros en 2015 à 1 310 772 en 2018 (cf. Figure 5) ; de même, d'autres indicateurs confirment cette tendance positive, comme le nombre de municipalités bénéficiaires, qui est passé de 5 en 2015 à 39 en 2018 (cf. Tabella 7) ainsi que la capacité d'intercepter plus de 50% du total des contributions obtenues par les AP de la région du Piémont chaque année (Figure 6).

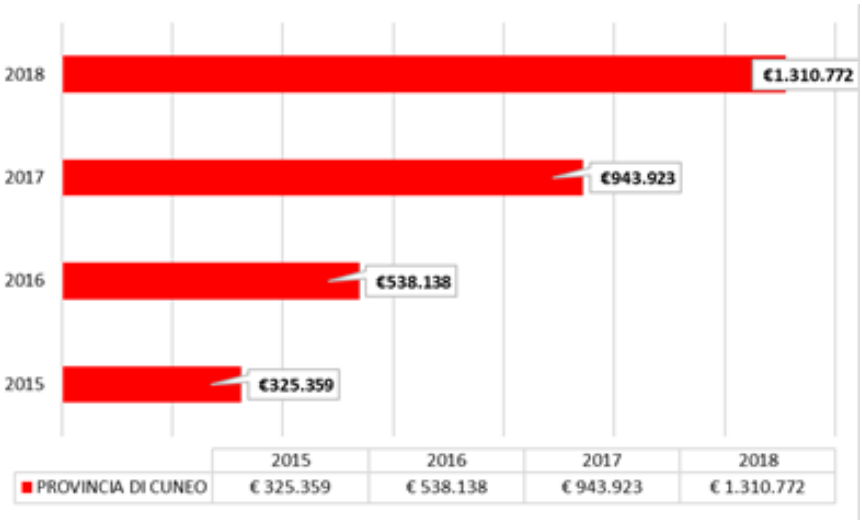


Figure 5 - Évolution des incitations reçues par les AP de la province de Cuneo par le biais du Conto Termico de 2015 à 2018.

Année	Nombre de municipalités Bénéficiaires de subventions de la province de Cuneo	Position de la province de Cuneo en termes de valeur de la contribution par rapport aux provinces italiennes	Position de la province de Cuneo en termes de valeur de la contribution sur les habitants par rapport aux provinces italiennes	Pourcentage des contributions à la province de Cuneo par rapport au total de la région du Piémont	Pourcentage des contributions à la Province de C.N. par rapport au total accordé en ITALIE
2015	5	3°	2°	60,70%	11,40%
2016	11	2°	1°	58,30%	10,90%
2017	28	1°	2°	52,10%	11,40%
2018	39	3°	4°	52,50%	6,30%

Tableau 7 - Résumé des performances obtenues par les AP de la province de Cuneo par rapport au reste des provinces piémontaises et italiennes.

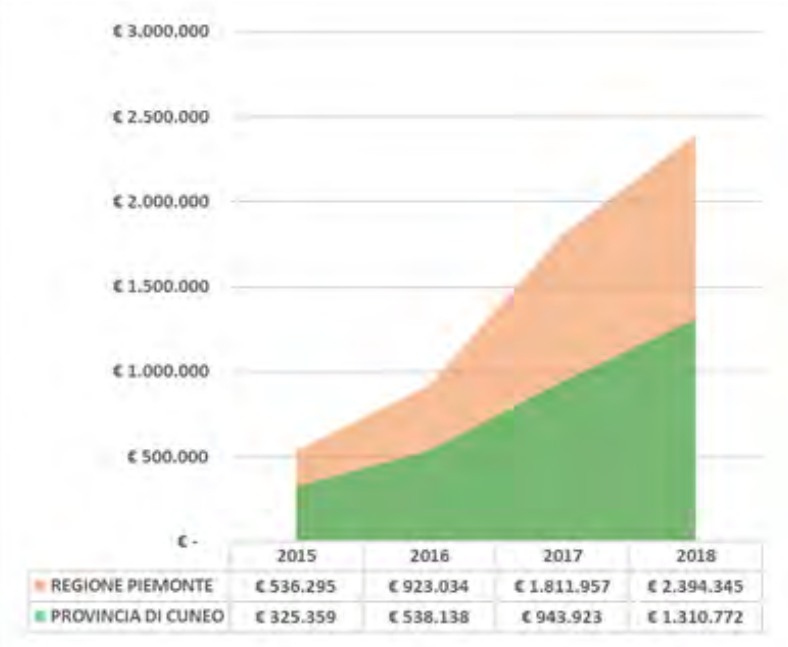


Figure 6 - Évolution des incitations reçues par les AP de la Province de Cuneo à travers le Conto Termico de 2015 à 2018 par rapport au reste de la Région Piémont.

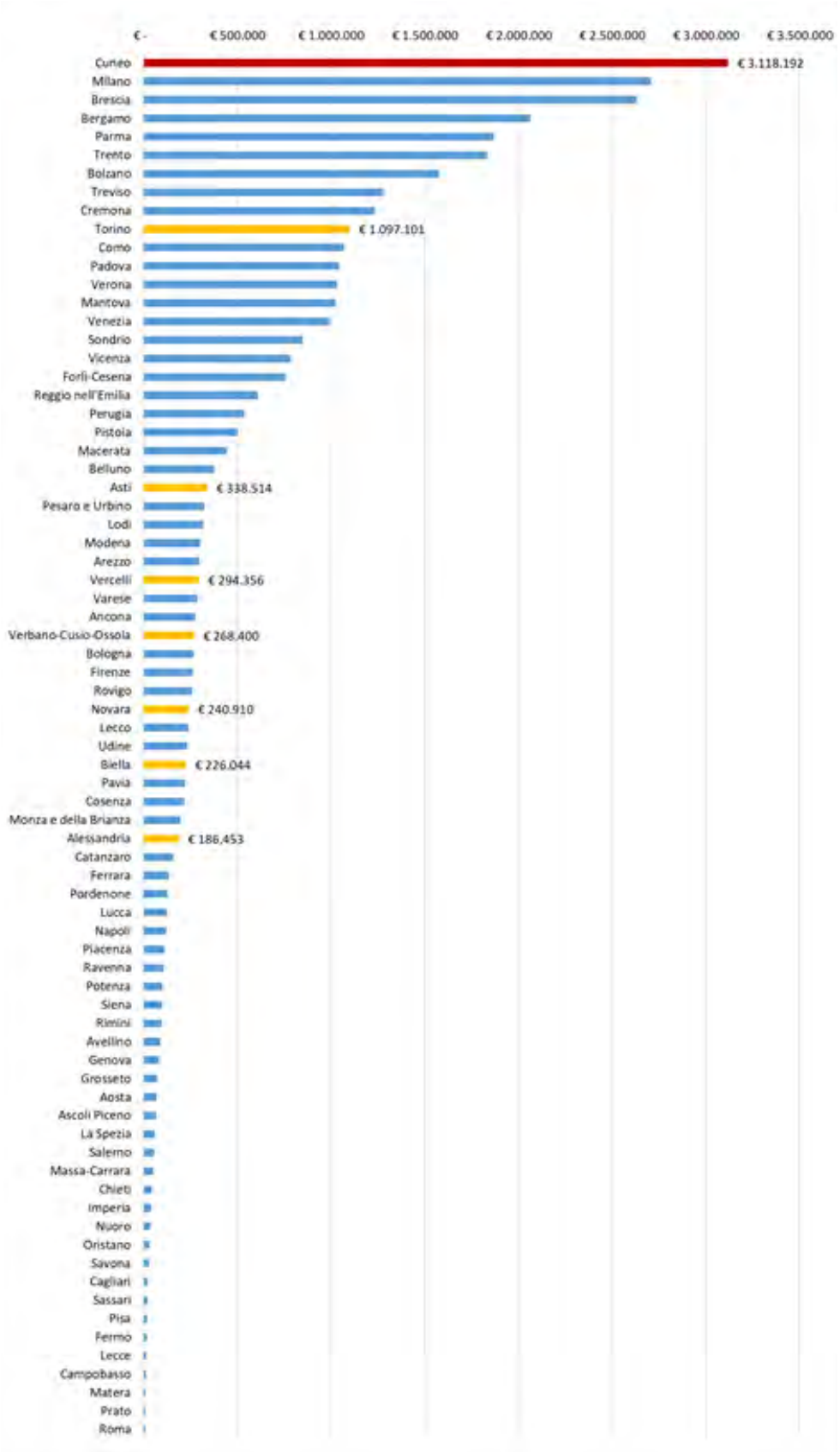


Figure 7 - Graduation des contributions accordées aux AP par GSE entre 2015 et 2018 par le biais du Conto Termico, valeurs agrégées par Province.

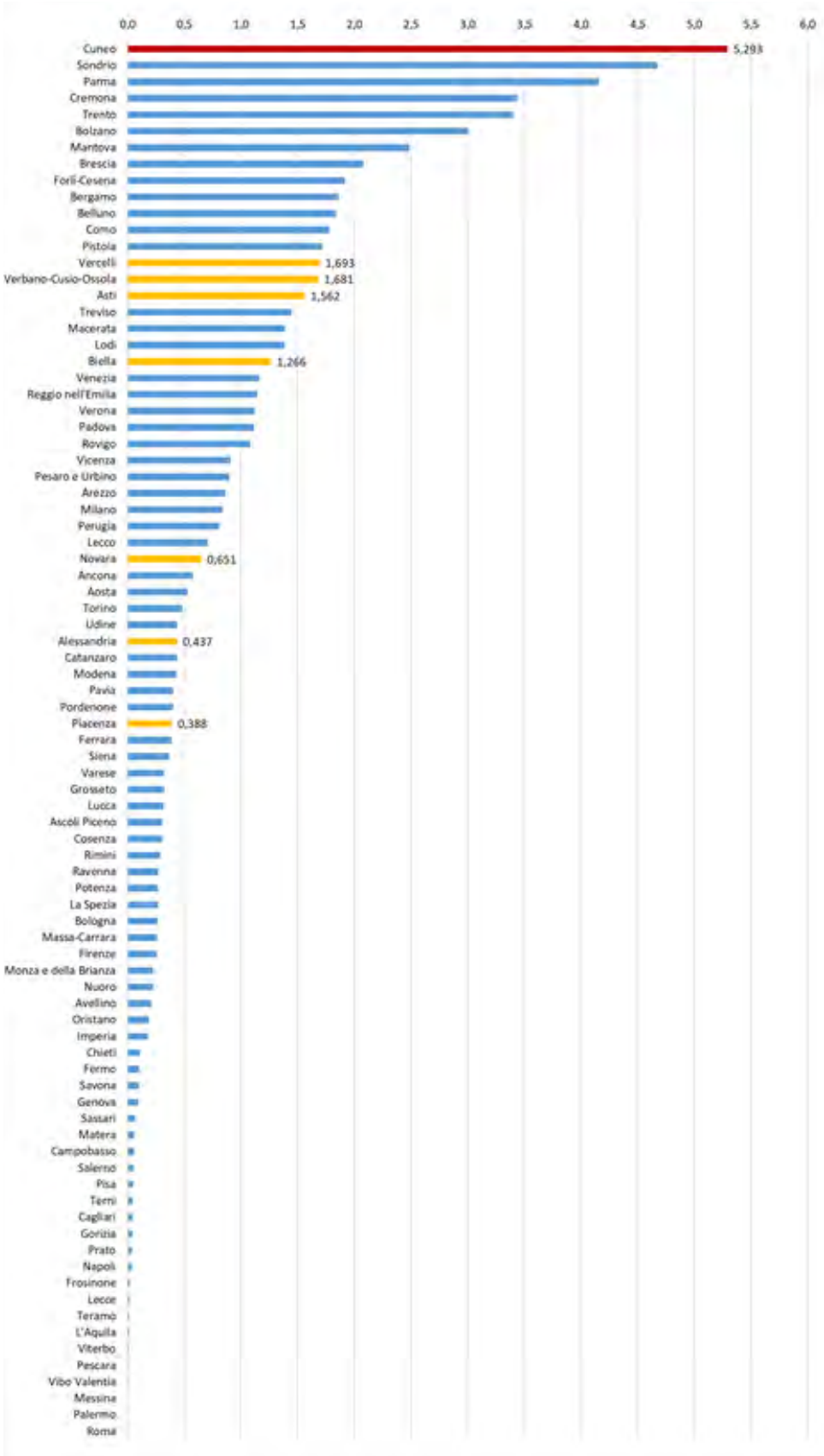


Figure 8 - Graduation des contributions accordées aux AP par GSE entre 2015 et 2018 par le biais du Conto Termico, valeurs agrégées par province.

1.1.2 | d. Appels à propositions Région du Piémont

Le document de la Fondation CRC fournit des analyses similaires à celles effectuées pour le compte thermique pour les appels d'offres de la Région Piémont accordés grâce aux ressources du POR FESR ; sur les trois appels considérés dans ce document, seuls les deux concernant la requalification énergétique des bâtiments publics sont rapportés, laissant de côté celui concernant l'éclairage public:

- Appel à propositions pour la réduction de la consommation d'énergie et l'utilisation de sources d'énergie renouvelables : Municipalités et Unions de Municipalités avec une population jusqu'à 5000 habitants
- Appel d'offres pour la réduction de la consommation d'énergie et l'utilisation de sources renouvelables : Provinces, Ville métropolitaine de Turin, Municipalités et Unions de Municipalités avec une population de plus de 5000 habitants

Appel à propositions pour la réduction de la consommation d'énergie et l'utilisation de sources d'énergie renouvelables : Municipalités et Unions de Municipalités avec une population jusqu'à 5000 habitants

L'appel d'offres visait à mettre en œuvre des mesures de réduction de la consommation d'énergie et d'utilisation de sources d'énergie renouvelables dans les bâtiments publics des municipalités et des syndicats de communes dont la population ne dépasse pas 5 000 habitants. La mesure prévoyait des incitations visant à réduire la consommation d'énergie et les émissions à effet de serre par la requalification énergétique et/ou l'utilisation de sources renouvelables dans les bâtiments.

La mesure est cofinancée par le Fonds européen de développement régional (FEDER) dans le cadre de l'objectif spécifique IV.4c.1 "Réduction de la consommation d'énergie dans les bâtiments et les installations publics, résidentiels et non résidentiels, et intégration des sources renouvelables" [Action IV.4c.1.3] du POR FEDER du Piémont 2014-2020.

L'appel prévoyait 2 lignes d'action :

Ligne A (Action IV.4c.1.1)

- Interventions visant à réduire la demande énergétique du bâtiment avec un indicateur de la performance énergétique hivernale du bâtiment de qualité " MOYENNE " ou " FAIBLE " selon le Certificat de Performance Energétique (APE), en référence au § 5.2.1 du Décret Ministériel. 26/06/2015 "Adaptation du décret du ministre du Développement économique, 26 juin 2009 - Lignes directrices nationales pour la certification énergétique des bâtiments" ; révision des systèmes à combustibles fossiles, avec une augmentation de l'efficacité, y compris par l'utilisation de mélanges technologiques et leur imbrication avec des systèmes de gestion et de contrôle à distance.

Ligne B (Action IV.4c.1.2)

- Installation de systèmes de production d'énergie renouvelable pour l'autoconsommation.
  Les interventions éligibles sont celles associées à l'action IV.4c.1.1 ou attachées à des bâtiments existants dont la performance énergétique hivernale du bâtiment est de qualité " MOYENNE " ou " ÉLEVÉE " comme indiqué dans l'APE, en référence au § 5.2.1 du décret ministériel du 26/06/2015 " Adaptation du décret du ministre du Développement économique, 26 juin 2009 - Lignes directrices nationales pour la certification énergétique des bâtiments ", également par des mesures d'efficacité énergétique réalisées précédemment.

L'appel à candidatures était ouvert :

- • Communes piémontaises dont la population ne dépasse pas 5 000 habitants ;
- • Unions de communes (aux termes de l'article 32 du décret législatif 267/2000 et de la loi régionale 11/2012 modifiée) de la région du Piémont dont la population totale ne dépasse pas 5 000 habitants. Il convient de noter que l'Union des municipalités pourrait présenter la demande pour toutes les municipalités appartenant à l'Union ou seulement pour certaines d'entre elles. Les municipalités pour lesquelles l'Union a soumis la demande ont été considérées comme des partenaires participant au projet et seules celles-ci ont contribué à atteindre le seuil minimal de population éligible. Les municipalités appartenant à l'Union, mais non impliquées dans le projet soumis par l'Union, pourraient participer individuellement.

Le projet était éligible, sur la base de la demande soumise et suite à l'examen préliminaire, les coûts éligibles, tels que définis au § 2.5, s'élevaient à au moins 150 000 €. La contribution accordée était de 80% des coûts éligibles ; cette contribution pouvait être augmentée jusqu'à 90% des coûts éligibles pour les bâtiments atteignant la classe énergétique A4/nZEB. La subvention maximale payable était de 450 000 €, même dans le cas de projets dont les coûts éligibles étaient supérieurs à 500 000 € ; le cofinancement du bénéficiaire ne pouvait donc pas être inférieur à 10% des coûts éligibles.

Pendant la période d'ouverture de l'appel du 05/07/2017 au 28/02/2018, la Région Piémont a versé un total de 18 820 855 euros sur l'ensemble du territoire piémontais, dont pas moins de 7 603 500 euros à des organismes publics de la Province de Cuneo, soit 40,4% du total. La subdivision en pourcentage des contributions globales par province est indiquée dans le tableau suivant Figura .

En outre, deux indicateurs ont été calculés, permettant de comparer plus objectivement la capacité des provinces individuelles à obtenir des subventions régionales, indépendamment du nombre d'organismes publics et du nombre d'habitants de la province individuelle.

Le premier indicateur est donc déterminé par le rapport entre les contributions reçues et le nombre total d'habitants de la province, tandis que le second indicateur représente le pourcentage d'organismes publics recevant des contributions régionales par rapport au nombre total de bénéficiaires potentiels dans les différentes provinces ; dans les deux cas, la province de Cuneo obtient les meilleures valeurs, qui sont nettement supérieures à la moyenne régionale (valeur de référence) (cf. Figure 10 et Figure 11).

Province	n° Administrations	Montant déboursé
Alexandria	5	1.014.328,40 €
Asti	8	2.200.676,70 €
Biella	4	1.470.559,00 €
Cuneo	31	7.603.500,40 €
Novara	3	993.116,30 €
Turin	22	4.630.690,30 €
Verbano Cusio Ossola	1	319.192,00 €
Vercelli	2	588.791,80 €
TOTAL	76	18.820.854,90 €

Tableau 8 - Résumé du nombre de bénéficiaires et des montants accordés par la Région Piémont dans le cadre de l'appel d'offres pour la réduction de la consommation d'énergie et l'utilisation de sources renouvelables : communes et unions de communes ayant une population inférieure ou égale à 5000 habitants, valeurs agrégées par province.

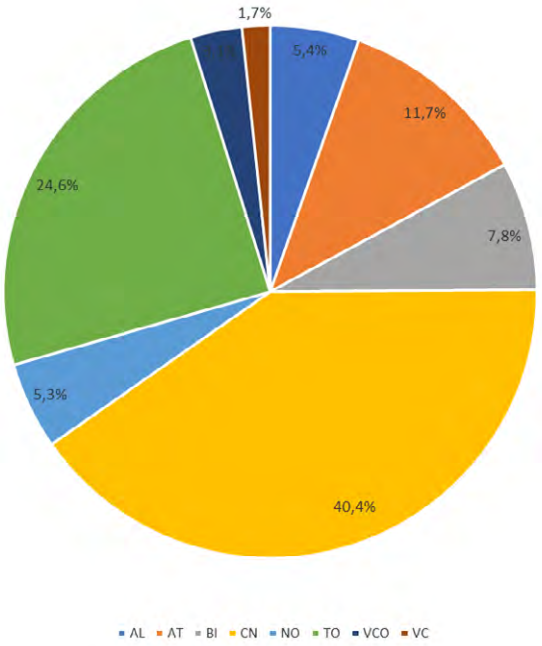


Figure 9 - Répartition par province des contributions accordées par la Région Piémont dans le cadre de l'appel d'offres pour la réduction de la consommation d'énergie et l'utilisation de sources renouvelables : Communes et Unions de Communes ayant une population inférieure ou égale à 5000 habitants, valeurs agrégées par province en pourcentage.

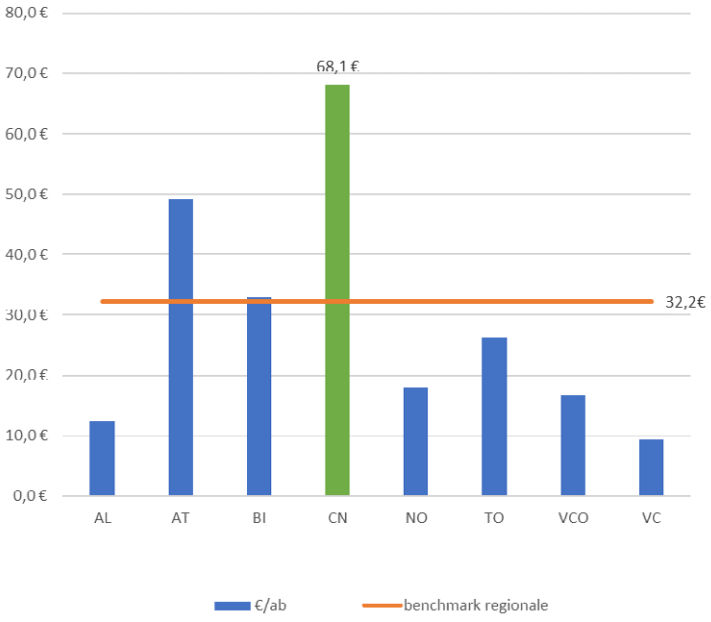


Figure 10 - Indicateur des incitations accordées sur le nombre total d'habitants de la Province par le biais de l'appel d'offres pour la réduction de la consommation d'énergie et l'utilisation de sources renouvelables : Municipalités et Unions de Municipalités avec une population jusqu'à 5000 habitants

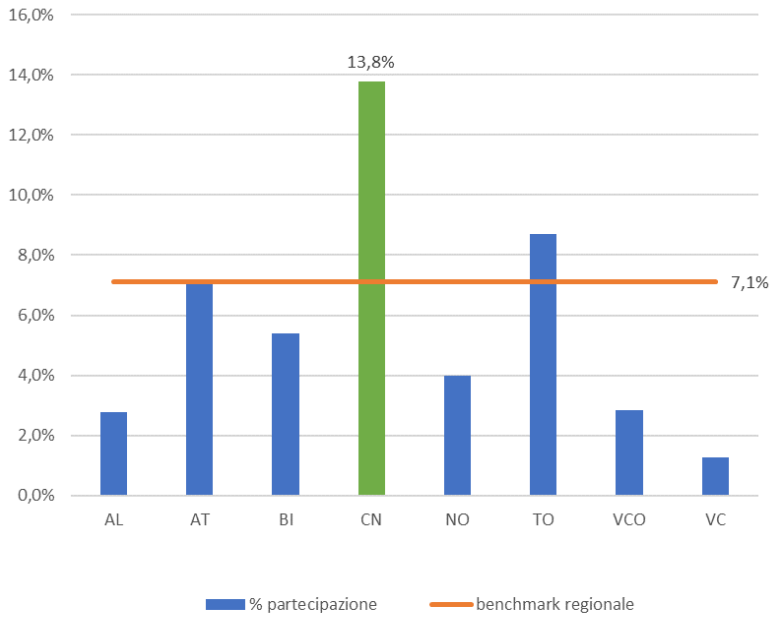


Figure 11 - Pourcentage d'organismes publics bénéficiant de contributions régionales par rapport au nombre total de bénéficiaires potentiels dans chaque territoire provincial

Appel d'offres pour la réduction de la consommation d'énergie et l'utilisation de sources renouvelables : Provinces, Ville métropolitaine de Turin, Communes et Unions de Communes ayant une population supérieure à 5000 habitants

L'appel à propositions visait à mettre en œuvre des mesures visant à réduire la consommation d'énergie et à utiliser des sources d'énergie renouvelables dans les bâtiments publics des provinces, de la ville métropolitaine de Turin, des municipalités et des unions de municipalités de plus de 5 000 habitants. La mesure prévoyait des incitations visant à réduire la consommation d'énergie et les émissions à effet de serre par la requalification énergétique et/ou l'utilisation de sources renouvelables dans les bâtiments.

La mesure est cofinancée par le Fonds européen de développement régional (FEDER) dans le cadre de l'objectif spécifique IV.4c.1 "Réduction de la consommation d'énergie dans les bâtiments et les installations publics, résidentiels et non résidentiels, et intégration des sources d'énergie renouvelables" [Actions IV.4c.1.1 et IV.4c.1.2] du POR FEDER du Piémont 2014-2020.

L'appel prévoyait 2 lignes d'action :

Ligne A (Action IV.4c.1.1)

- Interventions visant à réduire la demande énergétique du bâtiment avec un indicateur de la performance énergétique hivernale du bâtiment de qualité " MOYENNE " ou " FAIBLE " selon le Certificat de Performance Energétique (APE), en référence au § 5.2.1 du Décret Ministériel. 26/06/2015 "Adaptation du décret du ministre du Développement économique, 26 juin 2009 - Lignes directrices nationales pour la certification

énergétique des bâtiments" ; révision des systèmes à combustibles fossiles, avec une augmentation de l'efficacité, également par l'utilisation de mélanges technologiques et leur imbrication avec des systèmes de gestion et de contrôle à distance.

Ligne B (Action IV.4c.1.2)

- Installation de systèmes de production d'énergie renouvelable pour l'autoconsommation.
  Les interventions éligibles sont celles associées à l'action IV.4c.1.1 ou attachées à des bâtiments existants dont la performance énergétique hivernale du bâtiment est de qualité " MOYENNE " ou " ÉLEVÉE " comme indiqué dans l'APE, en référence au § 5.2.1 du décret ministériel du 26/06/2015 " Adaptation du décret du ministre du Développement économique, 26 juin 2009 - Lignes directrices nationales pour la certification énergétique des bâtiments ", également par des mesures d'efficacité énergétique réalisées précédemment.

L'appel à candidatures était ouvert :

- les provinces piémontaises ;
- la ville métropolitaine de Turin ;
- Communes piémontaises dont la population est supérieure à 5 000 habitants ;
- Unions de communes (aux termes de l'article 32 du décret législatif 267/2000 et de la loi régionale 11/2012 modifiée) de la région du Piémont dont la population totale est supérieure à 5 000 habitants. Il convient de noter que l'Union des municipalités peut présenter la demande pour toutes les municipalités appartenant à l'Union ou seulement pour certaines d'entre elles. Les municipalités pour lesquelles l'Union soumet la demande sont considérées comme des partenaires participant au projet et seules celles-ci contribuent à l'atteinte du seuil minimal de population éligible. Les communes appartenant à l'Union mais non impliquées dans le projet présenté par l'Union peuvent participer individuellement.

Le projet était valable si, sur la base de la demande soumise et suite à l'examen préliminaire, les coûts éligibles, tels que définis au § 2.5, s'élevaient à au moins 1 000 000 €. La subvention s'élevait à 90 % des coûts éligibles et, en tout état de cause, à un maximum de 2 700 000 €. Dans le cas de projets dont les coûts éligibles sont compris entre 1 000 000 et 3 000 000 €, la subvention était composée comme suit :

- a) Subvention (contribution en capital) s'élevant à 40% des coûts éligibles ;
- b) Aide remboursable (facilité de crédit) de 50% des coûts éligibles ;
- (c) Cofinancement par le bénéficiaire de 10% des coûts éligibles.

Pendant la période d'ouverture de l'appel du 05/07/2017 au 20/10/2017, la Région Piémont a versé un total de 22 482 607 euros sur l'ensemble du territoire piémontais, dont 6 510 132 euros à des organismes publics de la Province de Cuneo, soit 29% du total. La répartition en pourcentage des contributions globales par province est présentée dans le tableau ci-dessous. Figura .

Les six organismes publics ayant reçu des subventions dans le cadre de l'appel à candidatures régional sont les municipalités de Bra, Cuneo, Mondovì et Saluzzo, la province de Cuneo et l'Unione di Comuni Terre di Vini e di Tartufi.

En outre, deux indicateurs ont été calculés, permettant de comparer plus objectivement la capacité des provinces individuelles à obtenir des subventions régionales, indépendamment du nombre d'organismes publics et du nombre d'habitants de la province individuelle.

Le premier indicateur est donc déterminé par le rapport entre les contributions reçues et le nombre total d'habitants de la province, tandis que le second indicateur représente le pourcentage d'organismes publics recevant des contributions régionales par rapport au nombre total de bénéficiaires potentiels dans chaque province (Figure 13 et Figure 14).

Province	n. PA	Contributions de la FP	Fonds renouvelable	Contribution totale
Alexandria	2	€ 1.361.893	€ 615.321	€ 1.977.215
Asti	1	€ 948.204	€ 1.185.255	€ 2.133.460
Biella	2	€ 600.679	€ 1.293.315	€ 1.893.994
Cuneo	6	€ 2.893.392	€ 3.616.740	€ 6.510.132
Novara	1	€ 524.786	€ 655.982	€ 1.180.768
Turin	4	€ 3.145.196	€ 3.931.495	€ 7.076.691
erbano Cusio Ossola	2	€ 982.830	€ 727.517	€ 1.710.347
Vercelli	0	€ 0	€ 0	€ 0
TOTAL	18	€ 10.456.981	€ 12.025.626	€ 22.482.607

Tableau 8 - Résumé du nombre de bénéficiaires et des montants accordés par la Région Piémont dans le cadre de l'appel d'offres Réduction de la consommation d'énergie et utilisation de sources renouvelables : Provinces, Ville métropolitaine de Turin, Communes et Unions de Communes avec une population supérieure à 5000 habitants, valeurs agrégées par province

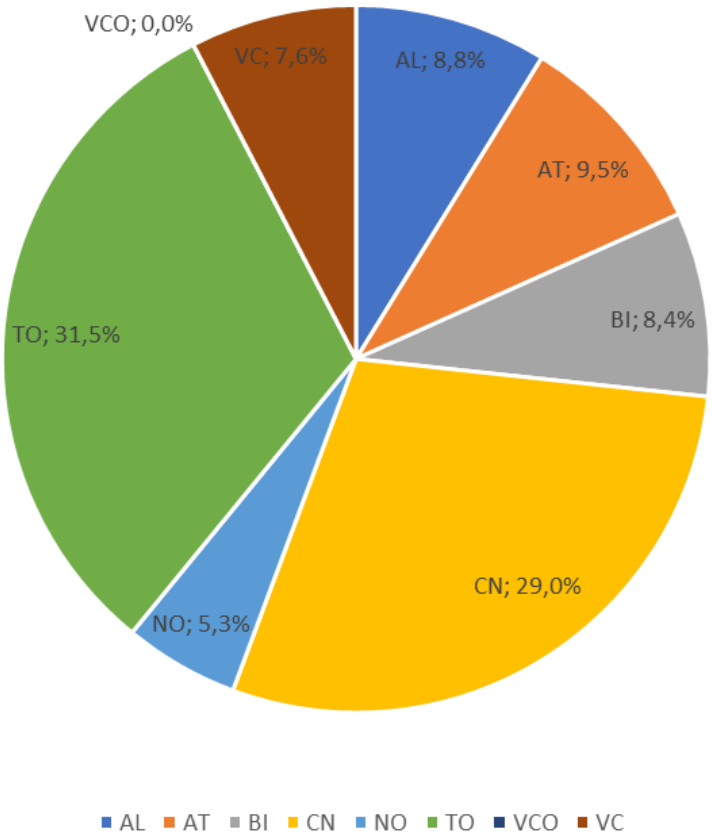


Figure 12 - Répartition par Provinces des contributions accordées par la Région Piémont à travers l'appel d'offres pour la réduction de la consommation d'énergie et l'utilisation de sources renouvelables : Provinces, Ville Métropolitaine de Turin, Communes et Unions de Communes de plus de 5000 habitants

Province	nombre total d'habitants PA>5 000 habitants par province	total PA
Alexandria	310.947	20
Asti	199.217	16
Biella	174.190	11
Cuneo	**536.745**	**41**
Novara	273.605	19
Turin	1.548.880	81
Verbano Cusio Ossola	198.629	14
Vercelli	132.449	11
TOTAL	3.374.662	213

Tableau 8 - Répartition par province du nombre d'habitants des administrations publiques dont la population est supérieure à 5000 habitants

Municipalité	Population
CUNEO	**56.144**
Lever du soleil	31.506
Soutien-gorge	**29.656**
Fossano	24.225
Mondovì	**22.406**
Savigliano	21.605
Saluzzo	**17.253**
Borgo San Dalmazzo	12.442
Busca	10.174
Racconigi	9.940
Boves	9.818
Cherasco	9.290
Peniche	7.616
Centallo	7.018
Dronero	7.018
Caraglio	6.757
Verzuolo	6.424
Sommariva del Bosco	6.333
Bagnolo Piemonte	5.953
Villanova Mondovì	5.794
Ceva	5.697
Chaîne	5.609
Peveragno	5.600
Cavallermaggiore	5.432
Cervasca	5.134

Tableau 9 - Municipalités de la province de Cuneo ayant une population de plus de 5000 habitants

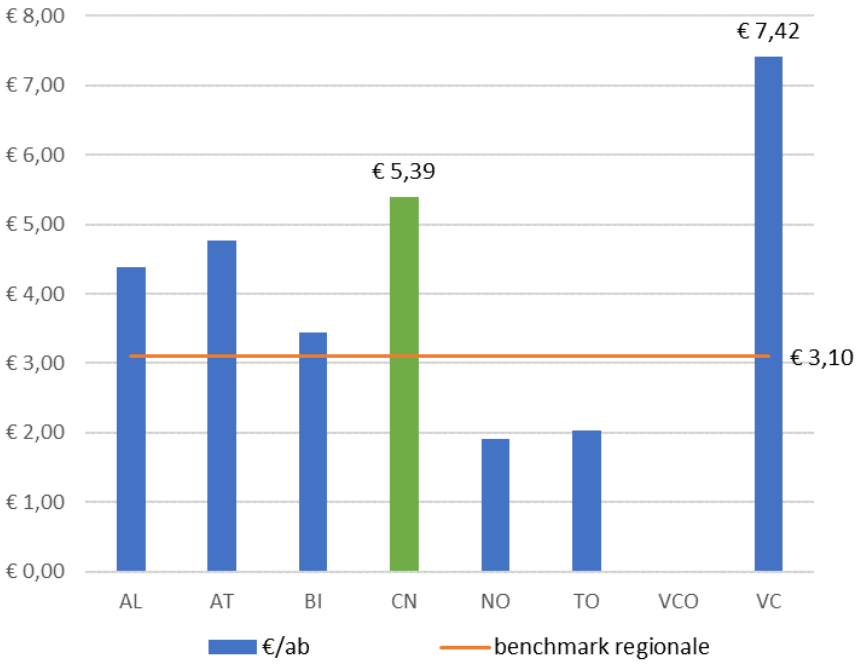


Figure 13 - Indicateur des incitations accordées sur le nombre d'habitants totaux de la Province à travers l'appel d'offres pour la réduction de la consommation d'énergie et l'utilisation de sources renouvelables : Provinces, Ville Métropolitaine de Turin, Communes et Unions de Communes avec une population supérieure à 5000 habitants

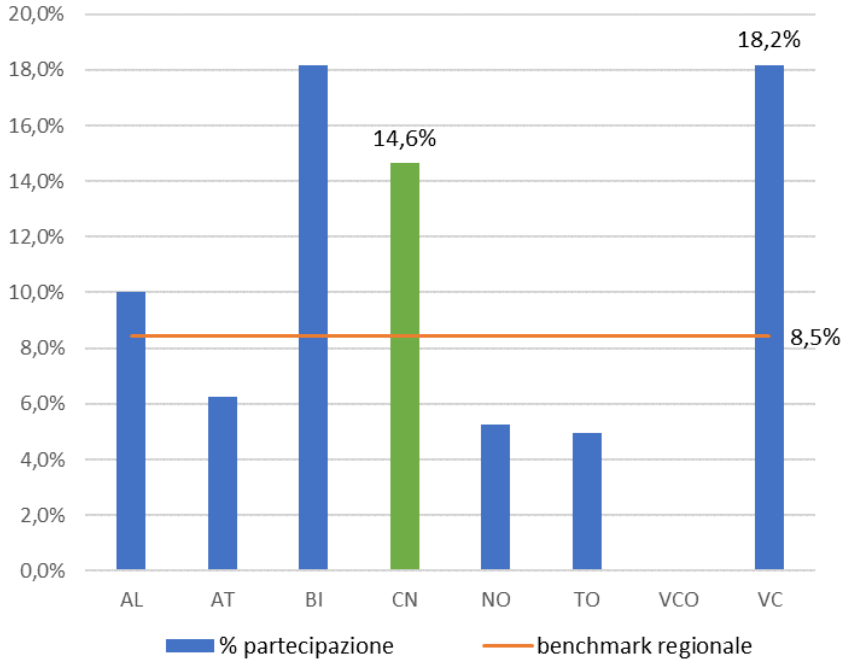


Figure 14 - Pourcentage d'organismes publics bénéficiant de contributions régionales par rapport au nombre total de bénéficiaires potentiels dans chaque territoire provincial

Appels d'offres régionaux, considérations finales

De l'analyse réalisée par la Fondation CRC, il ressort que, de 2017 à 2019, les organismes publics de la province de Cuneo ont pu obtenir un montant important de contributions de la Région Piémont à travers deux appels d'offres spécifiques pour l'efficacité énergétique des bâtiments publics, pour un montant de 14 113 632 euros, ce qui la place en première position à l'échelle régionale par rapport aux autres provinces piémontaises

En comparant les montants alloués aux différents appels à propositions, il apparaît que la capacité d'attirer des ressources par la participation à des appels à propositions compétitifs est particulièrement évidente lorsque ceux-ci sont réservés à des organismes publics de petite taille, démontrant ainsi à quel point la "fertilisation" du territoire promue par la Fondazione CRC a généré des résultats importants et a préparé à l'avance les organismes publics à ces opportunités. Ces avantages sont amoindris lorsque les appels sont réservés aux seules autorités publiques de taille moyenne/grande. Dans ce cas, la taille des structures internes des entités peut évidemment compenser le manque d'outils, de compétences et de ressources fournis par des organismes externes tels que les fondations bancaires.

L'analyse a également mis en évidence comment les Administrations communales de la Province de Cuneo bénéficiant des contributions pour la requalification énergétique des bâtiments sur l'appel aux AP de plus de 5.000 habitants ont une population d'au moins 17.000 habitants (Saluzzo), d'où il ressort que les 18 communes de la Province de Cuneo ayant une population comprise entre 5.000 et 17.000 habitants n'ont pas bénéficié de ces incitations régionales.

AVIS	n. PA CN	contributions PA CN	total des contributions versées	% des contributions sur le total
POR EE < 5000	31	7.603.500 €	18.820.855 €	40,40%
POR EE > 5000	6	6.510.132 €	22.482.607 €	29,00%
TOTAL	37	14.113.632 €	41.303.462 €	34,20%

Tableau 10 - Résumé du nombre de bénéficiaires et des montants accordés par la Région Piémont dans le cadre de l'appel d'offres Réduction de la consommation d'énergie et utilisation de sources renouvelables : Provinces, Ville métropolitaine de Turin, Communes et Unions de Communes avec une population supérieure à 5000 habitants, valeurs agrégées par province.

Le document de la Fondazione CRC a ensuite comparé pour chaque appel régional les noms des Administrations Publiques bénéficiant des incitations régionales avec celles soutenues par la Fondazione elle-même :

- Les municipalités de la province de Cuneo qui ont bénéficié de contributions sur l'appel à propositions pour la réduction de la consommation d'énergie et l'utilisation de sources renouvelables : les municipalités et les unions de municipalités avec une population de jusqu'à 5.000 habitants, étaient 31, dont 16 dans le passé ont reçu des subventions de la Fondazione CRC sur M2 Audits énergétiques des bâtiments municipaux (2012-2015), de ces 8 font partie du territoire PaysEcogetique et seulement la moitié ont bénéficié du soutien de la Fondazione CRC, la liste est la suivante

Liste des communes bénéficiant de la contribution régionale

Municipalité	Audit	Paes
Municipalité de Montà	2013	2015
Costigliole Saluzzo	2012	
Municipalité de Roccavione	2014	
Municipalité de Pianfei	2014	
Municipalité de Niella Belbo	2012	2014
Municipalité de Lesegno		
Municipalité de Cortemilia	2012	2013
Municipalité d'Igliano		
Municipalité de Beinette	2012	2014
Municipalité de Frabosa Sottana		
Municipalité de Bellino		
Municipalité de Dogliani	2012	2013
Municipalité de Vezza d'Alba	2013	
Municipalité de Roccaforte Mondovì		
Municipalité de Marsaglia		
Municipalité de Bastia Mondovì	2014	
Municipalité de Venasca		
Municipalité de Castelletto Uzzone		
Municipalité de Chiusa di Pesio	2012	
Municipalité de Sampeyre		
Municipalité de Santo Stefano Roero	2012	
Municipalité de Macra		
Municipalité de Carrù	2013	
Municipalité de Vicoforte	2012	2014
Municipalité de Novello		
Municipalité de Magliano Alpi	2013	2013
Municipalité de Mombaruzzo		
Municipalité de Monesiglio		
Municipalité d'Aisone		
Municipalité de Villafalletto	2013	
Municipalité d'Entracque		

Tableau 11 - Liste des communes bénéficiant de la contribution régionale à l'appel d'offres pour la réduction de la consommation d'énergie et l'utilisation de sources renouvelables : Communes et Syndicats de Communes avec une population jusqu'à 5000 habitants et année de participation aux mesures de la FondazioneCRC pour les audits énergétiques et les SEAPs, avec celles de la zone PaysEcogetique surlignées en vert

Les 16 administrations publiques ainsi identifiées ont obtenu un total de 3 531 789 euros de la Région Piémont, ce qui représente 46,4% des contributions totales pour toute la Province de Cuneo.

- • Les municipalités de la Province de Cuneo bénéficiant de subventions pour la réduction de la consommation d'énergie et l'utilisation de sources d'énergie renouvelables : Provinces, Ville Métropolitaine de Turin, Municipalités et Unions de Municipalités avec une population de plus de 5000 habitants étaient 5 et toutes ont reçu des subventions de la Fondazione CRC sur les audits énergétiques M2 des bâtiments municipaux (2012-2015).

Comune	Audit
Municipalité de Bra	Oui
Municipalité de Cuneo	Oui
Municipalité de Mondovi	Oui
Municipalité de Saluzzo	Oui
Province de Cuneo	Oui

Tableau 12 - Liste des aires protégées bénéficiant de la contribution régionale à l'appel d'offres pour la réduction de la consommation d'énergie et l'utilisation de sources renouvelables : provinces, ville métropolitaine de Turin, municipalités et unions de municipalités de plus de 5000 habitants.

1.1.2 | e. Effet de levier des mesures prévues

Les mesures publiées par la Fondazione CRC à travers les appels à propositions AmbinetEnergia et Cuneo Provincia Smart ont lancé un processus d'amélioration de l'efficacité énergétique de l'ensemble du patrimoine public existant dans la province, qui a conduit à la requalification énergétique d'un nombre important de bâtiments et de sections d'éclairage public et a attiré de nombreuses ressources publiques et privées dans la province, générant un effet de levier intéressant.

De 2010 à 2018, la Fondazione CRC a investi un total de 7 135 056 euros, dont 527 031 euros pour des services d'assistance technique, 113 672 euros pour l'achat d'équipements, 6 402 342 euros de subventions et 92 011 euros pour d'autres initiatives connexes. Les mesures publiées par la Fondazione CRC n'ont couvert que partiellement les dépenses nécessaires à la mise en œuvre des interventions, allant de 6 % seulement dans le cas de l'initiative visant à mobiliser les investissements privés par le biais de l'ESCo à 80 % dans le cas des audits, avec une moyenne de 45 % dans le cas des mesures AmbinetEnergia et de 59 % dans le cas des mesures Smart de la province de Cuneo. Le cofinancement généré par les initiatives décrites ci-dessus s'élève à **7 655 513 € qui, ajouté au montant investi par la Fondazione CRC, porte le total à 14 790 569 €. L'effet de levier direct généré par les mesures est donc de 2,1**.

Les analyses effectuées sur la participation des autorités locales de la Province de Cuneo à d'autres formes d'incitations promues par la Région Piémont ou GSE ont permis, comme le montrent les paragraphes précédents, d'identifier de fortes synergies avec la Fondazione CRC Measures. Sur la base de la liste des municipalités bénéficiaires des 147 demandes de subventions approuvées par GSE et la Région Piémont, 90 d'entre elles se référaient à des autorités locales précédemment soutenues par la Fondazione CRC. Bien que cette évaluation ne tienne pas compte des autres soutiens techniques et économiques externes fournis par d'autres organismes et institutions, il est possible de supposer que **les subventions reçues par les autorités publiques de la Province de Cuneo par le biais du "Conto Termico" et des appels à propositions régionaux sont étroitement liées aux initiatives de la Fondazione CRC. La valeur de ces contributions est de 16.733.016 €. Les autres contributions reçues d'organismes publics qui ne sont pas directement soutenus par la Fondazione CRC s'élèvent à 8**

295 343 euros supplémentaires qui, ajoutés aux précédents, portent la valeur totale des contributions attirées par la province à 25 028 359 euros grâce aux appels à propositions régionaux et nationaux.

Sur la base de ces résultats, il est donc possible de calculer les effets de levier obtenus grâce aux investissements de la Fondazione CRC en termes de déclenchement d'autres investissements. Cette analyse a donc été réalisée en considérant les différentes étapes analysées à partir des coûts supportés par la Fondazione CRC pour fournir l'assistance technique nécessaire à la rédaction et à la gestion des différentes mesures, jusqu'aux versements aux organismes publics bénéficiaires des différentes subventions et au cofinancement généré directement (levier 2,1), les investissements obtenus par la participation des autorités publiques locales précédemment soutenues par la Fondazione CRC aux appels à propositions régionaux et au "Conto Termico" (levier 4,4) et les contributions obtenues d'autres autorités publiques locales non directement soutenues par la Fondazione CRC mais vraisemblablement influencées par un contexte composé de professionnels formés et un esprit d'émulation par rapport à d'autres autorités locales vertueuses (levier 5,6).

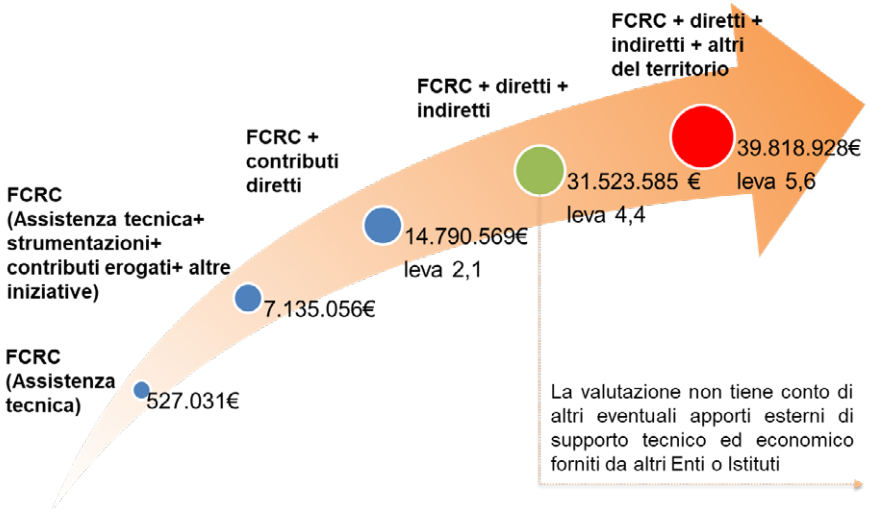


Figure 15 - Résumé des contributions progressivement activées par la Province de Cuneo grâce aux initiatives de la Fondation CRC

1.1.2 f. ConclusionsBarrières et opportunités émergeant des expériences menées par la Fondazione CRC dans la province de Cuneo et en particulier dans la zone PaysEcogetique

De l'analyse effectuée par la Fondazione CRC, il ressort clairement que les administrations publiques de la province de Cuneo constituent un exemple vertueux en termes de capacité à attirer des ressources publiques afin d'améliorer l'efficacité de leur patrimoine immobilier.

Cette capacité est certainement due à la préparation des techniciens au sein de l'Administration publique, à la sensibilité des administrateurs, mais aussi au soutien externe apporté par un organisme comme la Fondazione CRC qui, ces dernières années, a "préparé le terrain" afin que ses municipalités soient prêtes à saisir les opportunités lorsqu'elles se présentent.

Des initiatives telles que celles de la Fondation visent donc à surmonter les obstacles qui peuvent empêcher les gens de profiter des possibilités d'investissement offertes par les organismes publics.

Ces obstacles concernent principalement le manque de ressources pour le cofinancement, le manque de compétences au sein des organismes publics, le manque de connaissance de l'existence d'appels d'offres et d'opportunités, le manque de connaissance de leurs propres atouts (par exemple, les audits énergétiques). L'étude montre également comment les ressources mises à la disposition de la zone, si elles sont utilisées à bon escient, génèrent un effet de levier important, permettant d'attirer d'autres ressources publiques et privées. Plus précisément, le territoire représenté par le projet PaysEcogetique, composé de municipalités de grande taille mais peu peuplées, comme les autres territoires de la province, a montré un fort intérêt pour ces initiatives de soutien technique et économique mises à la disposition de la Fondation, générant des compétences et une expertise importantes qui ont permis de lancer de nombreuses améliorations énergétiques de bâtiments publics.

1.1.3 Sensibilisation des administrations publiques de la province de Cuneo à la nécessité de l'efficacité énergétique dans leurs bâtiments publics

Dans le cadre des actions que la Fondazione CRC promeut sur le territoire afin de soutenir les organismes publics dans la réduction de la consommation d'énergie dans les bâtiments, une étude a été réalisée pour définir les potentialités de requalification énergétique actuellement présentes dans la province de Cuneo ; on pense que cette étude pourrait être intéressante pour le projet PaysEcogetique car elle vise à identifier à la fois les barrières et les opportunités qui conduisent ou limitent les municipalités dans le démarrage des interventions de requalification énergétique de leur patrimoine immobilier. Cette analyse a été menée par les techniciens du Parc de l'environnement par le biais de contacts téléphoniques et de questionnaires à remplir. Plus précisément, deux questionnaires différents ont été préparés et envoyés aux municipalités :

- La première visait à recueillir des informations générales sur les besoins individuels en matière d'efficacité énergétique du parc immobilier et de l'éclairage public de chaque municipalité.
- Le deuxième questionnaire visait plutôt à comprendre, parmi les bâtiments nécessitant une requalification énergétique, combien répondaient aux exigences minimales des appels à propositions publiés par la Région Piémont au cours des mois précédents (par exemple, présence d'un diagnostic énergétique, d'un APE, d'une vérification sismique, etc.) Les informations reçues des différentes municipalités (contenues dans les questionnaires remplis et reçus par Environment Park S.p.A.) ont été traitées et ensuite saisies dans une "Base de données" au format Excel. Ce document contient des informations énergétiques générales sur les territoires, des informations spécifiques sur les différents bâtiments candidats et les contacts directs du personnel technico-administratif de chaque administration.

Le premier questionnaire a été rempli par 174 des 247 municipalités contactées individuellement (70,4% du total) tandis que le second, qui n'a été envoyé qu'aux municipalités ayant répondu au premier, a été rempli par 43 des 174 municipalités (17,4% du total des municipalités et 24,7% des municipalités concernées).

1.1.3 | a. Les résultats de l'analyse du questionnaire 1.

L'administration du premier questionnaire et les réponses reçues de 174 municipalités ont permis de définir la situation d'un parc immobilier composé de 1 959 bâtiments publics. Plus précisément, seuls 307 des 1 959 bâtiments publics déclarés avaient été modernisés au cours des dix dernières années, tandis que 167 autres l'avaient été au cours d'une période antérieure. Les **1 485 bâtiments** restants, **soit 75,8 % du total, ont besoin d'une modernisation énergétique complète.**

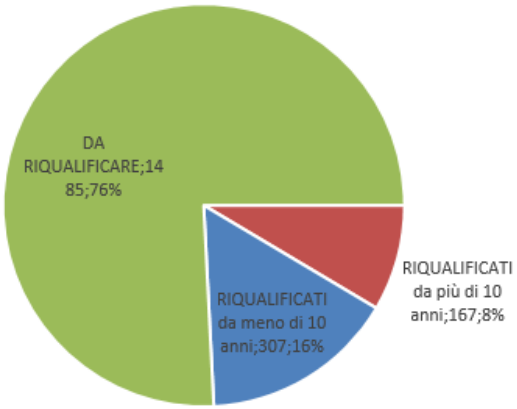


Figure 16 - État des lieux des bâtiments municipaux

Les données reçues montrent également la présence d'un nombre élevé de bâtiments n.1.096 sur n.1.959 dont la qualité de l'enveloppe thermique est mauvaise (moyenne/faible selon le certificat de performance énergétique). Ces données montrent la nécessité de réaliser des mesures d'efficacité énergétique dans les bâtiments avec des actions spécifiques sur les structures dispersées des bâtiments qui sont actuellement consommatrices d'énergie et non adaptées aux normes de construction actuelles.

Les questionnaires montrent également que seulement 17,92% des bâtiments, soit 351 sur 1 959, ont été analysés par le biais d'un diagnostic énergétique, que seulement 138 sur 1 959 (7,0%) ont fait l'objet d'une évaluation sismique et que seulement 52 sur 1 959 (2,6%) ont réalisé des travaux de mise à niveau sismique.

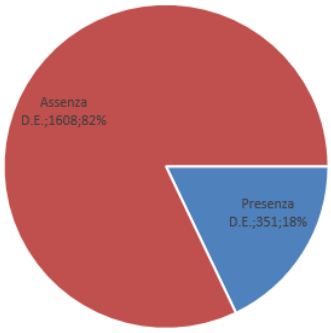


Figure 17 - Diffusion du diagnostic énergétique parmi les bâtiments publics

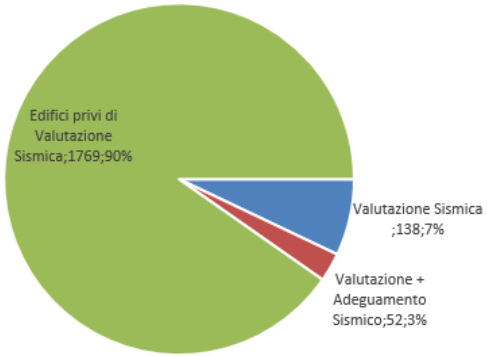


Figure 18 - Présence d'évaluations et d'ajustements sismiques

1.1.3 | b. Les résultats de l'analyse du questionnaire 2.

Le second questionnaire a été envoyé uniquement aux communes ayant répondu au premier et avait pour objectif de vérifier la présence au sein des communes de la documentation nécessaire pour démontrer le respect des conditions d'éligibilité qui devaient être exigées par un appel d'offres régional pour la requalification énergétique des bâtiments, dont la publication était prévue à la mi-2020 puis annulée en raison de l'urgence COVID. En particulier, l'objectif était de vérifier que ces bâtiments étaient la propriété de l'Autorité, qu'ils avaient un P.E.A. avec une qualité d'enveloppe thermique de M/B, qu'ils avaient un diagnostic énergétique et qu'ils étaient équipés d'une évaluation sismique. Ces exigences étaient essentielles pour la soumission de la demande de financement régional. Dans plusieurs cas, il a été constaté que la documentation requise n'était pas complète. En particulier, sur 43 bâtiments analysés, seuls 19 avaient un P.E.A. avec une qualité d'enveloppe thermique M/B, 23 avaient un diagnostic énergétique et 20 une évaluation sismique. Sur un échantillon de 43 bâtiments éligibles, seuls 10 remplissaient toutes les conditions d'éligibilité.

1.1.3 | c. Les questions et opportunités critiques qui ont émergé de l'étude.

La dernière partie du premier questionnaire permettait aux Administrations Municipales d'insérer des commentaires et des suggestions, utiles pour comprendre les principaux besoins et/ou difficultés que ces mêmes organismes publics rencontrent pour exploiter les politiques et les outils incitatifs disponibles sur le territoire et visant à améliorer l'efficacité des biens publics. Les indications reçues ont permis de comprendre les criticités auxquelles les municipalités sont confrontées en matière d'interception de fonds et de financement et ont mis en évidence les besoins suivants :

- Recevoir des subventions pour compléter les subventions régionales et nationales est essentiel pour réduire le montant du cofinancement couvert par les fonds propres de l'autorité. Le fait de devoir soutenir ces cofinancements empêche parfois les municipalités de demander des subventions dans le cadre d'appels régionaux et nationaux.

- reçoivent un soutien technico-administratif pour répondre aux appels d'offres régionaux et nationaux ; ce problème a été observé surtout dans les petites et moyennes municipalités. Ces municipalités ne sont souvent pas suffisamment structurées et disposent de peu de personnel technique et/ou souvent de personnel externe à temps partiel.
- bénéficier d'une aide à la formation afin de pallier le manque de personnel dans les différentes administrations pour faire face aux exigences souvent complexes du contenu des appels d'offres. La complexité croissante des appels d'offres, tant au niveau de la documentation technique à produire que de la documentation administrative, constitue parfois une barrière et une criticité qui peut empêcher les petits et moyens organismes publics de participer aux appels d'offres régionaux et nationaux. Une formation spécifique des techniciens municipaux pourrait aider à surmonter ces obstacles.
- recevoir des informations sur les appels d'offres actifs, car il est souvent impossible de suivre les opportunités, les appels d'offres et les financements, puisqu'il faut privilégier d'autres activités de travail jugées de première importance pour le territoire.

Au cours du second questionnaire, les représentants techniques de 23 communes ont déclaré ne pas être intéressés à participer aux appels à propositions de la Région Piémont en raison de la complexité bureaucratique/administrative des procédures et du temps nécessaire pour recevoir les contributions, soulignant comment la réponse à des mécanismes de financement complexes peut constituer un obstacle insurmontable pour les petites communes, même lorsque l'intensité de la contribution est particulièrement favorable (financement à fonds perdus de plus de 70%).

Cette analyse montre également combien il est important pour un territoire de maintenir à jour tous ses outils de planification énergétique et environnementale par le biais d'audits énergétiques et de contrôles. Les audits énergétiques permettent aux municipalités de planifier des actions spécifiques et prioritaires pour réduire la consommation et améliorer la qualité des bâtiments publics, contribuant ainsi à la définition de politiques d'efficacité énergétique plus efficaces et durables.

1.1.4 Les meilleures pratiques dans les territoires de Cuneo de PaysEcogetique

Dans le cadre de cette étude, certaines bonnes pratiques de requalification énergétique des bâtiments publics appartenant aux administrations publiques du territoire de Cuneo sont rapportées par PaysEcogetiques, :

Projet SteppingMed - requalification énergétique de 14 bâtiments dans 9 communes du GAL Mongioie par le biais de contrats de performance énergétique

Projet ECO-BATI - requalification énergétique du bâtiment de la Chambre de commerce de Cuneo et de l'école de construction de Cuneo à Boves

1.1.4 a. Stepping MED - Projet de contrat de performance énergétique pour les municipalités du GAL Mongioie

Le projet Stepping visait à promouvoir la diffusion des contrats de performance énergétique dans la région méditerranéenne, par la coordination et l'expérimentation d'initiatives locales, la définition de lignes directrices et des activités de diffusion et de formation.

Le projet part d'un partage des expériences passées des partenaires dans le domaine des contrats de performance énergétique pour les bâtiments. Après une évaluation minutieuse, toutes les méthodologies et approches les mieux adaptées aux conditions de la région méditerranéenne ont été sélectionnées. Ils seront testés par les partenaires dans des projets pilotes de plans d'investissement pour la requalification énergétique des bâtiments publics par le biais de contrats de performance énergétique et d'appels d'offres connexes.

Le projet a été financé par le programme européen Interreg Méditerranée et a débuté le 01/11/2016 pour se terminer le 30/09/2019. La Région Piémont a été le chef de file du projet tandis que les autres partenaires étaient l'Agence pour l'énergie et le développement durable de Modène, le Business Support Centre BSC (Slovénie), Environment Park S.p.A., la Province de Huelva (Espagne), l'Agence de l'énergie de Malte (Malte), l'Agence de l'énergie de la mer Égée, l'Agence de l'énergie et de l'environnement de la Région Rhône-Alpes (France), l'Agence de l'énergie et de l'environnement de la Région Nord Alentejo (Portugal).

Les partenaires régionaux du projet Stepping ont soutenu le GAL Mongioie dans la publication d'un appel d'offres pour la concession de travaux, de biens et de services pour la requalification énergétique de 14 bâtiments appartenant à 9 Municipalités à travers le mécanisme de Contrat de Performance Energétique et de tiers financement. La Région Piémont, avec le secteur du développement énergétique durable et le Parc de l'environnement, tous deux partenaires du projet, a élaboré, en accord avec GAL Mongioie et l'Unione Montana Alta Val Tanaro, qui a joué le rôle de maître d'ouvrage, tous les documents de l'appel d'offres (cahier des charges, appel d'offres, spécifications, plans de mesure et vérification des performances) ainsi que les analyses énergétiques et économiques qui ont permis de définir les objectifs de l'appel d'offres (durée du contrat, économies d'énergie minimales requises, investissements minimaux, économies économiques sur les dépenses courantes des municipalités).

Les municipalités concernées étaient :

- Monastère de Vasco avec l'hôtel de ville
- Roccaforte di Mondovì avec le Palazzetto dello Sport Palaellero, et la Sala Polivalente
- San Michele di Mondovì avec l'Hôtel de Ville
- Niella Tanaro avec l'hôtel de ville
- Roburent avec l'hôtel de ville, le bâtiment polyvalent et l'école maternelle.
- Pamparato avec les écoles du hameau de Serra, la maison de retraite Garelli et Sciandra.
- Garessio avec l'école primaire et le palais vicinal
- Ormea avec école maternelle
- Saliceto avec l'hôtel de ville

La procédure d'appel d'offres s'est terminée par l'attribution de l'EPC à l'ESCO Aura Energy de Leinì, qui réalisera des travaux de réhabilitation énergétique d'une valeur de **2 millions d'euros** au cours de la première année du contrat. L'investissement sera entièrement supporté par l'ESCO, qui sera remboursé par la perception de redevances annuelles déterminées sur la base des économies d'énergie réalisées année après année. La valeur

de ces redevances est également égale ou inférieure aux dépenses historiques engagées par les municipalités individuelles pour l'achat de vecteurs énergétiques et le service d'entretien courant.

Les travaux de requalification énergétique à réaliser par l'ESCO concerneront : l'isolation des toitures, l'isolation des combles non chauffés, le revêtement thermique, l'isolation des sols de dispersion, le remplacement des fenêtres, la requalification des installations de chauffage, l'installation de systèmes photovoltaïques, l'installation de pompes à chaleur.

Les économies d'énergie garanties par l'ESE par rapport à la consommation avant intervention vont de 35,74 % à 62,9 %, tandis que les frais que les municipalités paieront à l'ESE seront en moyenne inférieurs de 4 % à leurs dépenses historiques.

La durée du contrat est de 14 ans, dont la première sera utilisée pour réaliser les travaux.

Grâce à l'assistance technique fournie par les partenaires du projet Stepping Med, les petites administrations publiques ont été en mesure d'agréger une demande de requalification énergétique telle qu'elle a suscité l'intérêt d'un investisseur privé capable d'initier des interventions de requalification énergétique dans les bâtiments publics par le biais du mécanisme des CPE et du tiers-financement, déchargeant ainsi les municipalités de leurs propres investissements.

1.1.4 b. Projet ECO-BATI - requalification énergétique de bâtiments publics avec des produits issus de la chaîne d'approvisionnement locale

Le projet ECO-BATI visait à améliorer la performance énergétique des bâtiments publics dans la zone transfrontalière (Italie-France) par la diffusion de nouveaux modèles basés sur la valorisation des ressources et des chaînes d'approvisionnement locales. Plus précisément, le projet ECO BATI avait trois sous-objectifs:

- le renforcement des chaînes d'approvisionnement locales transfrontalières pour la production d'éco-matériaux pouvant être utilisés dans la construction écologique afin d'améliorer la performance énergétique des bâtiments publics;
- en augmentant l'adoption de procédures de marchés publics innovantes (marchés publics verts) et de systèmes de vérification et de mesure de la performance énergétique des bâtiments publics;
- une augmentation du nombre d'entreprises italiennes et françaises utilisant des éco-matériaux et des matériaux innovants issus de chaînes d'approvisionnement transfrontalières et l'application de technologies d'information et de communication innovantes pour l'amélioration énergétique des bâtiments publics.

Le projet a été financé par le programme européen Interreg ALCOTRA a commencé le 02/05/2017 et devrait se terminer en novembre 2020, est coordonné par la Chambre de Commerce de Cuneo tandis que les autres partenaires sont:

Chambre de Métiers et de l'Artisanatdes Alpes MaritimesChambre de Commerce Riviere di Liguria, Environment Park SPA, Chambre de Commerce ItalienneNice Sophia Antipolis Cote d'Azur, Groupement d'Intérêt Public pour la Formation et l'InsertionProfessionnelles de l'Académie de Nice, Langhe Monferrato Roero - Società consortile a responsabilità limitata - Agenzia di sviluppo del territorio, Comune di Boves.

Le projet a soutenu le secteur de la production locale par des actions susceptibles de diffuser les certifications environnementales des produits et la traçabilité de la chaîne de production auprès des entreprises locales, afin de rendre ces dernières aussi compétitives que possible sur le marché de la requalification énergétique des bâtiments publics. ECO-BATI a également aidé les administrations publiques à diffuser l'adoption de critères environnementaux minimaux afin d'encourager l'utilisation de produits de construction locaux dans le cadre de la requalification énergétique des bâtiments publics.

Afin d'atteindre ces objectifs, le projet, en plus d'accompagner les organismes privés et publics, a développé un certain nombre d'outils utiles pour les deux parties, notamment :

- • Le catalogue des produits de construction avec certification environnementale, publié par la Région Piémont en deux versions 2019 et 2020.
- • Catalogue transfrontalier de produits de construction certifiés écologiques publié par la Chambre de commerce de Cuneo en 2020
- • Mise à jour du Prezzario Opere Pubbliche della Regione Piemonte avec l'inclusion d'une nouvelle section dédiée aux produits conformes à la CAM.

ECO-BATI a également permis de tester ces outils dans le cadre de plusieurs projets pilotes de requalification énergétique de bâtiments publics, dont deux ont obtenu des résultats significatifs tant dans l'application des principes sous-tendant les marchés publics écologiques que dans l'utilisation de produits à chaîne courte.

Les deux sites pilotes étaient :

- 1.Travaux d'efficacité énergétique sur le bâtiment à toit mince de la Chambre de commerce de Cuneo
- 2.Travaux de rénovation énergétique d'une partie du siège opérationnel de l'Ente Scuola Edile del Comune di Boves

L'application dans les deux appels d'offres de la procédure GPP et l'introduction de critères d'attribution dans le cadre du mécanisme de l'offre économiquement la plus avantageuse ont permis d'atteindre les résultats indiqués dans les tableaux suivants.

Travaux de requalification énergétique d'une partie du siège opérationnel de l'école de construction Municipalité de Boves		
	CRITERES	OFFRE
A.1	Utilisation de matériaux extraits, collectés ou récupérés ainsi que travaillés à une distance maximale de 150 km du site pour une quantité minimale de 60 % du total des matériaux utilisés.	90%
A.2	Chaîne de production transfrontalière : valorisation des produits avec des étapes de la chaîne sur les territoires de l'Italie et de la France dans un rayon de 200 km.	5,77%
A.3	Au moins 20 % en poids de matière première renouvelable dans le bâtiment total (à l'exclusion des structures porteuses)	9,22%
A.4	Amélioration du coefficient de transmission thermique des éléments du bâtiment par rapport aux calculs de conception.	11% (réduction de la perte de puissance par la transmission)
A.5	Contenu recyclé supérieur au minimum requis par la CAM (15%)	15%

Tableau 13 - Critères d'attribution des "toits minces" de GPP

CONSTRUCTION	Toit mince
UTILISATION PRÉVUE	Bâtiments à usage de bureaux et similaires
ANNÉE DE CONSTRUCTION	1970
SURFACE UTILE m2	379,01
VOLUME CHAUD m3	1.731,15
S/V	0,53
EPgl,nren - Indice de performance énergétique non renouvelable avant intervention selon l'APEpre	308,53
EPH,nd indice de performance énergétique de l'enveloppe, selon APE pre	191,01
CLASSE D'ENERGIE avant intervention	G




CONCILIAZIONE E ARBITRATO
LABORATORIO DI RIFERIMENTO OGM
SANZIONI
CENTRO ESTERO ALPI DEL MARE CUNEO
UFFICIO METRICO



RÉSULTATS OBTENUS	
EPgl,nren - Indice de performance énergétique non renouvelable après l'intervention, selon l'APE.	152,94 kWh/ma
EPH,nd indice de performance énergétique de l'enveloppe, selon le post APE	75,73 kWh/ma
CLASSE D'ENERGIE après l'intervention	A1

COÛTS ET COUVERTURE	
MONTANT DES TRAVAUX	229.053,51 €
MONTANT DES COÛTS TECHNIQUES PROJET ET DL	11.000,00 €
AUTRES COÛTS	3.172,00 €
COÛTS TOTAUX	243.225,41 €
MONTANT DES FONDS ERDF	130.358,28 €
LE MONTANT DES FONDS PROPRES DE L'INSTITUTION	112.867,13 €

CONCEPTEURS ET ENTREPRENEURS	
CONCEPTEUR D'OUVRAGES D'ARCHITECTURE ET DE GÉNIE VÉGÉTAL, DL ET RESPONSABLE DE LA SÉCURITÉ	Studio Tecnico Lusso
CONTRACTANT	RTI composée de PeriselloWalter, Cobola Falegnameria et Alpi Costruzioni

Travaux de requalification énergétique d'une partie du siège opérationnel de l'école de construction Municipalité de Boves		
	CRITERES	OFFRE
A.1	Utilisation de matériaux extraits, collectés ou récupérés ainsi que travaillés à une distance maximale de 150 km du site pour une quantité minimale de 60 % du total des matériaux utilisés.	90%
A.2	Chaîne de production transfrontalière : valorisation des produits avec des étapes de la chaîne sur les territoires de l'Italie et de la France dans un rayon de 200 km.	5,77%
A.3	Au moins 20 % en poids de matière première renouvelable dans le bâtiment total (à l'exclusion des structures porteuses)	9,22%
A.4	Amélioration du coefficient de transmission thermique des éléments du bâtiment par rapport aux calculs de conception.	11% (réduction de la perte de puissance par la transmission)
A.5	Contenu recyclé supérieur au minimum requis par la CAM (15%)	15%

Tableau 14 - Critères d'attribution des marchés publics écologiques "construction école site opérationnel

La municipalité de BOVES a réalisé un projet de requalifi cation énergétique d'un bâtiment utilisé comme local opérationnel par l'école de construction de Cuneo dans le but de

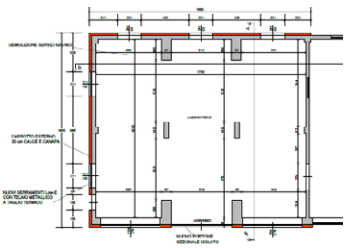
- diffusion de nouveaux modèles de construction écologique par l'utilisation d'éco-matériaux et de matériaux innovants
- la promotion des ressources et des chaînes d'approvisionnement locales par l'utilisation de matériaux facilement disponibles dans la région.
- l'amélioration de la performance énergétique du bâtiment et les économies d'énergie et de coûts qui en découlent

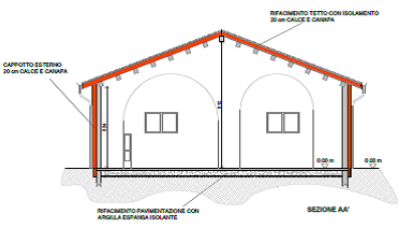
CONSTRUCTION	École de construction de bâtiments
UTILISATION PRÉVUE	Non résidentiel
ANNÉE DE CONSTRUCTION	1930
SURFACE UTILE m2	274,53
VOLUME CHAUD m3	2,140,74
S/V	0,44
EPgl,nren - Indice de performance énergétique non renouvelable avant intervention, selon APE pre	475,60 kWh/ma
EPH,nd indice de performance énergétique de l'enveloppe, selon APE pre	379,59 kWh/ma
CLASSE D'ENERGIE pré-intervention	F

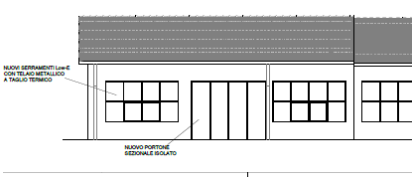
L'intervention consistait en :

- 1.Installation d'un enduit extérieur en chaux-chanvre à chaîne d'approvisionnement courte, d'une épaisseur de 20 cm et d'une valeur U de 0,258 W/mK2 sur les 3 élévations.
- 2.Rénovation de la toiture en bois massif et isolation de la toiture avec de la chaux de chanvre compacte à chaîne courte d'une épaisseur de 20 cm et d'une valeur U = 0,214 W/mK
- 3.Remplacement des fenêtres et des portes par de nouvelles fenêtres et portes en aluminium à rupture de pont thermique avec triple vitrage à faible émission, valeur Uw < 1.00 W/mK

LES DIMENSIONS DE L'INTERVENTION







PHOTOGRAPHIES DU BÂTIMENT AVANT L'INTERVENTION









PHOTOGRAPHIES DU BÂTIMENT APRÈS L'INTERVENTION





Les résultats obtenus en termes d'économies d'énergie et les sources des coûts encourus sont présentés ci-dessous.

RÉSULTATS OBTENUS	
EPgl,nren – Indice de performance énergétique non renouvelable après l'intervention, selon l'APE	168,14 kWh/ma
EPH,nd indice de performance énergétique de l'enveloppe, selon le post APE	114,74 kWh/ma
CLASSE D'ENERGIE après l'intervention	A1

COÛTS ET COUVERTURE	
MONTANT DES TRAVAUX	205.811,81 €
MONTANT DES COÛTS TECHNIQUES PROJET ET DL	4.520,14 €
AUTRES COÛTS	29.668,05 €
COÛTS TOTAUX	240.000,00 €
MONTANT DES FONDS ERDF	150.000,00 €
LE MONTANT DES FONDS PROPRES DE L'INSTITUTION	900.000 €

CONCEPTEURS ET ENTREPRENEURS	
CONCEPTEUR D'OUVRAGES D'ARCHITECTURE ET DE GÉNIE VÉGÉTAL, DL ET COORDINATION DE LA SÉCURITÉ	MUNICIPALITÉ DE BOVES Ing. Arch. CASASSO RICCARDO Géom. CARENA Simona
CONTRACTANT	CORNAGLIA F.LLI SNC -CARAGLIO

1.1.4 | c. Requalification énergétique des bâtiments publics sur le territoire de PaysEcogetiques

Dans ce chapitre, nous rendons compte d'un certain nombre d'améliorations de l'efficacité énergétique dans des bâtiments publics qui ont été réalisées grâce à une combinaison de différentes sources de financement (financement propre, régional, de l'État et de la Fondation CRC). Ces exemples démontrent la capacité des autorités publiques de la zone du projet PaysEcogetique à entreprendre des initiatives d'amélioration de l'efficacité énergétique dans les bâtiments publics. Toutefois, les meilleures pratiques montrent qu'il existe encore une grande marge de progression pour les chaînes d'approvisionnement locales, car les produits et matériaux utilisés pour des raisons de rentabilité proviennent de chaînes d'approvisionnement dont les matières premières ne sont pas d'origine locale (par exemple, les portes et fenêtres en PVC, l'isolation en EPS, etc.)

1.1.4 | d. Municipalité de Cortemilia - Requalification énergétique du Gymnase Municipal

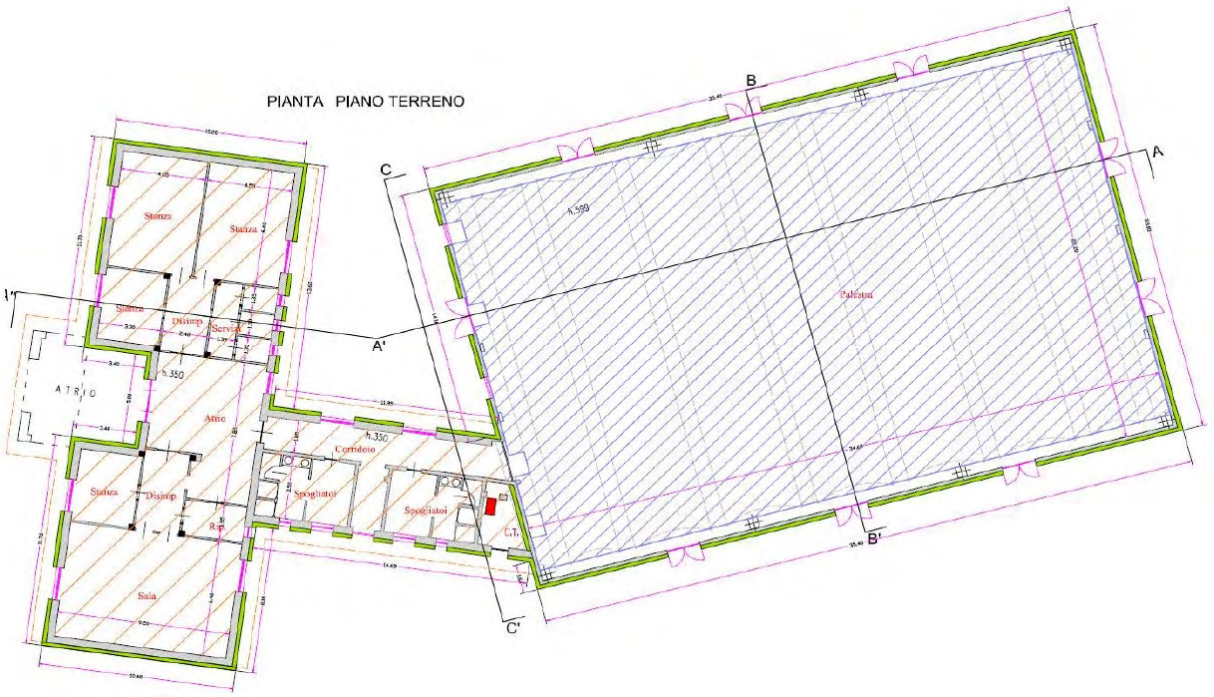
La municipalité de Cortemilia a mis en œuvre un projet de requalification énergétique du Gymnase municipal.

CONSTRUCTION	GYMNASE MUNICIPAL
UTILISATION PRÉVUE	Bâtiments utilisés pour les activités sportives : gymnases et similaires
ANNÉE DE CONSTRUCTION	2006
SURFACE UTILE m2	1.053,56
VOLUME CHAUD m3	7.360,92
S/V	0,48
EPgl,nren - Indice de performance énergétique non renouvelable avant intervention selon l'APEpre	587.50kWh/ma
EPH,nd indice de performance énergétique de l'enveloppe, selon APE pre	321,68 kWh/ma
CLASSE D'ENERGIE avant intervention	G

L'intervention consistait en :

- Revêtement extérieur en EPS, épaisseur 22 cm et valeur U=0,031 W/mK
- Isolation de la dalle des combles du bâtiment bas par la pose d'une couche de laine de verre, épaisseur totale 20 cm et valeur U = 0,04 W/mK
- Isolation du toit du terrain de jeu par la création d'un faux plafond en carrés et l'installation ultérieure d'une couche de laine de verre, Tot 20 cm d'épaisseur et avec une valeur U de 0,04 W/mK2, dans l'espace créé.
- Remplacement des fenêtres et des portes par de nouvelles fenêtres et portes en aluminium à rupture de pont thermique, équipées d'un triple vitrage à faible émissivité avec une valeur U de 0,80 W/mK.2
- Mise à niveau du système d'éclairage avec de nouvelles lampes et de nouveaux plafonniers à LED avec un indice de rendu des couleurs (IRC) >80 et une efficacité lumineuse minimale de 80 lm/W
- Installation d'un champ photovoltaïque pour la production d'énergie électrique composé de 43 modules photovoltaïques et d'une puissance crête de 12,90 kWc, disposés sur les versants sud et est.

PLAN DE CONSTRUCTION



PHOTOGRAPHIES DU BÂTIMENT AVANT L'INTERVENTION









PHOTOGRAPHIES DU BÂTIMENT APRÈS L'INTERVENTION









Les résultats obtenus en termes d'économies d'énergie et les sources des coûts encourus sont présentés ci-dessous.

RÉSULTATS OBTENUS	
EPgl,nren - Indice de performance énergétique non renouvelable avant intervention, selon l'APEpost.	121,28 kWh/ma
EPH,nd indice de performance énergétique de l'enveloppe, selon le post APE	56,56 kWh/ma
CLASSE D'ENERGIE après l'intervention	A1
PRODUCTION ANNUELLE D'ÉNERGIE À PARTIR DE SOURCES RENOUVELABLES	14 813 kWh (PV)

COÛTS ET COUVERTURE	
MONTANT DES TRAVAUX	309.075,04 €
MONTANT DES FRAIS TECHNIQUES	33.000,00 €
AUTRES COÛTS	82.924,96 €
COÛTS TOTAUX	425.000,00 €
MONTANT DE LA CONTRIBUTION DE L'ESG "CONT CONTO TERMICO 2.0" MONTANT DE LA CONTRIBUTION DE L'ESG	115.389,71 €
MONTANT DES CONTRIBUTIONS RÉGIONALES	309.610,29 €
MONTANT DES CONTRIBUTIONS DE LA FONDATION CRC	0 €
LE MONTANT DES FONDS PROPRES DE L'INSTITUTION	0 €

CONCEPTEURS ET ENTREPRENEURS	
ONCEPTEUR D'OUVRAGES D'ARCHITECTURE ET DE GÉNIE VÉGÉTAL, DL ET RESPONSABLE DE LA SÉCURITÉ	ENG. GIACOSA ALBERTO
CONTRACTANT	CO.GE.AS. S.r.l.

1.1.4 | e. Municipalité de Pezzolo Valle Uzzone - Requalification énergétique de l'Hôtel de Ville

La municipalité de Pezzolo Valle Uzzone a mis en œuvre un projet de requalification énergétique de la salle municipale.

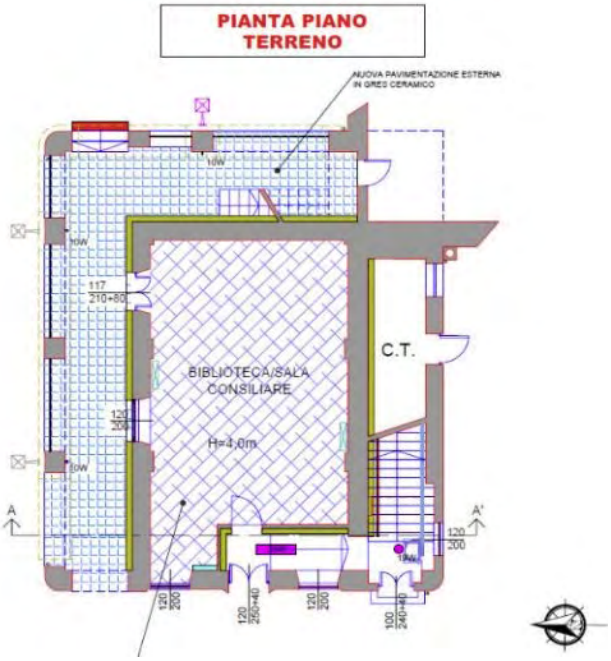
CONSTRUCTION	Hôtel de ville
UTILISATION PRÉVUE	Bâtiments à usage de bureaux et similaires
ANNÉE DE CONSTRUCTION	1900
SURFACE UTILE m2	318
VOLUME CHAUD m3	1.344,56
S/V	0,62
EPgl,nren - Indice de performance énergétique non renouvelable avant intervention selon l'APEpre	97,20 kWh/ma
EPH,nd indice de performance énergétique de l'enveloppe, selon APE pre	128,93 kWh/ma
CLASSE D'ENERGIE avant intervention	B

L'intervention consistait en :

- 1.Réalisation d'un revêtement extérieur partiel en EPS, d'une épaisseur de 16 cm et d'une valeur U de 0,031 W/mK2 sur les façades latérales et arrière du bâtiment Nord et Est.
- 2.Construction de cloisons internes en correspondance avec les murs où il n'a pas été possible d'installer le revêtement extérieur (façade du bâtiment) en plaques de plâtre avec une structure en aluminium de 15 cm d'épaisseur, comprenant un double panneau de laine minérale, l'un de 45 mm d'épaisseur et l'autre de 95 mm, avec U= 0,034 W/mk.
- 3.Isolation de la dalle de toit par la construction d'un plafond en plaques de plâtre et la pose d'une double couche de laine de verre, Tot 20 cm d'épaisseur et valeur U = 0,035 W/mK
- 4.Achèvement du remplacement des fenêtres et des portes par de nouvelles fenêtres et portes en aluminium à rupture de pont thermique avec double vitrage et verre à faible émissivité avec une valeur U de 1,30 W/mK.2
- 5.Mise à niveau du système d'éclairage avec de nouvelles lampes et de nouveaux plafonniers à LED avec un indice de rendu des couleurs (IRC) >80 et une efficacité lumineuse minimale de 80 lm/W

- 6.Isolation des dalles de plancher vers l'extérieur et non chauffées avec une isolation sur l'intrados de la dalle comme un revêtement extérieur en EPS de 16 cm d'épaisseur et valeur U=0.031W/mK2, et vers le sol (dans la bibliothèque) en creusant et posant un panneau XPS de 8 cm d'épaisseur et valeur U=0.034 W/mK
- 7.Achèvement de la modernisation du système de chauffage avec l'installation d'une thermorégulation des pièces avec des vannes thermostatiques.
- 8.Installation d'un champ photovoltaïque pour la production d'énergie électrique composé de 10 modules photovoltaïques et d'une puissance crête de 3,0 kWc, installé sur le côté sud du bâtiment.

PLAN DE CONSTRUCTION





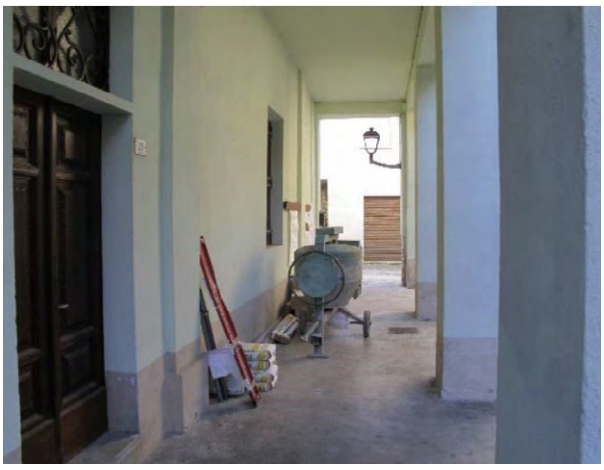


PHOTOGRAPHIES DU BÂTIMENT AVANT L'INTERVENTION





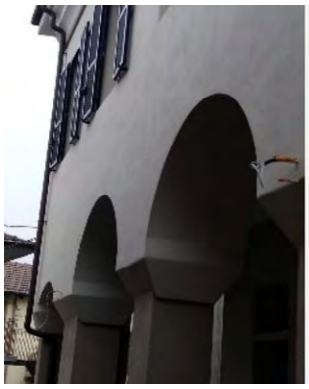




PHOTOGRAPHIES DU BÂTIMENT APRÈS L'INTERVENTION









Les résultats obtenus en termes d'économies d'énergie et les sources des coûts encourus sont présentés ci-dessous.

RÉSULTATS OBTENUS	
EPgl,nren - Indice de performance énergétique non renouvelable avant intervention, selon l'APEpost	28,69kWh/ma
EPH,nd indice de performance énergétique de l'enveloppe, selon le post APE	23,67 kWh/ma
CLASSE D'ENERGIE après l'intervention	A4
PRODUCTION ANNUELLE D'ÉNERGIE À PARTIR DE SOURCES RENOUVELABLES	3 985 kWh (PV)

COÛTS ET COUVERTURE	
MONTANT DES TRAVAUX	105.638,17 €
MONTANT DES FRAIS TECHNIQUES	11.000,00 €
AUTRES COÛTS	21.361,83 €
COÛTS TOTAUX	138.000,00 €
MONTANT DE LA CONTRIBUTION DE L'ESG "CONT CONTO TERMICO 2.0	88.000,00 €
MONTANT DES CONTRIBUTIONS RÉGIONALES	50.000,00 €
MONTANT DES CONTRIBUTIONS DE LA FONDATION CRC	0 €
LE MONTANT DES FONDS PROPRES DE L'INSTITUTION	0 €

CONCEPTEURS ET ENTREPRENEURS	
CONCEPTEUR D'OUVRAGES D'ARCHITECTURE ET DE GÉNIE VÉGÉTAL, DL ET RESPONSABLE DE LA SÉCURITÉ	ENG. GIACOSA ALBERTO
CONTRACTANT	ARTITAM par OSAN MARIUS FLORIN.

1.1.4 | f. Municipalité de Torre Bormida - Requalification énergétique de l'Hôtel de Ville

La municipalité de Pezzolo Valle Uzzone a mis en œuvre un projet de requalification énergétique de la salle municipale.

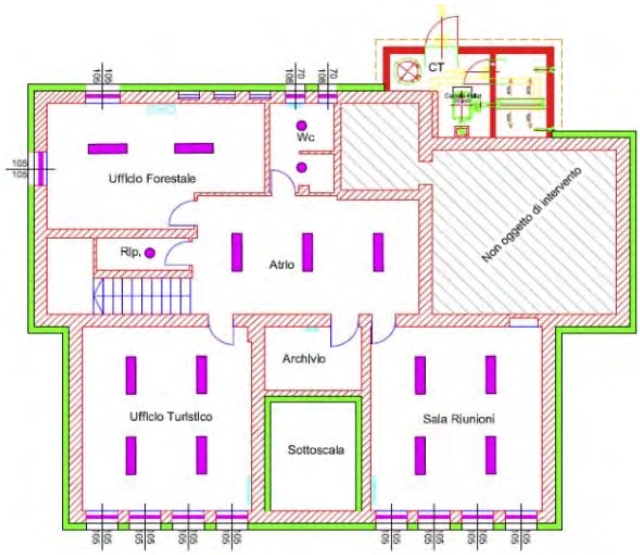
CONSTRUCTION	Hôtel de ville
UTILISATION PRÉVUE	Bâtiments à usage de bureaux et similaires
ANNÉE DE CONSTRUCTION	1940
SURFACE UTILE m2	307
VOLUME CHAUD m3	1.272,20
S/V	0,65
EPgl,nren - Indice de performance énergétique non renouvelable avant intervention selon l'APEpre	241,98 kWh/ma
EPH,nd indice de performance énergétique de l'enveloppe, selon APE pre	91,09 kWh/ma
CLASSE D'ENERGIE avant intervention	F

L'intervention consistait en :

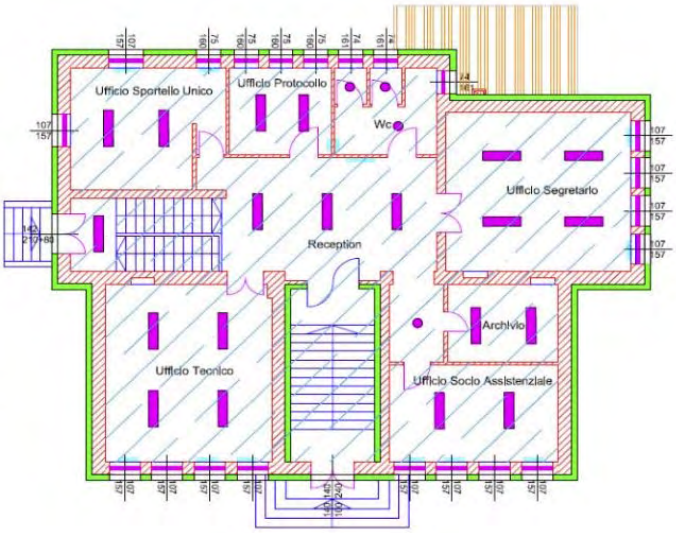
- Revêtement extérieur en EPS de 18 cm d'épaisseur et valeur U=0,031 W/mK
- Isolation du plancher des combles par la pose d'une double couche de laine de verre, Tot 20 cm d'épaisseur et valeur U = 0,035 W/mK
- Remplacement des fenêtres et des portes par de nouvelles en PVC avec double vitrage et verre à faible émissivité avec une valeur U de 1,30 W/mK.2
- Mise à niveau du système d'éclairage avec de nouvelles lampes et de nouveaux plafonniers à LED avec un indice de rendu des couleurs (IRC) >80 et une efficacité lumineuse minimale de 80 lm/W
- Remplacement d'une chaudière à mazout traditionnelle existante par une nouvelle chaudière à pellets de biomasse d'une capacité de 34 kW, avec mise à niveau du système de chauffage central, installation de circulateurs électroniques à vitesse variable, sécurité INAIL, installation d'une pompe à eau technique, construction d'un nouveau réservoir de stockage des pellets et installation d'un contrôle de la température ambiante avec vannes thermostatiques.
- Installation d'un champ photovoltaïque pour la production d'énergie électrique composé de 10 modules photovoltaïques et d'une puissance crête de 3,0 kWc, installé sur le côté sud du bâtiment.

PLAN DE CONSTRUCTION

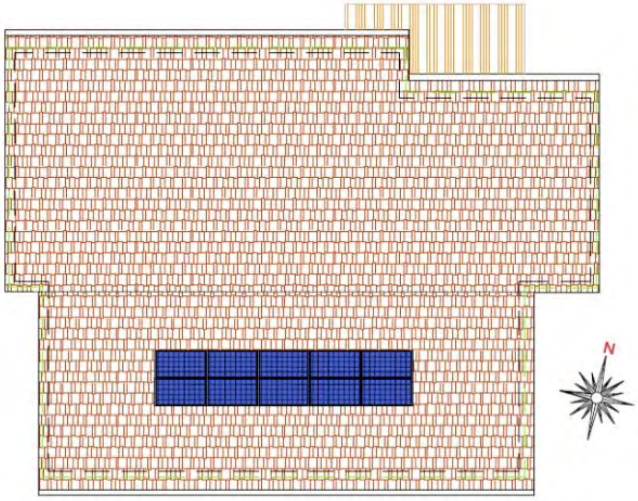
PIANTA PIANO SEMINTERRATO



PIANTA PIANO PRIMO



PIANTA COPERTUA



PHOTOGRAPHIES DU BÂTIMENT AVANT L'INTERVENTION






PHOTOGRAPHIES DU BÂTIMENT APRÈS L'INTERVENTION






Les résultats obtenus en termes d'économies d'énergie et les sources des coûts encourus sont présentés ci-dessous.

RÉSULTATS OBTENUS	
EPgl,nren - Indice de performance énergétique non renouvelable avant intervention, selon l'APEpost.	17.94kWh/ma
EPH,nd indice de performance énergétique de l'enveloppe, selon le post APE	38,57 kWh/ma
CLASSE D'ENERGIE après l'intervention	A4
PRODUCTION ANNUELLE D'ÉNERGIE À PARTIR DE SOURCES RENOUVELABLES	3 547 kWh

COÛTS ET COUVERTURE	
MONTANT DES TRAVAUX	134.895,18 €
MONTANT DES FRAIS TECHNIQUES	14.000,00 €
AUTRES COÛTS	36.104,82 €
COÛTS TOTAUX	185.000,00 €
MONTANT DE LA CONTRIBUTION DE L'ESG "CONT CONTO TERMICO 2.0	95.634,73 €
MONTANT DES CONTRIBUTIONS RÉGIONALES	0 €
MONTANT DES CONTRIBUTIONS DE LA FONDATION CRC	39.873,56 €
LE MONTANT DES FONDS PROPRES DE L'INSTITUTION	49.491,71 €

CONCEPTEURS ET ENTREPRENEURS	
CONCEPTEUR D'OUVRAGES D'ARCHITECTURE ET DE GÉNIE VÉGÉTAL, DL ET RESPONSABLE DE LA SÉCURITÉ	ENG. GIACOSA ALBERTO
CONTRACTANT	ENTREPRISE DE CONSTRUCTION ROVELLO MARCO

1.2 Progetto Pays Ecogetiques

Description et analyse de l'activité d'accompagnement des Communes d'Imperia dans un parcours d'efficacité énergétique de leurs bâtiments

Les organismes publics de la Riviera franco-italienne et du Bas-Piémont ont formé un important partenariat international, en collaborant à la mise en œuvre du projet «Pays Ecogetiques - PITER PAYS-SAGES», avec un objectif ambitieux : accompagner les institutions vers des solutions vertueuses pour l'efficacité énergétique des bâtiments publics, afin de réduire l'impact environnemental et les coûts élevés de gestion et de consommation d'énergie. Comme cela s'est produit à l'I.T.I.S./Polo Tecnologico «G.Galilei» d'Imperia, avec un nouveau système de chauffage, l'installation d'un système photovoltaïque à des fins pédagogiques et la domotisation des salles de classe dans la gestion du chauffage et de l'éclairage. Cela permettra de rendre ludique et responsable la gestion de l'énergie et des ressources ; l'attention portée aux déchets, en effet, ira de plus en plus de pair avec l'implication des élèves et des enseignants.

Partner:

Provincia di Imperia

Document réalisé par IRE Agenzia Regionale Ligure e Provincia di Imperia

Index du chapitre

1.2.1 Avant-propos *60*

1.2.2 Réunion plénière pour les 42 communes d'Imperia *62*

a. Activité organisationnelle *62*

b. Contenu de la réunion *65*

1.2.3 Sélection de 5 municipalités *66*

a. Rédaction et envoi d'un questionnaire spécialement préparé à l'intention des 42 municipalités. *66*

b. Réception des questionnaires remplis par les municipalités et analyse préliminaire des données. *68*

1.2.4 Activités d'atelier avec les municipalités sélectionnées 70

a. Premier atelier 71

b. Deuxième atelier 73

c. Ateliers individuels avec les municipalités 75

d. Réunion de clôture 77

1.2.5 Remarques finales pour favoriser la reproductibilité des résultats obtenus dans le cadre du projet Pays Ecogetiques 78

1.2.1 | Avant-propos

Dans le cadre du projet Pays Ecogetiques, la Province d'Imperia, avec le soutien de I.R.E. S.p.A. (Infrastrutture Recupero Energia - Agenzia Regionale Ligure), a créé un parcours pour accompagner les Communes d'Imperia, afin d'encourager les Administrations Publiques à entreprendre des actions d'efficacité énergétique dans leurs bâtiments et en particulier pour faciliter leur accès aux instruments financiers disponibles.

Le projet simple Pays Ecogetiques fait partie des actions prévues par le projet européen Piter Pays-Sages, financé avec des fonds FEDER par l'O.P. Interreg Italie-France Alcotra 2014-2020 (Programme européen de coopération transfrontalière entre la France et l'Italie). La Province d'Imperia a impliqué dans le processus d'accompagnement toutes les Administrations Publiques situées sur le territoire d'Imperia de Piter Pays-Sages.

L'image ci-dessous montre la zone d'intérêt du projet Piter Pays-Sages auquel la province d'Imperia s'est associée, avec les autres partenaires de la Riviera franco-italienne et du bas Piémont.

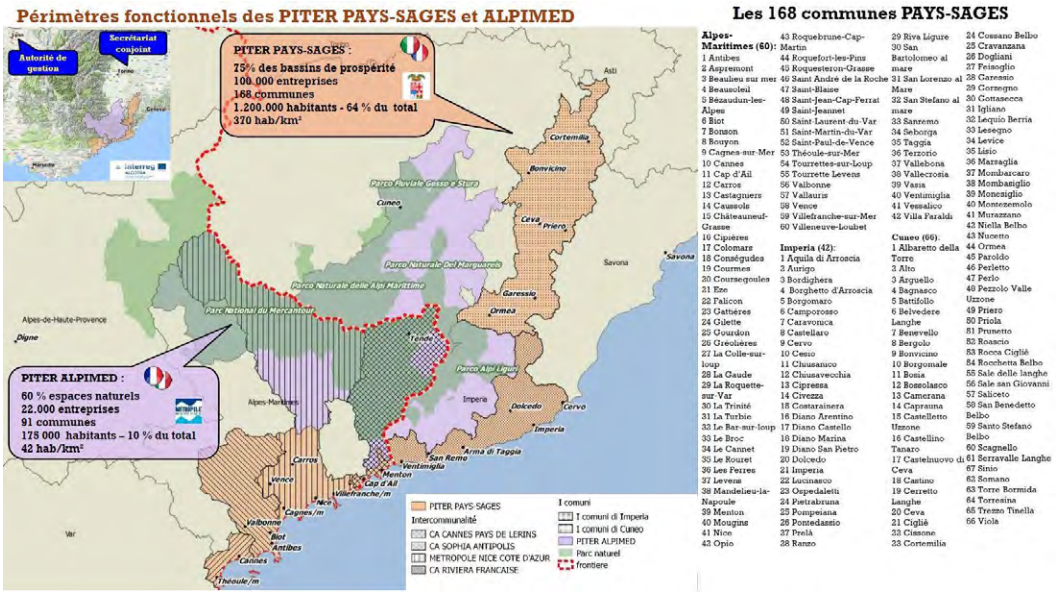


Figure 1 - Territoire des Administrations Publiques participant au projet PITER PAYS-Sages

Di seguito sono indicate tutte le Amministrazioni Pubbliche coinvolte ed in particolare sono evidenziati i 42 Comuni imperiesi.

Les 168 communes PAYS-SAGES

Alpes-Maritimes (60):
1 Antibes
2 Aspremont
3 Beaulieu sur mer
4 Beausoleil
5 Bézaudun-les-Alpes
6 Biot
7 Bonson
8 Bouyon
9 Cagnes-sur-Mer
10 Cannes
11 Cap d'Ail
12 Carros
13 Castagniers
14 Caussols
15 Châteauneuf-Grasse
16 Cipières
17 Colomars
18 Conségudes
19 Courmes
20 Coursegoules
21 Eze
22 Falicon
23 Gattières
24 Gilette
25 Gourdon
26 Gréolières
27 La Colle-sur-loup
28 La Gaude
29 La Roquette-sur-Var
30 La Trinité
31 La Turbie
32 Le Bar-sur-loup
33 Le Broc
34 Le Cannet
35 Le Rouret
36 Les Ferres
37 Levens
38 Mandelieu-la-Napoule
39 Menton
40 Mougins
41 Nice
42 Opio
43 Roquebrune-Cap-Martin
44 Roquefort-les-Pins
45 Roquesteron-Grasse
46 Saint André de la Roche
47 Saint-Blaise
48 Saint-Jean-Cap-Ferrat
49 Saint-Jeannet
50 Saint-Laurent-du-Var
51 Saint-Martin-du-Var
52 Saint-Paul-de-Vence
53 Théoule-sur-Mer
54 Tourrettes-sur-Loup
55 Tourrette Levens
56 Valbonne
57 Vallauris
58 Vence
59 Villefranche-sur-Mer
60 Villeneuve-Loubet

Imperia (42):
1 Aquila di Arroscia
2 Aurigo
3 Bordighera
4 Borghetto d'Arroscia
5 Borgomaro
6 Camporosso
7 Caravonica
8 Castellaro
9 Cervo
10 Cesio
11 Chiusanico
12 Chiusavecchia
13 Cipressa
14 Civezza
15 Costarainera
16 Diano Arentino
17 Diano Castello
18 Diano Marina
19 Diano San Pietro
20 Dolcedo
21 Imperia
22 Lucinasco
23 Ospedaletti
24 Pietrabruna
25 Pompeiana
26 Pontedassio
27 Prelà
28 Ranzo
29 Riva Ligure
30 San Bartolomeo al mare
31 San Lorenzo al Mare
32 San Stefano al mare
33 Sanremo
34 Seborga
35 Taggia
36 Terzorio
37 Vallebona
38 Vallecrosia
39 Vasia
40 Ventimiglia
41 Vessalico
42 Villa Faraldi

Cuneo (66):
1 Albaretto della Torre
2 Alto
3 Arguello
4 Bagnasco
5 Battifollo
6 Belvedere Langhe
7 Benevello
8 Bergolo
9 Bonvicino
10 Borgomale
11 Bosia
12 Bossolasco
13 Camerana
14 Caprauna
15 Castelletto Uzzone
16 Castellino Tanaro
17 Castelnuovo di Ceva
18 Castino
19 Cerretto Langhe
20 Ceva
21 Cigliè
22 Cissone
23 Cortemilia
24 Cossano Belbo
25 Cravanzana
26 Dogliani
27 Feisoglio
28 Garessio
29 Gorzegno
30 Gottasecca
31 Igliano
32 Lequio Berria
33 Lesegno
34 Levice
35 Lisio
36 Marsaglia
37 Mombarcaro
38 Mombasiglio
39 Monesiglio
40 Montezemolo
41 Murazzano
42 Niella Belbo
43 Nucetto
44 Ormea
45 Paroldo
46 Perletto
47 Perlo
48 Pezzolo Valle Uzzone
49 Priero
50 Priola
51 Prunetto
52 Roascio
53 Rocca Cigliè
54 Rocchetta Belbo
55 Sale delle langhe
56 Sale san Giovanni
57 Saliceto
58 San Benedetto Belbo
59 Santo Stefano Belbo
60 Scagnello
61 Serravalle Langhe
67 Sinio
62 Somano
63 Torre Bormida
64 Torresina
65 Trezzo Tinella
66 Viola

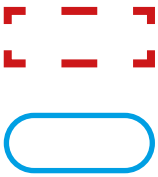
Figure 2 - Liste des administrations publiques participant au projet PITER Pays-Sages

L'objectif du projet simple Pays-Ecogetiques est d'améliorer la performance énergétique du parc immobilier appartenant aux autorités publiques, afin de réduire la consommation des bâtiments, les émissions de CO2 et donc l'impact environnemental associé.

L'enjeu du projet, extrêmement ambitieux, est de faire émerger le modèle de politique publique de «réhabilitation», ou plutôt de réaménagement des bâtiments publics dans les bassins transfrontaliers du PITER. Ce modèle sera le résultat d'une réflexion sur l'utilisation des bâtiments et leur potentiel d'amélioration en termes d'énergie : réduction de l'impact environnemental et réduction du coût des dépenses énergétiques. Il servira d'exemple à la population, suscitera l'intérêt et contribuera à la diffusion du modèle.

Afin d'établir un pont entre les objectifs des politiques énergétiques publiques et les modèles expérimentés, le projet prévoit l'identification et la réalisation d'exemples concrets, de méthodologies innovantes, l'identification et le dépassement des contraintes, prévoyant également un véritable parcours d'accompagnement pour les Administrations Publiques dans leurs projets d'amélioration de leur patrimoine immobilier. Les actions menées par l'IRE ont prévu des activités de soutien visant principalement à accompagner les municipalités d'Imperia. En particulier, des activités de formation et des actions plus concrètes ont été menées, visant à approfondir les cas réels rapportés par les différentes administrations, afin de surmonter les critiques constatées.

Dans ce document, qui décrit et analyse les activités réalisées, les points critiques rencontrés sont mis en évidence dans des cases en pointillés rouges et les points de bonnes pratiques dans des cases bleues, ainsi que quelques conseils qui pourront être utiles à ceux qui souhaitent entreprendre un parcours similaire à l'avenir.



CRITIQUES

BONNES PRATIQUES

1.2.2 | Réunion plénière pour les 42 communes d'Imperia

Le processus d'accompagnement et de soutien des communes d'Imperia a commencé par l'organisation d'une réunion plénière. L'objectif de cette réunion était de présenter le projet «Pays Ecogetiques» aux municipalités et d'illustrer les principaux financements disponibles au niveau national et régional, y compris les incitations publiques et privées, afin de sensibiliser les participants à l'importance d'envisager également des formes de partenariat public-privé. En effet, l'efficacité des bâtiments nécessite souvent des investissements coûteux qui doivent être cofinancés afin d'être économiquement viables.

1.2.2 | a. Activité organisationnelle

L'IRE a soutenu la Province d'Imperia dans la préparation et l'organisation d'une réunion plénière adressée aux 42 communes d'Imperia de la zone d'intérêt du projet Piter Pays- Sages.

L'un des aspects cruciaux pour le succès de cette initiative est d'impliquer les municipalités par une bonne communication et publicité des réunions et des sujets abordés.

L'expérience a montré que l'un des principaux problèmes réside dans le fait que les fonctionnaires et les techniciens municipaux ne répondent pas aux invitations aux réunions, car ils omettent souvent d'assister à ces réunions afin de mener à bien leurs activités normales.

L'IRE et la Province d'Imperia ont collaboré à la rédaction d'une lettre d'invitation et du programme de la rencontre, à travers lesquels les objectifs de l'initiative ont pu être mis en évidence et les contenus expliqués en détail, en essayant notamment de sensibiliser les destinataires à l'importance des thèmes abordés et à l'opportunité qu'offre le projet «Pays Ecogetiques».

La Province d'Imperia a envoyé par PEC la lettre d'invitation aux 42 Municipalités, invitant officiellement à la réunion les Maires, les Conseillers, ainsi que les responsables des bureaux techniques municipaux et les techniciens externes désignés par les Municipalités elles-mêmes.

Au cours des semaines suivantes, l'IRE a contacté chaque municipalité individuellement, non seulement par e-mail ordinaire mais aussi par téléphone, afin de promouvoir l'événement et de souligner l'opportunité de recevoir un soutien concret pour l'efficacité énergétique de leurs bâtiments.

Il est important de ne pas sous-estimer le temps nécessaire à l'organisation et à la promotion de la réunion. En effet, les travaux préparatoires à la convocation, qui ont commencé en juillet 2020 pour préparer la lettre d'invitation, se sont poursuivis en septembre et octobre de la même année.

La réunion plénière a eu lieu le 20 octobre 2020 et les municipalités d'Imperia qui ont participé sont 9.

Les municipalités ont eu la possibilité de participer à la réunion en présence de la Sala dei Comuni au siège de la province d'Imperia ou en mode vidéoconférence via une plateforme spéciale. La nécessité de permettre la participation à distance est apparue en raison de l'urgence sanitaire de Covid-19, mais elle s'est avérée être une opportunité efficace et appréciée des participants.

Le tableau suivant indique les municipalités participantes et le mode de participation choisi.

N°	Municipalité	Comment participer
1	Borghetto d'Arroscia	Vidéoconférence
2	Cervo	Vidéoconférence
3	Imperia	Vidéoconférence
4	Pietrabruna	Vidéoconférence
5	San Bartolomeo al Mare	Vidéoconférence
6	Sanremo	Vidéoconférence
7	Ventimiglia	Vidéoconférence
8	Villa Faraldi	Vidéoconférence
9	Cipressa	Présence

Tableau 1 - Municipalités participant à la réunion plénière du 20 octobre 2020

L'importance d'offrir aux municipalités la possibilité de participer de différentes manières, en présence mais aussi à distance, est soulignée, encourageant ainsi la participation également des municipalités plus éloignées ou qui préfèrent économiser du temps de déplacement et suivre la réunion par vidéoconférence.

Comme le montre le tableau ci-dessous, les municipalités qui ont rejoint l'initiative sont hétérogènes et diffèrent en termes de zone climatique, de degrés-jours, de nombre d'habitants et de taille.

N°	Municipalité	Zone climatique	Degrés par jour	Nombre d'habitants (données ISTAT 2021)	Surface (km²)	Densité de population (habitants/km²)
1	Borghetto d'Arroscia	E	2153	403	25,94	15,54
2	Cervo	C	1340	1129	3,59	314,92
3	Imperia	C	1201	41941	45,38	924,17
4	Pietrabruna	D	2093	446	10,22	43,62
5	San Bartolomeo al Mare	C	1240	2983	10,85	274,85
6	Sanremo	C	1105	53451	55,96	955,2
7	Ventimiglia	C	1119	23131	53,73	430,54
8	Villa Faraldi	D	1992	447	9,52	46,97
9	Cipressa	D	1694	1197	9,39	127,44

Tableau 2 - Caractéristiques des municipalités participant à la réunion

Veuillez noter que la municipalité de Pontedassio n'a pas assisté à la réunion du 20 octobre 2020 mais a participé aux étapes suivantes.

Le lendemain de la réunion, l'IRE a transmis le matériel présenté à tous les participants impliqués dans le projet. La possibilité de recevoir le matériel pour le consulter et s'en inspirer encourage les municipalités à participer à l'initiative.

1.2.2 | b. Contenu de la réunion

L'organisation de la réunion comprenait une introduction initiale par la Province d'Imperia, afin de fournir un cadre au projet Pays Ecogetiques, suivie d'une présentation de la société IRE et en particulier du rôle qu'elle joue en tant qu'outil opérationnel pour le compte de la Région Ligurie dans le domaine de l'énergie.

Après les présentations, l'IRE a introduit les principaux sujets sur l'efficacité énergétique dans les bâtiments. En particulier, une présentation power point a été préparée à travers laquelle les sujets suivants ont été discutés :

- les mesures les plus efficaces à évaluer et à mettre en œuvre pour la requalification énergétique des bâtiments publics, en se référant notamment aux domaines d'application prévus par le décret ministériel du 26/06/2015 « Exigences minimales « et à l'analyse coûts-avantages ;
- les instruments financiers disponibles au niveau régional et national pour les administrations publiques.

En particulier, les interventions les plus efficaces pour la requalification énergétique d'un bâtiment comprennent : les interventions sur l'enveloppe du bâtiment, sur les systèmes de climatisation, sur les systèmes de contrôle des paramètres climatiques et, enfin, les interventions concernant l'utilisation des sources d'énergie renouvelables.

En ce qui concerne le financement, les discussions ont porté à la fois sur le financement public, tel que les appels d'offres régionaux ou le Conto Termico fourni par le GSE, et sur le financement privé par le biais des ESCo - sociétés de services énergétiques.

L'objectif principal de cette réunion plénière était de fournir un aperçu général aux participants afin de les sensibiliser aux opportunités qui pourraient être saisies par les administrations publiques.

D'après l'expérience acquise, il était essentiel d'entrer dans le vif du sujet, en expliquant les différents thèmes de manière simple et claire, avec des exemples concrets et des photos.

En outre, pour rendre la participation à la réunion plus incitative, l'IRE a invité un représentant de la société GSE (Gestore Servizi Energetici S.p.A.), en particulier l'Arch. Annafederica Stabile du secteur «Promotion et Assistance à l'AP», qui a participé à la réunion en tant que conférencière avec une courte présentation sur les «Services pour l'Administration Publique».

A l'issue de cette réunion plénière, l'IRE a informé tous les participants qu'une sélection allait suivre (au moyen d'un questionnaire spécialement préparé) des cinq municipalités les plus intéressées par la réalisation d'actions d'efficacité énergétique dans le parc immobilier de leur territoire.

1.2.3 | Sélection de 5 municipalités

Lors de la planification des activités à réaliser pour l'accompagnement des Municipalités, la Province d'Imperia et l'IRE ont estimé qu'il ne serait pas possible de suivre et d'accompagner toutes les Municipalités participant à la première réunion plénière.

Par conséquent, une sélection des municipalités les plus intéressées d'Imperia souhaitant entreprendre des mesures d'efficacité énergétique a été effectuée au moyen d'un questionnaire.

1.2.3 | a. Rédaction et envoi d'un questionnaire spécialement préparé à l'intention des 42 municipalités.

L'IRE a élaboré un questionnaire à envoyer aux 42 municipalités d'Imperia impliquées dans le projet et invitées à la première réunion plénière.

Ce questionnaire a permis de sélectionner les municipalités les plus intéressées et, surtout, les plus désireuses de rendre une partie de leur parc immobilier plus efficace, et de réaliser une étude approfondie sur des cas réels.

Ces municipalités se sont avérées égales et5 ont été choisies principalement parce qu'elles avaient identifié des bâtiments potentiels leur appartenant pour lesquels elles connaissaient déjà tout ou au moins une partie de l'historique de consommation concernant les dernières années d'utilisation. En effet, compte tenu de la durée du projet, il n'aurait pas été possible d'aider les municipalités également dans l'identification des bâtiments à moderniser et dans la recherche des données de consommation.

Le questionnaire consistait en la compilation d'un fichier Excel. Dans la première feuille, les données d'identification de la municipalité et du bureau de référence ont été demandées, ainsi que les données des participants. Les fiches suivantes demandaient des données techniques sur au moins un bâtiment sur lequel la municipalité souhaitait entreprendre des améliorations de l'efficacité énergétique en utilisant les fonds disponibles. Enfin, la dernière feuille demandait une éventuelle expérience antérieure.

Le questionnaire a été présenté lors de la réunion plénière du 20 octobre 2020 et le lendemain de la réunion, l'IRE l'a envoyé aux 42 municipalités concernées.

Les figures ci-dessous présentent un extrait du questionnaire envoyé aux municipalités.

ATTIVITA' DI COINVOLGIMENTO DEI COMUNI IMPERIESI - "PROGETTO PAYS ECOGETIQUES"	
ISTRUZIONI DI COMPILAZIONE: inserire i dati richiesti in questo foglio (Dati identificativi del Comune e dati partecipanti) e passare ai fogli excel successivi.	COLONNA DATI DA COMPILARE - LA PARTECIPAZIONE ALL'ATTIVITA' E' VINCOLATA ALLA COMPILAZIONE DEI FOGLI EXCEL SEGUENTI
DATI IDENTIFICATIVI DEL COMUNE	
Provincia	
Comune	
Codice ISTAT del Comune	
Codice catastale del Comune	
Nominativo del responsabile dell'area tecnica/edilizia pubblica	
Recapito/i telefonico/i del responsabile	
Indirizzo/i e-mail del responsabile	
DATI PARTECIPANTI	
Nominativo/i partecipante/i all'attività per conto del Comune	
Recapito/i telefonico/i per eventuali chiarimenti	
Indirizzo/i e-mail per eventuali documenti/chiarimenti	

Figure 3 - Questionnaire - Fiche 1 «Données d'identification de la municipalité et du participant à l'activité».

ATTIVITA' DI COINVOLGIMENTO DEI COMUNI IMPERIESI - "PROGETTO PAYS ECOGETIQUES"		
ISTRUZIONI DI COMPILAZIONE: inserire i dati relativi ad almeno 1 edificio (meglio se più di uno e ognuno in un foglio excel) su cui il Comune desidera intraprendere un percorso di efficientamento energetico attraverso il ricorso alle attuali forme di finanziamento.	COLONNA DATI DA COMPILARE - **LA PARTECIPAZIONE ALL'ATTIVITA' E' VINCOLATA ALLA COMPILAZIONE DEI DATI DI ALMENO 1 EDIFICIO**	
INQUADRAMENTO GENERALE EDIFICIO	**U.M.**	
Comune in cui è ubicato	-	
Indirizzo	-	
Destinazione d'uso	-	
Edificio dotato di Attestato di Prestazione Energetica (si/no)	-	
Anno dell'APE (se APE presente)	-	
Indice di prestazione energetica globale "EPgl" (se APE presente)	kWh/m^2 annui	
Superficie utile riscaldata	m^2	
Volume lordo riscaldato	m^3	
Superficie disperdente lorda	m^2	
STRUTTURE EDILIZIE		
Pareti perimentrali (indicare il tipo di struttura principale)	-	
Infissi (indicare il tipo di infissi principale)	-	
IMPIANTO DI RISCALDAMENTO		
Tipo di generatore (caldaia tipo b, tipo c, a condensazione, monostadio, multistadio, modulanti, pdc,...)	-	
Anno di installazione del generatore	-	
Tipo di combustibile utilizzato (Gas naturale, gasolio,...)	-	
CONSUMI ANNUI DELL'EDIFICIO		
Anno 1		
Anno di riferimento	-	
Consumo di combustibile (indicare unità di misura)		
Consumo di energia elettrica	kWh	
Anno 2		
Anno di riferimento	-	
Consumo di combustibile (indicare unità di misura)		
Consumo di energia elettrica	kWh	
Anno 3		
Anno di riferimento	-	
Consumo di combustibile (indicare unità di misura)		
Consumo di energia elettrica	kWh	

Figure 4 - Questionnaire - Fiche 2 : «Données techniques relatives au bâtiment où vous avez l'intention d'entreprendre des travaux d'efficacité énergétique».

ATTIVITA' DI COINVOLGIMENTO DEI COMUNI IMPERIESI - "PROGETTO PAYS ECOGETIQUES"	
ISTRUZIONI DI COMPILAZIONE: inserire i dati richiesti solamente se si hanno già avuto esperienze relative all'ottenimento di finanziamenti per l'edilizia pubblica	COLONNA DATI DA COMPILARE
ESPERIENZE PREGRESSE	
Caso 1	
Tipologia di finanziamento (Conto Termico, bando,...)	
Anno di richiesta del finanziamento	
Ottenimento del finanziamento (si/no)	
Caso 2	
Tipologia di finanziamento (Conto Termico, bando,...)	
Anno di richiesta del finanziamento	
Ottenimento del finanziamento (si/no)	
Caso 3	
Tipologia di finanziamento (Conto Termico, bando,...)	
Anno di richiesta del finanziamento	
Ottenimento del finanziamento (si/no)	
ULTERIORI EVENTUALI NOTE	

Figure 5 - Questionnaire - Fiche 3 : «Expérience antérieure, le cas échéant, et notes supplémentaires».

Nous soulignons l'importance de demander, parmi les données techniques du bâtiment, les données de consommation afin de pouvoir faire une première évaluation sommaire des bâtiments soumis par les municipalités.

1.2.3 | b. Réception des questionnaires remplis par les municipalités et analyse préliminaire des données.

Suite à l'envoi du questionnaire aux 42 municipalités d'Imperia, l'une des principales difficultés rencontrées par l'IRE a été le manque de retour des administrations elles-mêmes.

L'IRE a donc contacté les municipalités à plusieurs reprises, par téléphone et par e-mail, pour les inciter à renvoyer les questionnaires remplis. Cette activité s'est avérée fondamentale, car elle permet de sensibiliser la municipalité à l'importance de l'initiative.

La première date de retour des questionnaires a été fixée par l'IRE au 15 décembre 2020, mais cette date a ensuite été reportée au 22 janvier 2021 afin de laisser aux municipalités plus de temps pour compiler les données requises.

Cinq municipalités ont remis le questionnaire, sur un total de 42 municipalités d'Imperia invitées à participer.

Vous trouverez ci-dessous un résumé des municipalités qui ont renvoyé le questionnaire.

N.	Comune	Numero edifici	Consumi annui indicati
1.	Cervo	1 edificio	No
2.	Imperia	8 edifici	Sì
3.	Pietrabruna	5 edifici	Sì, solo per un edificio
4.	Pontedassio	1 edificio	No (canone fisso per consumi + ammortamento intervento)
5.	Ventimiglia	4 edifici	Sì

Figure 6 - Résumé des résultats des questionnaires

Une première analyse des données montre que les réponses reçues des municipalités étaient hétérogènes, notamment en ce qui concerne le nombre de bâtiments indiqués comme nécessitant des mesures d'efficacité énergétique.

En analysant les données et en comparant le nombre de bâtiments indiqués dans le questionnaire avec la taille de la commune, on constate une certaine cohérence : les communes de 1150 et 2350 habitants n'ont indiqué que les données d'un seul bâtiment, tandis que les communes plus importantes de 42000 et 23600 habitants ont indiqué plusieurs bâtiments, conformément à l'extension territoriale de la commune elle-même.

La municipalité de Pietrabruna (qui compte environ 437 habitants) a indiqué 5 unités de construction (c'est-à-dire des bâtiments) sur lesquelles elle souhaiterait mettre en place des mesures d'efficacité énergétique. Ces unités de construction font partie du même bâtiment.

En ce qui concerne les données sur la consommation des bâtiments, il est particulièrement difficile pour les municipalités de les trouver, principalement en raison du manque de temps des techniciens ou des fonctionnaires.

Il faut souligner que les données de consommation sont des données essentielles à partir desquelles on peut entamer un processus d'efficacité énergétique dans le bâtiment.

En conclusion, il est noté que la non-réception d'un grand nombre de questionnaires a été causée par les problèmes critiques suivants :

- le manque de personnel au sein de la municipalité
- le manque de temps pour participer à ce type d'initiative ;
- la difficulté de trouver des données, notamment sur la consommation.

1.2.4 Activités d'atelier avec les municipalités sélectionnées

Les activités du projet Pays Ecogetiques comprenaient plusieurs réunions avec les municipalités d'Imperia sélectionnées, visant à encourager l'accès des municipalités à des instruments financiers utiles dans le domaine de l'efficacité énergétique des bâtiments publics, par l'application à des cas réels proposés par les participants.

La Provincia di Imperia, avec le soutien de l'IRE, a initialement émis l'hypothèse de réaliser 3 ateliers, les fixant dans la période comprise entre mars 2021 et décembre 2021, laissant aux 5 Municipalités sélectionnées la possibilité de participer en présence à la Sala dei Comuni de la Provincia di Imperia ou en vidéoconférence à travers un lien.

L'importance d'organiser l'activité de l'atelier sur une large période de temps est soulignée, afin de permettre aux municipalités de s'activer, de trouver ou de préparer toute documentation utile entre les réunions.

En particulier, l'invitation à participer aux ateliers a été adressée aux responsables des bureaux techniques municipaux et/ou à des techniciens externes mandatés par les municipalités elles-mêmes.

1.2.4 | a. Premier atelier

Le premier atelier est prévu le 30 mars 2021, de 9 h 30 à 13 h environ.

De même, lors de l'organisation d'ateliers, le moment de la réunion ne doit pas être sous-estimé.

Dès les premiers jours de mars 2021, l'IRE a contacté par téléphone les 5 municipalités sélectionnées pour obtenir leur disponibilité indicative pour participer le 30 mars 2021.

Après avoir reçu un retour positif des 5 municipalités par téléphone, la Province d'Imperia a envoyé une invitation officielle au premier atelier du 24 mars 2021, afin de poursuivre l'activité d'accompagnement des municipalités d'Imperia pour l'accès aux instruments financiers utiles à l'efficacité énergétique des bâtiments publics.

Le jour fixé pour le premier atelier, toutes les 5municipalités concernées ont participé à la réunion par vidéoconférence.

L'IRE a organisé la réunion en deux parties : une première partie d'interaction avec les municipalités participantes, afin de connaître la situation de chaque municipalité, et une seconde partie pour approfondir le sujet.

Au cours de la première partie, l'IRE a pu :

- de procéder avec chaque municipalité à une première analyse des données contenues dans les questionnaires reçus ;
- de demander quels sont les points critiques que chaque municipalité a rencontrés et rencontre encore en entreprenant un parcours vers l'efficacité énergétique dans ses bâtiments ;
- détailler toute expérience antérieure de l'accès de la municipalité à des instruments financiers utiles.

Dans la deuxième partie de la réunion, l'IRE a fourni :

- décrire les caractéristiques et le calendrier des différents instruments financiers actuellement disponibles (appels d'offres régionaux POR-FESR, Conto Termico, Contrat de performance énergétique) ;
- en soulignant les criticités habituellement rencontrées par les administrations publiques ;
- fournir des conseils utiles et des indications précises sur la manière de procéder dans un premier temps.

En particulier, à travers la deuxième partie de la réunion, l'IRE a essayé de sensibiliser les municipalités participantes à l'importance de l'efficacité énergétique et aux difficultés concrètes que chaque administration publique rencontre.

La principale critique mise en évidence par l'IRE est que la requalification énergétique du parc immobilier détenu et/ou utilisé par les administrations publiques nécessite d'importants investissements initiaux qui ne sont généralement pas à leur disposition.

Mais les AP peuvent lever des fonds par l'intermédiaire de l'État. initial par le biais de financements publics, qui sont généralement limités par rapport aux besoins, et de financements privés, qui sont beaucoup plus importants. Le financement public a pour double objectif d'activer des processus vertueux, capables de générer des investissements bien plus importants que le financement lui-même, et de créer des synergies avec le financement privé, en favorisant des actions dont la durée d'amortissement est bien supérieure à celle d'un contrat normal entre les secteurs public et privé, actions qu'une entreprise privée ne serait pas en mesure de réaliser seule.

En conclusion, il est également souligné que les procédures d'accès aux financements publics et privés sont complexes et nécessitent une expertise technique qualifiée.

En effet, la participation à des appels à financement et/ou le recours à des incitations telles que le Conto Termico nécessitent l'élaboration d'une documentation technique que, généralement, l'administrateur public n'est en mesure de produire que s'il est soutenu par un personnel technique spécifiquement compétent dans le secteur de l'énergie.

Le recours à des capitaux privés, par le biais d'ESCo (Energy Service Companies), nécessite également des appels d'offres techniquement complexes, notamment en ce qui concerne l'identification des bases d'enchères et la définition des méthodes de vérification et des résultats attendus.

Le deuxième point critique souligné par l'IRE est le besoin de personnel technique spécialisé dans le secteur de l'énergie pour guider l'administration tout au long du processus d'efficacité énergétique.

À la fin de la réunion, les municipalités ont été invitées à collecter et à préparer la documentation utile relative à leurs bâtiments, à partager lors de l'atelier suivant afin de commencer concrètement leur parcours.

En particulier, les indications suivantes ont été données aux municipalités pour qu'elles les réalisent :

- le choix du bâtiment sur la base d'évaluations techniques et administratives ;
- Récupération des données sur le bâtiment choisi pour le diagnostic (consommation, relevé géométrique, type de construction et éventuelles caractéristiques thermiques de la partie structurelle, données techniques sur le système de climatisation et d'eau chaude, documentation photographique, zone climatique et contexte urbain, toute autre documentation) ;
- collecte d'études de faisabilité technico-économique et/ou d'audits énergétiques antérieurs ou actuels déjà réalisés pour des interventions d'amélioration énergétique sur le bâtiment choisi

1.2.4 | b. Deuxième atelier

Le deuxième atelier est prévu le 20 juillet 2021, de 9h30 à 13h environ.

Comme pour les autres réunions, la préparation de la réunion a commencé presque un mois avant : le 22 juin 2021, l'IRE a envoyé un premier courriel d'invitation à toutes les municipalités participantes d'Imperia, demandant également un bref résumé des activités possibles après la première réunion, visant à trouver des informations et à préparer la documentation sur les bâtiments choisis.

Dans ce cas également, l'IRE a contacté par téléphone toutes les municipalités afin de les sensibiliser et de connaître leur disponibilité pour la préparation de la documentation et la participation à la réunion, et a envoyé d'autres courriels pour rappeler leur participation, respectivement les 1er et 12 juillet 2021.

Lors de l'organisation du deuxième atelier, un problème critique à ne pas sous-estimer a été une nouvelle fois mis en évidence, à savoir le manque de personnel et/ou de temps de la part des techniciens de l'administration publique pour participer à des initiatives de ce type.

Quoi qu'il en soit, l'activité de contact par e-mail et par téléphone menée à plusieurs reprises par l'IRE s'est avérée utile, puisque le jour fixé pour le deuxième atelier, toutes les 5municipalités concernées ont participé à la réunion, connectées par vidéoconférence.

L'objectif principal de la réunion était que les municipalités participantes présentent la situation de leurs bâtiments choisis pour la reprise ou le début d'un processus d'efficacité énergétique.

Vous trouverez ci-dessous les bâtiments choisis par chaque municipalité, dont certaines données ont été envoyées.

Municipalité de Cervo

- Hôtel de ville (Palazzo Morchio).

Municipalité d'Imperia

- École maternelle/primaire, Via degli Ulivi ;
- École primaire Borgo S. Moro, Via S. Agata ;
- École primaire, Corso Dante ;
- École maternelle/primaire, Piazza Calvi ;
- Complexe scolaire, Largo Ghiglia ;
- École magistrale, Piazza de Negri ;
- École primaire - École secondaire, Piazza Roma ;
- Complexe scolaire N. Sauro, Via Gibelli.

Municipalité de Pietrabruna

- Hôtel de ville ;
- Bâtiment scolaire ;
- Bâtiment de bureaux publics.

Municipalité de Pontedassio

- Hôtel de ville (pour le chauffage, un projet de cogénération a été réalisé, pour lequel la municipalité paie une redevance annuelle fixe pour la consommation et l'amortissement du système).

Municipalité de Ventimiglia

- Hôtel de ville ;
- Bâtiment destiné aux représentations publiques ;
- Bibliothèque publique.

Les municipalités ont présenté leurs situations particulières. Par exemple, la municipalité de Cervo a souligné qu'elle avait déjà commencé une série de mesures d'efficacité énergétique dans l'hôtel de ville avec un financement public, en confiant à un technicien externe. La municipalité s'est montrée particulièrement intéressée par ces activités car elle souhaiterait demander d'autres financements pour réaliser d'autres travaux de requalification énergétique.

Les municipalités de Pietrabruna et de Pontedassio ont également été particulièrement impliquées car elles ont l'intention concrète de commencer à entreprendre des travaux d'amélioration de l'efficacité énergétique de leurs bâtiments, en particulier les bâtiments de bureaux municipaux.

Pour ces municipalités, l'impulsion donnée par les activités d'accompagnement proposées par le projet Pays Ecogetiques a été cruciale, car elle leur a permis de s'emparer du sujet et de poser les bases du démarrage d'une nouvelle voie d'efficacité.

Les municipalités de Ventimiglia et d'Imperia, en revanche, se sont généralement révélées être des municipalités plus structurées, avec des bureaux et du personnel dédiés au logement public, et avec un parc immobilier effectivement plus important.

En particulier, la municipalité de Ventimiglia a souligné qu'elle avait déjà entrepris un parcours de requalification énergétique de l'ensemble du parc immobilier municipal et la municipalité d'Imperia a montré un intérêt particulier pour l'intégration de différentes formes de financement (en faisant référence à l'utilisation d'instruments régionaux et nationaux).

Dans le cadre du deuxième atelier, l'IRE a jugé utile d'approfondir plusieurs autres aspects, dans le but de fournir des détails et des notions aux participants, étroitement liés à l'accès possible à des instruments financiers utiles.

Au moyen d'une présentation power point, les aspects techniques des principaux instruments financiers actuellement disponibles ont été approfondis et, en particulier, des indications utiles ont été fournies sur la façon de structurer un diagnostic énergétique correct d'un bâtiment, un outil technique fondamental à partir duquel démarrer tout processus d'efficacité énergétique.

En conclusion de ces premiers ateliers, on peut dire que les principaux obstacles rencontrés par les Administrations Publiques pour s'engager sur la voie de l'efficacité sont :

- un manque de personnel dans les bureaux techniques de l'administration publique et, par conséquent, un manque de temps à consacrer à la question de l'efficacité énergétique des bâtiments publics ;
- le manque de capitaux au sein de l'administration publique pour les investissements initiaux ;
- le besoin de personnel technique spécialisé, car les procédures d'accès aux financements publics et privés nécessitent une expertise technique qualifiée dans le secteur de l'énergie et la préparation d'une documentation technique complexe.

Pour conclure l'activité de l'atelier, afin de la rendre encore plus intéressante, au cours du deuxième atelier, la possibilité de réunions individuelles entre l'IRE et la municipalité individuelle a été discutée, afin d'approfondir les détails du cas et d'être en mesure de fournir un soutien technique ciblé sur les besoins réels.

En accord avec tous les participants, il a été décidé d'organiser des réunions 5individuelles avec chaque administration au cours des mois suivants dans les bureaux municipaux. Ces réunions remplaceraient le troisième atelier qui avait été initialement prévu de la même manière que le premier et le deuxième, c'est-à-dire avec la présence simultanée de toutes les administrations concernées.

1.2.4 | c. Ateliers individuels avec les municipalités

L'IRE a organisé des réunions5, à savoir une réunion avec chacune des municipalités impliquées dans l'activité d'accompagnement dans le cadre du projet Pays Ecogetiques.

Afin d'examiner chaque cas réel et d'approfondir la situation de chaque administration qui envisageait d'entreprendre une démarche d'efficacité énergétique, il a été jugé très utile d'organiser des ateliers individuels, c'est-à-dire des réunions entre l'IRE et la municipalité concernée.

La municipalité de Cervo s'est montrée très intéressée et a exprimé la nécessité d'organiser une réunion dès que possible, car elle avait déjà mis en place un chemin pour obtenir des financements. La réunion avec la municipalité de Cervo a donc eu lieu le 3 août 2021 à 9h30, tandis que les autres réunions ont eu lieu en septembre 2021.

Le tableau suivant résume les réunions qui ont eu lieu.

N°	Municipalité	Rendez-vous	Localisation	Adresse
1	Cerf	Mardi 3 août 2021 9h30.	Hôtel de ville	Salita al Castello, 15, 18010 Cervo IM
2	Imperia	Mercredi 22 septembre 2021 9h30.	Hôtel de ville	Viale Giacomo Matteotti, 157, 18100 Imperia IM
3	Pontedassio	Mardi 14 septembre 2021 9h30.	Hôtel de ville	Piazza Vittorio Emanuele II, 2, 18027 Pontedassio IM
4	Pietrabruna	Jeudi 23 septembre 2021 9h30.	Hôtel de ville	Viale John Fitzgerald Kennedy, 14, 18010 Pietrabruna IM
5	Ventimiglia	Jeudi 16 septembre 2021 9h30.	Hôtel de ville	Piazza Libertà, 3, 18039 Ventimiglia IM

Tableau3 - Résumé des réunions avec les différentes municipalités participant à l'activité de l'atelier.

En particulier, avec la Municipalité de Cervo, nous avons approfondi les travaux déjà réalisés par le technicien externe nommé par la Municipalité elle-même pour l'efficacité énergétique de l'Hôtel de Ville (Palazzo Morchio).

Dans ce cas, un diagnostic énergétique du bâtiment avait déjà été réalisé et un soutien a été demandé à l'IRE pour la présentation de la demande de financement par le biais du Conto Termico, fourni par le GSE (Gestore Servizi Energetici S.p.A.), qui encourage les mesures visant à augmenter l'efficacité énergétique et la production d'énergie thermique à partir de sources renouvelables.

La réunion avec la municipalité d'Imperia a été utile pour approfondir les intentions de cette administration. La municipalité a révélé son intention de moderniser l'ensemble du parc immobilier qu'elle possède, notamment en intégrant des instruments financiers tels que le Conto Termico et les nouveaux appels d'offres régionaux POR-FESR prévus pour les années 2021-2027.

La municipalité de Pontedassio, quant à elle, était très intéressée par le lancement d'un processus d'efficacité énergétique dans le bâtiment municipal. La rencontre entre l'IRE et la Commune de Pontedassio a été utile pour comprendre l'état des lieux de la situation et pour entamer les démarches administratives nécessaires pour confier un diagnostic énergétique à un technicien externe.

La municipalité de Pietrabruna souhaitait également entreprendre un parcours d'amélioration de l'efficacité du bâtiment municipal, qui dans ce cas comprend également une école et le siège de la police municipale. La rencontre avec l'IRE a représenté l'opportunité de reprendre un chemin d'efficacité énergétique déjà entamé précédemment et de poser les bases pour commencer concrètement avec les phases de confier un diagnostic énergétique.

La municipalité de Pontedassio et celle de Pietrabruna ont toutes deux l'intention de demander ensuite un financement par le biais du Conto Termico, fourni par le GSE (Gestore Servizi Energetici S.p.A.).

Au cours de la réunion, la municipalité de Ventimiglia a expliqué qu'elle avait déjà identifié une entreprise avec laquelle conclure un contrat énergétique pour la réhabilitation de l'ensemble du parc immobilier municipal. Cependant, elle a démontré la nécessité d'un soutien efficace dans ce processus, notamment d'un point de vue technique.

1.2.4 | d. Réunion de clôture

Le 15 décembre 2021, l'IRE et la Province d'Imperia ont organisé une réunion finale afin de partager ce qui a été fait grâce au projet Pays Ecogetiques et de partager les expériences individuelles de chaque Administration.

Les activités d'atelier entreprises avec les municipalités d'Imperia, et en particulier les réunions tenues dans les bureaux municipaux, se sont avérées particulièrement efficaces. Ces activités ont encouragé les municipalités à commencer ou à reprendre les améliorations de l'efficacité énergétique de leurs bâtiments.

L'importance d'organiser les réunions dans un large délai est soulignée. L'activité de l'atelier a duré de mars 2021 à septembre 2021 pour permettre aux administrations elles-mêmes de récupérer des données ou de produire de la documentation.

Vous trouverez ci-dessous un résumé du calendrier de la première réunion plénière pour l'ensemble des 42 municipalités et de l'activité d'atelier menée avec les 5 municipalités sélectionnées.



Figure 7 - Résumé des délais de l'activité réalisée

de définir et de lancer un contrat de services énergétiques pour la gestion de la chaleur et l'amélioration de l'efficacité de l'ensemble du parc immobilier.

Grâce au projet Pays Ecogetiques, ces municipalités ont entamé un processus qui aboutira à l'efficacité énergétique de leurs bâtiments.

L'IRE sera en mesure d'accompagner les Communes dans la mise en œuvre de toutes ces activités, afin de vérifier la justesse des interventions proposées dans les diagnostics, de présenter la demande de financement au nom de l'Administration publique et de superviser les conditions du contrat de service énergétique du point de vue technique et administratif.

1.2.5 Remarques finales pour favoriser la reproductibilité des résultats obtenus dans le cadre du projet Pays Ecogetiques

L'expérience acquise dans le cadre du projet Pays Ecogetiques montre comment, avec un soutien approprié, les administrations publiques peuvent améliorer l'efficacité de tout ou partie de leur parc immobilier.

Les criticités et les spécificités constatées ont confirmé ce qui ressortait déjà des expériences précédentes acquises par l'IRE à travers des projets pilotes, des demandes de financement pour la réhabilitation des bâtiments publics, l'organisation de tables de travail partagées avec les catégories impliquées dans les processus de réhabilitation des bâtiments, le soutien à la Région Ligurie pour la planification des fonds POR FESR et pour l'instruction préliminaire des dossiers des appels de fonds correspondants.

Dans ce paragraphe, nous rapportons une série de considérations générales qui peuvent être utiles afin de reproduire les résultats obtenus par le projet Pays Ecogetiques. En particulier, l'attention est portée sur les aspects déterminants auxquels chaque administration publique peut être confrontée si elle a l'intention d'entreprendre des améliorations de l'efficacité et sur les solutions possibles qui peuvent être mises en place pour atteindre les objectifs fixés.

La récupération des données structurelles, phytotechniques et de consommation historique des bâtiments.

Les difficultés rencontrées par les municipalités pour remplir le questionnaire soulignent une criticité connue, à savoir la difficulté de trouver les données à fournir aux professionnels chargés d'établir l'audit énergétique. Les obstacles rencontrés concernent principalement la collecte des chiffres de consommation des dernières années d'utilisation, mais il est également souligné que les données fournies sur le type de structure et les systèmes d'installation sont souvent imprécises et parfois incorrectes.

A l'appui de ce qui précède, on trouvera ci-dessous quelques tableaux récapitulatifs concernant le cadre des communes participant à l'atelier et les réponses reçues aux questionnaires envoyés dans le cadre du projet Pays Ecogetiques.

Municipalité	Nombre d'habitants (données ISTAT 2021)	Surface (km²)	Densité de population (habitants/km²)	Encadrement
Cerf	1129	3,59	314,92	Petit
Imperia	41941	45,38	924,17	Superbe
Pietrabruna	446	10,22	43,62	Petit
Pontedassio	2318	13,31	174,12	Petit/moyen
Ventimiglia	23131	53,73	430,54	Superbe

Tableau4 . Taille et densité de population des municipalités participant à l'activité de l'atelier

Municipalité	Données d'identification de la municipalité	Nombre de bâtiments indiqués	Utilisation prévue du bâtiment	Données générales du bâtiment	Données sur les structures des bâtiments	Données sur le système de chauffage	Données annuelles sur la consommation des bâtiments	Expérience antérieure
Cerf	SI	1	Hôtel de ville	NON	NON	NON	NON	NON
Imperia	SI	8	Ensemble du parc immobilier	SI	SI	SI	OUI (1 an)	NON
Pietrabruna	SI	1	Hôtel de ville	SI	SI	SI	OUI (mais pas complet)	NON
Pontedassio	SI	1	Hôtel de ville	SI	SI	SI	NON	NON
Ventimiglia	SI	4	Ensemble du parc immobilier	SI	SI	SI	OUI (3 ans)	SI

Tableau5 - Saisie des données requises dans le questionnaire par chaque municipalité

	Données d'identification de la municipalité		Nombre de bâtiments indiqués	Utilisation prévue du bâtiment	Données générales du bâtiment		Données sur les structures des bâtiments		Données sur le système de chauffage		Données annuelles sur la consommation des bâtiments (trois dernières années)		Expérience antérieure	
	SI	NON	-	-	SI	NON	SI	NON	SI	NON	SI	NON	SI	NON
Comuni medio/piccoli	3	0	1	Hôtel de ville	2	1	2	1	2	1	1	2	0	3
Comuni grandi	2	0	da 4 a 8	Ensemble du parc immobilier	2	0	2	0	2	0	2	0	1	1

Tableau 6 - Résumé des données saisies avec distinction entre petites/moyennes et grandes municipalités

Comme on peut également le voir dans les tableaux ci-dessus, les plus grandes difficultés ont été rencontrées dans la recherche de données de consommation.

L'importance du diagnostic énergétique

Il convient de noter qu'une étape fondamentale dans la réalisation des audits énergétiques consiste à calibrer le modèle, ce qui permet de l'adapter à l'utilisation réelle du bâtiment et de procéder à la simulation de scénarios d'amélioration de l'efficacité caractérisés par des évaluations coûts-avantages.

Pour effectuer le calibrage, il est essentiel de disposer d'une base de consommation fiable (on utilise généralement les données des trois dernières années).

L'importance du diagnostic en tant qu'outil indispensable pour déterminer un scénario de réaménagement efficace au cas par cas, ainsi qu'en tant que document clé lors de la demande de financement, a également été confirmée par la directive (UE) 2018/844, qui, à l'article 10, paragraphe 6, mentionne :

« Les États membres établissent un lien entre leurs mesures financières visant à améliorer l'efficacité énergétique lors de la rénovation de bâtiments et les économies d'énergie réalisées ou recherchées, telles que déterminées par un ou plusieurs des critères suivants :

les résultats d'un audit énergétique

En plus de ce qui précède, il convient de noter que l'expérience acquise dans le cadre de l'évaluation des appels à propositions a montré que la préparation incorrecte ou inexacte du diagnostic présenté dans le cadre de la demande de financement est l'une des principales causes de non-obtention de l'incitation.

Parfois, les difficultés des municipalités à récupérer les données de consommation sont dues non seulement à un manque de personnel technique interne, mais aussi à un manque objectif de données à récupérer pour diverses raisons, telles qu'une utilisation occasionnelle du bâtiment, des changements dans l'entreprise distribuant les vecteurs énergétiques, la perte de factures, etc...

Cet aspect ne doit cependant pas représenter un obstacle insurmontable pour les municipalités. Dans ces cas, il est encore plus crucial de choisir un professionnel expert qui puisse justifier le manque d'historique de consommation et compenser ce manque dans le diagnostic en utilisant des facteurs correctifs appropriés pour la calibration du modèle et la simulation des mesures d'efficacité.

Le choix des bâtiments à rénover

Un autre aspect important est certainement le type et l'utilisation prévue des bâtiments proposés pour les améliorations potentielles de l'efficacité.

Parmi les bâtiments les plus fréquemment pris en considération figurent les bureaux municipaux et les bâtiments scolaires, comme le confirment les installations que les municipalités ont identifiées dans le cadre du projet Pays Ecogetiques.

Comme cela a été souligné à plusieurs reprises au cours des ateliers, un aspect fondamental est de concentrer l'attention sur les bâtiments stratégiques pour la municipalité, pour lesquels une utilisation continue est prévue dans les années suivant l'intervention (par exemple, pour les petites municipalités, effectuer une recherche/enquête vérifiant qu'il n'y a pas de complexes scolaires voisins qui pourraient accueillir les enfants et être une destination préférée pour la citoyenneté en raison de leurs grands complexes structurés, etc.)

Il est certainement plus facile de planifier la rénovation des bâtiments municipaux que celle des bâtiments scolaires, car ces derniers doivent prévoir d'effectuer les travaux pendant la période estivale ou de trouver une installation pouvant accueillir les élèves pendant les travaux.

En outre, d'autres aspects doivent être évalués, comme la conformité du bâtiment aux réglementations sismiques et la nécessité de l'adapter non seulement d'un point de vue énergétique, mais aussi d'un point de vue sismique.

A cette fin, comme déjà souligné, le rôle du diagnostic énergétique est fondamental, dans lequel il faut considérer tous les aspects à adapter, en incluant parmi les scénarios la possible démolition et reconstruction de nouveaux bâtiments avec des caractéristiques Nzeb.

En effet, il est parfois moins coûteux et surtout plus efficace, surtout si l'on considère la durabilité des performances énergétiques, de démolir et de reconstruire un bâtiment que d'intervenir de manière invasive sur une structure existante avec des délais de réalisation très longs. Bien entendu, ces considérations ne s'appliquent qu'aux bâtiments non soumis à des restrictions.

L'importance de prendre en compte tous les aspects est également soulignée dans l'avant-propos (19) de la directive (UE) 2018/844 qui mentionne :

(19) Pour les nouveaux bâtiments et les bâtiments faisant l'objet d'une rénovation importante, les États membres devraient encourager les systèmes alternatifs à haut rendement, lorsqu'ils sont techniquement, fonctionnellement et économiquement réalisables, en tenant également compte des conditions de confort du climat intérieur, de la sécurité incendie et des risques liés à une forte activité sismique, conformément aux réglementations nationales en matière de sécurité.

Les municipalités participant au projet ont proposé à la fois des salles municipales et des écoles, mais ont décidé de commencer par les salles municipales, ce qui confirme ce qui précède.

Cependant, ces deux utilisations sont certainement stratégiques pour la communauté, non seulement en termes de réalisation d'importantes économies d'énergie.

L'importance du soutien aux administrations publiques pour une mise en œuvre réussie des mesures d'efficacité énergétique dans les bâtiments

Le projet a également confirmé les craintes des Administrations Publiques, surtout les plus petites, de commencer un processus d'amélioration de l'efficacité et en particulier de confier un diagnostic sans être sûr du succès final de la demande de financement et donc de la couverture économique.

Afin de surmonter cette criticité, il est essentiel que les municipalités soient accompagnées par un professionnel motivé et expérimenté (Energy Manager), désigné par elles, qui soit en mesure de les informer sur les éventuels instruments financiers disponibles, sur la manière d'accéder aux incitations et sur toutes les démarches nécessaires pour entreprendre un parcours d'efficacité adapté aux réalités considérées.

En ce qui concerne cet aspect, le projet Pays Ecogetiques a obtenu des résultats significatifs avec la participation active de cinq municipalités, dont quatre n'avaient aucune expérience préalable dans ce domaine.

Pour les grandes municipalités qui souhaitent établir un contrat pour la gestion thermique de l'ensemble de leur parc immobilier, un soutien est également essentiel, car un contrat mal calibré les contraindrait pendant des années à une gestion inefficace qui ne viserait pas également à améliorer l'efficacité des bâtiments qu'elles gèrent.

Les lignes directrices européennes suggèrent également que les États membres favorisent les guichets uniques pour les consommateurs et les services de conseil sur les rénovations et les instruments financiers pour l'efficacité énergétique destinés à la fois aux particuliers et aux administrations publiques.

L'accompagnement doit couvrir la supervision de l'ensemble du processus, qui se compose de plusieurs étapes, dont les suivantes, sans s'y limiter :

- le choix des bâtiments en fonction de leur rôle stratégique pour la communauté ;
- le choix du professionnel qui doit réaliser le diagnostic et l'attribution du marché (ou gestionnaire d'énergie) ;
- une supervision lors de la rédaction du diagnostic, afin qu'il soit réalisé selon tous les critères nécessaires, également en vue de demandes de financement ;
- la définition du cadre économique, en prévoyant les fonds dont dispose déjà l'administration publique, ainsi que les formes de financement et de cofinancement, en veillant à ce que les délais soient compatibles avec la nécessité de réaliser les interventions ;
- un soutien lors de la demande de financement avec une référence particulière au chargement du dossier sur les portails dédiés ;
- la supervision du calendrier de présentation de la demande et des éventuels compléments à la demande, en commençant par le traitement du dossier et l'émission de l'acompte initial et en terminant par l'achèvement des travaux et du solde ;
- le soutien aux procédures d'attribution des contrats pour les travaux d'efficacité et la supervision pendant leur mise en œuvre.

Dans le cas d'un contrat de service énergétique, l'accompagnement concerne la supervision pendant toute la phase de définition des conditions contractuelles et des procédures d'attribution de la tâche.

1.3 La France

Efficacité énergétique des bâtiments publics français : Contexte actuel et contraintes

La consommation énergétique des bâtiments publics représente une part considérable de la consommation énergétique totale des collectivités françaises. En se basant sur une enquête menée auprès des autorités locales de la région Sud (Provence-Alpes-Côte d'Azur), nous tenterons d'évaluer l'impact pratique des freins de l'efficacité énergétique dans les bâtiments publics afin de pouvoir proposer des solutions pratiques à moyen et long terme.

Partner:

Chambre de Commerce et de l'Industrie
Nice Cote d'Azur

Document réalisé par Rabab Akkouche, Gilles Guerassimoff et Sandrine Selosse
MINES ParisTech, Université PSL, Centre de mathématiques Appliquées, Sophia Antipolis, France

Chambre de Commerce Italienne
Nice, Sophia Antipolis, Côte d'Azur

Index du chapitre

1.3.1 Introduction 84

1.3.2 Efficacité énergétique dans les bâtiments publics: Actualités et réglementation 88

a. Chronologie réglementaire 88
b. La LTECV et les bâtiments publics 90
c. Le décret tertiaire 91
d. Récapitulatif 92
e. Labels énergétiques 94

1.3.3 Amélioration de la performance énergétique du patrimoine bâti public: Démarches et aides 95

a. Démarche de gestion énergétique 96
b. Connaissance du parc immobilier et ses consommations 97
c. Elaboration d'une stratégie de performance énergétique et conduite des actions 98
d. Suivi des actions et des consommations 100
e. Aides financières 101

1.3.4 Freins et obstacles aux actions de performance énergétiques dans les bâtiments publics 107

a. Constat 107
b. Liste des freins relevés 107

1.3.5 Au-delà de la réglementation : L'exemplarité des bâtiments publics, moteur de la promotion de l'efficacité énergétique *108*

1.3.6 Conclusion *112*

1.3.1 Introduction

Les bâtiments publics sont les bâtiments « dont les personnes publiques (État, opérateurs de l'Etat[1] et collectivités territoriales) sont propriétaires, qu'elles les occupent ou non » (Le Blog Immo, 2018).

Ils représentent une part importante du parc immobilier français avec un total de 191.000 bâtiments en 2018 occupant une surface d'environ 99 millions de mètres carrés (Projet loi de finance, 2020) (Direction de l'Immobilier de l'Etat, 2018). Au niveau du tertiaire, Le parc public représente près du tiers du parc national ("La rénovation des bâtiments publics," 2020).

Au-delà de son ampleur, le patrimoine immobilier public est caractérisé par sa singularité sur plusieurs niveaux, ce qui peut représenter des contraintes quant à sa gestion. En effet, le parc immobilier public est caractérisé par (Lourdin, 2010) (Direction de l'Immobilier de l'Etat, 2018) :

- L'hétérogénéité de ses fonctions : les bâtiments publics peuvent être des bureaux, des bâtiments industriels, des bâtiments d'enseignement, des logements ou un immobilier spécifique (prison par exemple). En 2018, les bureaux et les bâtiments d'enseignement représentaient respectivement un pourcentage de 25 % et 21 % de la surface totale. Les logements quant à eux avaient une part de 16%. La surface restante est occupée par les autres types de bâtiments à savoir les bâtiments techniques, sanitaires ou sociaux, culturels, etc. (Projet loi de finance, 2020) (Direction de l'Immobilier de l'Etat, 2018) (Figure 1).

[1] *« Les opérateurs de l'État sont des organismes distincts de l'État qui peuvent avoir un statut juridique public ou privé auxquels est confiée une mission de service public de l'État. Ils sont contrôlés et financés par l'Etat et participent à la performance des programmes auxquels ils participent. Exemple : les grands établissements publics, Pôle emploi, Météo France, le CNRS ou l'INSERM. ».*

https://www.performance-publique.budget.gouv.fr/cadre-gestion-publique/operateurs-etat#.X1IDKHvgqUk

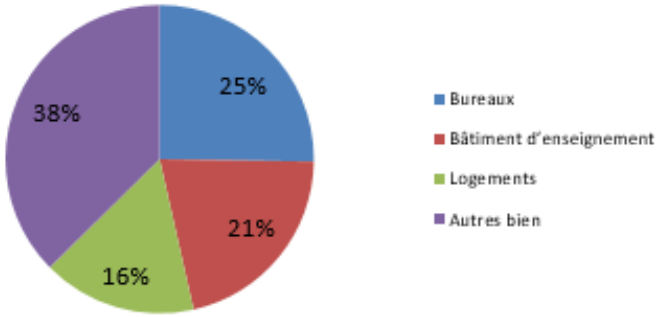


Figure 1 - Pourcentage des surfaces occupées par les bâtiments publics suivant leurs fonctions - Source : Rapport d'activité de la direction de l'immobilier de l'Etat 2018

- L'étendue de sa répartition géographique : En effet le parc immobilier public se situe géographiquement en métropole, en Outre-Mer et à l'étranger, dans les grandes villes ou dans les zones rurales ce qui augmente la contrainte sa gestion. Les plus grandes répartitions se situent en Ile de France (19%), le Grand Est (11%), PACA (10%), et la Nouvelle Aquitaine (9%)

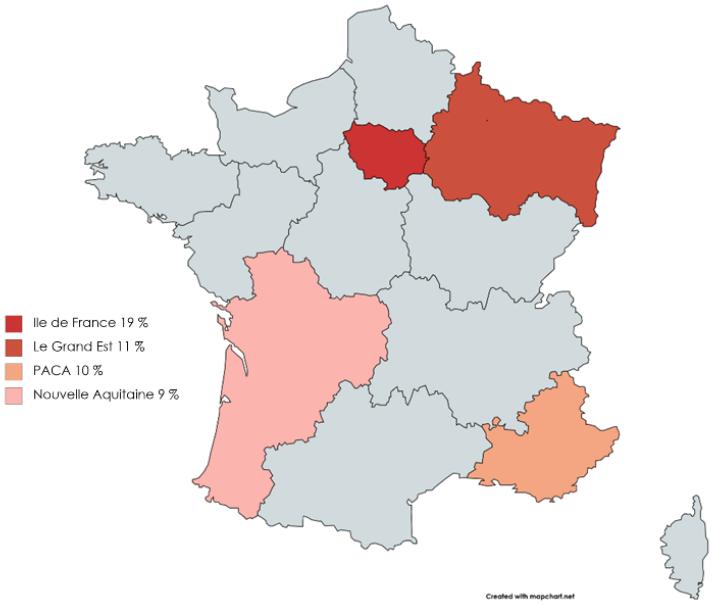


Figure 2 - Répartition géographique des bâtiments publics dans les régions françaises - Source : Rapport d'activité de la direction de l'immobilier de l'Etat 2018

- La typologie de ses propriétaires et occupants qui peuvent être des institutions nationales ou ministères, des autorités administratives ou techniques. L'Etat possède près des trois quarts des bâtiments publics. Il occupe 66 % des bâtiments publics et 34 % sont occupés par ses opérateurs. Le plus grand pourcentage des surfaces est occupé par le ministère de la Défense (26%) et le ministère de l'éducation nationale (24%).

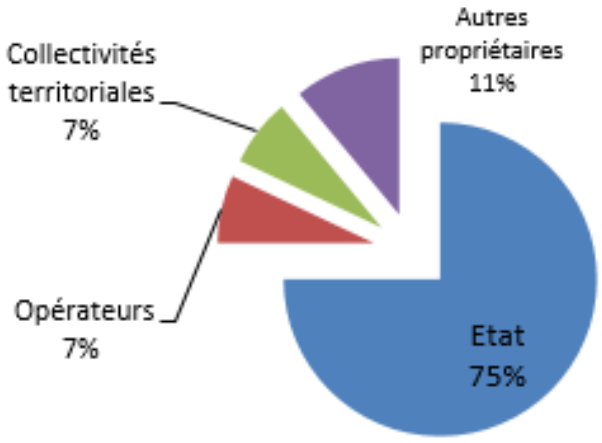


Figure 3 - Propriétaires des bâtiments publics - Source : Rapport d'activité de la direction de l'immobilier de l'Etat 2018

OCCUPANTS DES BATIMENTS PUBLICS

Occupation	Propriétaire Etat		Propriétaire Opérateur		Propriétaire collectivité territoriale		Autres propriétaires		Total	
Etat	53 M m²	70,70%	0,6 M m²	9,09%	5 M m²	71,04%	7 M m²	63,60%	66 M m²	65,90%
Opérateurs	22 M m²	29,30%	6,0 M m²	90,91%	2 M m²	28,60%	4 M m²	36,40%	34 M m²	34,10%
Total	75 M m²	100%	7 M m²	100%	7 M m²	100%	11 M m²	100%	99,6 M m²	100%

Tableau 1 - Occupants des bâtiments publics

- L'ancienneté du parc et présence de bâtiments construits sans souci de performance énergétique : La moitié des bâtiments en France ont été construits avant 1975 et donc avant l'apparition de la réglementation thermique (Banque des Territoires, 2020). Ceci implique une nécessité de rénovation afin d'éviter les pertes énergétiques dues aux différentes « passoires thermiques ».

Si l'on se penche maintenant sur le volet des consommations énergétiques dans les bâtiments publics, ces dernières ne cessent d'augmenter.

D'après les résultats de l'étude (ADEME, 2019) «Dépenses énergétiques des collectivités locales» publiée par l'Ademe en Novembre 2019 et qui a été menée auprès de 7.000 collectivités, la consommation des collectivités locales en 2017 était estimée à 39,7 TWh. La part des bâtiments dans cette consommation est de 75 % (soit 29,7 TWh) tandis que les émissions de CO2 liées à ces consommations énergétiques, ont atteint les 6 millions de tonnes, soit en moyenne 152 g de CO2 /kWh. L'étude montre aussi que les consommations d'énergie des collectivités locales entre 2012 et 2017 ont augmenté de 4%. Cette hausse est principalement due aux consommations des bâtiments vu que les consommations d'énergie liées à l'éclairage public et aux transports ont reculé pendant ces cinq ans. C'est aussi le patrimoine bâti qui est responsable de la majorité des émissions de CO2 : 84% des émissions des communes proviennent de leurs bâtiments contre 11% pour les carburants et 5% pour l'éclairage public.

Les bâtiments scolaires représentent le premier poste de consommation d'énergie avec 30 % de la consommation totale des bâtiments communaux. Il s'agit de la plus grande consommation devant les équipements sportifs (17 %),

les bâtiments administratifs (15 %) et socioculturels (12 %) (“rénovation du parc national de bâtiments à usage résidentiel et commercial, public et privé,” 2020) (ADEME, 2019).

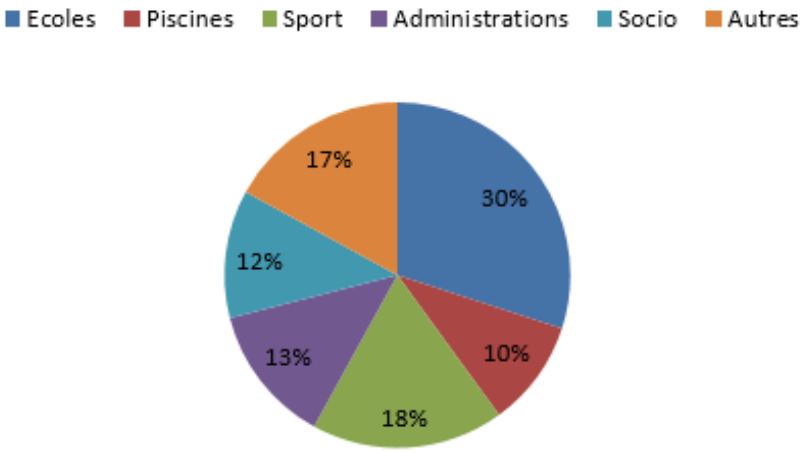


Figure 4 : Répartition moyenne des consommations des différents bâtiments communaux dans les communes de + 10 000 hab (2017) - Source : Dépenses énergétiques des collectivités locales : état des lieux en 2017

Nous sommes donc face à une trajectoire d’augmentation et non de diminution des consommations énergétiques. Ce qui constitue une charge financière de plus en plus lourde pour l’Etat et les collectivités. En effet, les consommations énergétiques représentent le second poste de dépenses après les charges du personnel. L’énergie consommée par les bâtiments publics d’une municipalité de 100.000 habitants peut atteindre 1,5 millions d’euros. Une réduction de 10 % des consommations énergétiques est donc équivalente à 150.000 euros qui peuvent être investis.

Plusieurs mesures incitatives et réglementaires ont été mise en place afin de réduire les frais de fonctionnement et répondre à l’urgence climatique et environnementale. Cependant, face au constat de l’augmentation des consommations énergétiques dans les bâtiments publics, l’on s’interroge sur les facteurs qui freinent de telles actions. Le manque de connaissance par rapport au cadre réglementaire et législatif lié à l’efficacité énergétique des bâtiments publics et la difficulté d’avoir une vision globale et organisée sur les aides mises à disposition des collectivités est un élément souvent relevé comme frein (Guidance on Energy Efficiency in Public Buildings, 2012) (Briand and Jérôme, 2018). Nous essayerons donc par la présente publication de regrouper les éléments importants à connaitre pour la bonne gestion énergétique du parc immobilier public, à savoir le cadre réglementaire, la méthodologie à adopter et les différentes aides mises à disposition des collectivités. L’état de l’art de tous ces volets nous permettra de déterminer les points de blocage dans le processus de gestion énergétique du parc immobilier public et donc de faire l’hypothèse des éventuels freins présents au-delà du manque de connaissances. L’exemplarité des bâtiments publics étant un objectif ambitieux à atteindre, nous expliquerons son double intérêt dans la réduction des consommations énergétiques et dans l’éducation surtout dans le cas des établissements scolaires.

1.3.2 Efficacité énergétique dans les bâtiments publics: Actualités et réglementation

Les émissions de gaz à effet de serre (GES) dégagées par les combustibles fossiles pour répondre à la demande énergétique mondiale sont la cause de changements climatiques très inquiétants dont le réchauffement global de la planète. Cette situation a conduit les autorités internationales et nationales à adopter des engagements de plus hauts niveaux pour freiner ce phénomène alarmant. Paquet Energie Climat Européen, lois Grenelle, loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (LTECV) et décret tertiaire, tant de réglementations mis en place afin de réduire les consommations énergétiques et fixer des objectifs en faveur du développement durable. Le parc immobilier public en particulier n'a cessé de faire l'objet de lois, décrets et arrêtés successifs obligeant à sa rénovation.

Ces objectifs ne concernent pas que les gros travaux de rénovation énergétique comme l'isolation, les travaux sur l'enveloppe et le renouvellement des systèmes et équipements. Le cadre législatif encourage aussi toutes les actions d'économie d'énergie dites à « gain rapide » présentant un fort retour sur investissement (contrôle, pilotage et régulation des systèmes de chauffage, modernisation des systèmes d'éclairage, qualité et exploitation des équipements, comportement des usagers, ...).

Nous présenterons dans ce qui suit les principaux textes réglementaires traitant de l'énergie dans les bâtiments publics.

1.3.2 | a. Chronologie réglementaire

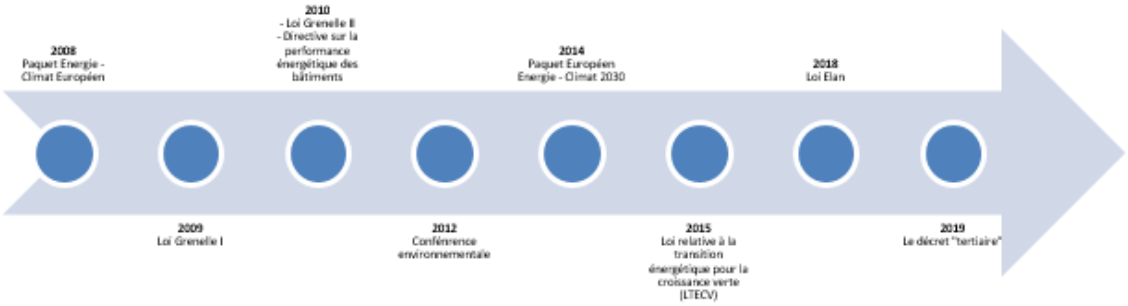


Figure 5 - Principaux textes réglementaires traitant de l'énergie dans les bâtiments publics

L'Union européenne s'est engagée dès 2008 dans le paquet énergie-climat 2020 qui consiste en un ensemble de directives visant une réduction de 20 % des émissions de gaz à effet de serre par rapport aux niveaux de 1990, l'atteinte du niveau de 20 % d'énergies renouvelables dans la consommation finale et l'augmentation de 20 % de l'efficacité énergétique notamment dans le secteur du bâtiment. En 2014, de nouveaux objectifs ont été fixés pour

2030 poussant notamment la réduction des GES à 40 % par rapport à 1990 (Le défi climatique des villes, 2018). Ce cadre d'action a été revu à la hausse en 2018 pour un pourcentage de 32 % de renouvelables contre 27 % et au moins 32,5 % d'actions d'efficacité énergétique contre 27 %.

Ainsi, les « états européens sont tenus d'adopter des plans nationaux intégrés en matière d'énergie et de climat (PNEC) pour la période 2021-2030 et de mettre au point des stratégies nationales à long terme et de garantir une cohérence entre leurs stratégies à long terme et les PNEC. » ("Cadre d'action en matière de climat et d'énergie d'ici à 2030," 2016)

A travers la directive 2012/27/UE sur l'efficacité énergétique, les membres de l'Union européenne ont établi un cadre commun de mesures pour la promotion de l'efficacité énergétique et le renforcement de son cadre financier surtout au niveau des investissements. Ces mesures n'ont pas exclu le parc immobilier public pour lequel la directive a prévu un objectif de 3 % de rénovation annuelle et des stratégies de réduction des consommations énergétiques à long terme, au-delà de 2020 (Journal officiel de l'Union européenne, 2012). En plus de ce cadre commun, chaque état a la possibilité de développer en complément ses propres mesures.

Dans la directive (UE) 2018/844 du Parlement européen modifiant la directive 2010/31/UE sur la performance énergétique des bâtiments et la directive 2012/27/UE relative à l'efficacité énergétique, plus d'importance est accordée aux travaux de rénovation visant de promouvoir l'efficacité énergétique dans les bâtiments et ce à travers un développement des « mécanismes financiers » et des « mesures incitatives ». Les autorités publiques sont aussi amenées à promouvoir les investissements dans l'efficacité énergétique du parc immobilier public en ayant recours aux partenariats publics privés par exemple. D'autres outils sont aussi encouragés comme les contrats de performance énergétique, la mise à disposition d'outils de conseil et des dispositifs d'assistance et la réduction des risques liés à l'investissement à travers des aides financières. Suivant cette nouvelle directive, chaque état membre est amené à établir une stratégie de « rénovation à long terme » pour garantir un parc immobilier à « haute efficacité énergétique et décarboné » à l'horizon de 2050. Cette stratégie doit se baser entre autre sur des actions qui viseront l'ensemble des bâtiments publics et sur « l'orientation des investissements vers la constitution d'un parc de bâtiments publics efficace sur le plan énergétique». Chaque état doit établir une feuille de route avec les mesures à adopter et des dates jalons afin d'évaluer le progrès pour les années 2030, 2040 et 2050 (JO de l'Union européenne, 2018).

La Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC) introduite par la Loi de Transition Energétique pour la Croissance Verte (LTECV) en 2015, représente la feuille de route de la France pour lutter contre le changement climatique. Elle fixe des objectifs visant d'atteindre une économie bas carbone, circulaire et durable dans tous les secteurs d'activité. Son objectif primordial est la neutralité carbone en 2050 et la réduction de l'empreinte carbone de la consommation française ("Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC)," 2020).

Fort de cet engagement, la France a adopté différentes approches de réduction des consommations énergétiques dans les différents domaines notamment celui du bâtiment avec un appui législatif et réglementaire assez présent. Dans le cas particulier des bâtiments publics, cette approche est une combinaison de plusieurs types d'actions qui concernent les travaux sur l'enveloppe des bâtiments, leurs équipements, la gestion de l'usage, ainsi que la réduction des surfaces occupées par l'Etat (Rapport de la France - Directive européenne, 2017). Les premières réglementations avaient une tendance de rénovation et encourageaient les travaux sur l'enveloppe du bâtiment. La loi Grenelle 1 en 2009 a d'abord visé un objectif de 50 KWh/m^2/an pour tous les bâtiments notamment les bâtiments publics. La loi Grenelle 2 en 2010 est venue confirmer et consolider les objectifs de la loi Grenelle 1. L'Article 3 parle de la réalisation de « travaux d'amélioration de la performance énergétique » dans « les bâtiments existants à usage tertiaire ou dans lesquels s'exercent une activité de service public » dans un délai de 8 ans à compter du 1er janvier 2012. Dans le cadre du «Plan Bâtiment Grenelle», une feuille de route a été établie jusqu'en 2020 regroupant les objectifs sectoriels de la transition énergétique et impliquant l'ensemble des acteurs (Batiactu, 2012). Parmi ses objectifs, une réduction de 40 % de la consommation d'énergie et de 50 % des rejets de gaz à effet de serre (GES) entre 2012 et 2020 pour tous les bâtiments de l'état et de ses établissements publics. Elle vise aussi une rénovation

thermique de 50 millions de m² des bâtiments de l'État et de 70 millions de m² de bâtiments appartenant aux établissements publics de l'État.

Après les lois Grenelle, la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (LTECV) est venue à son tour insister sur l' « obligation des travaux de rénovation ». Publiée au Journal Officiel du 18 août 2015, elle traite de la responsabilité écologique et le recours aux énergies renouvelables, de la précarité énergétique et du problème de la rénovation énergétique des bâtiments. Dans son 1er titre, elle avance comme objectif de la politique énergétique nationale « de disposer d'un parc immobilier dont l'ensemble des bâtiments sont rénovés en fonction des normes "bâtiment basse consommation" ou assimilées, à l'horizon 2050» (Titre I, paragraphe III-7). Son deuxième titre composé d'une trentaine d'articles traite aussi du secteur du bâtiment et de sa rénovation avec des enjeux qui sont explicitement présentés dans son intitulé : « Mieux rénover les bâtiments pour économiser l'énergie, faire baisser les factures et créer des emplois ». La loi a donc fixé des objectifs de rénovation de 500.000 bâtiments à partir de 2017 avec des précisions sur la finalité de ces travaux exprimée dans l'article 14 du titre II de la loi : « Tous les travaux de rénovation énergétique réalisés permettent d'atteindre, en une ou plusieurs étapes, pour chaque bâtiment ou partie de bâtiment, un niveau de performance énergétique compatible avec les objectifs de la politique énergétique nationale, en tenant compte des spécificités énergétiques et architecturales du bâti existant et en se rapprochant le plus possible des exigences applicables aux bâtiments neufs. ». L'article instaure aussi l'obligation des travaux embarqués [2]: « Lors de travaux de rénovation des bâtiments (ravalement de façade, rénovation de toiture, aménagement de pièces pour les rendre habitables), il peut être obligatoire depuis le 1er janvier 2017 de coupler les travaux prévus avec des travaux d'isolation thermique. Le ravalement de façade, la réfection de toiture, l'augmentation de la surface habitable sont les travaux concernés par cette obligation. » ("Loi de transition énergétique," 2020)

1.3.2 | b. La LTECV et les bâtiments publics

La LTECV a aussi traité de la gestion énergétique du patrimoine immobilier public. En effet, elle a reconnu le rôle des collectivités locales dans la transition énergétique et a attribué aux régions le rôle de « Cheffes de file » (Guillaume Duval and Madeleine Charru, 2018). Elle a aussi souligné leur rôle important dans l'atteinte des objectifs de la transition énergétique : « La région constitue l'échelon pertinent pour coordonner les études, diffuser l'information et promouvoir les actions en matière d'efficacité énergétique. » (LOI n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte - Article 188, 2015).

Le titre VIII de la LTECV prévoit de « donner aux citoyens, aux territoires et à l'Etat le pouvoir d'agir ensemble ». Ce même article 188 attribue également aux Établissements publics de coopération intercommunale un rôle d'animation et de coordination « des actions dans le domaine de l'énergie en cohérence avec les objectifs du plan climat air-énergie territorial et avec le schéma régional du climat, de l'air et de l'énergie ». A cet effet, des plans climat-air-énergie territoriaux (PCAET) instaurés par la loi Grenelle 2 ont commencé à être réalisés au niveau intercommunal à partir de 2017 pour les Établissements publics de coopération intercommunale (EPCI) de plus de 50 000 habitant(es) et de 2018 pour ceux de plus de 20.000 habitants (es). Ces documents de planification aident les collectivités à définir une stratégie et un plan d'action afin de répondre aux objectifs de la LTECV. Ils comprennent

[2] *«La notion de travaux embarqués renvoie à l'obligation de réaliser certains travaux d'isolation thermique dans le cadre d'un projet de rénovation d'envergure.» https://www.lenergietoutcompris.fr/actualites-et-informations/travaux-embarques-qu-est-ce-que-c-est-48694*

un diagnostic, une stratégie et des objectifs chiffrés ainsi qu'un dispositif de suivi et d'évaluation. L'Ademe a publié une plaquette de synthèse « Élus, l'Essentiel à connaître sur les PCAET» et un guide détaillé concernant ces documents de planification : «PCAET, comprendre, construire et mettre en œuvre»(Rapport de la France - Directive européenne, 2017). La LTECV a aussi prévu en terme de suivi que toutes les collectivités de plus de 50 000 habitant(es) (régions, départements et communes) réalisent, tous les 3 ans, des Bilans d'émission de gaz à effet de serre (BEGES) sur leurs bâtiments et les services relevant de leurs compétences. Ces rapports doivent être centralisés sur une plateforme gérée par l'ADEME. Cependant, le constat en janvier 2018 montre que seuls 1 480 BEGES ont été publiés sur cette plateforme. (Guillaume Duval and Madeleine Charru, 2018).

L'objectif de réduction de la consommation d'énergie dans les bâtiments tertiaires (publics ou privés) a fait l'objet d'autres lois comme la loi N°2018-1021 du 23 novembre 2018 portant sur l'Evolution du Logement, de l'Aménagement et du Numérique dite Loi ELAN. Dans son chapitre dédié à la rénovation énergétique, elle prévoit la mise en œuvre « d'actions de réduction de la consommation d'énergie finale » pour « les bâtiments, parties de bâtiments ou ensembles de bâtiments à usage tertiaire ». Elle introduit aussi la possibilité de modulation d'effort par type de bâtiment et donne de l'importance aux autres actions de réduction des consommations énergétiques et pas qu'aux grands travaux de rénovation ("Rénovation des bâtiments tertiaires publics et privés," 2018)

Cette même loi serait la base de la mise en place du décret du 23 juillet 2019 dit « décret tertiaire » qui fixe des objectifs ambitieux de réduction de consommation énergétique des bâtiments : soit un niveau de consommation d'énergie finale réduit, respectivement, de -40 % en 2030, -50 % en 2040 et -60 % en 2050 par rapport à une consommation énergétique de référence qui ne peut être antérieure à 2010. Soit un niveau de consommation d'énergie finale fixé en valeur absolue, en fonction de la consommation énergétique des bâtiments nouveaux de leur catégorie.

1.3.2 | c. Le décret tertiaire

Les bâtiments concernés par le décret tertiaire sont les bâtiments tertiaires d'une surface supérieure ou égale à 1 000 m^2 qu'ils soient publics ou privés. A savoir que les bâtiments publics représentent un peu plus du tiers du parc tertiaire total, et donc sont plus concernés par ces mesures.

Il a été lancé dans le cadre du plan de rénovation énergétique des bâtiments annoncé le 26 avril 2018 par le Ministre de la transition écologique et solidaire et le Ministre de la cohésion des territoires et des relations avec les collectivités territoriales. C'est un plan qui se base sur 4 axes :

- Faire de la rénovation énergétique des bâtiments une priorité nationale
- Massifier la rénovation des logements et lutter contre la précarité énergétique
- Accélérer la rénovation et les économies d'énergie des bâtiments tertiaires publics ou privés. Cet axe vise aussi à favoriser la rénovation du parc tertiaire public en mobilisant des financements et stratégies innovants
- Renforcer les compétences et l'innovation de la maitrise d'ouvrage au sein de l'Etat

Si le décret tertiaire a vu le jour en 2019, il a été introduit dans de précédentes lois mais a été progressivement amélioré. D'abord, le Grenelle de l'environnement prévoyait en 2010 un décret qui imposerait que le parc tertiaire devait faire objets d'actions de réduction des consommations énergétiques. Ensuite, la LTECV a amélioré le décret avec des échéances allant jusqu'en 2017. Elle imposait la remise avant le 1er juillet d'une étude énergétique fixant les consommations de référence, accompagnée d'un programme des travaux à réaliser jusqu'en 2020. Ces délais

de réalisation, jugés trop courts par les acteurs du commerce, de l'hôtellerie et de la grande distribution ont largement motivé l'annulation du décret par le Conseil d'Etat en juillet 2017. Finalement, il a été relancé par la loi Elan avec la spécificité qu'il favorise les nouvelles approches d'économie d'énergie, dont il doit garantir un suivi efficace et des résultats à la hauteur des objectifs poursuivis. En effet, il existe une crainte que l'emploi des termes « actions de réduction des consommations » au lieu du terme « travaux » peut mener les gestionnaires et occupants à remplacer les travaux de rénovation indispensables pour générer des économies d'énergie massives et durables par des solutions à court terme.

C'est pourquoi, le décret prévoit que les consommations d'énergie finales des bâtiments concernés doivent être, à compter du 1er janvier 2020, transmises sur une plateforme informatique gérée par l'Ademe afin de vérifier que les économies effectuées dans le cadre du décret permettent d'atteindre ses objectifs.

En ce qui est des sanctions, le décret se base sur des sanctions financières mais repose avant tout sur un dispositif de « Name & Shame »[3] ("Le nouveau décret tertiaire, un décryptage pour tout comprendre !," 2019).

1.3.2 | d. Récapitulatif

Nous résumons dans le tableau ci-dessous les réglementations applicables aux bâtiments publics dans le cadre de la réduction des consommations énergétiques et l'amélioration de leur efficacité énergétique :

Base réglementaire	Domaine d'application	Contenu et exigences	Bâtiments concernés	Calendrier
Code de la construction et de l'habitation	Réglementation thermique des bâtiments existants	La réglementation thermique des bâtiments existants s'applique aux bâtiments résidentiels et tertiaires existants, à l'occasion de travaux de rénovation prévus par le maître d'ouvrage. Les mesures réglementaires sont différentes selon l'importance des travaux entrepris par le maître d'ouvrage : -RT élément par élément -RT globale	Bâtiments résidentiels et tertiaires existants	Réglementation en vigueur depuis 2007
Loi Grenelle II – Article 3	Travaux d'amélioration de la performance énergétique	Réalisation de « travaux d'amélioration de la performance énergétique » dans « les bâtiments existants à usage tertiaire ou dans lesquels s'exercent une activité de service public »	Bâtiments existants à usage tertiaire ou dans lesquels s'exercent une activité de service public	Délai de 8 ans à compter du 1er janvier 2012
LTECV – Article 167 Renforçant la disposition de la loi Grenelle II du 12 juillet 2010	Bilan des émissions de gaz à effet de serre	L'Etat et les collectivités territoriales (de plus de 50 000 habitants) sont tenus de réaliser un bilan des émissions de gaz à effet de serre de leur activité chaque 3 ans -Bilan rendu public et mis à jour au moins tous les trois ans pour les collectivités territoriales.	Bâtiments de l'Etat et des collectivités	Le 1er bilan devait avoir été établi pour le 31 décembre 2012

LTECV – Article 8	Maîtrise d'ouvrage publique exemplaire	Toutes les nouvelles constructions sous maîtrise d'ouvrage de l'Etat, de ses établissements publics ou des collectivités territoriales font preuve d'exemplarité énergétique et environnementale et sont, chaque fois que possible, à énergie positive et à haute performance environnementale	Construction neuve de l'Etat, des collectivités territoriales et des établissements publics.	Obligation pour les permis de construire déposés après le 1er septembre 2017
Arrêté du 10 avril 2017 relatif aux constructions à énergie positive et à haute performance environnementale sous maîtrise d'ouvrage de l'Etat, de ses établissements publics et des collectivités territoriales		Le texte permet de mettre en œuvre les dispositions de l'article 8 de la LTECV		Au lendemain de la publication du décret
LTECV – Article 14	Travaux embarqués	Lors de travaux de rénovation des bâtiments (ravalement de façade, rénovation de toiture, aménagement de pièces pour les rendre habitables), il peut être obligatoire depuis le 1er janvier 2017 de coupler les travaux prévus avec des travaux d'isolation thermique. Le ravalement de façade, la réfection de toiture, l'augmentation de la surface habitable sont les travaux concernés par cette obligation.	Bâtiments résidentiels et tertiaires existants (notamment bâtiments publics)	Obligatoire depuis le 1erjanvier 2017
Décret tertiaire	Actions de réduction de la consommation d'énergie finale dans les bâtiments	Obligation de mise en œuvre d'actions de réduction de la consommation d'énergie finale dans les bâtiments existants à usage tertiaire (notamment ceux publics) afin de parvenir à une réduction de la consommation d'énergie finale d'au moins 40 % en 2030, 50 % en 2040 et 60 % en 2050 par rapport à 2010	Bâtiments tertiaires existants, au 23 novembre 2018, supérieurs à 1000 m² (notamment les bâtiments publics qui représentent un peu plus que le tiers des bâtiments tertiaires)	Données de consommation à renseigner chaque année, au plus tard le 30 septembre de l'année suivante. 1èreéchéance: 30 septembre 2021 pour les données 2020 et les données de l'année de référence.

[3] Très utilisé en Angleterre mais encore méconnu en France, ce mécanisme peut impacter la valorisation des actifs d'une entreprise. Il a pour objectif de répertorier le nom des sociétés qui ne se seraient pas acquittées de leurs obligations en publiant les mises en demeure sur un site étatique.

En ce qui est des bâtiments neufs, les réglementations citées ci-dessus traitent réellement très peu de leur cas. Par ailleurs, nous rappelons que dans son article 8, la loi de transition énergétique annonce que les bâtiments neufs « doivent faire preuve d'exemplarité énergétique et environnementale » et doivent être « chaque fois que possible à énergie positive ». (EDF, 2017). L'article 14 de la loi de Transition énergétique mentionne aussi clairement que la nouvelle réglementation RT2020 thermique s'appliquera en 2018 et non en 2020 pour les bâtiments publics neufs. Cette dernière impose de nouveaux standards dans la construction par rapport à sa précédente la RT2012. Parmi les différences majeures : un seuil de dépenses énergétiques de 0 kWh/m²/an au lieu de 50 kWh/m²/an (dans le cas de la RT 2012), la prise en compte des appareils ménagers et électroménagers, une suppression totale du gaspillage énergétique grâce à une gestion intelligente des consommations, et la prise en compte de la production d'énergie et de l'empreinte environnementale et pas que de l'isolation thermique. Elle précisera le niveau de gaz à effet de serre – et sa méthode de calcul – sur le cycle de construction, usage et démolition des bâtiments (LOI n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte - Article 188, 2015)

1.3.2 | e. Labels énergétiques

Les labels énergétiques fixent des niveaux d'efficacité supérieurs et permettent d'anticiper les réglementations futures. Au niveau des bâtiments, plusieurs labels se sont succédés depuis 1980 : HPE, BBC, Bepos Effinergie , … Nous citerons en particulier le label E+C- puisqu'il fait objet de référentiel pour l'arrêté du 10 Avril 2017 relatif à l'exemplarité des bâtiments publics ("Labels, réglementation, le bâtiment évolue pour améliorer sa performance énergétique," 2019).

Le label E+C- (Énergie positive et réduction carbone) valorise les bâtiments qui produisent plus d'énergie qu'ils n'en consomment et dont l'émission de carbone est faible. Il est basé sur deux critères principaux : l'optimisation de l'utilisation des énergies et le bilan carbone du bâtiment ("Labels et certifications," 2018). Il a été établi par l'Etat en réponse aux objectifs de la LTECV concernant l'exemplarité des bâtiments publics. « L'ensemble des maîtres d'ouvrage concernés sont invités à faire évaluer leurs projets de construction neuve selon ce référentiel » ("Exemplarité des bâtiments publics," 2019) afin de pouvoir « choisir la combinaison adéquate en fonction des spécificités du territoire, des typologies de bâtiments et des coûts induits ». Fruit d'une concertation d'un an et demi entre les organismes professionnels et les pouvoirs publics, il propose une nouvelle méthode de calcul et de nouveaux indicateurs et seuils pour évaluer la performance environnementale des bâtiments : « Bilan Bepos » et « Carbone ».

Le label prévoit quatre niveaux d'indicateurs « Bilan énergétique du bâtiment à énergie positive » : Energie 1 à 4. Suivant les spécificités et les typologies des différents bâtiments ainsi que leur usage, ces niveaux sont les suivants :

- Niveaux 1 et 2 : accessibles à partir d'un engagement dans une voie de bâtiment à énergie positive sans obligation de production d'énergie.
- Niveau 3 : impose une production d'énergie qui compense en partie les consommations des cinq postes réglementaires et autres usages
- Niveau 4 : Correspond à une compensation totale des consommations d'énergie et donc un bilan énergétique nul. (Arrêté du 10 avril 2017 relatif aux constructions à énergie positive et à haute performance environnementale sous maîtrise d'ouvrage de l'Etat, de ses établissements publics et des collectivités territoriales, 2017)

Pour le volet « Carbone », deux niveaux maximaux : Carbone 1 et 2 sont calculés sur une durée de vie de 50 ans. La combinaison de ces deux indicateurs permet d'obtenir huit niveaux.

Au niveau des collectivités, des labels leur sont attribués suivant leur engagement dans des démarches d'efficacité énergétique notamment pour les bâtiments. Nous en citons :

- **Le programme Cit'ergie**. C'est l'appellation française du label « European energy award »). Il est destiné aux collectivités qui se sont engagées à la mise en œuvre d'une politique climat – air – énergie et leur permet de la mettre en place indépendamment de la nature de la planification qu'elles ont choisies.
  Le programme évalue les actions entreprises par les collectivités dans la gestion et la réduction des consommations énergétiques, notamment celles liées à la réduction des consommations énergétiques des bâtiments et vise à les récompenser sur 4 ans de leur politique énergétique. Elles sont accompagnées par une soixantaine de conseillés accrédités par l'Ademe. Les actions entreprises par les collectivités et qui sont évaluées par le label varient de la simple connaissance du patrimoine à l'engagement pour le suivi et la réalisation d'un bilan régulier des consommations énergétiques surtout pour les actions qui dépassent les exigences réglementaires ("Mettre en place une comptabilité énergétique et des émissions de GES des bâtiments publics," n.d.). Le label a connu en 2020 l'engagement de 207 collectivités dont 135 établissements publics de coopération intercommunale (EPCI) (Ravaillault, 2020).

- **Les TEPCV (Territoires à énergie positive pour la croissance verte)** : il s'agit de territoires d'excellence qui se sont engagés « dans une démarche permettant d'atteindre l'équilibre entre la consommation et la production d'énergie à l'échelle locale ». Dans ce cadre, la collectivité s'engage à réduire les besoins en énergie de ses habitants, des constructions, des activités économiques, des transports, des loisirs (Rapport de la France - Directive européenne, 2017). Elle propose un programme global basé sur la sobriété énergétique, l'économie d'énergie et le développement des énergies renouvelables. 400 territoires en France ont obtenu cette labélisation et peuvent bénéficier d'un appui financier de l'Etat sous forme d'appel à projets (le premier a été lancé en 2014). Chaque territoire peut recevoir aussi 500 000 euros pour les actions entreprises (Les aides disponibles pour rénover les bâtiments publics non résidentiels, n.d.). L'énergie consommée par les bâtiments publics d'une municipalité européenne de 100.000 habitants peut lui coûter jusqu'à 1,5 millions d'euros. Une réduction de 10 % des consommations énergétiques est donc équivalente à 150.000 euros qui peuvent être investis.

1.3.3 Amélioration de la performance énergétique du patrimoine bâti public : Démarches et aides

Au niveau de la planification, les collectivités ont la responsabilité de gérer au niveau régional et d'animer au niveau intercommunal les actions visant la valorisation du potentiel énergétique du territoire et atteindre les objectifs de la transition énergétique (DGEC, 2017).

La feuille de route nationale pour la transition énergétique dans les bâtiments de l'État, signée début 2018 par la Directrice de l'immobilier de l'État, la Déléguée interministérielle au développement durable et le Directeur de l'habitat, de l'urbanisme et des paysages, a défini un cadre national d'actions et des mesures d'efficacité énergétique dans la gestion quotidienne du patrimoine immobilier de l'État. Elle a été élaborée à travers des ateliers thématiques regroupant des participants de la fonction immobilière de l'Etat et ce depuis 2016. Elle met l'Etat et les collectivités locales en première ligne pour la rénovation du parc immobilier public afin d'atteindre les objectifs du Plan Climat avec des réductions des consommations énergétiques et donc des coûts de fonctionnement accompagnées par une valorisation du patrimoine immobilier public. C'est un document qui a été diffusé aux ministères et aux préfets des régions afin de structurer les actions à entreprendre et qui se base sur trois axes (Conseil de l'immobilier de l'Etat, 2018):

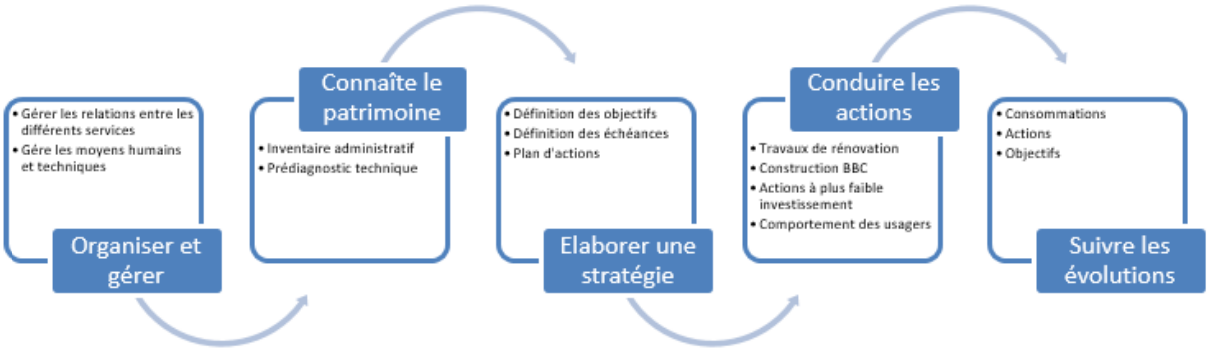
- La connaissance du parc et de ses enjeux énergétiques
- L'intégration du critère de performance environnementale dans la gestion du parc
- L'intégration de la transition énergétique dans les critères de gouvernance de l'immobilier de l'Etat.

Face à des exigences réglementaires de plus en plus ambitieuses, les gestionnaires du patrimoine immobilier public, en particulier les collectivités sont amenés à agir afin de dépasser les contraintes budgétaires et organisationnelles, et assurer l'amélioration de la performance énergétique de leurs bâtiments. Qu'il s'agit de petites, de moyennes ou de grandes collectivités, une démarche structurée est nécessaire afin d'établir un programme de gestion à moyen et long terme définissant les objectifs à atteindre, les enjeux à considérer et le budget à provisionner. Ceci doit être accompagné par une organisation des moyens humains et techniques et un programme d'actions cohérent et efficace. Pour cela les collectivités doivent être accompagnées techniquement et financièrement, ce qui est possible à travers différentes aides mises à leur disposition.

1.3.3 | a. Démarche de gestion énergétique

Avant d'entreprendre une démarche de gestion énergétique, il faut d'abord organiser les différents services et moyens disponibles. L'objectif est de pouvoir mobiliser efficacement les ressources humaines et techniques internes existantes et étudier la nécessité d'un accompagnement externe.

La gestion énergétique du patrimoine immobilier publique passe d'abord par la connaissance de ce patrimoine et de ses consommations avec une organisation des différents services et moyens humains concernés. Il s'agit de rassembler des données administratives qui concernent la situation du bâtiment (contrats, facture, surfaces, types d'activité etc.) et des données techniques qui regroupent les plans, les diagnostics techniques et les consommations d'énergie et de fluide. Ensuite, il faut définir une stratégie et un plan d'actions avec des objectifs à moyen et long termes qui tiennent compte de l'état du patrimoine et des ressources disponibles. Finalement, un suivi des actions entreprises s'impose afin de garantir les objectifs planifiés. (Bourgogne Bâtiment Durable, 2013)



Différents programmes d'aides peuvent accompagner les collectivités dans ces différentes étapes de gestion énergétique de leur patrimoine immobilier et dans l'amélioration de l'efficacité énergétique de leurs bâtiments publics. Ces aides peuvent se présenter sous la forme de soutien à l'ingénierie à travers des services, des connaissances ou des formations. Elles peuvent être aussi sous la forme d'outils d'aide à la décision ou encore des aides purement financières.

Nous parcourons dans ce qui suit les différentes étapes d'une démarche structurée pour la gestion énergétique du patrimoine bâti public en faisant référence à chaque étape aux différentes aides qui pourraient la soutenir.

Lors de cette démarche, les collectivités peuvent bénéficier d'un suivi technique de soutien à l'ingénierie sous la forme de Conseil en énergie Partagé. Il s'agit d'un service spécifique aux petites et moyennes collectivités qui consiste à partager les compétences en énergie d'un technicien spécialisé. Etant donné que la personne en charge de l'énergie n'a ni le temps ni le recul nécessaire pour gérer de façon globale l'énergie, le CEP, mis en place par l'ADEME permet aux collectivités n'ayant pas les ressources internes suffisantes de mettre en place une politique énergétique maîtrisée, d'agir concrètement sur leur patrimoine pour réaliser des économies (ADEME, 2010). Ceci à travers des conseils pour la réalisation des projets et la mise en place des dossiers techniques, administratifs et financiers. Le CEP se charge aussi de la formation et la sensibilisation des élus et des techniciens. La France compte 265 CEP dont 17 dans la région PACA (chiffres Avril 2016) (ADEME, 2010).

D'après l'enquête de l'Ademe sur les consommations énergétiques des communes en 2017 (ADEME, 2019) , pour un même nombre de bâtiments à gérer, le recours à un CEP permet des réductions de 70 à 80 Kwh par habitant en moyenne. Ainsi les communes disposant de CEP ont une consommation de 20 à 25 % moins que celles qui n'en disposent pas quel que soit la taille de la commune.

1.3.3 | b. Connaissance du parc immobilier et ses consommations

Vu la quantité importante des données qui concernent les bâtiments publics et leur hétérogénéité, cette première étape est importante afin de connaître les besoins du parc immobilier et pouvoir mettre en place une politique réussie de maitrise de l'énergie. Il s'agit d'abord de réaliser un inventaire des bâtiments publics, ensuite d'évaluer la consommation énergétique de ces bâtiments afin de définir la stratégie à suivre.

Inventaire des bâtiments publics :

Cela commence par une collecte des données administratives et techniques des différents bâtiments suivie par une centralisation de ces données. Les données administratives concernent la situation géographique, le type et nombre d'occupants, le type d'activités, les derniers travaux effectués, les obligations réglementaires, etc. ….

Les données techniques sont représentées par les différents plans des bâtiments en question, les diagnostics effectuées avec leurs dates, les données de consommation, les coûts d'exploitation, etc.

Un tel état des lieux va permettre de connaître les consommations des différents bâtiments et identifier les plus énergivores pour les cibler lors de l'établissement du plan d'actions.

Grâce à des outils d'aides à la décision, les collectivités peuvent mettre en place les stratégies à suivre et les objectifs à atteindre suivant la situation énergétique des bâtiments concernés :

Pré diagnostic énergétique :

Le pré diagnostic énergétique permet d'établir une première évaluation du parc immobilier et des possibilités d'économies d'énergie disponibles à partir des données collectées sur le site. Généralement effectué par le conseiller en énergie partagé, cette analyse va permettre de définir les actions à entreprendre en vue de réaliser des économies d'énergie soit à travers des interventions simples ou de grands investissements proposés au maitre d'ouvrage. C'est un bilan technique simplifié et une analyse qui permet d'hiérarchiser les actions à entreprendre et de mettre en place :

- Un programme des travaux à réaliser avec le niveau de performance global à atteindre
- Les exigences techniques à respecter
- Une estimation budgétaire
- Les aides financières qui peuvent être potentiellement sollicitées ("Aide à la décision," ALEC37)

Audit énergétique :

L'Audit de la consommation est une étape importante pour la connaissance de la situation énergétique des bâtiments publics. Afin de pouvoir établir les besoins en énergie, un audit rigoureux est nécessaire. Il est généralement

effectué préalablement à des missions d'ingénierie et des projets de rénovation afin de pouvoir définir les mesures d'optimisation.

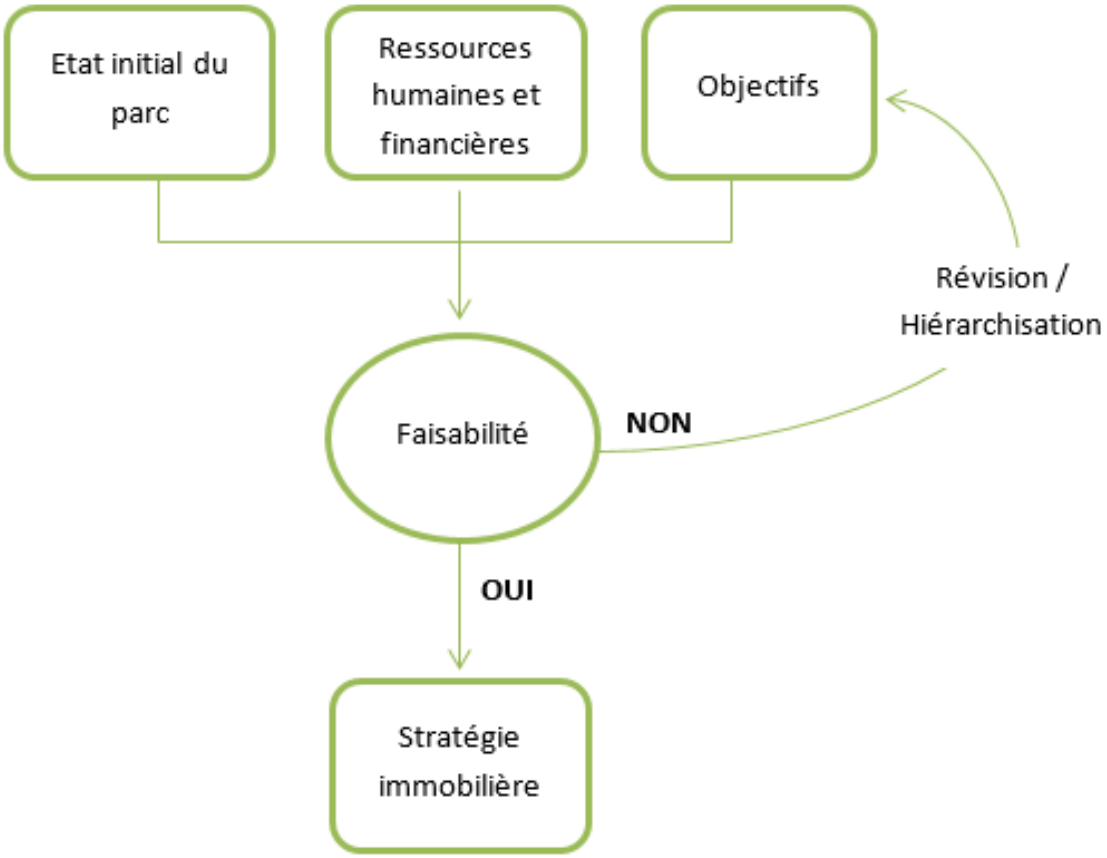
Contrairement au pré diagnostic, l'audit énergétique est plus complexe et détaillé, ce qui présente une base pour aider les maitres d'ouvrage à établir de façon détaillée l'ensemble des actions à entreprendre à moyen terme. Il est représenté par un bilan exhaustif des consommations réelles, des méthodes de calcul conventionnelles, et des investigations approfondies. Il fournit une des informations sur le système constructif et une fine analyse du bâti et son fonctionnement. Il permet aussi une définition des travaux à engager et un calendrier de mise en œuvre.

L'Ademe met à disposition des collectivités un cahier de charges pour la réalisation des audits énergétiques dans le cadre des dispositifs d'aide à la décision. (https://www.ademe.fr/audit-energetique-batiments)

1.3.3 c. Elaboration d'une stratégie de performance énergétique et conduite des actions

Une fois l'ensemble des bâtiments du patrimoine connus avec leurs différentes données techniques et administratives, il est temps de mettre en place une stratégie immobilière qui se base sur l'état initial du parc et les moyens humains et financiers à disposition. La stratégie immobilière permet de donner une vision d'ensemble du patrimoine immobilier à moyens et longs termes. Elle permet aussi d'étudier la possibilité d'atteindre les objectifs fixés avec leurs échéances et dresser la liste des actions à entreprendre suivant le besoin. Des objectifs qui doivent aller au-delà des spécifications réglementaires et qui peuvent intégrer d'autres enjeux comme la préservation du patrimoine, l'exemplarité, l'optimisation des surfaces, etc ...

Ainsi, il est possible de mettre en place un plan d'actions accompagné d'une constante révision et hiérarchisation de ces actions en vue d'atteindre les objectifs préalablement établis. Ceci dit, si ces objectifs et délais étaient trop ambitieux au regard des conditions initiales et moyens disponibles, ils devraient être revus.



La conduite des actions est ensuite possible dès lors que les priorités d'actions par bâtiment ont été établies. Ceci se traduit par un plan pluriannuel d'action. Ce dernier doit être ajusté régulièrement pour tenir compte de l'avancement réel des actions et s'adapter aux évolutions non prévues.

Dans le cadre de l'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments publics, plusieurs actions peuvent être menées suivant l'état des bâtiments, les ressources disponibles et le besoin. En général, ces travaux de rénovation concernent :

- Des grands travaux de rénovation énergétique portant sur l'entretien du bâti et son enveloppe (isolation) ou le renouvellement des systèmes (changement des équipements)
- Des actions dites à « gain rapide » qui présentent un fort retour sur investissement (contrôle, pilotage et régulation des systèmes de chauffage, modernisation des systèmes d'éclairage, etc.)
- Des opérations immobilières de réhabilitation lourde incluant d'autres volets que la rénovation énergétique (mise aux normes de sécurité et d'accessibilité, confort, etc.).
- Des actions sur l'utilisation du bâtiment par les occupants (sensibilisation, accompagnement au changement et formation). ("Rénovation énergétique,")

1.3.3 | d. Suivi des actions et des consommations

Entre 2012 et 2017, seulement 21 % des communes ont réalisé pour l'essentiel des actions liées à l'informatisation du suivi des consommations et des dépenses d'énergie (ADEME, 2019).

Pourtant dans le marché, il existe plusieurs outils de maîtrise des consommations énergétiques qui peuvent être exploités par les bâtiments publics tels que le carnet numérique du bâtiment, l'automatisation des collectes, la détection des sur consommations, etc.

Certains outils sont mis en ligne à disposition des collectivités permettant le suivi et la gestion des consommations énergétiques dans les bâtiments publics. A titre d'exemple, la banque territoires a lancé « Mon comparateur énergétique », un outil en ligne qui permet aux communes françaises de comparer leurs consommations énergétiques avec d'autres communes du même type. Le but derrière ce dispositif est de sensibiliser les collectivités aux enjeux de l'efficacité énergétique et de la rénovation thermique des bâtiments. ("« Mon Comparateur énergétique »," 2020).

En 2016, l'ATEE (Association technique énergie environnement) avec le soutien de l'ADEME a établi un guide des logiciels de gestion énergétique disponibles dans le marché (Guide des logiciels de gestion énergétique, 2016) .

En termes d'actualité, le gouvernement a annoncé en 2020 un plan prévoyant de cartographier la consommation des administrations publiques en matière d'énergie dans le but de gérer son énergie et mieux piloter le parc immobilier public. Ceci à travers un outil de suivi des consommations de gaz, d'électricité, d'eau, de fioul, de chauffage urbain qui fait appel à une startup.

Parmi les autres mesures annoncées figure l'interdiction d'acheter de nouveaux systèmes de chauffage au fioul, en vue d'y mettre totalement fin d'ici à 2029. ("Le gouvernement veut rendre les bâtiments publics plus écologiques," 2020).

Le diagnostic de performance énergétique

Il s'agit d'un outil de sensibilisation basé sur une méthode de calcul conventionnelle et simplifiée (3CL-DPE) qui concerne les postes de consommation de chauffage, refroidissement, production d'eau chaude sanitaire. Le DPE a surtout une vocation pédagogique. Il ne constitue donc pas un outil d'aide à la décision comme le pré diagnostic et l'audit énergétique.

Le DPE étant réglementé, il décrit le bâtiment, ses équipements et indique soit sa consommation réelle soit sa consommation estimée.

L'arrêté du 7 décembre 2007 relatif à l'affichage du diagnostic de performance énergétique dans les bâtiments publics en France métropolitaine fait objet d'obligation à l'affichage dans « le hall de l'établissement public » d'une « version lisible et en couleurs » du diagnostic de performance énergétique du bâtiment concerné. Cet arrêté concerne les bâtiments de plus de 1000 m^2, occupés par l'Etat, une collectivité territoriale ou un établissement public (propriétaire ou non du bâtiment), et accueillant un ERP de catégorie 1 à 4. Dans le cadre de l'arrêté, en plus de l'indentification et de la surface du bâtiment, c'est sa consommation réelle d'énergie qui doit être affichée et non une consommation conventionnelle calculée (ADEME, 2020)

La compagne « Display »

En 2003, l'association Energy-Cities (https://energy-cities.eu/fr/) a initié la campagne Display. C'est une campagne destinée à encourager les collectivités locales à afficher publiquement les performances énergétiques et environnementales de leurs bâtiments publics, en utilisant le modèle de l'étiquette des appareils électroménagers. Une

initiative qui a permis de réaliser des économies d'énergie et de montrer l'effet que peut avoir la comparaison et l'affichage des performances des bâtiments sur le changement des comportements (Bull et al., 2012).

Avec l'apparition du Diagnostic de performance énergétique (DPE) et la réglementation qui le régit, la campagne Display est devenu un outil de communication complémentaire et de sensibilisation qui met l'accent sur les campagnes de communication locales et propose une grande variété d'outils de communication. Actuellement, plus de 500 autorités locales de 32 pays font partie de ce projet qui constitue désormais un vaste réseau européen.

1.3.3 | e. Aides financières

Les collectivités dans leur démarche d'amélioration de la performance énergétique de leurs bâtiments publics peuvent bénéficier de différents financements mis à leur disposition, que ce soit pour de grands travaux de rénovations ou pour des actions de réduction des consommations :

- **Le Grand plan d'investissement (GPI) 2018 – 2022** qui vise à accompagner les collectivités dans leurs réformes structurelles visant l'accélération de la transition énergétique et la réduction de l'empreinte énergétiques des bâtiments publics. Ces initiatives sont financées avec un montant de 1,8 Md£ dont 1 Md£ sont consacrés au programme 348 de « rénovation des cités administratives et autres sites multi occupants » (Conseil de l'immobilier de l'Etat, 2018). Les collectivités territoriales recevront 3 milliards d'euros dont 2,5 milliards d'euros de prêts et d'avances de la Caisse des dépôts, pour rénover les bâtiments de leur parc (écoles, crèches, hôpitaux...) et 500 millions d'euros fournis par la dotation de soutien à l'investissement local (DSIL). » ("Plan de rénovation énergétique des bâtiments," 2017)
- L'Etat s'est aussi engagé à travers le **programme 384** de « **rénovation des cités administratives et autres sites multi occupants** » piloté par la direction de l'immobilier de l'Etat et institué par la loi de finance 2018. Ses objectifs concernent entre autre l'augmentation de la performance énergétique des bâtiments publics à travers des travaux de restructuration, de rénovation du parc immobilier publics mais aussi à travers la construction de nouveaux bâtiments. Le projet de loi de Finance pour 2019 a alloué à ce programme une somme de 900 millions d'euros.(Conseil de l'immobilier de l'Etat, 2018) (Gestion du patrimoine immobilier de l'état, 2019).
- 554 territoires labellisés « Territoires à énergie positive pour la croissance verte » (TEPCV) ont bénéficié du soutien du **fonds de financement de la transition énergétique** pour des montants de 500 000 à 2 millions d'euros par collectivité volontaire. Ce financement soutient des actions comme l'accélération de la rénovation des logements et des bâtiments publics. Les TEPCV ont ainsi effectué 5000 rénovations lourdes de logements (niveau BBC) et 1500 dans les bâtiments publics . ("Stratégie à long terme de la Francepour mobiliser les investissementsdansla rénovation du parc national de bâtiments à usage résidentiel et commercial, public et privé," n.d.)
- **Contrat de Plan État-Région 2015 – 2020** : il s'agit d'un accompagnement financier des collectivités dans leurs initiatives de management de l'énergie, de rénovation exemplaire de leur parc bâti public et de montée en compétences ainsi que les initiatives relatives à la mobilité durable. Ce projet est financé par l'Etat à travers l'ADEME et par les régions (Les aides disponibles pour rénover les bâtiments publics non résidentiels)
- La loi de transition énergétique pour la croissance verte (LTECV) a prévu des dispositions pour « valoriser les ressources des territoires ». Dans son titre V, elle donne l'opportunité aux communes d'avoir une part dans le capital d'une société anonyme qui a comme objet social la production d'énergies renouvelables.

Cependant, cette solution n'est encore pas très utilisée par les collectivités (Guillaume Duval and Madeleine Charru, 2018).

- Caisse des Dépôts et Consignation : elle contribue au financement de la construction, rénovation, reconstruction ou requalification des bâtiments publics et le développement de la performance énergétique.
- Programme ELENA : c'est un mécanisme européen d'assistance technique dont le but est d'aider financièrement les collectivités dans leurs programmes d'efficacité énergétique et leurs projets d'intégration des énergies renouvelables. C'est une initiative de la banque européenne d'investissement et de la Commission européenne dans le cadre du programme Horizon 2020. (Les aides disponibles pour rénover les bâtiments publics non résidentiels, n.d.)
- La dotation d'équipement des territoires ruraux (DETR) est une dotation financée par l'Etat et qui propose des aides pour la réalisation de travaux dans les bâtiments publics afin de réduire les consommations énergétiques à travers des travaux de rénovation ou de renforcement d'autonomie énergétique.
- Les fonds régional d'Excellence Environnementale (FREE) qui sont des fonds dédiés à l'optimisation des consommations énergétiques et le développement des énergies renouvelables. Ils tournent autour de trois axes : la maîtrise des consommations, le soutien aux éco-industries et éco-activités et les actions d'accompagnement.

D'autres mécanismes de financement indirect existent pour accompagner financièrement les collectivités dans l'amélioration de la performance énergétique de leurs bâtiments publics. Nous en citons : le certificat d'économie d'énergie (CEE), le contrat de performance énergétique (CPE) et le tiers investissement :

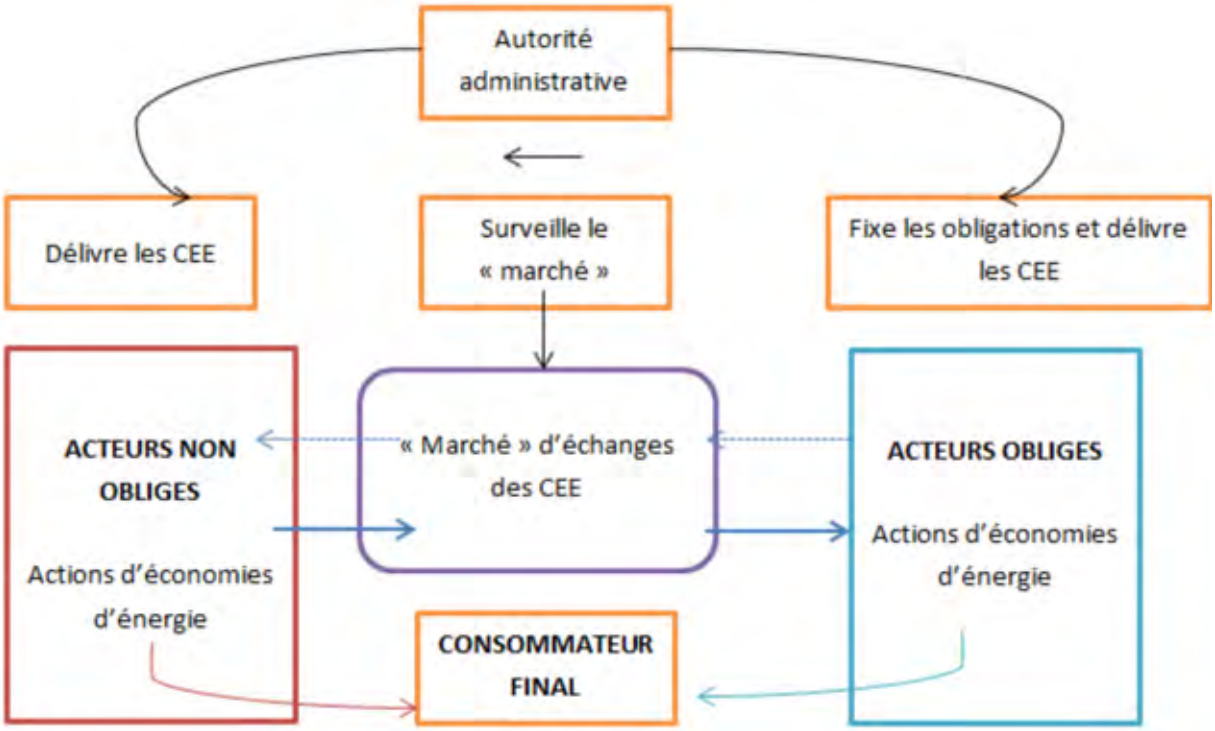
Certificats d'économie d'énergie (CEE)

Le certificat d'économie d'énergie (CEE) (https://www.ecologie.gouv.fr/dispositif-des-certificats-deconomies-denergie) a été créé en 2005 et est régi par les articles L.221-1 et suivants du Code de l'énergie. C'est un dispositif essentiel de la politique adoptée par la France pour la maitrise de la demande énergétique. Il repose sur une obligation triennale de réalisation d'économies d'énergie imposée par les pouvoirs publics aux vendeurs d'énergie appelés « obligés ». Il s'agit là des fournisseurs d'électricité, gaz, chaleur et froid ainsi que des distributeurs de fioul domestique qui sont incités à promouvoir l'efficacité énergétique auprès des ménages, des collectivités territoriales, des professionnels, … . Pour cela ils peuvent suivre l'une des méthodes suivantes :

- Inciter les clients consommateurs à investir dans des équipements économes en énergie et obtenir en échange des CEE.
- Faire un appel au marché et acheter des CEE
- Investir dans des programmes éligibles CEE et obtenir en échange CEE.

Les CEE sont attribués par les services du ministère chargé de l'énergie aux acteurs éligibles mais aussi aux collectivités territoriales qui ont pu réaliser des opérations d'économies d'énergie respectant certains critères fixés par arrêtés. Les CEE représentent donc une source de financement intéressante qui permet de diminuer les coûts des travaux d'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments communaux à travers un versement à posteriori d'une « éco – prime » valorisant ces travaux donnant droit à des CEE. (ADEME, 2015) ("Principes de fonctionnement du dispositif CEE," 2019)

Le schéma ci-dessous résume le dispositif administratif suivant lequel sont organisés les contrats d'économie d'énergie :



Plusieurs programmes visant l'amélioration de la performance énergétique des bâtiments publics sont éligibles aux CEE, comme le programme ACTEE au service des collectivités. Il a été lancé en 2019 par la FNCRR porteur principal du programme. Il vise à « faciliter le développement des projets d'efficacité énergétique et de substitution d'énergies fossiles, par des systèmes énergétiques pour les bâtiments publics en France métropolitaine ». EDF étant l'obligé du dispositif CEE, se charge du financement d'un budget de 12.5 millions d'euros. ("CEE," 2019) ("Lancement du programme de CEE au service des collectivités," 2019)

En termes de chiffres, les CEE ont engendré des économies d'énergie de 13,1 MTep entre 2006 et 2020 (Rapport de la France - Directive européenne, 2017) en plus de leur impact important sur les décisions des communes en matière d'efficacité énergétique :

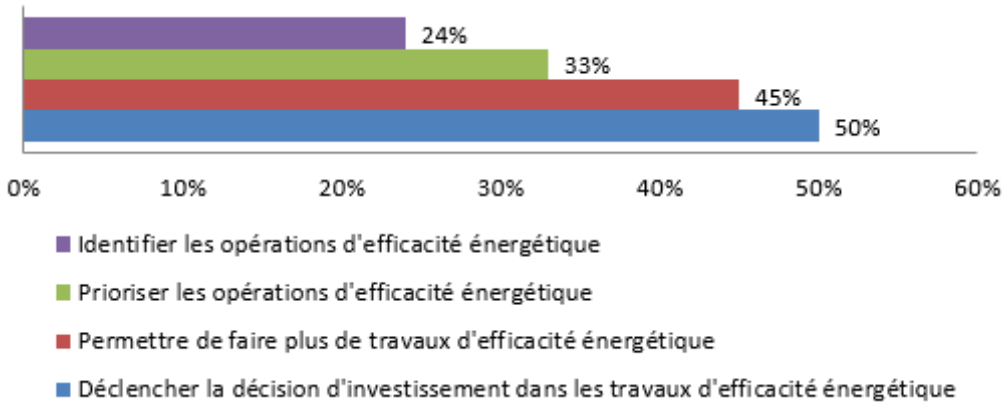


Figure 9 - Impact des CEE sur les initiatives d'efficacité énergétique - Source : (ADEME, 2019)

Cependant, vu le caractère réglementaire rigide dans lequel évolue ce dispositif, il est perçu comme complexe par les collectivités. Les économies d'énergies réalisées sont comptabilisées de manière rigide, ce qui rend la procédure administrative compliquée et augmente les contraintes de comptabilité publique. Certains guides et publications peuvent aider les collectivités à dépasser ces blocages. Nous en citons ici le BAO CEE AMORCE réalisé en partenariat avec l'ADEME qui a « vocation à accompagner les collectivités dans leur démarche en mettant à disposition les documents utiles pour valoriser les CEE à travers des documents prêts à l'emploi et des exemples de documents de collectivités » et « CEE: 50 questions pratiques pour les collectivités » qui donne des éléments de réponses qui faciliteront l'utilisation de ce dispositif dans le cas des collectivités.

Ci-dessous quelques programmes CEE visant l'amélioration de la performance énergétique des bâtiments publics :

- Le Concours CUBE2020, organisé par l'Institut Français pour la Performance Energétique du Bâtiment (IFPEB) qui vise des économies d'énergie à travers des actions d'optimisation technique et d'amélioration des usages qui ne nécessitent pas un très grand investissement. En 2019, cinq bâtiments de l'Etat et de ses opérateurs ont pu atteindre des réductions de 25% de leurs consommations énergétiques dans le cadre de cet appel à projet. Des collectivités ayant participé à ce concours ont lancé le CUBE.S, un programme qui vise les établissements scolaires et les met en compétition à travers des actions de réduction des consommations énergétiques (https://www.cube-s.org/).
- Le programme ACTEE : c'est un programme issu de la fusion de deux programmes: ACTEE, porté par la FNCCR et BATERCOM, porté par EDF qui portait sur le remplacement des chaudières au fioul dans les collectivités territoriales. Son objectif : faciliter la mise en place des dispositifs d'efficacité énergétiques dans les bâtiments publics et adresser les enjeux de la rénovation. Pour cela, le programme vise d'abord la diffusion de la connaissance à travers la production d'outils d'accompagnement pour les collectivités : formation, guides, documents-types. Il se base aussi sur des projets d'efficacité énergétiques mobilisant des actions dont l'effet sera évalué à court terme.

Contrats de performance énergétique (CPE)

Les contrats de performance représentent de leur part l'une des nouvelles formes contractuelles établies par l'union européenne afin de promouvoir l'efficacité énergétique dans le bâtiment. C'est un «contrat conclu entre un pouvoir adjudicateur et une société de services d'efficacité énergétique visant à garantir, par rapport à une situation de référence contractuelle, l'amélioration de la performance énergétique d'un bâtiment ou d'un parc de bâtiments, vérifiée et mesurée dans la durée, par un investissement dans des travaux, fournitures ou services » . Ainsi sont apparues de plus en plus d'Entreprises de Services Energétiques qui s'engagent pour une durée bien déterminée à réaliser un niveau de performance énergétique à travers des travaux, des services ou des fournitures (Imbs and Biard, 2013). Un CPE contient donc nécessairement les quatre éléments constitutifs suivants :

- **L'objet** : il s'agit ici dans la plupart des cas de l'augmentation de la performance énergétique du bâtiment à travers une diminution des consommations énergétiques qui peut être accompagnée accessoirement par une amélioration du niveau de service. Tout ceci par rapport à un niveau de référence qui doit être contractualisée et qui décrit le niveau de performance énergétique du bâtiment au moment de l'établissement du contrat.
- **L'investissement** : tout CPE fait l'objet d'un investissement matériel ou immatériel dans les travaux d'amélioration de la performance énergétique. L'investissement est porté par le pouvoir adjudicateur si le CPE s'inscrit dans le champ du Code des marchés publics.
- **La garantie de performance énergétique** : L'objectif des garanties de performance est de garantir un niveau de consommations faible des nouveaux bâtiments ou ceux en rénovation. On distingue de types de garanties de performance (Latortue et al., 2018). La garantie de performance énergétique intrinsèque (GPEI) : elle assure que les performances intrinsèques au bâtiment seront supérieures à celles imposées par la réglementation thermique. On la retrouve dans la phase de conception et lors des travaux de construction. L'étude prend en considération des scénarios d'usage plus développés que ceux de la

réglementation thermique pour des résultats adaptés au client. Cependant, le contrôle avant la livraison du bâtiment ne se base pas sur les consommations réelles mais sur la vérification du dossier, des calculs, des matériaux et équipements utilisés. La garantie de résultats énergétiques (GRE) : contrairement au premier type, cette garantie s'étale sur une durée plus longue et inclut une période de l'exploitation du bâtiment. Elle se base sur un niveau maximal de consommations réelles mesurées ou sur un taux de réduction établi par rapport à un niveau de référence fixé avant l'établissement du contrat. La garantie assure aussi un niveau de confort et aide à maintenir la performance énergétique dans les bâtiments concernés.

- **La mesure de la performance énergétique** : des mesures et vérifications régulières pendant la durée du contrat sont essentiels pour l'atteinte de l'objectif de la performance énergétique.

Au niveau du secteur public, les CPE peuvent être conclus sous la forme d'un contrat de partenariat de performance énergétique (« CPPE ») ou sous forme de marchés publics de performance énergétique (« MPPE ») en application du Code des marchés publics.

Plusieurs collectivités ont déjà eu recours à des Contrats de performance énergétique (CPE) sous forme de marchés publics à financement privé (de type PPP) ou en marché public « classique » (CREM ou REM), un outil mis en place par la loi « Grenelle I » en 2009. Les économies d'énergie réalisées servent à rembourser tout ou partie des coûts d'investissement. Selon l'Observatoire des CPE (contrat de performance énergétique) créé par l'ADEME et le Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB), le recours à cet outil est en croissance tant dans le public que dans le privé, entreprises et logement collectif. (Guillaume Duval and Madeleine Charru, 2018).

Le tiers investissement

Il s'agit d'un dispositif qui permet aux collectivités de financer les travaux de rénovation de leur parc immobilier par un tiers qui est rémunéré à travers un « loyer » défini sur une durée contractuelle et adossé au bien. Il correspond aux économies d'énergie obtenues suite aux travaux et dont bénéficie ensuite la collectivité.

Pour un maître d'ouvrage public, le tiers-investissement peut être actionné de deux manières :

- Via un contrat de partenariat public privé,
- Via une Société publique locale (SPL), comme la SPL OSER en Rhône-Alpes, qui se substitue au maître d'ouvrage par un mécanisme de bail emphytéotique administratif.

Dans les deux cas, le CPE a l'avantage de fiabiliser les économies d'énergie, et donc à crédibiliser le projet. ("Tiers-investissement ou tiers-financement," 2020)

Les avantages du tiers investissement sont les suivants :

- Lisser les dépenses de la collectivité dans le temps
- Simplifier les procédures de passation des marchés publics
- Reporter les risques sur le tiers financier

L'Intracting

Pour accélérer davantage la rénovation énergétique des bâtiments publics, la **Fédération nationale des collectivités concédantes et régies (FNCCR)** et **la Banque des territoires** ont lancé en novembre 2018 le programme « **Territoire d'énergie** » pour la période 2018 à 2020. Ce programme propose des dispositifs pour le financement des opérations d'efficacité énergétique. Parmi ces dispositifs, l'Intracting : un dispositif financier qui consiste à réaliser des travaux de performance énergétique générant des économies d'énergie avec un retour sur investissement inférieur à 10 ans. Il s'agit d'une solution innovante et relativement facile à mettre en œuvre. S'adressant à tous

les gestionnaires de patrimoines publics, elle a déjà été appliquée dans les universités en France. Ce dispositif met l'accent sur les travaux permettant des économies à court terme, essentiellement sur des équipements et leur optimisation (chauffage, eau chaude, ventilation, éclairage ou régulation, ...)(Aides Territoires, n.d.). Ce dispositif consiste en la création d'un « fonds » dans la comptabilité analytique qui va être alloué aux travaux de performance énergétique d'un patrimoine immobilier. Les crédits de fonctionnement non dépensés, c'est-à-dire les économies réalisées suite et grâce aux actions engagées, vont ensuite être transformés en crédits d'investissement ("L'intracting," n.d.).

Appels à projet

Différents des marchés publics, les appels à projets offrent une concurrence moins contraignante en termes de critères et de délais et valorisent l'initiative. Ils fixent des objectifs à atteindre mais laissent aux opérateurs l'initiative du contenu et de la démarche. Dans le cadre du développement de la performance énergétique dans les bâtiments publics, plusieurs appels à projet existent visant la réduction des consommations énergétiques ou des travaux de rénovation. Nous en citons quelques-uns pour l'année 2020 :

- L'appel à projets Sequoia (soutien aux élus (locaux) : qualitatif, organisé, intelligent et ambitieux) s'adresse aux collectivités souhaitant s'engager dans le développement de la performance énergétique de leur parc immobilier. Il apporte un support financier pour des travaux et des mesures visant la réduction des consommations énergétiques des collectivités. Cet appel à projet a été lancé par la fédération nationale des collectivités concédantes et régies (FNCCR) et s'inscrit dans le cadre du programme ACTEE 2 (Action des collectivités territoriales pour l'efficacité énergétique) dont l'objectif est de soutenir les collectivités dans leurs projets de transition énergétique. Il s'adresse aux collectivités territoriales, les établissements publics locaux, les syndicats d'énergie et les partenaires publics locaux des collectivités
- L'appel à projets pour le financement des travaux « à gains rapides » auprès des bâtiments de l'État lancé par la direction de l'immobilier de l'Etat dans le cadre du Grand plan d'investissement et qui avait financé 39 projets de rénovation des cités administratives pour un montant d'un milliard d'euros en 2018. L'édition 2020 a débuté en Février avec une enveloppe de 20M d'euros pour des travaux présentant un temps de retour sur investissement rapide grâce aux économies d'énergie. Les projets retenus doivent, à travers des travaux simples (isolation, amélioration de l'exploitation du bâtiment, remplacement ou optimisation d'équipements techniques, éclairage, recours aux EnR, dispositifs de contrôle et de régulation ...) réaliser des économies d'énergie avec un temps de retour sur investissement entre 1 et 5 ans en priorité ("Un appel à projets « financement d'actions d'économies d'énergie à gains rapides » pour l'État," 2020)

1.3.4 Freins et obstacles aux actions de performance énergétiques dans les bâtiments publics

1.3.4 | a. Constat

A travers la réalisation du présent document et les recherches bibliographiques qui concernaient :

- Le cadre réglementaire régissant la maitrise de l'énergie dans les bâtiments publics
- La démarche de gestion énergétique du parc immobilier public
- Les dispositifs d'aides pour les collectivités afin de promouvoir l'efficacité énergétique de leurs bâtiments publics,

Nous avons établi le constat que ce type d'informations doit être recherché dans différentes ressources bibliographiques et nécessite une organisation et une continuelle vérification et mise à jour. Ainsi, en l'absence d'un guide général qui représente une référence pour les décideurs, cette tâche s'avère fastidieuse et nécessite du temps pour être réalisée, ce qui représente une charge supplémentaire pour la personne responsable des missions d'énergie. Certains guides ont été publiés par certaines collectivités ou régions afin de donner des éléments de réponses quant à la gestion du patrimoine immobilier en question, toutefois ils demeurent insuffisants et nécessitent une généralisation. Ce constat a été relevé aussi dans d'autres travaux qui investiguaient les outils d'amélioration de la performance énergétique des bâtiments publics (Demarcq, 2020).

Comme l'objectif de ce travail était aussi de rechercher les freins qui pourraient bloquer l'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments publics surtout avec les consommations importantes dont ces derniers sont responsables dans les collectivités, nous avons trouvé peu de documents qui se sont intéressés à ce volet en particulier.

Nous avons donc essayé de ressortir à travers ce travail bibliographique les différents freins qui seraient responsables de la situation énergétique actuelle des bâtiments publics. Ces mêmes points ont fait objet d'un questionnaire qui a été diffusé auprès d'élus et agents de collectivités françaises afin de quantifier l'impact de chaque frein et déterminer les éventuelles mesures à mettre en place afin de les dépasser.

1.3.4 | b. Liste des freins relevés

Les objectifs d'amélioration de la performance énergétiques dans les bâtiments publics, malgré tous les investissements engagés et les aides mises à disposition rencontrent plusieurs que nous avons essayé à travers le présent document de les identifier. L'état de l'art préalablement réalisé, nous a permis de déterminer au travers des différentes étapes de gestion des consommations énergétiques et d'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments publics les points de blocages qui peuvent représenter par la suite des freins dans ce genre de travaux. Ces freins peuvent être classés comme suit :

Freins techniques	• Manque de connaissances techniques et de compétences par rapport à la démarche de gestion • Manque de connaissance du parc immobilier et ses besoins. Cette connaissance de la situation énergétique (état de l'isolation, de la structure, niveau de consommation de fluides...) varie suivant les ministères occupants et l'intérêt des utilisateurs ou des gestionnaires immobiliers concernés. Ceci représente un frein pour la prise de décision en ce qui concerne les investissements à engager par l'Etat pour la réduction des consommations énergétiques (Lourdin, 2010). • Manque de moyens humains par rapport aux ambitions des élus sur les problématiques énergétiques • Perte d'informations sur les projets déjà étudiés lorsqu'il y a un renouvellement des mandats des élus et techniciens • Pertes et manque de compétences de maitrise d'ouvrage au sein de l'Etat constatés à plusieurs reprises. Ce qui engendre des risques dans les différentes opérations immobilières et en particulier la traduction des objectifs du développement durable dans le cas des bâtiments publics.
Freins économiques	• Difficulté de percevoir les gains à réaliser suite aux investissements en EE • Manque de moyens financiers surtout pour les travaux de rénovation en particulier pour le tertiaire. Dans un contexte de forte pression budgétaire sur les collectivités locales, il est à redouter en revanche que celles-ci aient des difficultés à financer un tel effort sur leur propre parc, malgré l'aide que l'État s'engage à leur apporter. (Guillaume Duval and Madeleine Charru, 2018). Ces difficultés posent plus généralement la question de la stabilité et de la prévisibilité des financements nationaux destinés à la transition énergétique dans un contexte général où une forte priorité politique est accordée à la baisse des dépenses publiques (Guillaume Duval and Madeleine Charru, 2018)
Freins de structuration et de gestion	• Hétérogénéité des caractéristiques et différentes fonctions des bâtiments du parc. S'ajoute à cela le problème de la variation des occupants et de la séparation entre le propriétaire et l'occupant. Ceci cause des blocages qui accompagnent les opérations immobilières de l'Etat, de la conception, à la réalisation, en passant par l'entretien • Problème de structuration et d'attribution de responsabilités. Une « dilution » des responsabilités est remarquée en ce qui concerne l'application de la politique de Grenelle sur le parc immobilier public. Le ministère du budget, chargé du domaine, juge que cela relève des obligations du ministère de l'écologie alors que celui-ci n'a pas été chargé de façon officielle d'une telle mission. • Éclatement des informations sur l'énergie dans les différents services • Longueur et complexité des temps d'instruction auprès des organismes publics • Séparation des budgets investissement et fonctionnement dans les collectivités • Manque de temps des élus

1.3.5 Au-delà de la réglementation : L'exemplarité des bâtiments publics, moteur de la promotion de l'efficacité énergétique

Une bonne gestion énergétique du parc immobilier public permet de réduire les consommations des collectivités et améliorer la performance énergétique de ses bâtiments. Mais l'atteinte des objectifs réglementaires et la réalisation d'économies ne sont pas les seuls avantages à tirer d'une bonne stratégie énergétique dans les bâtiments publics.

De par leur caractère institutionnel, la promotion de l'efficacité énergétique dans les bâtiments de l'Etat représente un levier qui permet de guider le marché vers plus de produits et de services visant l'efficacité énergétique.

Conscient de l'importance de ce volet, le cadre réglementaire l'a encouragé dans certains de ses textes. Le Plan Climat insiste sur l'importance de l'exemplarité des bâtiments publics au niveau de la rénovation énergétique. La loi de la transition énergétique quant à elle vise à développer les bâtiments publics pour qu'ils deviennent des bâtiments exemplaires. A travers l'article 8, elle prévoit que « toutes les nouvelles constructions sous maîtrise d'ouvrage de l'État, de ses établissements publics ou des collectivités territoriales doivent faire preuve d'exemplarité énergétique et environnementale et sont, chaque fois que possible, à énergie positive et à haute performance environnementale. ».

Dans le cadre de l'arrêté du 10 Avril 2017 relatif à l'exemplarité des bâtiments publics, les constructions neuves sous maîtrise d'ouvrage de l'État, de ses établissements publics et des collectivités territoriales doivent faire preuve d'exemplarité et respecter les trois exigences suivantes :

- **Être à énergie positive**, c'est-à-dire au moins conformes au niveau de performance « énergie 3 » défini dans le référentiel E+C- (énergie positive et réduction carbone).
- **Être à haute performance environnementale**, c'est-à-dire au niveau « carbone 1 » ou « carbone 2 » de ce même label.
- **Remplir au moins deux conditions** parmi les trois suivantes :
    - valorisation de plus de la moitié des déchets de chantier
    - diagnostic technique des installations de ventilation et étiquetage A+ des produits et matériaux de construction, revêtements de mur ou de sol, peintures et vernis
    - utilisation de matériaux biosourcés correspondant au premier niveau du label «bâtiment biosourcé».

Comme le volet « utilisation des matériaux biosourcés » représente un des critères de l'exemplarité des bâtiments publics, nous lui consacrerons le paragraphe suivant. Nous nous pencherons ensuite vers des exemples de projets exemplaires dans les bâtiments publics en France.

Utilisation des matériaux biosourcés dans les bâtiments publics

La production de produits dits principaux génère des matières secondaires appelées, coproduits, sous-produits, résidus. Compte tenu de la diversité des sources et des usages de la biomasse, des matières secondaires très variées sont générés tout au long des étapes d'exploitation, de récolte, de collecte, de transformation ou encore d'utilisation de celle-ci. Plusieurs filières ont su identifier des débouchés pour ces matières.

Pour les matériaux de construction ce sont les sous-produits forestiers et agricoles qui sont exploités.

En effet, la nouvelle tendance accrue dans le domaine de la construction œuvre vers une conversion des pratiques constructives tout en proposant des matériaux innovants qui sont susceptibles de respecter les nouvelles exigences des utilisateurs et de la législation. Il s'agit du concept d'éco matériaux. L'éco matériau est un matériau qui doit répondre aux critères de l'éco-conception c'est à dire limiter les impacts environnementaux durant tout son cycle de vie, respecter les conditions de confort des utilisateurs et éviter les dangers sanitaires tant pendant la phase en œuvre que l'utilisation (Magniont, 2010) . Ces matériaux biosourcés présentent en général des avantages très convaincants, ils sont disponibles localement et sont à faible énergie grise. Leur empreinte carbone est faible vu leur capacité à le stocker.

Ce sont en plus de leur très bon comportement hygrothermique (gestion de l'humidité intérieure) de très bons isolants. Les matériaux biosourcés se divisent en trois grands groupes selon leurs sources :

- Les matériaux d'origine végétale : le bois, le chanvre, le lin, le miscanthus et les céréales.
- Les matériaux d'origine animale : la laine de mouton, les plumes des oiseaux.
- Les matériaux générés de recyclage : la ouate de cellulose, le coton recyclé.
- L'usage du bois par exemple est varié allant de la structure porteuse à l'enveloppe et aux panneaux isolants.

L'utilisation du chanvre dans les matériaux de construction a aussi fait sa démonstration avec le fameux béton de chanvre qui est devenu un matériau à grande utilisation vu ses véritables caractéristiques : bioclimatiques (performance hygrothermique), environnementales (acteur de transition énergétique) et acoustiques (fort coefficient d'absorption acoustique).

Le bois présente aussi plusieurs qualités : « Du point de vue environnemental, le bois est le matériau de construction qui consomme le moins d'énergie grise. Il est, de plus, jusqu'à 12 fois plus isolant que le béton et permet ainsi

de réduire les consommations énergétiques liées au chauffage l'hiver et d'améliorer substantiellement le confort d'été. Enfin, le bois matériau constitue un stock de carbone sur le long terme qui possède, en fin de vie, diverses voies de valorisation » (Batiweb.com, 2020). Pourtant, actuellement l'usage du bois en construction représente seulement 6 % dans les bâtiments construits en 2018.

Sur le plan réglementaire, d'ici 2022, 50 % des nouveaux bâtiments construits dans le périmètre des grands projets d'aménagement pilotés par le ministère du Logement devront intégrer du bois ou des matériaux biosourcés (d'origine animale ou végétale comme la paille ou le chanvre). L'objectif est de promouvoir l'exemplarité des bâtiments publics et soutenir le développement des filières de production de matériaux biosourcés. «Nous avons pris cet engagement pour les Jeux olympiques (de 2024 qui se déroulent à Paris, NDLR). Il n'y a pas de raison que ce qui est possible pour les Jeux olympiques ne le soit pas pour les constructions habituelles», explique Julien Denormandie (ministre de la ville et du logement).

Selon l'(Arrêté du 10 avril 2017 relatif aux constructions à énergie positive et à haute performance environnementale sous maîtrise d'ouvrage de l'Etat, de ses établissements publics et des collectivités territoriales, n.d.), ces derniers doivent répondre à un niveau d'émissions de GES (Eges) et un niveau d'émissions de l'ensemble des produits de construction (Eges PCE) inférieurs respectivement aux niveaux définis par les ministères chargés de la construction et de l'énergie dans le document « Référentiel "Energie-Carbone" pour les bâtiments neufs ». Ils doivent aussi satisfaire l'une des conditions suivantes :

- « La quantité de déchets de chantier valorisés pour sa construction, hors déchets de terrassement, est supérieure, en masse, à 50 % de la masse totale des déchets générés ».
- « Les produits et matériaux de construction, revêtements de mur ou de sol, peintures et vernis, sont étiquetés A+, au sens de l'arrêté du 19 avril 2011. »
- « La construction comprend un taux minimal de matériaux biosourcés correspondant au « 1er niveau » du label « bâtiment biosourcé » au sens de l'arrêté du 19 décembre 2012»

La loi Elan de 2018 impose aussi que les bâtiments publics répondent, en termes de rénovation ou de construction, aux exigences de lutte contre les émissions de gaz à effet de serre et intègrent des matériaux issus de ressources renouvelables. Les acheteurs publics sont incités, dans le cadre de la commande publique, à intégrer le critère de performance environnementale des produits utilisés et leur caractère biosourcé dans les marchés publics (Equipe WEBLEX, 2018).

Une construction plus respectueuse de l'environnement en France passerait par un recours de plus en plus important aux matériaux biosourcés voire obligatoire. La France dispose des ressources naturelles (4ème forêt d'Europe, 2ème pays producteur de chanvre dans le monde, 1er pays producteur de Lin fibres, 1er producteur de paille de céréales en Europe…), mais aussi des entreprises de transformation (plus de 2500) et de construction (près de 2000)pour atteindre cet objectif . Mais ceci doit être accompagné d'un changement de la façon de concevoir, de construire et d'exploiter les bâtiments avec une vision globale prenant en considération leur cycle de vie. Le cadre réglementaire doit aussi prendre en compte l'importance des solutions biosourcées. (Les filières des isolants biosourcés, n.d.) . Certains textes et réglementations en cours d'élaboration vont dans ce sens, notamment la réglementation environnementale RE 2020 qui doit rentrer en vigueur l'été 2021.

Projets bâtiments publics exemplaires en France

La circulaire du 28 septembre 2005 relative au rôle exemplaire de l'État en matière d'économies d'énergie a initié le processus « administration exemplaire ». Un processus qui s'est développé pour devenir la circulaire « Etat exemplaire » annoncée par le Premier ministre le 3 décembre 2008 qui fixe des objectifs plus larges en matière d'éco-socioresponsabilité relativement à l'exemplarité de l'État au regard du développement durable dans le fonctionnement de ses services et de ses établissements publics. D'autres circulaires sont venues ensuite définir la feuille de route annuelle à suivre par les services de l'État (administration centrale et services déconcentrés), notamment en fixant les objectifs à remplir et des indicateurs associés pour mesurer les progrès des services.

Avec l'instruction du Premier ministre du 17 février 2015, relative au plan d'action interministériel « administration exemplaire » pour l'environnement 2015-2020, ce processus a évolué pour se focaliser sur 4 priorités : Economies d'énergie, Mobilité durable, Economies de ressource et réduction des déchets et Préservation de la biodiversité. Ainsi, le dispositif interministériel « Administration exemplaire » vise à assurer la transition énergétique et écologique du fonctionnement de l'État et comporte notamment un axe relatif aux économies d'énergie. Les ministères ainsi que les établissements publics et les opérateurs de l'Etat de plus de 250 agents ont l'obligation de se doter d'un plan administration exemplaire propre dans lequel sont déclinées les priorités définies dans l'instruction. Un dispositif de « reporting » a été mis en place pour suivre la réalisation des objectifs du plan. Un indicateur est notamment prévu pour connaître la consommation d'énergie pour améliorer la performance énergétique des bâtiments. ("Le plan ministériel « ADMINISTRATION EXEMPLAIRE » DU MEDDE / MLETR 2015-2020," 2015)

Nous présentons dans ce qui suit des exemples de travaux exemplaires réalisés sur des bâtiments publics en France :

- Pays Midi-Quercy : Suivi énergétique par un CEP : Le Pays Midi-Quercy a recruté deux conseillers en énergie partagé. Ces deux personnes s'occupent notamment du suivi des consommations énergétiques du patrimoine des communes et de l'intercommunalité adhérentes à ce service.
- Aizneay : Partenariat avec le SyDEV pour la gestion énergétique : La ville d'Aizenay (85) a réalisé en partenariat avec le SyDEV (syndicat départemental d'énergie de la Vendée) des études d'économie d'énergie qui ont abouti à la mise en place de solutions : Gestion Technique des Bâtiments (GTC), installation de minuterie, de détecteurs de présences dans les complexes sportifs…
- Bourg-lès-Valence : Convention avec le syndicat départemental d'énergie : Bourg-lès-Valence a signé fin 2011 une convention de 5 ans avec le syndicat d'énergie de la Drôme Énergie concernant le patrimoine bâti : connaissance du patrimoine, gestion et entretien, amélioration du patrimoine, projets neufs. Les techniciens du syndicat ont effectué un diagnostic approfondi sur 12 bâtiments, incluant la pose de sondes de températures, qui a donné lieu à des réglages et des travaux.
- La Rochelle : Maîtrise et exploitation annuelles des consommations énergétiques du patrimoine : Les consommations de tous les bâtiments de la Ville sont suivies mensuellement par une technicienne de la cellule énergie grâce au logiciel Énergie Territoria. Les 5 plus gros consommateurs en contrat avec le fournisseur d'électricité bénéficient d'un télésuivi en temps réel. 70 bâtiments sont en gestion directe par télégestion pour le chauffage par la cellule énergie grâce à 2 PC de supervision. Les services sont informés annuellement de leurs consommations de fluides et énergies.
- Ville et Agglomération de Châtellerault : Le suivi des consommations grâce à la Gestion Technique des Bâtiments : La Ville et l'agglomération expérimentent pour leurs sites les plus importants la mise en place d'objectifs de consommation en kWh et en m3. Cette approche budgétaire est adossée à la mise en place d'une GTB (Gestion Technique des Bâtiments) sur une dizaine de sites, permettant de produire des courbes de consommation.
- Bordeaux : Suivi des consommations en temps réel : La Ville connaît et suit ses consommations en temps réel, grâce au logiciel IDBAT utilisé depuis 1988 et des relevés sont effectués mensuellement par deux agents délégués à cette fonction. Les résultats se font sentir avec une consommation d'énergie en baisse de 21 % depuis 2008.
- Grand Angoulême : Contrôle des consommations, suivi et programme de rénovation : L'énergéticien suit la consommation énergie et d'eau (hors carburants) depuis 2007, via un logiciel dédié sur facture à réception (tous les mois), de tous les bâtiments occupés par la Communauté d'Agglomération, ainsi que des STEP. Le suivi énergétique est présenté annuellement dans les commissions support. Les principaux consommateurs ont fait l'objet d'un audit énergétique, qui a permis d'identifier les travaux de rénovation à engager.

1.3.6 | Conclusion

Le parc immobilier public représente près de 100 millions de m^2 et la consommation de ses bâtiments un quart des émissions de gaz à effet de serre en France. Il est essentiel que les bâtiments publics intègrent une politique nationale de rénovation énergétique surtout en vue du rôle d'exemplarité qu'ils peuvent jouer. Que ce soit avec des actions de « gain rapide » avec un important retour sur investissement (isolation du bâti, changement d'équipements, ...) ou à travers des travaux lourds de rénovation et de renouvellement des systèmes, la réglementation n'a cessé d'introduire les bâtiments publics dans ses textes et dans les objectifs de transition énergétique. Pour faciliter l'atteinte de ces objectifs, les communes et collectivités françaises sont accompagnées à travers différents programmes d'aides, de support et de financement. Nous avons essayé à travers ce document de dresser un état de l'art de ce cadre réglementaire et ses exigences en ce qui est des bâtiments publics. Le deuxième objectif était de parcourir les différents programmes d'aides mis à disposition des collectivités et les présenter dans ce document malgré leur nombre important et leur variété. Le but de ce travail était de comprendre comment les collectivités se positionnent par rapport à l'atteinte des objectifs réglementaires relatifs à la consommation énergétique de leurs bâtiments publics surtout en présence de plusieurs programmes d'aides pour les accompagner. A travers la présentation de la démarche à entreprendre pour une bonne gestion de l'énergie dans le patrimoine public, nous avons recherché les différents freins susceptibles d'apparaitre dans les différentes étapes de cette démarche. Il découle de ce travail que les caractéristiques du patrimoine immobilier public entre grandeur, hétérogénéité et multitude de fonctions ainsi que la complexité de la gestion de ses consommations et les étapes à suivre pour améliorer son efficacité énergétique peuvent représenter des points de blocages qui expliquent les consommations énergétiques en continuelle évolution dans les bâtiments publics. Il serait intéressant dans un prochain travail d'investiguer l'ampleur de ces différents freins à travers une étude de terrain pour déterminer les freins les plus influents.

Bibliographie

ADEME, 2020. Diagnostics de performance énergétique pour les bâtiments publics [WWW Document]. URL https://data.ademe.fr/datasets/dpe-batiments-publics (accessed 6.5.20).

ADEME, 2015. CERTIFICATS D'ECONOMIES D'ENERGIE [WWW Document]. URL https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/guide_cee_collectivites.pdf (accessed 4.1.20).

ADEME, 2010. Conseil en Energie Partagé (CEP).

ADEME, I.M., 2019. Dépenses énergétiques des collectivités locales : état des lieux en 2017 97.

Aide à la décision [WWW Document], n.d. . ALEC37- Agence Locale de l'Energie et du Climat d'Indre-et-Loire. URL https://www.alec37.org/collectivites/construction-et-renovation/aide-la-decision (accessed 8.25.20).

Aides Territoires, n.d. Réaliser des travaux de rénovation énergétique des bâtiments publics - Dispositif Intracting [WWW Document]. Aides-Territoires. URL https://aides-territoires.beta.gouv.fr/aides/b4e6-investissement-dans-la-renovation-des-batimen/ (accessed 6.3.20).

Arrêté du 10 avril 2017 relatif aux constructions à énergie positive et à haute performance environnementale sous maîtrise d'ouvrage de l'Etat, de ses établissements publics et des collectivités territoriales, n.d.

Banque des Territoires, 2020. Communes, testez Mon comparateur énergétique ! [WWW Document]. Groupe Caisse des Dépôts. URL https://www.caissedesdepots.fr/actualites/communes-testez-mon-comparateur-energetique (accessed 5.27.20).

Batiactu, 2012. Plan bâtiment grenelle : la feuille de route jusqu'en 2020 [WWW Document]. Batiactu. URL https://www.batiactu.com/edito/plan-batiment-grenelle-feuille-route-jusqu-2020-31695.php (accessed 5.29.20).

Batiweb.com, 2020. Vers un plan de soutien public pour la filière bois ? [WWW Document]. Batiweb. URL https://www.batiweb.com/actualites/developpement-durable/vers-un-plan-de-soutien-public-pour-la-filiere-bois-2020-06-09-36524 (accessed 6.12.20).

Bourgogne Bâtiment Durable, 2013. Les cahiers de la construction durable en Bourgogne - La gestion énergétique du patrimoine bâti des collectivités [WWW Document]. URL http://www.bourgogne-batiment-durable.fr/fileadmin/user_upload/mediatheque/fichiers_telechargeables/Cahiers/Cahiers_de_BBD_-_N3_-_Gestion_energetique_patrimoine_bati_collectivites.pdf (accessed 6.15.20).

Briand, H., Jérôme, G., 2018. Rénovation énergétique des bâtiments éducatifs, PLAN BÂTIMENT DURABLE. CAISSE DES DÉPÔTS.

Bull, R., Chang, N., Fleming, P., 2012. The use of building energy certificates to reduce energy consumption in European public buildings. Energy and Buildings 50, 103–110. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.03.032

Cadre d'action en matière de climat et d'énergie d'ici à 2030 [WWW Document], 2016. . Site web officiel de l'Union européenne. URL https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030_fr (accessed 10.30.20).

CEE : la FNCCR et EDF lancent un programme d'efficacité énergétique pour les bâtiments publics [WWW Document], 2019. . Actu-Environnement. URL https://www.actu-environnement.com/ae/news/fncrr-edf-batiment-energie-actee-mtes-carbone-34180.php4 (accessed 6.18.20).

Conseil de l'immobilier de l'Etat, 2018. Avis sur l'amélioration de la performance énergétique du parc occupé par l'Etat et ses opérateurs - actions, mise en oeuvre et résultats (No. 2018– 04). Conseil de l'immobilier de l'Etat.

Demarcq, F., 2020. Rénovation énergétique des bâtiments scolaires. Conseil général de l'économie.

Direction de l'Immobilier de l'Etat, 2018. Rapport d'activité. Direction immobilière de l'Etat.

EDF, 2017. Les objectifs sectoriels de la transition énergétique [WWW Document]. EDF France. URL https://www.edf.fr/collectivites/transition-energetique/faire-de-la-transition-energetique-une-realite/reglementations-et-objectifs/vision-sectorielle-des-principaux-objectifs-nationaux (accessed 5.29.20).

Equipe WEBLEX, 2018. Loi Elan : focus sur la rénovation énergétique des bâtiments - WebLex [WWW Document]. WebLex. URL https://www.weblex.fr/weblex-actualite/loi-elan-focus-sur-la-renovation-energetique-des-batiments (accessed 6.12.20).

Exemplarité des bâtiments publics [WWW Document], 2019. . E+C-. URL http://www-maj.batiment-energiecarbone.e2.rie.gouv.fr/5-exemplarite-des-batiments-publics-a31.html (accessed 3.25.20).

Gestion du patrimoine immobilier de l'état (Annexe 27 Loi de Finances), 2019. . commission des finances de l'économie générale et du contrôle budgétaire.

Guidance on Energy Efficiency in Public Buildings, 2012. . European PPP Expertise Centre.

Guide des logiciels de gestion énergétique, 2016. . ATEE.

Guillaume Duval, Madeleine Charru, 2018. Comment accélérer la transition énergétique ? Avis sur la mise en oeuvre de la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (LTECV).

Imbs, P., Biard, J., 2013. Comment renforcer la performance énergétique immobilière avec le comportement vertueux des usagers ?

JO de l'Union européenne, 2018. DIRECTIVE (UE) 2018/844 DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL.

Journal officiel de l'Union européenne, 2012. DIRECTIVE 2012/27/UE DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL.

La rénovation des bâtiments publics [WWW Document], 2020. . Les services de l'État dans la Drôme. URL http://www.drome.gouv.fr/la-renovation-des-batiments-publics-a7562.html (accessed 10.22.20).

Labels et certifications : garants de la bonne transition du bâtiment [WWW Document], 2018. . Filière 3e. URL https://www.filiere-3e.fr/2018/02/19/labels-certifications-garants-de-bonne-transition-batiment/ (accessed 7.7.20).

Labels, réglementation, le bâtiment évolue pour améliorer sa performance énergétique, 2019. . Association Qualitel. URL https://www.qualitel.org/experts/labels-reglementation-batiment-evolue-ameliorer-performance-energetique/ (accessed 10.30.20).

Lancement du programme de CEE au service des collectivités [WWW Document], 2019. . Le bâtiment performant. URL https://lebatimentperformant.fr/actualites/lancement-du-programme-de-cee-au-service-des-collectivites/1/2873 (accessed 6.18.20).

Latortue, X., Yannou, B., Leroy, Y., Cluzel, F., 2018. LES CHANTIERS DE L'ECO-CONCEPTION: Etat des lieux de la Recherche dans le 76.

Le Blog Immo, 2018. Gestion de l'immobilier public : quels enjeux et quelles pistes d'optimisation ? [WWW Document]. Le Blog Immo. URL https://leblogimmo.info/2018/02/08/gestion-de-limmobilier-public-enjeux-pistes-doptimisation/ (accessed 5.27.20).

Le défi climatique des villes, 2018. . WWF.

Le gouvernement veut rendre les bâtiments publics plus écologiques, 2020. . Actualité fonction publique territoriale. URL https://www.weka.fr/actualite/energie/article/le-gouvernement-veut-rendre-les-batiments-publics-plus-ecologiques-95796/ (accessed 11.8.20).

Le nouveau décret tertiaire, un décryptage pour tout comprendre ! [WWW Document], 2019. . ENGIE. URL https://www.engie-cofely.fr/actualites/decret-tertiaire/ (accessed 10.30.20).

Le plan ministériel « ADMINISTRATION EXEMPLAIRE » DU MEDDE / MLETR 2015-2020, 2015.

Les aides disponibles pour rénover les bâtiments publics non résidentiels, n.d. . DREAL POITOU-CHARENTES Service énergie-climat-logement-aménagement Division bâtiment durable.

Les filières des isolants biosourcés, n.d. Écoconstruction et matériaux biosourcés dans la RE2020.

L'intracting : une démarche pour financer la rénovation énergétique des bâtiments [WWW Document], n.d. . Cerema. URL http://www.cerema.fr/fr/actualites/intracting-demarche-financer-renovation-energetique (accessed 6.3.20).

Loi de transition énergétique : objectifs et impacts pour le bâtiment [WWW Document], 2020. . Cegibat. URL https://cegibat.grdf.fr/reglementation-energetique-batiment/loi-transition-energetique-batiment (accessed 10.30.20).

LOI n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte - Article 188, 2015. , 2015-992.

Lourdin, J.-P., 2010. BATIMENTS PUBLICS DE L'ETAT 39.

Magniont, C., 2010. Contribution à la formulation et à la caractérisation d'un écomatériau de construction à base d'agroressources (Thèse de Doctorat de 3e cycle). Université de Toulouse III - Paul sabatier, TOULOUSE, France.

Mettre en place une comptabilité énergétique et des émissions de GES des bâtiments publics [WWW Document], n.d. . ADEME. URL https://www.territoires-climat.ademe.fr/ressource/540-182 (accessed 6.2.20).

« Mon Comparateur énergétique » : un service en ligne pour évaluer la performance énergétique du patrimoine de votre commune [WWW Document], 2020. . Banque des Territoires. URL https://www.banquedesterritoires.fr/mon-comparateur-energetique-un-service-en-ligne-pour-evaluer-la-performance-energetique-du (accessed 11.6.20).

Plan de rénovation énergétique des bâtiments, 2017.

Principes de fonctionnement du dispositif CEE [WWW Document], 2019. . ADEME. URL https://www.ademe.fr/expertises/changement-climatique/passer-a-laction/comment-valoriser-economies-denergie-cee/principes-fonctionnement-dispositif-cee (accessed 4.1.20).

Projet loi de finance, 2020. Politique immobilière de l'état.

Rapport de la France - En application des articles 24.1 et 24.2 de la directive 2021/27/EU du Parlement européen et du Conseil du 25 octobre 2012 relative à l'efficacité énergétique - Actualisation 2017, 2017. . DGEC.

Ravaillault, J., 2020. Manager les politiques énergétiques et climatiques dans les collectivités locales : le label Cit'ergie. La Revue de l'Énergie.

Rénovation des bâtiments tertiaires publics et privés : il n'y a plus de temps à perdre ! [WWW Document], 2018. . CLER, Réseau pour la transition énergétique. URL https://cler.org/renovation-des-batiments-tertiaires-publics-et-prives-il-ny-a-plus-de-temps-a-perdre/ (accessed 10.30.20).

Rénovation énergétique [WWW Document], n.d. . Ministère de l'économie des finances et de la relance. URL https://www.economie.gouv.fr/plan-de-relance/renovation-energetique (accessed 11.6.20).

Stratégie à long terme de la Francepour mobiliser les investissementsdansla rénovation du parc national de bâtiments à usage résidentiel et commercial, public et privé - Transposition de l'article 2 bis de la directive sur la performance énergétique des bâtiments modifiée par la directive 2018-844 du 30 mai 2018, 2020.

Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC) [WWW Document], 2020. . Ministère de la Transition écologique. URL https://www.ecologie.gouv.fr/strategie-nationale-bas-carbone-snbc (accessed 10.30.20).

Tiers-investissement ou tiers-financement [WWW Document], 2020. . Contrats de performance énergétique. URL http://www.cpeauvergnerhonealpes.org/fr/cpe-questions-cles/financement/tiers-investissement-ou-tiers-financement.html (accessed 8.27.20).

Un appel à projets « financement d'actions d'économies d'énergie à gains rapides » pour l'État [WWW Document], 2020. . Le-Flux - Actualité maîtrise d'ouvrage. URL https://www.le-flux.fr/actualites/un-appel-a-projets-financement-dactions-deconomies-denergie-a-gains-rapides-pour-letat/ (accessed 5.29.20).

1.4 Les Alpes Maritimes

Rénovation énergétique dans les batiments publics

La rénovation énergétique est une thématique prépondérante ces dernières années, particulièrement dans les bâtiments publics. Les enjeux sont multiples, variant de la diminution de la consommation énergétique à l'exemplarité, à la protection de l'environnement. Voici un aperçu de la réglementation mise en place dans les bâtiments ainsi que les leviers potentiels à mobiliser afin de faciliter la prise de décision des acteurs publics.

Partner:

Chambre de Métiers et de l'Artisanat de Nice Cote d'Azur

Document réalisé par Chambre de Metiers et de l'Artisanat de Nice Cote d'Azur

Index du chapitre

1.4.1 **Les enjeux de la rénovation énergétique dans les bâtiments publics** *118*

1.4.2 **Réglementation thermique française** *120*

1.4.3 **Limites de la réglementation thermique** *122*

1.4.4 **Aspects financiers de la rénovation énergétique dans les bâtiments publics** *125*

1.4.5 **Aides à la rénovation énergétique dans les bâtiments publics** *125*

1.4.6 **Le contrat de performance énergétique (CPE)** *126*

1.4.7 **Glossaire** *128*

1.4.1 Les enjeux de la rénovation énergétique dans les Bâtiments publics

L'ensemble des bâtiments, parcs résidentiels et tertiaires, constitue un secteur de réduction des consommations énergétiques et donc d'émissions de gaz à effet de serre significatif puisqu'il représente le premier secteur consommateur d'énergie finale (43 %) et le troisième en émissions de GES, à niveau équivalent avec celui des transports (25 %).

La COP21 qui s'est tenue du 30 novembre au 11 décembre 2015 à Paris a abouti à un accord historique contraignant et universel pour lutter contre le dérèglement climatique.

Son objectif principal, à savoir contenir « l'élévation de la température moyenne de la planète nettement en dessous de 2 °C » a ainsi été adoptée par consensus, ce qui représente une grande avancée dans la lutte contre le réchauffement climatique au niveau mondial, mais surtout fait office de forte déclaration d'intention pour se diriger vers des sociétés sobres en carbone. Au cœur des réflexions pour lutter contre le réchauffement climatique, le secteur du bâtiment et l'habitat seront dans les années à venir forcément impactés par les décisions prises lors de la COP21. Méthodes de construction, règlementation…



Des efforts écologiques avaient déjà été impulsés par le gouvernement français avec l'instauration de règlementations thermiques (comme la RT2012 dernière en vigueur, ou la généralisation du BBC dans l'habitat neuf). Toutefois, force est de constater que la plupart des mesures, y compris dans les dispositifs incitatifs comme le crédit d'impôt ou les primes énergies, concernaient uniquement l'amélioration de la performance énergétique et non la réduction de l'empreinte carbone.

La majorité des bâtiments publics, notamment les écoles ont été construites avant 1977, ils nécessitent aujourd'hui des investissements pour s'adapter aux nouveaux usages et offrir le confort attendu aux usagers.

La rénovation énergétique dans ces bâtiments permet :

- De réduire les coûts liés à la consommation d'énergie (chauffage, éclairage, climatisation…)
- De limiter l'empreinte environnementale et les émissions de gaz à effet de serre,
- D'augmenter le confort des usagers.

Les travaux de rénovation énergétique peuvent cibler différentes parties du bâtiment, l'enveloppe thermique, les systèmes de production et d'émission et de régulation de la chaleur et du froid et les d'énergies renouvelables. Les investissements peuvent exploser, notamment lors de travaux sur l'enveloppe extérieure.

Le coût d'une rénovation énergétique varie en fonction des travaux qui sont à réaliser, il est déterminé par le matériel choisi, la surface à isoler, la complexité du lieu et des différents moyens mis en œuvre pour aboutir à un résultat final de qualité.

Il existe différents types de rénovation énergétique. Il peut s'agir d'une rénovation complète ou partielle. La rénovation énergétique concerne l'isolation des murs, des combles, des planchers et la mise en place de fenêtres et baies à double ou triple vitrage, et l'éventuelle installation d'un système de chauffage ou de refroidissement performant. Soit la rénovation énergétique est réalisée en plusieurs phases concrètes parfaitement programmées à l'avance, soit la rénovation se fait entièrement sur une seule période de travaux.

Les Maîtres d'Ouvrage et les gestionnaires des écoles visent à rendre leurs sites performants énergétiquement, ils sont confrontés à trois questions essentielles :

- Quelle est la performance énergétique de mon patrimoine ?
- Comment puis-je l'améliorer et atteindre la performance souhaitée ?
- Comment je peux réduire les consommations énergétiques et quels coûts ?

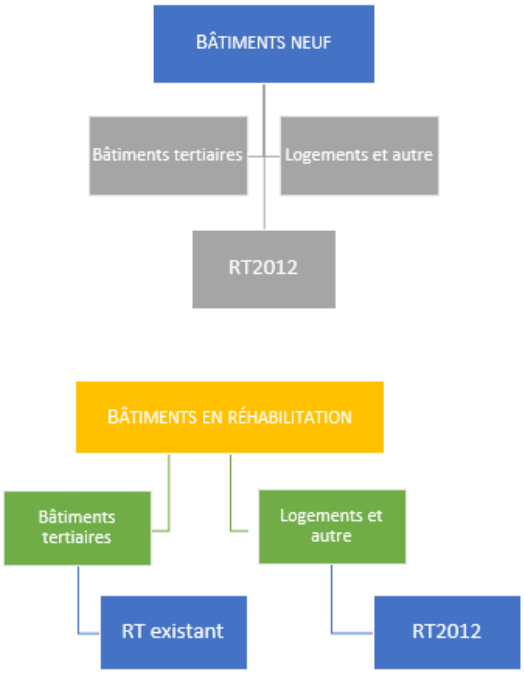


Ces trois questions sont d'une grande importance en raison du coût de l'énergie et l'impact de la consommation d'énergie sur l'environnement.

1.4.2 | Réglementation thermique française

La réglementation thermique a pour but de fixer une limite maximale à la consommation énergétique des bâtiments neufs ou faisant objet d'une réhabilitation énergétique.

Deux typologies de réglementations existent :



La réglementation thermique RT 2012 [bÂtiments neufs]

La RT 2012 a pour objectif de limiter la consommation d'énergie primaire des bâtiments neufs à un maximum de 50 kWhEP/(m².an) en moyenne.

Les exigences de résultats imposées par la RT 2012 sont de trois types :

- **La consommation énergétique du bâtiment : [Cep]**
  L'exigence de consommation conventionnelle maximale d'énergie primaire se traduit par le coefficient « Cepmax », portant sur les consommations de chauffage, de refroidissement, d'éclairage, de production d'eau chaude sanitaire et d'auxiliaires (pompes et ventilateurs).
- **Le confort d'été en absence de climatisation : [TIC]**
  Assurer un bon niveau de confort en été sans avoir à recourir à un système actif de refroidissement.
- **L'efficacité énergétique du bâti : [Bbio]**
  Cette exigence impose une limitation simultanée du besoin en énergie pour les composantes liées à la conception du bâti (chauffage, refroidissement et éclairage), imposant ainsi son optimisation, indépendamment des systèmes énergétiques mis en œuvre.

La réglementation thermique en réhabilitation

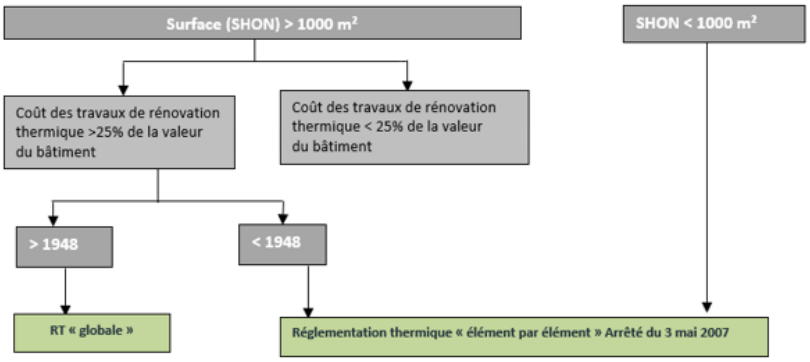
Cette règlementation s'applique depuis le 1er novembre 2007 aux bâtiments existants dès lors qu'ils font l'objet de travaux d'amélioration. Elle fixe les exigences minimales sur les produits et équipements à mettre en œuvre pour toute intervention concernant l'isolation, le chauffage la climatisation, l'eau chaude sanitaire, la régulation, la ventilation et l'éclairage.

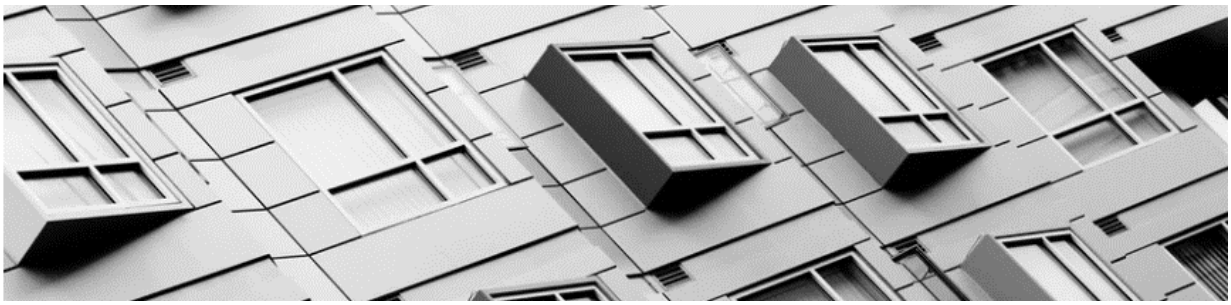
La réglementation thermique des bâtiments existants repose sur les articles L. 111-10 et R.131-25 à R.131-28 du code de la construction et de l'habitation, ainsi que sur leurs arrêtés d'application.

Les mesures réglementaires sont différentes selon l'importance des travaux entrepris par le maître d'ouvrage :

- Réglementation thermique globale dite « RT globale » pour les rénovations lourdes de bâtiments de plus de 1 000 m², achevés après 1948. La réglementation définit un objectif de performance globale pour le bâtiment rénové. Ce premier volet de la RT est applicable pour les permis de construire déposés après le 31 mars 2008.
- Réglementation thermique élément par élément dite « RT élément par élément » pour tous les autres cas de rénovation. La réglementation définit une performance minimale pour l'élément remplacé ou installé.

Le volet d'application de la Réglementation thermique (RT) s'appuie sur trois critères : la date d'achèvement du bâtiment, la surface hors d'œuvre nette et le coût des travaux thermiques.





LA RT GLOBALE

La RT globale s'applique dans le cas d'une rénovation lourde, elle concerne les bâtiments dont :

- la surface hors œuvre nette (SHON) est supérieure à 1000 m2 ;
- le coût des travaux de rénovation « thermique » décidés par le maître d'ouvrage est supérieur à 25 % de la valeur hors foncier du bâtiment.

La performance énergétique globale à atteindre est celle que le bâtiment aurait atteinte si tous les éléments susceptibles d'influer sur la consommation énergétique (isolation, chauffage, production d'eau chaude, refroidissement, ventilation, éclairage, utilisation des énergies renouvelables) avaient été remplacés.

Les travaux de rénovation doivent aboutir à une diminution de 30 % de la consommation d'énergie par rapport à la consommation initiale.

LA RT EXISTANT « ÉLÉMENT PAR ÉLÉMENT »

La RT « élément par élément » s'applique dans le cas des bâtiments existants résidentiels ou tertiaires soumis au remplacement d'un élément tels que les chaudières, les fenêtres, les isolations, les radiateurs, les ballons de production d'eau chaude, les climatiseurs.

Elle s'applique à tous les bâtiments auxquels la RT globale ne s'applique pas.

Les exigences de performance énergétique de chaque élément dépendent de certains critères comme la zone géographique ou l'altitude à laquelle se trouve le bâtiment.



1.4.3 | Limites de la réglementation thermique

Les retours d'expérimentations sur les bâtiments énergétiquement performants, avant même l'entrée en vigueur de la RT 2012, ont montré certains résultats décevants. Des écarts sont constatés entre les performances initialement calculées et les consommations réelles, souvent sensiblement supérieures. Ces consommations restent toutefois bien meilleures que pour les bâtiments de la génération précédente ; le saut technologique et performanciel concrétisé par la RT 2012 n'est pas en cause.

Le comportement des utilisateurs est généralement désigné comme étant à l'origine de ces surconsommations, et considéré comme impossible à appréhender. Pour pallier les « mésusages », on en appelle à renforcer les contraintes, à sensibiliser les occupants et à développer les aides technologiques.

L'observation sociologique apporte un diagnostic autre et des voies différentes. Elle donne du sens et aide à identifier les résistances qui interviennent et les leviers d'action. Les enquêtes réalisées donnent déjà un certain nombre d'enseignements. Les solutions d'efficacité énergétique ne rendent pas forcément les utilisateurs plus économes ; il se passe des choses que l'on n'a pas prévues.

La manière dont les occupants s'approprient le bâtiment est un facteur clé pour l'atteinte de la performance. Ils peuvent contribuer à la performance quand ils sont en capacité de « s'adapter » à la technique du bâtiment. En revanche, ils peuvent aussi créer des contre-performances notoires quand la technique du bâtiment est perçue comme une contrainte ou une cause d'inconfort.

Par exemple, le confort d'été dans ces bâtiments thermiquement très isolés repose, en période de forte chaleur, sur l'exécution méthodique par les occupants de la fermeture diurne et la sur-ventilation nocturne. Mais des surchauffes anormales peuvent apparaître, car les occupants ont du mal à appliquer cette routine. Ils sont amenés à faire des « compromis » avec d'autres considérations, comme de nuit les bruits ou les intrusions, ou de jour le manque de lumière, le besoin d'air ou l'agrément de l'ouverture sur le jardin. Cette gestion est souvent collective au sein d'une famille ou d'un groupe d'occupants. Il y a un temps « d'apprentissage par essais-erreurs ».

L'hiver certains occupants de ces bâtiments très étanches laissent les fenêtres longuement ouvertes, pour éviter le « renfermé », créant un appel de chauffage prohibitif. La raison est peut-être une résistance au changement de pratiques hygiénistes antérieures. Ce comportement peut aussi révéler un défaut d'appropriation de la ventilation mécanique contrôlée, qui permettrait de maintenir une atmosphère intérieure saine sans nécessiter d'ouvrir les fenêtres. Intervient l'« in-utilisabilité », quand habiter devient compliqué (excès de technicité, insuffisance de mode d'emploi ou d'ergonomie, perte de maîtrise, mise en doute face à la technique…). Cela peut aller jusqu'au contournement ou la dégradation volontaire de l'équipement, comme l'obstruction des bouches de ventilation pour éviter le courant d'air froid ou le bruit. Mais il peut s'agir aussi de dysfonctionnements de l'équipement (débits incohérents, filtres non changés…). Tout n'est pas imputable à l'occupant, les constructeurs et les gestionnaires techniques du bâtiment peuvent aussi être en cause.

Autre exemple, il n'est pas rare que les occupants se plaignent du froid dans un bâtiment récent et performant. Le programme avec mode réduit économique peut être malvenu si la puissance installée est trop juste. Par ailleurs, le chauffage peut avoir été « bridé » au regard de la limite supérieure réglementaire de température moyenne de chauffage de 19°. En collectif résidentiel ou tertiaire, ces rationnements déclenchent conflits et pratiques inappropriées de « contournement » ou de « compensation » comme la multiplication d'appareils mobiles de chauffage d'appoint par des occupants privés de « marge de manœuvre » pour pallier les situations d'inconfort. Leurs besoins thermiques peuvent légitimement être plus élevés, à titre habituel, temporaire ou occasionnel (activité sédentaire, convivialité, enfants en bas âge, frilosité, maladie…). En outre le confort thermique des locaux n'est pas forcément homogène au sein d'un même bâtiment, quand l'équilibrage de la distribution n'est pas parfait. Il varie selon leur exposition, leur emplacement, leur occupation, par exemple en équipements électroniques. Or le chauffage bridé permet rarement un réglage par local.

Bien entendu on assiste par ailleurs pour certains utilisateurs à l'« effet rebond ». Par exemple, ils comptent essentiellement sur la technique du bâtiment pour les économies plutôt que sur un usage raisonné. Avec la baisse de la facture énergétique due à la performance du bâtiment, ils profitent de températures élevées, voire excessives, sans s'approprier l'enjeu de la basse consommation.

Au total, les études de terrain ont montré que l'introduction de la technique ne garantit en rien son appropriation, et que les hypothèses comportementales prises par les concepteurs ne se réalisent pas, l'occupant ayant ses propres tactiques d'usage.

S'agissant de la consommation énergétique du bâtiment, on a tendance à oublier qu'elle est celle du système formé par le bâtiment et ses occupants. Les questions liées à l'usage ne sauraient relever d'une approche réglementaire. La difficulté est que l'approche technique et réglementaire sous-entend une conception standardisée du rapport au confort, or les pratiques sociales sont impossibles à prévoir. L'approche de la réglementation thermique s'arrête à la livraison du bâtiment, et laisse place aux incertitudes du comportement d'un système sociotechnique.

Sensibiliser et informer ne suffit pas pour faire changer, cette observation est constante. La pérennisation est difficile : dès que la démarche s'arrête, les occupants reviennent rapidement à leurs anciennes pratiques, moins économes. Plus d'efficacité suppose de mobiliser autant que possible plusieurs dimensions et faire avec le système sociotechnique : il s'agit de ne pas mettre les usagers à l'écart et de considérer leurs modes de vie.

Les études de terrain ont en revanche aussi mis en évidence l'instauration potentielle de « compromis sociotechniques » avec accommodation des occupants et appropriation réussie des caractéristiques techniques. Rendre l'occupant motivé permet que l'utilisation, qui dans un bâtiment performant a une incidence majeure sur la consommation, soit un facteur de l'efficacité du bâtiment. La performance énergétique est une « coproduction sociotechnique ».Il comportamento degli utenti è generalmente considerato la causa di questo sovraconsumo, ed è considerato impossibile da controllare. Per contrastare il "cattivo uso", si chiede di rafforzare i vincoli, sensibilizzare gli occupanti e sviluppare aiuti tecnologici.

L'osservazione sociologica fornisce una diagnosi diversa e percorsi diversi. Dà un senso e aiuta a identificare le resistenze coinvolte e le leve per l'azione. Le indagini effettuate forniscono già una serie di lezioni. Le soluzioni di efficienza energetica non rendono necessariamente gli utenti più economici; succedono cose che non erano state previste.

Il modo in cui gli occupanti si appropriano dell'edificio è un fattore chiave per raggiungere le prestazioni. Possono contribuire alle prestazioni quando sono in grado di "adattarsi" alla tecnologia dell'edificio. D'altra parte, possono anche creare una significativa sottoperformance quando la tecnologia dell'edificio è percepita come un vincolo o una causa di disagio.

Per esempio, il comfort estivo in questi edifici altamente isolati si basa sul fatto che gli occupanti si spengono metodicamente durante il giorno e sovraventilano di notte quando fa caldo. Tuttavia, il surriscaldamento anomalo può



1.4.4 Aspects financiers de la rénovation énergétique dans les bâtiments publics

Les travaux de rénovation énergétiques des bâtiments publics sont devenus des impératifs pour diminuer la facture énergétique de ces établissements. Le coût de tels travaux peut cependant être dissuasif pour les maîtres d'ouvrage. Il existe cependant des dispositifs financiers permettant d'alléger la facture.

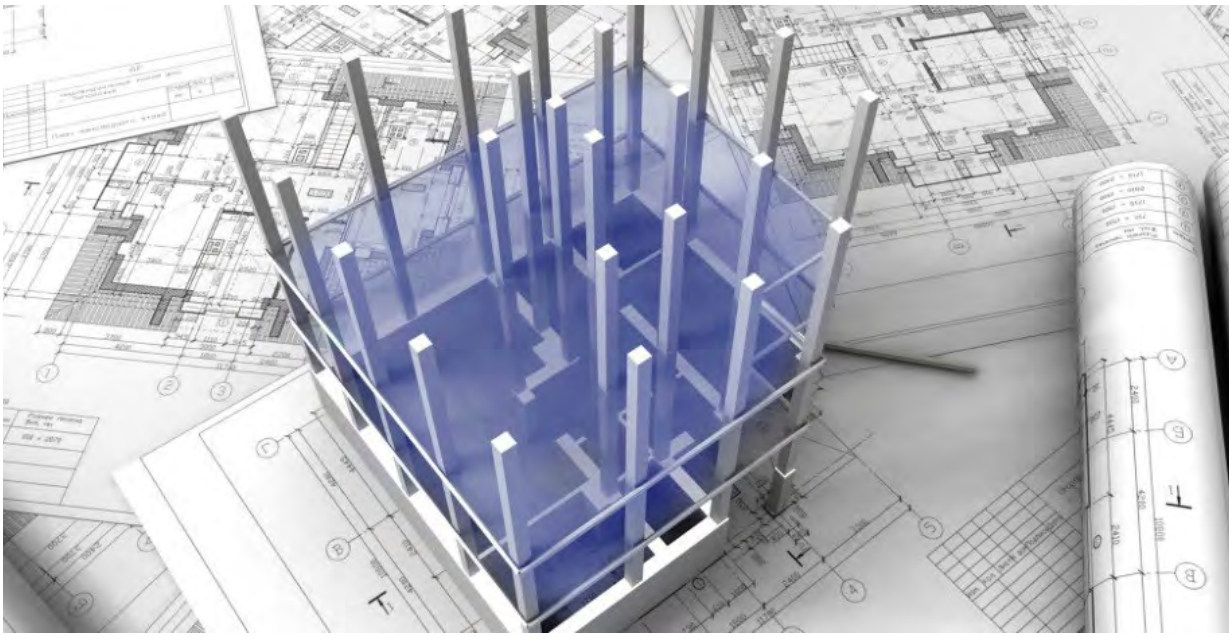
Dans un tel contexte, une meilleure compréhension des déterminants de la rénovation en économie d'énergie nous permettrait de mieux adapter les politiques publiques dans ce secteur. Effectivement, le succès d'une politique publique en matière d'économie d'énergie est directement lié à la compréhension du comportement des utilisateurs.

L'importance de la prise en compte des politiques publiques dans la décision de rénovation. En s'intéressant à des mesures en efficacité énergétique (double vitrage, isolation des murs, isolation du toit, relamping led…), ils montrent que les instruments politiques en faveur de l'adoption d'équipement économiseur d'énergie incitent à la rénovation.

1.4.5 Aides à la rénovation énergétique dans les bâtiments publics

Plusieurs dispositifs d'aide et de financement sont à la disposition des propriétaires de bâtiments publics :

- **Le PPP (Partenariat Public Privé)**: permets au secteur public de financer un équipement à travers des prestataires privés. Il évite ainsi un investissement trop important en étalant le cout des travaux de rénovation dans le temps.
- **Le CPE (Contrat de Performance Énergétique)**: permette il finanziamento di lavori di risparmio energetico grazie a una partnership con una società di servizi di efficienza energetica che garantisce il risparmio energetico. Il CPE permette quindi di condividere il finanziamento del lavoro di efficienza energetica.
- **Le PEE (Prêt Eco-Energie) d'OSEO**: est un prêt à taux fixe accordé aux micro-entreprises, TPE et PME. Il est prévu pour financer des travaux d'efficacité énergétique jusqu'à 50 000 €.
- **Les CEE (certificats d'économies d'énergie)** : permets de réduire le cout des travaux de rénovation sous forme de primes accordées par les distributeurs d'énergie qui ont l'obligation d'inciter à des travaux d'économies d'énergie.
- **Les aides des diverses structures étatiques** : Les Régions ainsi que certaines structures publiques proposent des aides financières à la rénovation énergétique des bâtiments publics, en fonction de leurs utilisations. En effet, les logements de fonction et les écoles peuvent bénéficier d'un accompagnement à l'étude ainsi qu'à la réalisation des travaux afin de s'assurer de la meilleure évolution possible de ces locaux.



1.4.6 Le contrat de performance énergétique (CPE)

Le contrat de performance énergétique (CPE) est l'un des modèles économiques les plus fiables pour financer les travaux de rénovation énergétique.

Le Contrat de Performance énergétique (CPE) est un contrat de service, portant sur la gestion des énergies et sur la mise en œuvre des travaux d'amélioration relatifs à un bâtiment ou à un parc de bâtiments. Ce type d'accord contractuel, établi entre une entreprise et un opérateur, a été introduit en France par la loi Grenelle en août 2009. Ce contrat de service détaille les actions d'efficacité à mettre en œuvre, pouvant porter sur l'amélioration des performances du bâti, mais aussi sur la fourniture d'énergie ou sur l'optimisation de l'efficacité énergétique des équipements (systèmes de ventilation, chauffage, production, éclairage, etc.) et des procédés industriels. Il sécurise, dans la durée, les objectifs d'amélioration visés.

Une Garantie de Performance énergétique (GPE) engage l'opérateur et assure à l'entreprise des économies d'énergie, sans investissement : le CPE prévoit une rémunération de l'opérateur, déterminée à l'avance, en corrélation avec la performance des actions mises en œuvre. L'opérateur perçoit une partie de la somme correspondant aux économies d'énergie réalisées.

Le marché du CPE est tiré principalement par le secteur public qui manque de compétences pour définir et négocier ce type de contrat complexe (« Il n'y a pas de bon contrat sans bon client »). Afin de structurer la demande de CPE dans le secteur public, l'existence de catalyseurs de marché, jouant le rôle de médiateurs entre les sociétés de services énergétiques et leurs clients, a été signalée comme un élément essentiel pour le développement du secteur des services énergétiques.

Son activité mobilise un modèle économique innovant, le « tiers financement », qui consiste à financer tout ou partie de l'investissement nécessaire à la réalisation des travaux de rénovation énergétique ambitieuse : les bénéficiaires

remboursent ensuite le coût des travaux préfinancés par Énergies POSIT'IF par un versement régulier dont le montant tient compte des économies d'énergie obtenues.

À l'issue des travaux. Ce modèle d'intervention bénéficie d'un cadre légal (l'article 124) de la loi ALUR définit l'activité de tiers financement et les sociétés de tiers financement en complétant le Code de la construction et de l'habitation par les articles suivants :

« Art. L. 381-1. — Le tiers financement, dans le champ d'opérations de rénovation de bâtiments, est caractérisé par l'intégration d'une offre technique, portant notamment sur la réalisation des travaux dont la finalité principale est la diminution des consommations énergétiques, à un service comprenant le financement partiel ou total de ladite offre, en contrepartie de paiements échelonnés, réguliers et limités dans le temps. Est exclue du service de tiers financement au sens du présent article la vente ou la revente d'énergies. Un décret précise le périmètre des prestations que peut couvrir le service de tiers financement ».

« Art. L. 381-2. — Est dit société de tiers financement tout organisme susceptible d'offrir au maître

de l'ouvrage un service de tiers financement tel que défi ni à l'article L. 381-1 ».

1.4.7 | Glossaire

Ouvrants :Éléments de l'enveloppe du bâtiment regroupant les menuiseries vitrées

Planchers bas :Éléments de l'enveloppe correspondant à la surface inférieure du bâtiment

Planchers hauts :Éléments de l'enveloppe correspondant à la surface supérieure du bâtiment, on distingue les toitures-terrasses, les toitures inclinées (rampants) et les dalles sur locaux non chauffés

U (exprimé en W/m². K) : Coefficient de déperdition d'une surface (paroi, vitrage, etc.)

Pont thermique :Défaut ponctuel d'isolation

CTA : Centrale de traitement de l'air

VMC : Ventilation mécanique contrôlée

ECS : Eau chaude sanitaire

EF : Energie finale, énergie directement consommée par un appareil

EP : Energie primaire, c'est la quantité d'énergie nécessaire à la production de l'énergie réellement consommée (énergie finale). Par convention, le coefficient de conversion est de 2,58 pour l'électricité et de 1 pour les autres énergies.

DPE : Diagnostic de performance énergétique

kWh (kilowattheures) : Unité de mesure de la consommation énergétique

PCI : Pouvoir calorifique inférieur, c'est la quantité de chaleur réellement libérée lors d'une combustion

DJU : Degrés jours unifiés, c'est le nombre de degrés enregistrés au-dessous du seuil de 18 °C

kWh/DJU : Ratio permettant de rapporter des consommations à une même rigueur climatique

R (exprimé en m².K/W) :Résistance thermique d'une surface, c'est sa capacité à isoler la chaleur

CHAPITRE 2

ÉCO-MATÉRIAUX , BIOMASSES ET CHAÎNES D'APPROVISIONNEMENT LOCALES

2.1 Labels, certifications et critères pour l'utilisation de matériaux locaux dans les mesures d'efficacité énergétique des bâtiments

L'objectif de la rédaction du document en question est de mettre en évidence et/ou d'identifier les critères et l'évaluation de possibles marques ou certifications et critères pour l'utilisation de matériaux locaux qui qualifient les interventions d'efficacité énergétique dans les bâtiments en cohérence avec les expériences que le partenariat et les sujets d'exécution entendent réaliser dans le cadre du Projet Pays Ecogetiques. Le document analysera les thèmes susmentionnés en partant d'une échelle nationale pour arriver d'abord à une échelle régionale et ensuite à l'échelle de la Province de Cuneo (avec une attention particulière à la portion de territoire éligible au Projet transfrontalier).

Partner:

Camera di Commercio di Cuneo

Document réalisé par Environment Park S.p.A.

Index du chapitre

2.1.1 Introduction *131*

2.1.2 L'impact environnemental et énergétique du secteur de la construction *132*

a. L'énergie dans les bâtiments *132*

b. Certification des matériaux et des bâtiments *135*

2.1.3 Certifications environnementales des matériaux de construction 136

a. Cadre réglementaire 136

b. Labels environnementaux de type I - ISO 14024 136

c. Autodéclarations ou certifications environnementales Type II - ISO 14021 137

d. Déclarations environnementales de produits Type III - ISO 14025 138

e. Autres systèmes de certification 139

f. Les certifications comme outil de vérification des CAM - Critères environnementaux minimaux 140

g. Critères pour l'utilisation de matériaux locaux dans les mesures d'efficacité énergétique des bâtiments 145

2.1.4 Certification énergétique et environnementale des bâtiments 149

a. L'A.P.E. (certificat de performance énergétique) et la réalisation de la norme nZEB 149

b. Les opportunités du territoire italien liées aux certifications énergie-environnement des bâtiments 152

c. Protocole ITACA 153

d. LEED 157

e. Le certificat énergétique ClimateHouse 160

f. La certification des bâtiments en tant qu'outil de vérification des CAM du bâtiment - Critères environnementaux minimaux 162

2.1.1 INTRODUCTION

L'objectif de la rédaction du document en question est de mettre en évidence et/ou d'identifier les **critères et l'évaluation des éventuelles marques ou certifications et les critères d'utilisation des matériaux locaux qui qualifient les interventions d'efficacité énergétique dans les bâtiments en cohérence avec les expériences que le partenariat et les sujets exécutants entendent réaliser dans le cadre du projet Pays Sages Ecogetique**. Le document analysera les thèmes susmentionnés en partant d'une échelle nationale pour arriver d'abord à une échelle régionale et ensuite à l'échelle de la Province de Cuneo (avec une attention particulière à la portion de territoire éligible au Projet transfrontalier)

2.1.2 L'impact environnemental et énergétique du secteur de la construction

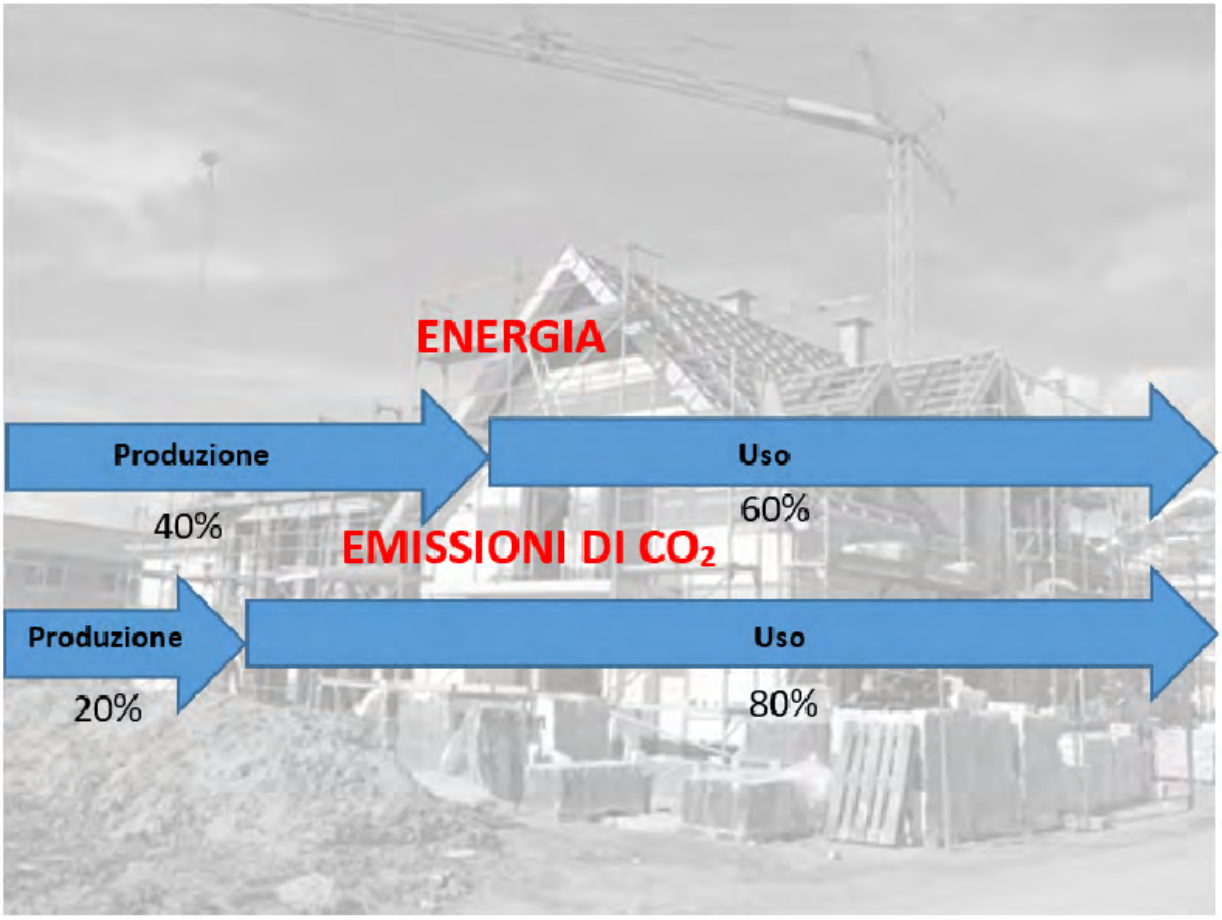
2.1.2 | a. L'énergie dans les bâtiments

Le secteur de la construction contribue largement aux impacts environnementaux mondiaux. Selon une étude réalisée par le GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat), le secteur de la construction est à forte intensité énergétique et entraîne une consommation élevée de ressources naturelles et des rejets d'émissions. On estime que 40 % de la consommation mondiale d'énergie et plus de 30 % des émissions de gaz à effet de serre sont imputables aux activités d'exploitation et de construction des bâtiments. Les impacts significatifs sur l'environnement sont également déterminés par la production de déchets, dangereux et non dangereux, résultant des phases de démantèlement et de démolition des chantiers de construction : par exemple, en Italie, le secteur de la construction génère à lui seul 40,6 % des déchets spéciaux et 43,4 % des déchets non dangereux, correspondant à environ 54 millions de tonnes (données ISTAT pour 2016, source ISPRA).

La phase de construction comprend toutes les opérations de chantier et de construction, la fabrication des matériaux et des produits utilisés pendant la construction, depuis l'extraction des matières premières jusqu'à leur traitement, leur transport et leur assemblage en produit fini. Cette phase comprend également le calcul de l'énergie primaire, c'est-à-dire la quantité d'énergie provenant de ressources renouvelables et de combustibles fossiles qui produisent l'énergie utile appliquée dans les processus de production que nous venons de décrire (par exemple, la quantité de gaz naturel ou d'électricité provenant du réseau pour la production de briques ou de béton).

La valeur de l'énergie nécessaire pour répondre aux besoins en phase de construction, qui est représentative des phases amont de la mise en œuvre du bâtiment, est appelée « **énergie intégrée/incorporée** « dans les matériaux, ou « **énergie grise** «.

Des études ont montré que l'énergie intrinsèque représente jusqu'à 40 % de l'énergie totale utilisée par le bâtiment pendant tout son cycle de vie, pour une structure dont la durée de vie moyenne est de 50 ans. Les 60% restants sont utilisés dans la phase d'utilisation. La consommation énergétique des phases de production et d'utilisation du bâtiment correspond également aux émissions de gaz à effet de serre produites par ces mêmes opérations. Les émissions de gaz qui modifient le climat, exprimées en kg d'2équivalents CO , résultent des processus, des réactions chimiques qui sont générés et des sources d'énergie utilisées. Contrairement à l'énergie intrinsèque, les valeurs d'émission sont plus élevées dans la phase d'utilisation, où se produisent 80 % des émissions globales du bâtiment.



A partir de ces considérations, on comprend l'importance d'une approche d'évaluation sur l'ensemble du cycle de vie du bâtiment. L'objectif est d'optimiser le processus de construction dans son ensemble et de développer des stratégies pour réduire la consommation et les impacts environnementaux.

Compte tenu de ce qui précède, non seulement les installations et les sources d'énergie jouent un rôle décisif dans le bilan énergétique d'un bâtiment, mais les caractéristiques techniques et écologiques des éléments de construction influencent également la performance globale. Les produits pouvant être considérés comme éco-durables doivent être fabriqués à partir de matériaux recyclés, provenir de processus de réutilisation ou être fabriqués à l'aide de technologies à faible impact environnemental et être conçus pour être facilement démontés et récupérés en fin de vie.

Les évaluations du cycle de vie des produits sont un outil utile pour la conception, car elles prennent en compte les impacts environnementaux associés au produit, jusqu'à sa mise en œuvre dans un bâtiment. Dans ce cas, la méthode adoptée est celle de l'analyse des différentes phases du processus par le biais de la procédure d'analyse du cycle de vie (ACV), qui offre une évaluation intégrale de la consommation et des émissions polluantes qui en résultent et fournit les informations environnementales nécessaires pour soutenir les choix de conception, tant pour les matériaux et les composants de construction que pour les solutions techniques de construction et d'ingénierie des installations.

Lorsqu'on analyse les produits en bois, ou plus généralement les produits renouvelables, on trouve également dans ce cas des valeurs élevées d'énergie primaire totale (13,41 MJ/m3 pour le bois de structure, 12 800 MJ/m3 pour le lamellé-collé - Données extrapolées à partir de la base de données régionale de la Région Piémont - «Énergie incor-

porée dans les matériaux et les composants de construction»), déterminées principalement par la consommation élevée de matières premières renouvelables qui composent le produit lui-même. Dans ce cas, l'utilisation du bois pour fabriquer un produit de construction implique la privation de l'environnement d'une ressource naturelle qui, en ce sens, ne doit pas être considérée comme «perdue», mais temporairement intégrée au produit et rendue à nouveau disponible seulement à la fin de sa vie utile. Cependant, il s'agit d'un impact complètement différent de celui de l'utilisation de ressources non renouvelables qui ne peuvent plus être reconstituées dans la biosphère. En outre, l'utilisation de matériaux renouvelables tels que le bois permet de réduire la valeur des émissions incorporées à une valeur négative : la biomasse, à travers le processus de photosynthèse, capte le dioxyde de carbone tout au long de la vie utile du produit (-760 kgCOeq/mc2 pour le bois de structure, -646 kgCOeq/mc 2pour le bois lamellé-collé). De cette manière, le bois devient un stock de carbone, ce qui se traduit par un avantage environnemental. Vous trouverez ci-dessous les principales caractéristiques du bois qui en font un matériau si largement utilisé dans le secteur de la construction :

- **Durabilité** : assurer une longue espérance de vie des matériaux (exprimée en années de performance), afin de réduire les interventions de maintenance pendant la durée de vie ;
- **Modularité/versatilité** : la modularité et la versatilité des produits pour s'adapter à différentes conditions, faciliter le démontage en fin de vie et offrir des possibilités de valorisation ou d'élimination appropriée ;
- **Compatibilité écologique** : garantie d'un faible impact sur l'environnement sur la base des valeurs d'énergie et d'émissions incorporées, de considérations sur la recyclabilité en fin de vie, d'une faible quantité de déchets produits ou de l'utilisation de matières premières secondaires issues de processus de récupération et de recyclage



2.1.2 | b. Certification des matériaux et des bâtiments

Les exigences sans cesse croissantes en matière de marchés publics écologiques (MPE) ont de plus en plus généré et encouragé des choix de conception écologiquement durables par l'utilisation de technologies et de produits considérés comme «vertueux». Ces produits et technologies utilisés dans la construction sont de plus en plus souvent sélectionnés sur la base des exigences environnementales des matériaux de construction et de leurs processus de production. Les principales exigences portent sur une consommation réduite des ressources et/ou un faible impact environnemental au cours du cycle de vie. Les caractéristiques ci-dessus sont facilement démontrées par les certifications environnementales des produits, qui sont reconnues et réglementées au niveau international par les normes ISO. Vous trouverez plus de détails au chapitre 2.1.3 du présent document. La durabilité d'un bâtiment peut être mesurée non seulement en analysant les matériaux qui le composent, mais aussi en examinant tous les autres aspects qui le caractérisent dans son ensemble. Dans ce sens, la certification énergétique et la certification énergétique et environnementale des bâtiments sont des outils utiles pour analyser et comparer les caractéristiques de durabilité des bâtiments pour tous les usages (conformément au décret présidentiel 412/93). La certification énergétique est un document qui résume les caractéristiques et la consommation énergétiques d'un bâtiment. Il s'agit d'une procédure d'évaluation visant à promouvoir l'amélioration de la performance énergétique des bâtiments en termes d'efficacité énergétique. Depuis des décennies, les systèmes d'évaluation énergie-environnement (protocoles de durabilité) pour les bâtiments sont de plus en plus répandus parce qu'ils ont été «encouragés» par les politiques publiques, tant dans le domaine du «logement social» que dans la construction de bâtiments destinés à d'autres usages (nouvelles constructions ou réaménagements). Les protocoles de durabilité sont des outils établis au niveau international pour évaluer la qualité environnementale, écologique et sociale dans le secteur de la construction. La plupart sont basés sur des systèmes de «notation», c'est-à-dire un ensemble de «crédits» avec un score correspondant. Les protocoles ou certifications de durabilité ont été créés dans les années 1990 dans le but de diffuser la culture de la construction durable, en garantissant et en évaluant l'application de stratégies visant à réduire l'impact environnemental dans la conception et la construction d'un bâtiment ou d'un groupe de bâtiments. Ils permettent également de comparer les bâtiments entre eux et peuvent être utilisés comme ligne directrice pour déterminer les objectifs de durabilité. Ils se caractérisent par un fort accent sur l'efficacité énergétique, un domaine qui a généralement le plus de poids dans l'évaluation globale du bâtiment. Un autre aspect commun, bien qu'avec des déclinaisons différentes selon les systèmes, est l'évaluation de l'impact environnemental tout au long du cycle de vie du bâtiment : de la construction au déclassement ou au réaménagement. Les aspects liés à la qualité de l'environnement intérieur sont également présents dans tous les protocoles, mais avec une pertinence et un nombre d'indicateurs différents. Pour plus de détails, veuillez vous reporter au chapitre 2.1.4 du présent document.

2.1.3 Certifications environnementales des matériaux de construction

2.1.3 | a. Cadre réglementaire

Les certifications environnementales volontaires de produits, qui correspondent souvent à des labels spécifiques, visent à fournir aux consommateurs publics et privés des informations claires sur les performances environnementales d'un produit ou d'un service. Les normes définissant les différents types de labels et leur mode d'attribution sont identifiées dans la série ISO 14020 :

- Labels environnementaux de type I - ISO 14024 ;
- Autodéclarations ou certifications environnementales Type II - ISO 14021 ;
- Déclarations environnementales de produits Type III - ISO 14025.

Les certifications environnementales se distinguent également selon le type de destinataires pour lesquels elles sont faites et selon les aspects environnementaux évalués. Les labels environnementaux de produits peuvent être divisés en labels **«business to consumer» (types I et II)**, qui visent essentiellement l'utilisateur final, et en **labels «business to business» (type III)**, qui visent principalement les clients industriels et non le consommateur final. Il existe des **labels environnementaux sectoriels**, développés et applicables uniquement à des catégories de produits ou des secteurs spécifiques (par exemple, les produits fabriqués à partir de matériaux à base de bois, les produits fabriqués à partir de plastiques recyclés) et des **labels qui impliquent le développement de critères spécifiques** pour des secteurs et des catégories de produits spécifiques (par exemple, les labels basés sur l'ACV, type I ou type II).

Vous trouverez ci-dessous quelques descriptions et spécifications générales qui caractérisent les certifications susmentionnées par type.

2.1.3 | b. Labels environnementaux de type I - ISO 14024.

Le label est attribué sur la base du respect de critères spécifiques élaborés par une tierce partie (publique ou privée), qui exigent le respect de valeurs seuils et de limites de performance environnementale définies tout au long du cycle de vie du produit. Le label est attribué par un organisme public ou privé compétent, après un audit de certification par une tierce partie.

Les labels environnementaux doivent être vérifiés par un organisme de certification tiers autre que l'organisme qui gère le label (ainsi que l'existence de systèmes d'accréditation pertinents pour les organismes de certification) ou par un organisme public. Le label environnemental de type I le plus largement utilisé est l'Ecolabel européen.

L'attribution du label est basée sur un **système multicritères**, caractéristique des labels de type I (ISO 14024), appliqué à des produits répartis en groupes de produits. Les critères écologiques pour chaque groupe de produits sont définis à l'aide d'une approche «du berceau à la tombe» **(ACV - analyse du cycle de vie**) qui détecte les impacts des produits sur l'environnement pendant toutes les phases de leur cycle de vie, en commençant par l'extraction des matières premières, où les aspects visant à qualifier et à sélectionner les fournisseurs sont pris en compte, en passant par les processus de fabrication, où les impacts de l'entreprise de fabrication sont contrôlés, jusqu'à la distribution (y compris l'emballage) et l'utilisation, et enfin jusqu'à l'élimination du produit à la fin de sa vie.

Une fois les critères adoptés à la majorité qualifiée des États membres et de la Commission européenne, ils restent valables jusqu'à ce que, à la suite d'un réexamen par la Commission, il soit jugé opportun de les réviser afin de les rendre plus restrictifs, en fonction du marché et des évolutions scientifiques et technologiques, toujours dans le but d'améliorer la performance environnementale du produit labellisé et de maintenir la sélectivité du label. Le contrat d'octroi du label expire en même temps que la validité des critères, sauf si la durée de validité des critères est prolongée.

2.1.3 | c. Autodéclarations ou certifications environnementales Type II - ISO 14021

L'attribution du label est basée sur les auto-déclarations du fabricant, qui en est le seul responsable. Ils n'exigent pas de vérification par une tierce partie en soi, mais la norme ISO pertinente régit les exigences en matière de diffusion et de contenu des informations. L'utilisation de ce type d'étiquette environnementale dans le cadre des marchés publics est régie par le décret ministériel 11/10/2017. Le type II comprend les **autodéclarations délivrées conformément à la norme ISO 14021 (et validées par un tiers), ReMade in Italy** (certification attestant du contenu en matériaux recyclés conformément à la norme ISO 14021 pour différents types de produits) et **PSV** - certification attestant du contenu en matériaux recyclés conformément à la norme ISO 14021 pour différents types de produits en plastique. Les auto-déclarations ou les certifications environnementales de type II - ISO 14021 prévoient la vérification de **l'affirmation par un organisme de certification tiers** et suivent un **schéma de certification pour l'évaluation de la teneur en matériaux recyclés** (également selon la norme ISO 14021). Ils disposent également de **systèmes de certification pour des catégories de produits spécifiques** afin d'évaluer le contenu recyclé, conformément à la norme ISO 14021, le label étant attribué par une tierce partie. Il s'agit en l'occurrence des labels Plastica Seconda Vita (PSV) et ReMade in Italy, mentionnés par la CAM elle-même.

Les certifications environnementales de type II sont basées sur des auto-déclarations, ainsi que sur des déclarations environnementales, qui définissent les caractéristiques du produit ou les étapes de production qui ont une interaction avec l'environnement. Les déclarations environnementales indiquent la teneur en matériaux recyclés, qui peuvent être distingués entre les matériaux de pré-consommation et de post-consommation.

Afin d'avoir un aperçu complet du sujet et de mieux comprendre la performance environnementale des matériaux, quelques définitions sont données en référence à la norme ISO 14021 et à la directive européenne 2008/98/CE sur les déchets :

Matière valorisée : matière qui a subi une opération de valorisation, entendue comme un détournement du flux de déchets afin d'être amenée à remplir un rôle utile, donc entendue comme une réutilisation en l'état ou après une opération de traitement pour remplir la fonction initiale ou à d'autres fins.

Matériau recyclé : Matériau qui, à la suite d'une opération de récupération de matériaux destinés à devenir des déchets, subit une opération de traitement pour obtenir des produits, des matériaux ou des substances qui seront utilisés pour leur fonction initiale ou à d'autres fins. Elle ne comprend pas la récupération ou le traitement de l'énergie pour obtenir des matériaux destinés à être utilisés comme combustibles (source d'énergie secondaire).

Matériau recyclé avant consommation : matériau dérivé de sources industrielles externes, car détourné du flux de déchets au cours du processus de fabrication (ne comprend pas le recyclage des déchets effectué sur le même site).

Matériaux recyclés post-consommation : matériaux résultant du recyclage de produits précédemment utilisés par les consommateurs et qui ne peuvent plus être utilisés aux fins prévues (matériaux générés par les établissements domestiques ou les installations commerciales, industrielles et institutionnelles).

Sous-produit : substance résultant d'un processus de production dont le but premier n'est pas la production de cet élément. Il s'agit d'un sous-produit car il n'est pas reconnu comme un déchet, mais comme un objet qui peut être réutilisé en tant que tel et qui répond aux exigences relatives aux produits et à la protection de la santé et de l'environnement.

2.1.3 | d. Déclarations environnementales de produits Type III - ISO 14025.

L'attribution du label est basée sur une déclaration des impacts environnementaux associés au cycle de vie du produit, quantifiés par l'analyse du cycle de vie (ACV), effectuée sur la base de spécifications de produits de référence (PCR) qui permettent la comparabilité des informations entre les produits de la même catégorie. Les principales déclarations environnementales de produits de type III sont les suivantes : **International EPD System** (opérateur de programme suédois), **EPDITALY** (opérateur de programme italien), **IBU** (opérateur de programme allemand), **Bau-EPD** (opérateur de programme autrichien), **GlobalEPD** (opérateur de programme espagnol), **BRE** (opérateur de programme anglais), **FDES INIES** (opérateur de programme français).

L'objectif principal de la déclaration environnementale de produit (DEP) est de fournir des informations pertinentes, vérifiées et comparables sur l'impact environnemental d'un produit ou d'un service. Une déclaration environnementale de produit est définie dans la norme ISO 14025 comme un document contenant la quantification de la performance environnementale d'un produit au moyen de catégories appropriées de paramètres calculés selon la méthodologie de l'analyse du cycle de vie (ACV) et donc selon les normes de la série ISO 14040. Toutefois, les DEP n'excluent pas les informations environnementales supplémentaires. La préparation d'une EPD de produit doit être précédée de la **définition d'un document de référence appelé PCR** (Product Category Rules) qui permet la préparation d'études ACV et de déclarations environnementales connexes de manière cohérente et comparable.

Il existe plusieurs opérateurs de programmes au niveau européen, qui permettent aux DEP d'être reconnus et publiés après une vérification indépendante du respect des RPC. Au niveau européen, le premier opérateur de programme est né en Suède, le système international EPD®, qui a été largement diffusé. Récemment est également né l'opérateur de programmes italien EPDITALY©, qui fournit un service conforme aux exigences de la CAM.

2.1.3 | e. Autres systèmes de certification

Un autre type de label environnemental volontaire est la certification forestière, qui vise à garantir l'origine du bois et la gestion des forêts conformément à certaines exigences de durabilité. Ces types de certification suivent les normes définies par les systèmes de certification, principalement **PEFC - Programme for Endorsment of Forest Certification schemes et FSC - Forest Stewardship Council**. Ce label est attribué par un organisme tiers indépendant.

Les certifications forestières se divisent en **certifications de gestion durable des forêts et en certifications de chaîne de contrôle**, afin de garantir d'une part la gestion correcte des forêts, c'est-à-dire de manière légale et durable, et d'autre part la traçabilité pendant toutes les phases de transformation et de distribution du bois et des produits fabriqués.

Les certifications de durabilité des matières premières du bois garantissent que le bois provient de forêts gérées selon des critères de durabilité, et sont également appelées certifications de **gestion durable des forêts** (GDF). Ces critères garantissent que les forêts sont gérées et utilisées de manière et à des rythmes qui préservent leur biodiversité, leur productivité, leur caractère renouvelable, leur vitalité et leur capacité à remplir, aujourd'hui et à l'avenir, les fonctions écologiques, économiques et sociales pertinentes aux niveaux local, national et mondial, sans nuire aux autres écosystèmes. Le caractère renouvelable de la forêt est également une condition préalable pour garantir son rôle de puits de carbone et pour considérer l'utilisation du bois comme **neutre en carbone**.

Les entreprises peuvent obtenir la certification de la «**chaîne de contrôle**», qui atteste de leur capacité à garantir, grâce à des systèmes de traçabilité spécifiques, que les caractéristiques de durabilité certifiées du matériau qu'elles achètent sont correctement transférées au produit qu'elles vendent. Dans ce cas, ils peuvent déclarer le produit comme certifié. FSC et PEFC sont les deux normes actuellement sur le marché pour les produits en bois.

La **certification FSC Chain of Custody (CoC)** garantit la traçabilité des matériaux provenant de forêts certifiées FSC et est essentielle pour l'application des labels FSC sur les produits. La possession d'une certification valide de la chaîne de traçabilité FSC est une condition préalable à la vente d'un produit comme étant certifié. Grâce à cette certification, une organisation peut garantir au marché l'origine du bois utilisé pour ses produits et démontrer ainsi sa contribution active à la gestion responsable des forêts de manière correcte, transparente et contrôlée. La certification FSC concerne les produits forestiers, c'est-à-dire le bois (bois rond, bois scié, bois tranché, bois de chauffage, copeaux de bois, etc.) et les produits à base de bois (panneaux, meubles, cadres, granulés, etc.), mais aussi les dérivés du bois tels que la pâte et le papier (tissus, bureau, impression, etc.). Les différents types d'étiquettes sont énumérés ci-dessous :

- **FSC 100%** : indique qu'un produit est fabriqué à partir de bois/cellulose provenant exclusivement de forêts certifiées FSC ;
- **Mixte FSC** : indique qu'un produit est fabriqué à partir d'une combinaison de bois/cellulose provenant de forêts certifiées FSC, de sources contrôlées (forêts vérifiées pour répondre à un ensemble minimal de critères) et/ou de produits recyclés post-consommation ;
- **FSC recyclé** : indique qu'un produit est fabriqué à partir de bois/cellulose recyclé(e) à au moins 85 % post-consommation ;
- **Bois contrôlé FSC** : indique la matière (provenant de sources « acceptables «) qui peut être mélangée à de la matière certifiée lors de la fabrication de produits portant un label FSC mixte.

La chaîne de **contrôle PEFC (CoC)** est un système de traçabilité à l'échelle de l'entreprise utilisé à toutes les étapes de la transformation et de la distribution du bois. Elle certifie que le système d'enregistrement des flux de bois de l'entreprise répond aux exigences définies dans le système de certification et exige qu'aucun bois provenant de sources controversées (par exemple, abattage illégal ou dans des zones protégées) ne puisse entrer dans la chaîne

des produits certifiés. Le certificat de la chaîne de contrôle PEFC est la condition essentielle pour qu'une entreprise puisse utiliser le logo PEFC sur ses produits fabriqués à partir de matériaux certifiés PEFC. Les trois différentes certifications de produits PEFC possibles sont énumérées ci-dessous :

- **Certifié PEFC** : le produit certifié ou un pourcentage déterminé du produit, est fabriqué à partir de matières premières provenant de forêts gérées durablement, recyclées et de sources contrôlées (au moins 70% des matières premières doivent provenir de forêts certifiées, le contenu recyclé ne doit pas dépasser 85%) ;
- **PEFC Recyclé** : Le produit ou une partie spécifiée de celui-ci, est fabriqué à partir de matières premières provenant de forêts gérées durablement, recyclées (avant ou après consommation) et de sources contrôlées (au moins 70% de matières premières recyclées et de produits forestiers provenant de sources contrôlées).
- **100 % de sources contrôlées PEFC** : le produit est fabriqué à partir de matières premières provenant de sources non controversées, dont l'utilisation respecte les critères de légalité de la norme de la chaîne de contrôle PEFC.

2.1.3 | f. Les certifications comme outil de vérification des CAM - Critères environnementaux minimaux

Les CAM - Critères environnementaux minimaux, sont définis dans le cadre du Plan d'action national pour la durabilité environnementale (PANGPP) dans le but de promouvoir les achats écologiques par les administrations publiques. Initialement d'application volontaire, les critères sont devenus obligatoires dans tous les marchés publics en 2016 par le biais du décret législatif 50/2016 « Code des marchés publics « (modifié par le décret législatif 56/2017). En effet, l'article 34 du Code prévoit l'obligation, pour les stations contractantes, d'inclure dans le dossier de conception et d'appel d'offres les spécifications techniques et les clauses contractuelles contenues dans les décrets CAM, à l'exception des catégories se référant aux travaux de rénovation, y compris ceux de démolition et de reconstruction, dans lesquels les critères correspondants applicables dans le secteur du bâtiment «sont pris en compte, dans la mesure du possible, en fonction du type d'intervention et de la localisation des travaux à réaliser, sur la base de critères appropriés définis par le Ministère de l'Environnement et de la Protection du Territoire et de la Mer» (art.34 Décret législatif 50/2016).

En général, la CAM définit certaines exigences environnementales pour différentes étapes du processus d'acquisition de produits individuels, dans le but d'identifier la meilleure solution de conception d'un point de vue environnemental tout au long du cycle de vie du produit ou du service. En fonction du type de secteur faisant l'objet de l'appel d'offres, la CAM a été divisée en 17 catégories afin d'adapter les paramètres environnementaux d'une manière plus cohérente avec le produit ou le service requis.

Parmi ces catégories, un **CAM spécifique** est identifié **pour le secteur de la construction en référence au décret ministériel du 11 octobre 2017 concernant les « Critères environnementaux minimaux pour l'attribution de services de conception et de travaux pour la nouvelle construction, la rénovation et l'entretien des bâtiments publics** «.

L'objectif principal de la CAM est la réduction des impacts environnementaux dans toutes les phases du processus de passation de marchés, depuis l'appel d'offres, la conception (préliminaire, finale, exécutive), l'appel d'offres, jusqu'à la phase d'exécution des travaux. En particulier, les spécifications techniques indiquées par la CAM, fournissent des indications générales pour garantir une prévention et une réduction des impacts environnementaux

en se concentrant sur certains aspects, tels que la conservation des habitats dans la zone d'intervention, l'augmentation de l'efficacité énergétique pour la réduction de la consommation, la réduction des émissions de substances dangereuses dans l'environnement intérieur et l'amélioration du confort intérieur, l'éclairage naturel, l'utilisation de matériaux locaux et éco-compatibles, les spécifications pour le choix des systèmes de chauffage et d'eau sanitaire.

Concernant le choix de la conception des éléments de construction, le CAM développe deux paragraphes, 2.4.1 concernant les «Critères communs pour tous les éléments de construction» et 2.4.2 «Critères spécifiques pour les éléments de construction», dans l'intention d'orienter le choix vers des éléments de construction présentant des caractéristiques conformes aux principes de l'économie circulaire, c'est-à-dire fondées sur des considérations qui impliquent l'ensemble du cycle de vie des produits individuels et du projet dans son ensemble : démontabilité en fin de vie, contenu de matériaux récupérés ou recyclés sur le total de tous les matériaux utilisés, contenu de matériaux récupérés/recyclés ou de sous-produits définis pour des matériaux spécifiques.

Il faut rappeler que l'article 23, alinéa 7 du Code prévoit l'utilisation de listes de prix régionales pour la quantification définitive de la limite des dépenses pour la réalisation des travaux publics, il est clair que le respect de l'article 34 doit nécessairement inclure le choix de matériaux et de composants de construction conformes au CAM. Les listes de prix régionales, en tant qu'outils opérationnels pour la définition des matériaux et des travaux nécessaires à l'exécution des travaux, sont donc nécessairement tenues de fournir les informations relatives au respect de ces critères.

Pour vérifier les paramètres environnementaux requis des matériaux, la CAM utilise les certifications environnementales des produits. Bien que volontaires, les certifications environnementales deviennent obligatoires pour participer aux appels d'offres publics, ce qui permet aux pouvoirs adjudicateurs de mettre en œuvre les dispositions du plan de durabilité environnementale et de récompenser les produits «vertueux» d'un point de vue environnemental, par la promotion de modèles de production et de consommation durables.

Les paragraphes 2.4.1 et 2.4.2 du décret CAM, définissent les exigences environnementales minimales de nature obligatoire, en les distinguant des derniers paragraphes du même décret (chapitres 2.6.4 et 2.6.5) où sont illustrées certaines exigences environnementales de nature facultative. Pour l'application de ces derniers, il appartient au pouvoir adjudicateur, dans le cadre de l'évaluation de l'offre selon les critères économiquement les plus avantageux (et pas seulement pour la composante prix offerte), de décider de leur intégration dans la procédure d'appel d'offres en fonction des aspects de conception à valoriser (tels que la distance d'approvisionnement des produits, l'utilisation de matériaux renouvelables, etc.)

Ci-dessous les tableaux du **Catalogue des Produits de Construction avec Certification Environnementale produit dans le cadre du Projet Alcotra ECOBATI)** où les paramètres environnementaux minimums requis par les paragraphes 2.4.1 et 2.4.2 des CAMs ont été reportés schématiquement avec les certifications environnementales respectives des produits pour la phase de vérification.

2.4.2.3	Contenuto di materie recuperate e/o riciclata e/o sottoprodotti per laterizi		Tipo II	• Autodichiarazione secondo la ISO 14021 convalidata da ente terzo • ReMade in Italy
	per muratura e solai	≥ 10% sul peso (secco) (15% se contengono anche sottoprodotti quali rocce e terre da scavo)	Tipo III	• EPD
	per coperture, pavimenti e muratura faccia a vista	≥ 5% sul peso (secco) (7,5% se contengono anche rocce e terre da scavo)	Tipo II	• Autodichiarazione secondo la ISO 14021 convalidata da ente terzo • ReMade in Italy
			Tipo III	• EPD
2.4.2.4	Sostenibilità e legalità per materiali e prodotti contenenti legno o materiale di origine legnosa	• Certificazione di Catena di Custodia per legname proveniente da foreste gestite in maniera sostenibile; • Certificazione di legname con origine controllata; • Certificazione di legname con contenuto di materiale riciclato	Certificazione di Catena di Custodia (CdC)	• FSC • PEFC
			Tipo II	• Autodichiarazione secondo la ISO 14021 convalidata da ente terzo • ReMade in Italy
2.4.2.5	Contenuto di materiale riciclato nei prodotti: ghisa, ferro, acciaio ad uso strutturale	≥ 70% per acciaio da forno elettrico	Tipo II	• Autodichiarazione secondo la ISO 14021 convalidata da ente terzo • ReMade in Italy
			Tipo III	• EPD
		≥ 10% per acciaio da ciclo integrale	Tipo II	• Autodichiarazione secondo la ISO 14021 convalidata da ente terzo • ReMade in Italy
			Tipo III	• EPD
2.4.2.6	Contenuto di materia riciclata o recuperata nei componenti in materie plastiche (valutato sul tot dei materiali plastici utilizzati)	≥ 30% in peso	Tipo II	• Autodichiarazione secondo la ISO 14021 convalidata da ente terzo • ReMade in Italy
				• PSV
			Tipo III	• EPD
2.4.2.8	Contenuto di materie recuperate e/o riciclate e/o sottoprodotti per tramezzature e controsoffitti	≥ 5% peso (secco)	Tipo II	• Autodichiarazione secondo la ISO 14021 convalidata da ente terzo • ReMade in Italy
			Tipo III	• EPD
2.4.2.9	Criteri e contenuto di materiale recuperato e/o riciclato nei prodotti isolanti termici ed acustici	• Restrizione sull'utilizzo di prodotti chimici in fase di produzione dei materiali; • Contenuto minimo di materiale recuperato e/o riciclato in funzione della tipologia di materiale (*tabella a*)	Tipo II	• Autodichiarazione secondo la ISO 14021 convalidata da ente terzo • ReMade in Italy • PSV
			Tipo III	• EPD

2.4.2.10	Criteri ecologici e prestazionali per pavimenti e rivestimenti conformi al Regolamento europeo (CE n.66/2010)	Rivestimenti in legno (conformi alle decisioni 2010/18/CE) Rivestimenti con materie tessili (conformi alle decisioni 2009/967/CE) Coperture dure (conformi alle decisioni 2009/607/CE)	Tipo I	• Ecolabel
			Tipo III	• EPD
2.4.2.11	Criteri ecologici e prestazionali per pitture e vernici conformi al Regolamento europeo (CE n.66/2010)	Prodotti vernicianti per interni ed esterni (conformi alle decisioni 2014/312/UE)	Tipo I	• Ecolabel
			Tipo III	• EPD

Composants pour l'isolation thermique	Isolation sous forme de panneaux	Isolation surchargée, vaporisé/non vaporisé	Tapis isolants
Cellulose		80%	
Laine de verre	60%	60%	60%
Laine de roche	15%	15%	15%
Perlite expansée	30%	40%	8-10%
Fibres de polyester	60-80%		60-80%
Polystyrène expansé	10-60% selon la technologie utilisée pour la production	10-60% selon la technologie utilisée pour la production	
Polystyrène extrudé	5-45% selon le type de produit et la technologie de production		
Mousse de polyuréthane	1-10% selon le type de produit et la technologie de production	1-10% selon le type de produit et la technologie de production	
Aggloméré de polyuréthane	70%	70%	70%
Agglomérés de caoutchouc	60%	60%	60%
Isolation réfléchissante en aluminium			15%





Focus : l'utilisation des produits du bois

Le marché de la construction en bois est un secteur en pleine croissance dans lequel il existe de nombreuses possibilités d'utiliser du bois ayant un impact environnemental réduit, tant au niveau de son origine (gestion durable des forêts) qu'au niveau des chaînes d'approvisionnement (chaînes d'approvisionnement locales).

Là encore, des exigences spécifiques ont été introduites dans le CAM Bâtiment.

Exigences obligatoires en fonction du type de produit :

- **2.4.2.4. : Durabilité et légalité du bois** : pour les matériaux et produits en bois ou en matériau à base de bois, ou contenant des éléments d'origine ligneuse, le matériau doit provenir de forêts gérées de manière durable/responsable ou être fabriqué à partir de bois recyclé ou d'une combinaison des deux.
- **2.4.2.10 : Planchers et revêtements** : Les produits utilisés pour les sols et les revêtements sont conformes aux critères écologiques et de performance définis dans les décisions 2010/18/CE30, 2009/607/CE31 et 2009/967/CE32 et leurs modifications et compléments, relatifs à l'attribution du label écologique de l'UE. (label écologique de l'UE ou équivalent).

Des exigences valorisantes

- **2.6.4. : Matériaux renouvelables** : un bonus est accordé pour l'utilisation de matériaux de construction dérivés de matières premières renouvelables pour au moins 20% en poids du bâtiment total, à l'exclusion des structures porteuses. Le pouvoir adjudicateur définit le score de bonification qui peut être attribué. Elle doit être progressive et prévoir au moins trois seuils différents liés au pourcentage en poids égal ou supérieur à 20 %.
- **2.6.5. distance d'approvisionnement des produits de construction** : un bonus est accordé pour la conception d'un nouveau bâtiment ou d'une rénovation impliquant l'utilisation de matériaux extraits, collectés ou récupérés, ainsi que transformés (processus de fabrication) à une distance maximale de 150 km du site d'utilisation, pour au moins 60% en poids du total des matériaux utilisés. La distance maximale est définie comme la somme de toutes les étapes de transport comprises dans la chaîne de production.

Dans le cadre de la CAM du bâtiment (D.M. 11 octobre 2017) et de la CAM pour l'acquisition de services énergétiques pour les bâtiments (D.M : 7 mars 2012) les exigences pour les choix de conception référés à la biomasse obligent à considérer son origine et sa traçabilité selon des systèmes de gestion forestière durable (PEFC/FSC ou équivalent), et à valoriser l'utilisation de matériaux provenant de chaînes d'approvisionnement locales selon des indications appropriées par rapport aux décrets respectifs. En particulier, la biomasse et/ou le biogaz utilisés pour fournir des services énergétiques doivent provenir d'un rayon de 70 km (**exigence obligatoire**), tandis que ceux utilisés dans la construction doivent provenir d'un rayon de 150 km (**exigence valorisante**).

Dans le secteur de la construction, l'utilisation de matériaux naturels et/ou de matériaux issus de processus de réutilisation, de récupération et de recyclage est encouragée afin d'atteindre l'objectif de réduction des déchets non dangereux des chantiers de construction et de démolition (70 % d'ici 2020). Parmi les aspects environnementaux, une attention particulière est accordée à la pollution de l'environnement intérieur, pour laquelle des critères spécifiques sont prévus afin de limiter l'émission de substances nocives (substances organiques volatiles, formaldéhyde, etc.) dans les environnements intérieurs causée par l'utilisation de peintures, d'adhésifs et de résine ou d'autres produits chimiques utilisés dans la production de matériaux.

2.1.3 g. Critères pour l'utilisation de matériaux locaux dans les mesures d'efficacité énergétique des bâtiments

En ce qui concerne l'utilisation de matériaux locaux dans les mesures d'efficacité énergétique dans les bâtiments publics, la législation italienne sur les critères environnementaux minimaux dans la construction «CAM/construction» (selon le décret ministériel du 11 octobre 2017) donne la possibilité de favoriser la sélection et l'utilisation de matériaux de construction à chaîne d'approvisionnement courte. En particulier, le paragraphe 2.6.5 décrit une CAM optionnelle «Distance d'approvisionnement des produits de construction» dont l'objectif est d'orienter les concepteurs et les maîtres d'ouvrage vers la conception et la construction de bâtiments ou leur réaménagement par l'utilisation d'éléments de construction pour la production desquels les matériaux ont été extraits, collectés ou récupérés, ainsi que transformés (processus de fabrication) dans un rayon maximal de 150 km du site de construction, pour au moins 60% en poids du total des matériaux utilisés.

La distance maximale est la somme de toutes les étapes de transport comprises dans la chaîne de production. Si certaines étapes du transport sont effectuées par voie ferroviaire ou maritime, un facteur de multiplication de 0,25 est utilisé pour calculer ces distances.

Vérification : le concepteur doit faire des choix techniques qui permettent de respecter le critère et doit exiger du soumissionnaire qu'il déclare, lors de l'appel d'offres, les matériaux qui répondent au critère, en précisant pour chaque matériau la localisation des différentes étapes de la chaîne de production et le calcul correspondant des distances parcourues. Cette déclaration, faite par le représentant légal du soumissionnaire, doit être présentée au pouvoir adjudicateur pendant l'exécution des travaux, selon les modalités précisées dans le cahier des charges correspondant.

Afin d'encourager les administrations publiques à s'engager dans des voies vertueuses susceptibles de renforcer les chaînes d'approvisionnement locales dans le secteur de la construction et de promouvoir l'application des marchés publics écologiques, voici quelques bonnes pratiques.

Projet ECO-BATI financé par le programme Interreg Italie - France ALCOTRA 2014 - 2020

Les partenaires du projet coordonnés par la Chambre de Commerce de Cuneo étaient : la Chambre de commerce Riviere di Liguria - bureau d'Imperia, la Chambre de commerce italienne de Nice, la Chambre des métiers du département des Alpes-Maritimes, la municipalité de Boves, l'Agence de développement territorial LAMORO, GIP FIPAN Gruppo di Interesse Pubblico per la Formazione e l'Inserimento Professionale dell'Accademia di Nizza et Environment Park et ont poursuivi l'objectif de valoriser et de renforcer les filières locales du territoire transfrontalier (Provinces de Cuneo, Imperia et Département Alpi Marittime PACA 06) dans le domaine de l'efficacité énergétique du patrimoine immobilier public. Des activités spécifiques ont été menées, adressées aux entreprises et aux administrations publiques, d'assistance technique visant d'une part à préparer l'offre sur le marché de produits de construction durables, à chaîne d'approvisionnement courte et avec certification environnementale, et d'autre part à la diffusion des MPE dans l'administration publique. L'objectif de ce travail conjoint était de valoriser une série de produits locaux à haute performance et valeur environnementale, utiles pour la réalisation de travaux d'efficacité énergétique dans le secteur public.

L'activité d'assistance technique, réalisée par Environment Park et la Chambre de commerce de Cuneo au profit des entreprises locales, s'est caractérisée par la réalisation d'analyses pour l'évaluation de l'impact environnemental des processus de production (ACV - Analyse du cycle de vie) et la promotion de l'adoption de **certifications environnementales des produits susceptibles de renforcer la durabilité environnementale et le processus de production de la chaîne d'approvisionnement locale**.

Pour les administrations publiques, le Parc de l'Environnement a fourni un service d'assistance technique visant à l'application correcte du CAM Bâtiment tant au stade de la conception que lors du traitement des appels d'offres publics pour la réhabilitation des bâtiments publics.

Pour le bénéfice du secteur de la production privée, des administrations publiques et des concepteurs, Environment Park, avec le soutien de la Région Piémont, a élaboré : le «Catalogue des produits de construction avec certification environnementale», véritable vitrine des produits avec certification environnementale sur le marché italien, et la section 30 sur les produits CAM du «Prezzario Opere e Lavori Opere Pubblici» de la Région Piémont, à laquelle a collaboré le Comité technique de la CCIAA de Cuneo. Dans le cadre de ce même projet, la CCIAA de Cuneo a mis à jour son «Prezzario Opere Edili» (liste de prix pour les travaux de construction) en intégrant les mêmes éléments dans la section des produits de construction durables que dans la liste de prix régionale.

Après cette phase préparatoire destinée à la fois aux entreprises productives de la zone (principalement des PME) et aux administrations publiques, le projet ECO-BATI a prévu de mettre en place 4 sites pilotes.

En plus des exigences minimales requises par la réglementation, telles qu'un pourcentage minimum de matières premières récupérées/recyclées et la démontabilité et la durabilité des composants, des critères environnementaux supplémentaires spécifiques au projet (ECO-BATI) ont été développés pour **encourager l'utilisation de produits naturels renouvelables et de chaînes d'approvisionnement locales**. Ces critères, développés sur la base de la CAM, ont été adaptés aux caractéristiques spécifiques de chaque site pilote, avec un accent particulier sur

- Produits dont la **teneur en matières premières récupérées/recyclées dépasse les exigences minimales obligatoires** ;
- Produits à **chaîne d'approvisionnement courte dont les distances d'approvisionnement, de traitement et d'installation sur site sont inférieures à 150 km** ;
- Produits issus de **chaînes d'approvisionnement transfrontalières avec de courtes distances d'approvisionnement tout au long du cycle de production (moins de 200 km)** ;
- Produits fabriqués à partir de **matières premières renouvelables et de matériaux à base de bois ayant un faible impact environnemental (réduction des émissions de CO2 lors de l'approvisionnement)** ;
- Amélioration des caractéristiques de performance pour l'efficacité énergétique de l'enveloppe (en termes d'isolation thermique).

Ces actions vertueuses ont généré des résultats importants dans les sites pilotes du bâtiment «Tetto sottile» appartenant à la CCIAA de Cuneo et dans un bâtiment de la municipalité de Boves dédié aux activités de formation de l'Ente Scuola Edile de Cuneo. **L'application du modèle et des outils développés dans le cadre du projet ECO BATI a permis d'obtenir d'excellents résultats dans l'utilisation de matériaux provenant de chaînes d'approvisionnement locales, renouvelables et à faible impact environnemental**. En effet, sur les deux sites, **90 % des produits provenaient de chaînes d'approvisionnement locales situées dans un rayon de 150 km** ; cela présente le double avantage de réduire l'impact environnemental de la phase de construction et d'encourager et de renforcer le secteur de la production lié à l'industrie de la construction dans une logique d'économie circulaire.

le chantier «Thin Roof

Le chantier pilote, réalisé à la Chambre de commerce de Cuneo, comprenait la mise en œuvre du système d'isolation et le remplacement des fenêtres extérieures du bâtiment «Tetto Sottile».

Les solutions comprenaient : le soufflage extérieur de canapulo pour la partie de la maçonnerie à noyau creux au deuxième étage du mur ouest, un système de plâtrage à trois composants tilleul-bois-chanvre et un plâtre thermique pour les murs en briques pleines, et le remplacement des cadres de fenêtres et de portes par de nouveaux cadres en bois de mélèze régional.

Le projet stipulait qu'au moins 60 % des matériaux de construction nécessaires à la réalisation des travaux devaient être produits dans des chaînes d'approvisionnement dont le processus de production restait dans un rayon de 150 km du chantier. Au cours de la procédure d'adjudication, l'entreprise lauréate a encore amélioré ce pourcentage, le portant à 90 %, les principaux matériaux locaux utilisés étant : le bois de mélèze pour les cadres de fenêtres, le canapulo, mélangé à de la chaux pour l'isolation extérieure, et les briques.

Traçabilité des matériaux en bois issus de la chaîne d'approvisionnement courte

Dans le secteur de la production de bois, où l'on utilise souvent des produits dont les chaînes de production et de distribution sont glocales, le transport est de loin le composant le plus impactant en termes d'émissions de gaz à effet de serre. Il est donc important de pouvoir agir sur cet aspect, en minimisant et en raccourcissant autant que possible la longueur des chaînes d'approvisionnement.

Le projet CaSCo (acronyme de Carbon Smart Communities) est un projet européen financé par le programme Interreg Alpine Space (2014-2020) axé sur la promotion du «bois de proximité», dans le cadre duquel Environment Park a joué le rôle de partenaire technique. L'objectif de ce projet était **d'encourager la réduction des distances parcourues dans le cycle de production des assortiments de bois**, en maximisant la durabilité et en réduisant les impacts sur le changement climatique associés au transport. Dans le cadre du développement du projet, on a essayé de passer du concept traditionnel de «bois local» basé sur des éléments d'origine géographique (qui n'est souvent pas justifié par les caractéristiques technologiques du bois local ou d'autres aspects tels que les techniques de transformation) à la promotion de la plus grande valeur environnementale du matériau transformé et posé à proximité du lieu de récolte. Le projet a permis d'expérimenter des outils capables d'impliquer un grand nombre d'opérateurs et de techniciens du secteur ; le **système de certification** allemand Holz von Hier, **capable de certifier la distance parcourue par un assortiment de bois dans son cycle de production, du lieu de récolte à la destination finale**, a également été introduit dans le contexte piémontais et italien. Ce système de certification est capable de fournir des informations facilement compréhensibles sur les kilomètres effectivement parcourus par le produit semi-fini ou fini, ce qui a une corrélation directe avec l'empreinte carbone associée au produit.

La version italienne du label s'appelle Low Carbon Timber (LCT) et exige un certificat sur la fourniture du matériau bois :

- **la durabilité de la gestion forestière**
- **le respect de seuils maximaux de distance** entre les différents maillons de la chaîne, variant selon le type d'assortiment

Le protocole Low Carbon Timber est déjà utilisé par certains opérateurs économiques qui ont été impliqués dans le projet, également à des fins commerciales et promotionnelles. On pense que des outils comme celui-ci peuvent contribuer à accroître la visibilité et l'intérêt pour la production en «chaîne courte» et stimuler positivement la croissance de l'approvisionnement local en produits durables.

Le territoire du projet Pays Ecogetiques : quels matériaux et produits durables et éco-innovants le territoire peut-il offrir ?

Les bonnes pratiques décrites ci-dessus représentent un modèle reproductible au sein des territoires représentés par le projet Pays Ecogetiques, qui, surtout pour la partie relevant de la Province de Cuneo, peut être directement appliqué grâce à ce que le tissu entrepreneurial peut offrir en termes de produits de construction de chaînes d'approvisionnement locales.

Plusieurs entreprises locales ont su valoriser les ressources naturelles, en concevant et en produisant des éléments de construction à haute performance technique et environnementale. En plus de tirer le meilleur parti des matériaux locaux, les entreprises ont su s'adapter aux nouvelles exigences environnementales et à l'innovation dans le secteur du bâtiment, en appliquant des choix de production et des stratégies commerciales visant à obtenir une production plus durable et en veillant à ce qu'ils soient reconnus par des certifications environnementales.

Parmi les types de produits locaux, dont certains ont déjà été «testés» dans le cadre des procédures d'appel d'offres et de mise en œuvre du projet ECO-BATI, figurent les suivants :

- mélanges de chaux et de chanvre pour l'isolation des couches, des cavités, des substrats et des toitures ;
- briques avec des matériaux d'origine locale et/ou secondaire, issus de la récupération et du recyclage de produits en fin de vie ;
- des produits en bois fabriqués à partir de matières premières locales et traités avec des additifs/peintures sélectionnés ;
- des éléments de l'enveloppe du bâtiment fabriqués à partir de matériaux récupérés et recyclés ou à partir de biomatériaux tels que le lin, la laine de mouton, le liège et le chanvre.

Sur le territoire, il est possible de trouver les produits énumérés ci-dessus accompagnés de certificats environnementaux délivrés par des organismes de certification conformément aux normes internationales ISO 14021-24-25 reconnues tant au niveau international que par les normes italiennes CAM. Ces produits ont été répertoriés et signalés dans le «Catalogue des produits de construction avec certification environnementale - édition 2020» publié sur le site de la Regione Piemonte.

2.1.4 CERTIFICATION ÉNERGÉTIQUE ET ENVIRONNEMENTALE DES BÂTIMENTS

2.1.4 a. L'A.P.E. (certificat de performance énergétique) et la réalisation de la norme nZEB

Cadre réglementaire

L'A.P.E. (avant les modifications du décret 63/2013 il était appelé A.C.E.) est le document qui décrit les caractéristiques énergétiques d'un bâtiment, d'une maison ou d'un appartement. C'est un outil de contrôle qui résume la performance énergétique des bâtiments sur une échelle de A4 à G (échelle de 10 lettres) et qui est obligatoire pour la vente ou la location d'un bien immobilier. La validité d'un APE est, dans la plupart des cas, de 10 ans. Depuis le 1er juillet 2009, l'APE est obligatoire en cas d'achat ou de vente d'un bien immobilier, et depuis le 1er juillet 2010 en cas de location. Depuis janvier 2012, il figure également dans les annonces immobilières où les principaux indices de performance énergétique sont rendus visibles ; il fait également partie des documents utilisés pour obtenir le certificat d'occupation d'un bâtiment.

La loi **90/2013** a précisé de manière plus détaillée les cas spécifiques dans lesquels le certificat doit être établi. Ses principaux objectifs sont les suivants : fournir une «licence» énergétique du bien à vendre ou à louer (conditionnant l'évaluation de l'avantage économique par rapport à la consommation énergétique déclarée) et recommander brièvement des interventions hypothétiques de requalification énergétique qui peuvent être effectuées sur le bâtiment. Ce document peut affecter à la fois la valeur marchande des bâtiments existants et l'incitation à construire de nouveaux bâtiments à haute performance énergétique. En plus de fournir des informations spécifiques sur la consommation des différents vecteurs énergétiques alimentant le bâtiment, l'APE est en mesure de définir et de certifier l'atteinte du standard « nZEB «.

En Italie, la définition «nZEB» est fournie par le décret-loi numéro 63 de 2013, converti en loi n. 90 de la même année, qui en plus de la définition (bâtiments à énergie «presque nulle») fixe les nouveaux critères pour la mise à jour et la planification des normes de performance des bâtiments (enveloppe, systèmes génériques et systèmes à partir de sources renouvelables) dans le but d'atteindre les objectifs fixés au niveau européen sur les bâtiments. Le bâtiment à énergie « quasi nulle « est défini comme « un bâtiment à très haute performance énergétique, calculé conformément aux dispositions du présent décret, qui répond aux exigences définies dans le décret visé à l'article 4, paragraphe 1 «. Un tel bâtiment a une demande énergétique très faible (ou presque nulle) avec une couverture importante de la consommation d'énergie par des sources renouvelables avec production sur place».

Cadre typologique

L'APE peut être établi sur les bâtiments neufs et existants de tous types définis par le décret présidentiel 412/93. Ce certificat permet d'atteindre la norme de performance nZEB conformément à la directive européenne 31/2010/CE et aux modifications et ajouts ultérieurs. Le calcul de la performance énergétique prévoit actuellement six services analysables : **la climatisation d'hiver, la climatisation d'été, la production d'eau chaude sanitaire, la ventilation mécanique, l'éclairage et le transport**. Les services d'éclairage et de transport ne sont jamais pris en compte dans le calcul de l'énergie primaire des bâtiments résidentiels, tandis que les quatre autres services peuvent être présents ou non dans l'unité de bâtiment analysée. Le service de ventilation mécanique est actif lorsqu'il y a dans le bâtiment des équipements qui déplacent l'air mécaniquement ; le service de ventilation recueille

toute l'absorption électrique des machines qui fournissent et extraient l'air de l'environnement. Sa contribution alimente le vecteur énergie électrique. Si l'échange d'air est uniquement naturel, le service de ventilation ne sera pas présent et la contribution EPV sera nulle. Le service de climatisation d'été regroupe les systèmes de refroidissement calculés selon la norme UNI TS 11300-3. S'il n'y a pas de systèmes de climatisation d'été, la contribution EPC sera nulle. Le service de production d'eau chaude sanitaire comprend les systèmes qui fournissent l'ECS aux pièces du bâtiment. Dans le cas où il n'y a pas de système d'ECS pour le bâtiment résidentiel, la valeur de l'EPW sera calculée en simulant la présence d'un système de distribution avec un rendement de 0,7 et un générateur à combustible gazeux avec un rendement de 85%. Le service hivernal de climatisation inclut les systèmes de chauffage. S'il n'y a pas de système de climatisation en hiver, il est toujours nécessaire de simuler l'alimentation en chauffage par un système hydronique avec un rendement de 0,81 et un générateur de combustible gazeux avec un rendement de 95 %. Les méthodes de simulation du système sont indiquées dans l'arrêté ministériel du 26 juin 2015. Dans ce cas, l'APE contiendra la description «Usine simulée comme absente» dans le tableau des détails de l'usine.

Opportunités et incitations économiques

Voici quelques-uns des appels ou mécanismes incitatifs réservés aux administrations publiques de la province de Cuneo impliquées dans le projet Pays Ecogetiques. Veuillez noter que les appels publiés par la Région Piémont sont actuellement clos mais peuvent représenter une référence pour les futurs appels de la prochaine programmation POR FESR 2021-2027.

Appel à propositions POR FESR 2014-2020 Regione Piemonte- ASSE 4 - ACTION 4.1.1 - Promotion de l'éco-efficacité et réduction de la consommation d'énergie primaire dans les bâtiments et structures publics - Communes de plus de 5 mille habitants (Appel clôturé) : Rénovation de bâtiments individuels ou de complexes de bâtiments, installation de systèmes intelligents de contrôle à distance, de régulation, de gestion, de suivi et d'optimisation de la consommation d'énergie (bâtiments intelligents) et des émissions polluantes. Subventions pouvant atteindre 80 % de l'investissement si l'A.P.E. post-intervention certifie que le bâtiment a atteint les normes minimales définies par l'avis de concours. Des subventions de facilitation allant jusqu'à 90% de l'investissement seront accordées si l'A.P.E. post-intervention certifie que le bâtiment a atteint la norme nZEB conformément à la directive européenne 31/2010/CE telle que modifiée.

POR FESR 2014-2020 Regione Piemonte - ASSE 4 - ACTION 4.1.1 - Promotion de l'éco-efficacité et de la réduction de la consommation d'énergie primaire dans les bâtiments et structures publics - Communes dont la population est inférieure à 5 000 habitants (Appel fermé) : Rénovation de bâtiments individuels ou de complexes immobiliers, installation de systèmes intelligents de contrôle à distance, régulation, gestion, suivi et optimisation de la consommation d'énergie (bâtiments intelligents) et des émissions polluantes. Subventions pouvant atteindre 80 % de l'investissement si l'A.P.E. post-intervention certifie que le bâtiment a atteint les normes minimales définies par l'avis de concours. Jusqu'à 90% de l'investissement à réaliser si l'A.P.E. post-intervention certifie que le bâtiment a atteint la norme nZEB selon la directive européenne 31/2010/CE et les modifications et ajouts ultérieurs.

Le Conto Termico 2.0 (décret ministériel du 16/02/2016) (mécanisme d'incitation active) incite les interventions visant à augmenter l'efficacité énergétique et la production d'énergie thermique à partir de sources renouvelables pour les installations à petite échelle. Les bénéficiaires sont principalement des administrations publiques, mais aussi des entreprises et des particuliers, qui peuvent accéder à des fonds s'élevant à 900 millions d'euros par an, dont 200 millions sont alloués aux administrations publiques. Il est possible de requalifier ses propres bâtiments pour améliorer leur performance énergétique, ce qui permet de réduire les coûts de consommation et de récupérer rapidement une partie des dépenses engagées. Pour les mesures d'intervention individuelles, les gains d'efficacité peuvent être démontrés avec le poste APE. Pour les travaux de rénovation ou de réaménagement importants, tels que la transformation de bâtiments existants en «bâtiments à énergie quasi nulle», l'incitation totale cumulée pour les années de jouissance est égale à 65% des coûts éligibles encourus, sous réserve du respect des coûts unitaires maximums et des plafonds d'incitation prévus. (Démontrable toujours avec le poste APE mais avec une vérification positive de la norme nZEB).

Itot= 65% - C - Sint

La transformation de bâtiments existants en «bâtiments à énergie quasi nulle - nZEB» dans les zones climatiques D, E, F admet un coût maximal éligible de 575 €/m2 et une valeur incitative maximale de 1.750.000€.

Le projet prévoit également une possibilité d'extension jusqu'à un maximum de 25% du volume initial, dans le respect des instruments d'urbanisme en vigueur.

Les incitations susmentionnées peuvent être combinées avec toute autre forme de financement (compatible avec elles), sauf stipulation contraire d'autres contributions, à condition que leur somme ne dépasse pas 100% du coût total des investissements.

Focus sur le territoire de l'aire monégasque

En analysant les données de la Région Piémont (publiées sur le site officiel) concernant le territoire monégasque, il est possible de constater qu'actuellement les bâtiments équipés d'un A.P.E. (certificat de performance énergétique) qui ont atteint la «norme nZEB» sont extrêmement faibles par rapport au nombre total de bâtiments certifiés. Plus précisément, les données les plus récentes (dernière mise à jour le 20/05/2020) disponibles sur le site web susmentionné, montrent un nombre de 8 bâtiments «nZEB» sur un total de 4158 «certifiés» dans les 66 municipalités de la province de Cuneo impliquées dans le projet transfrontalier. En revanche, l'analyse des données relatives aux bâtiments nZEB sur l'ensemble du territoire de la Région Piémont montre que 389 bâtiments ont atteint cette norme sur un total de 400 753.

2.1.4 | b. Les opportunités du territoire italien liées aux certifications énergie-environnement des bâtiments.

Dans le cadre du financement national en vertu du décret ministériel du 28 décembre 2012, le ministère du Développement économique (par le biais du GSE), a adopté une politique d'incitation spécifique pour les organismes publics visant à promouvoir les interventions d'efficacité énergétique dans les bâtiments publics à travers les mécanismes du «Conto Termico» et à travers d'autres formes de financement telles que les certificats blancs, le RAC et le décret RES. Le «Conto Termico» offre des incitations pour accroître l'efficacité énergétique et la production d'énergie thermique à partir de sources renouvelables pour les installations à petite échelle. Les bénéficiaires sont principalement des administrations publiques, mais aussi des entreprises et des particuliers. Outre un élargissement des conditions d'accès et des sujets éligibles (les PA incluent également les entreprises internes et les coopératives d'habitants), de nouvelles mesures d'efficacité énergétique sont prévues. Dans le cadre des financements régionaux, ceux du POR-FESR 2014-2020 Axe 4 Énergie Réaliser un système généralisé de production énergétique qui adopte des technologies innovantes à faible impact environnemental et minimise la présence de grandes infrastructures énergétiques sur le territoire, en augmentant l'efficacité énergétique et en réduisant les émissions polluantes. Une attention particulière est accordée au transport urbain durable, qui contribuera à l'investissement dans les villes intelligentes. Les types d'intervention envisagés : réduction de la consommation d'énergie et des émissions de gaz à effet de serre des entreprises et des zones de production, réduction de la consommation d'énergie dans les bâtiments et les installations publiques ou à usage public et intégration de sources renouvelables ; actions visant à augmenter la mobilité durable dans les zones urbaines et possibilité de considérer un hypothétique effet cumulatif avec les incitations gouvernementales en favorisant l'effet de levier des investissements dans la zone. La possibilité d'accéder aux différentes formes de financement public dans le domaine de l'efficacité énergétique des bâtiments est souvent corrélée à l'obtention de marques et de certifications d'énergie environnementale. Plus précisément, en référence aux certifications matérielles (déjà largement abordées dans les chapitres précédents), la vérification de CAM/bâtiment en vertu du décret ministériel du 11 octobre 2017 concernant les « Critères environnementaux minimaux pour l'attribution des services de conception et de travaux pour la nouvelle construction, la rénovation et l'entretien des bâtiments publics «. En ce qui concerne les certifications énergétiques et environnementales des bâtiments, ces protocoles de durabilité sont souvent adoptés et inclus dans les appels d'offres parmi les nombreuses «conditions d'éligibilité à la candidature» (comme cela sera expliqué plus en détail dans les paragraphes suivants).

ITACA
ISTITUTO PER L'INNOVAZIONE E TRASPARENZA DEGLI APPALTI E LA COMPATIBILITA' AMBIENTALE

U.S. GREEN BUILDING COUNCIL LEED USGBC

KlimaHaus CasaClima®

2.1.4 | c. Protocole ITACA

Cadre réglementaire

Le protocole ITACA, sous ses différentes formes, est un outil d'évaluation du niveau de durabilité énergétique et environnementale des bâtiments. Parmi les systèmes d'évaluation les plus répandus, le protocole permet de vérifier la performance d'un bâtiment non seulement par rapport à la consommation et à l'efficacité énergétique, mais aussi en tenant compte de son impact sur l'environnement et la santé humaine, favorisant ainsi la construction de bâtiments à consommation d'énergie et d'eau réduite, ainsi qu'en matériaux à faible consommation d'énergie. Le protocole garantit également l'objectivité de l'évaluation par l'utilisation d'indicateurs et de méthodes de vérification conformes aux normes techniques et aux lois nationales pertinentes.

Le protocole a des finalités différentes en fonction de ses utilisations : c'est un outil d'aide à la conception pour les professionnels, un outil de contrôle et d'orientation pour l'administration publique, un outil d'aide au choix pour les consommateurs, et un outil de valorisation des investissements pour les opérateurs financiers. Le protocole ITACA, né il y a plusieurs années de la nécessité pour les régions italiennes de se doter d'outils valables pour soutenir les politiques territoriales de promotion de la durabilité environnementale dans le secteur de la construction, a été créé par l'ITACA (Institut pour l'innovation et la transparence des contrats et la compatibilité environnementale - Association nationale des régions et des provinces autonomes), au sein du groupe de travail interrégional pour le bâtiment durable créé en décembre 2001, avec le soutien technique de l'iiSBE Italia (International Initiative for a Sustainable Built Environment Italia) et du CTI-CNR, et approuvé le 15 janvier 2004 par la Conférence des régions et des provinces autonomes.

À l'initiative du Parc de l'environnement de Turin et de l'ITC-CNR de San Giuliano Milanese, le groupe de travail italien a été créé en 2000 dans le cadre du processus international de recherche et développement, coordonné par l'association iiSBE (initiative internationale pour un environnement bâti durable), appelé Green Building Challenge (GBC).

Dans le cadre de ce dernier, qui a vu jusqu'à 25 nations membres et tous les continents représentés depuis 1996, une méthodologie de référence (SBMethod) et des outils (SBTool) ont été développés pour évaluer la durabilité des bâtiments, puis adoptés dans de nombreux pays pour la mise en œuvre de processus de certification nationaux. L'objectif principal du processus du Green Building Challenge est de combiner l'avantage d'utiliser une méthodologie d'évaluation internationale commune avec la possibilité de la contextualiser entièrement par rapport au contexte national d'application individuel. Ceci est essentiel étant donné les limites connues de l'applicabilité de certains modèles disponibles. Lors de la conférence mondiale Sustainable Building 2002 à Oslo, les premiers cas d'application du SBTool dans le contexte italien ont été présentés.

En 2002, ITACA - Istituto per l'innovazione e Trasparenza degli Appalti e la Compatibilità Ambientale (Association fédérale des régions italiennes et des provinces autonomes) a décidé d'adopter la méthodologie SBMethod pour le développement d'un outil d'évaluation dédié à la construction résidentielle afin de soutenir les politiques régionales dans le domaine de la durabilité. La collaboration avec Environment Park a conduit à la **première version du «protocole ITACA» en 2003, qui a été** officiellement approuvé par la Conférence des présidents des régions et des provinces autonomes italiennes en 2004. L'outil d'évaluation est développé conformément à la structure du SBMethod 2002.

En 2007, un protocole d'accord a été signé entre l'ITACA et l'iiSBE Italie, qui a été identifié comme la référence technique et scientifique pour le développement et la mise à jour du protocole ITACA. En 2007 également, une version réduite du protocole ITACA, appelée «synthétique», a été rédigée et approuvée par ITACA. L'objectif était de **fournir aux administrations publiques un outil d'évaluation plus convivial pour soutenir les nouvelles politiques de durabilité dans les bâtiments**.

En 2009, la deuxième version du protocole ITACA a été élaborée, à la fois dans son intégralité et sous forme de résumé. À ce jour, plusieurs régions ont adopté le «protocole ITACA» comme outil pour soutenir leurs politiques sur le terrain et d'autres sont en train de l'adopter.

Le système d'évaluation a été **appliqué en particulier dans les plans régionaux de logement, qui ont généralement prévu des mécanismes de récompense économique basés sur les résultats de l'évaluation**. Des versions régionales ont été produites pour les régions du Piémont, du Latium, des Marches et des Pouilles. Le protocole ITACA, grâce aux caractéristiques de la méthode SBM, permet une contextualisation aux particularités territoriales des régions, tout en conservant la même structure, le même système de notation et de pondération. Cette qualité est particulièrement importante pour l'Italie, car elle se caractérise par des profils climatiques et des pratiques de construction très différents d'une région à l'autre.

En 2009 également, un partenariat entre l'ITACA, l'ITC CNR et iiSBE Italie a été créé pour mettre en œuvre la certification nationale du protocole ITACA. Des versions du système d'évaluation ont donc également été mises en œuvre pour les immeubles de bureaux, les bâtiments commerciaux, les jardins d'enfants, les musées, les hôtels et les bâtiments industriels.

Cadre typologique

Il s'agit d'un outil d'analyse multicritères pour l'évaluation de la durabilité énergétique et environnementale, dérivé du modèle d'évaluation international SBTool et contextualisé à l'échelle territoriale nationale et régionale en fonction de la législation de référence et des caractéristiques environnementales spécifiques.

Les principes sur lesquels repose l'outil sont les suivants : - l'**identification des critères**, c'est-à-dire des questions environnementales qui permettent de mesurer les différentes performances environnementales du bâtiment examiné ; - la **définition des performances de référence (benchmark) auxquelles** comparer celles du bâtiment afin d'attribuer un score correspondant au rapport de la performance avec le benchmark ; - la «pondération» des critères qui détermine leur plus ou moins grande importance ; - le score synthétique final qui définit le degré d'amélioration de l'ensemble des performances par rapport au niveau standard. Dans le cadre de la collaboration entre l'ITACA et l'UNI, afin de faire évoluer les différents protocoles en normes techniques nationales de référence, la pratique de référence UNI/PdR 13:2015 a été créée, qui a remplacé le protocole ITACA sur les bâtiments résidentiels. La pratique de référence, un document qui introduit des prescriptions techniques pour soutenir la normalisation et le marché, est l'un des «produits de la normalisation européenne», comme défini dans l'art.2, point 2) du règlement de l'UE n.1025/2012.

Il permet de noter les performances des bâtiments par rapport à des questions environnementales clés et de classer les bâtiments sur une échelle de qualité. Il est basé sur une méthodologie d'évaluation, SBMethod, développée au niveau international et fait partie de la SBA (Sustainable Building Alliance), l'alliance des systèmes de certification internationaux qui comprend, entre autres, BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method), HQE (Haute Qualité Environnementale), DGNB (Deutsche Gesellschaft für nachhaltiges Bauen).

La méthode SBM permet d'évaluer le niveau de durabilité d'un bâtiment par rapport à la pratique de construction typique dans la région géographique de référence, définie comme un «Benchmark». Il est possible d'analyser des bâtiments de tout usage et dans toutes les phases du cycle de vie : de la conception à l'exploitation.

Les performances sont évaluées en fonction des principales questions liées à la durabilité de l'environnement bâti, à savoir : la qualité du site, la consommation de ressources, les charges environnementales, la qualité de l'environnement intérieur, la qualité du service, les aspects socio-économiques.

La méthode prévoit l'organisation des **critères d'évaluation selon trois niveaux hiérarchiques : les domaines d'évaluation, les catégories et les critères**. En fonction de la performance par rapport à chaque critère, évaluée

au moyen d'indicateurs quantitatifs et qualitatifs, le bâtiment reçoit un score qui peut varier de -1 à +5, où zéro représente la référence, 3 la meilleure pratique actuelle, 5 l'excellence. La méthode SBM prévoit l'agrégation des scores à travers une somme pondérée, afin d'obtenir une valeur finale qui permet de classer le bâtiment toujours sur une échelle de -1 à +5, où zéro représente le benchmark, 3 la meilleure pratique actuelle, 5 l'excellence. Les scores obtenus par rapport à chaque critère sont en effet pondérés et agrégés pour déterminer ceux des catégories, qui à leur tour sont combinés pour déterminer ceux des zones et des performances.

Il est possible d'analyser les bâtiments dans n'importe quel but et à différentes étapes de leur cycle de vie : avant-projet, conception, construction, essais, exploitation.

Les critères d'évaluation étant organisés en modules et selon une hiérarchie précise, il est possible de générer des outils d'évaluation à différents niveaux de complexité. Par exemple, dans le cas du protocole ITACA, il existe deux versions de l'outil : une version complète et une version synthétique, afin de faciliter son application.

La complexité de l'outil d'évaluation tend à suivre la complexité du bâtiment analysé. Ainsi, on peut passer d'un outil pour les bâtiments résidentiels avec 10-20 critères à des outils pour les bâtiments complexes (par exemple les gratte-ciel) avec jusqu'à 80-100 critères.

La méthode d'évaluation est constamment mise à jour au niveau international par l'iiSBE, par le biais de son comité technique. Suite aux développements au niveau national concernant l'utilisation de la méthodologie SBMethod et afin de mieux soutenir son application, iiSBE Italia, le chapitre national de l'iiSBE, a été fondé en 2005. iiSBE Italia agit ainsi en tant que contact national pour le développement de systèmes d'évaluation basés sur la SBMethod, y compris le protocole ITACA.

L'évaluation énergie-environnement par le biais du protocole ITACA peut être réalisée en trois étapes de base. La **phase de conception, la phase de construction et la phase d'utilisation du bâtiment**. Il est possible d'appliquer le protocole ITACA à chacune des trois phases afin de calculer le score de durabilité énergétique et environnementale. Il est considéré comme indispensable, dès la phase d'avant-projet, de définir les stratégies appropriées pour faire des choix de conception utiles à la réalisation d'un bâtiment éco-durable. Si ces mesures sont prises à un stade précoce, elles peuvent éviter le risque de devoir apporter des modifications à la conception pendant la phase de construction, ce qui pourrait affecter les coûts globaux.

La version la plus récente du protocole ITACA est celle pour les bâtiments résidentiels 2018 ; il existe une possibilité d'appliquer cet outil également à la phase de construction (à l'exclusion de certains critères d'évaluation). Le projet **INTERREG-ALCOTRA A2E** prévoyait le développement des fiches de calcul concernant la consommation de ressources, la qualité de l'environnement intérieur et les matériaux des nouveaux **bâtiments en service du Protocole ITACA 2018**. Dans le cadre du projet, ces fiches ont été testées sur des bâtiments en service construits dans le cadre des **programmes de financement de la Région Piémont tels que le «Programma Casa 10.000 alloggi entro il 2012» et les «Contratti di Quartiere II e III»**. On considère que cette activité est extrêmement utile pour comprendre l'efficacité de l'ensemble du processus et/ou pour comprendre les éventuelles critiques apparues et/ou découvertes par les utilisateurs après l'utilisation des bâtiments. Les criticités sont importantes pour définir les besoins de formation des sujets techniques impliqués dans le secteur du bâtiment et pour améliorer le fonctionnement de l'ensemble du processus intégré par le biais d'»actions de feedback».

Opportunités et incitations économiques

Au cours des années précédentes, la Région Piémont a financé de nombreuses interventions en matière de logement social dans le cadre de programmes de régénération urbaine tels que le « Programma Casa : 10 000 logements d'ici 2012 «. Ces politiques ont été soutenues dans le but de concevoir et de réaliser des interventions à faible consommation d'énergie et de ressources environnementales et de favoriser l'utilisation de sources d'énergie renouvelables et de matériaux éco-compatibles.

Dès 2003, le programme «Contratti di Quartiere II» prévoyait l'adhésion obligatoire aux thèmes de l'économie des ressources énergétiques et de l'amélioration de la qualité environnementale des zones. Cette obligation a été confirmée par l'appel, approuvé en 2008, pour des «programmes de régénération urbaine durable», mieux connus sous le nom de «contrats de voisinage III».

La question de la durabilité environnementale est devenue une pratique courante dans la mise en œuvre de tous les projets de logement social grâce à l'approbation par le Conseil régional, en mai 2009, du système d'évaluation connu sous le nom de «Protocole synthétique ITACA 2009 Région Piémont». Le protocole est un outil particulièrement important car, tenant compte de la législation nationale et régionale sur la durabilité environnementale et la performance énergétique des bâtiments, il a également été adapté à la situation du Piémont. Par conséquent, d'autres projets de logement social ont été financés dans le cadre de la deuxième période de deux ans du programme Casa, ou avec d'autres fonds publics ou régionaux, en adoptant le système d'évaluation du protocole ITACA 2009.

Toutes les interventions susmentionnées concernent aussi bien la rénovation de bâtiments existants que la construction neuve, qu'il s'agisse de bâtiments achevés ou en cours de construction ou pour lesquels le contrat d'attribution des travaux a été lancé. L'adoption du protocole ITACA a été utile pour l'attribution de «bonus économiques» en fonction des différents niveaux de score obtenus par son application.

Vous trouverez ci-dessous les opportunités et les incitations actuellement disponibles dans la région du Piémont (avec les références législatives respectives) concernant l'utilisation du protocole ITACA dans les bâtiments publics.

Appel à propositions POR FESR 2014-2020 Regione Piemonte - ASSE 4 - ACTION 4.1.1 - Interventions visant à réduire la consommation d'énergie dans le secteur du logement social géré par l'Agenzie Territoriali per la Casa (ATC). Transformation de bâtiments existants en bâtiments à «énergie quasi nulle». L'application du protocole ITACA au bâtiment faisant l'objet de la demande est requise comme condition d'éligibilité en même temps que la soumission de la demande de subvention.» Toutes les interventions à inclure dans le projet à demander devront être évaluées par le protocole ITACA Région Piémont. Pour tous les bâtiments faisant l'objet de la demande de subvention, le demandeur réalise une pré-évaluation démontrant le niveau de durabilité déclaré. ...pour les projets éligibles, un processus de certification du Protocole Itaca Région Piémont doit être activé par et aux frais du bénéficiaire pour chaque bâtiment individuel.... Le certificat de projet et le certificat final doivent être produits respectivement lors du rapport continu et du rapport final...».

Programme opérationnel régional FEDER 2014/2020 Région Piémont - Priorité d'investissement IV.4c. Objectif IV.4c.1. Approbation du Règlement pour les interventions visant à soutenir la réduction de la consommation d'énergie dans les bâtiments et les structures publiques du patrimoine hospitalier régional. L'application du Protocole ITACA Installations hospitalières 2018 au bâtiment faisant l'objet de la demande est requise comme CONDITION D'ÉLIGIBILITÉ au financement.

D.D. 376 du 9-5-2018 Accomplissements pour l'élaboration de la planification triennale et des plans annuels de construction scolaire 2018-19-20 en application de l'Art 10 D.L. n. 104/ 2013 Arrêté interministériel MEF/MIUR/MIT n. 47 du 03-01-2018. Bénéficiaires des fonds : Municipalités, Provinces, Villes Métropolitaines, Unions de Municipalités gérant en vertu de L 23/96 modifié et complété des bâtiments de propriété publique utilisés pour l'enseignement scolaire public, y compris les CPIA, ainsi que la construction de nouveaux bâtiments scolaires publics ou destinés ou devant être destinés aux pôles maternels, munis d'un code de construction du registre des bâtiments

scolaires, en vertu de l'article 3, alinéa 9, du décret législatif 13 avril 2017, n° 65. L'application du Protocole ITACA au bâtiment scolaire candidat représente un CRITÈRE DE PREMIALITÉ : «Atteinte d'un degré de durabilité du bâtiment selon l'échelle d'évaluation du «Protocole ITACA Région Piémont - bâtiments publics - bâtiments scolaires, gymnases» Affectable : en cas d'interventions sur des bâtiments existants à partir d'une évaluation égale à 1 et en cas d'interventions de nouvelle construction visées à l'art 5 .3.1 lettres a2, c1, c2 à partir d'une note de 2 (note du protocole : min = 1 ou 2 - max = 3)».

2.1.4 | d. Leed

Cadre réglementaire

Il s'agit d'un programme de certification volontaire qui peut être appliqué à tout type de bâtiment (conformément au décret présidentiel 412/93) et qui analyse l'ensemble du cycle de vie du bâtiment, **de la conception à la construction**. LEED encourage une approche axée sur la durabilité, en analysant les performances des bâtiments dans les domaines les plus importants, tels que les économies d'énergie et d'eau, la réduction des émissions de CO2, l'amélioration de la qualité écologique intérieure, les matériaux et les ressources utilisés, la qualité de la conception et le choix du site. Développé par l'U.S. Green Building Council (USGBC), ce système repose sur **l'attribution de «crédits» pour chaque exigence**.

La somme des crédits constitue le niveau de certification : de la certification de base à la certification de platine. GBC ITALIA (Green Building Council Italia), est l'organisme promu par le consortium Distretto Tecnologico Trentino, qui a introduit la norme LEED en Italie en 2010. Des organismes publics, des industries et des instituts de recherche ont rejoint cette initiative.

Originaire des États-Unis, ce protocole de durabilité s'est rapidement imposé comme la nouvelle norme mondiale en matière de construction respectueuse de l'environnement ; il fournit un ensemble de normes de mesure pour l'évaluation des bâtiments écologiquement durables. Depuis sa création en 1998, le système LEED s'est développé pour inclure des milliers de projets de construction aux États-Unis et dans le monde entier. L'une des principales caractéristiques de LEED est qu'il s'agit d'un processus ouvert et transparent dans lequel les critères techniques proposés (par les comités LEED) sont examinés publiquement pour approbation par plus de 10 000 organisations faisant partie de l'USGBC.

Les professionnels reconnus pour leur connaissance du système d'évaluation LEED peuvent porter le titre de «LEED Accredited Professional» avec l'acronyme «**LEED AP**», un titre qui indique qu'ils ont réussi les examens de qualification accordés par le «Green Building Certification Institute» (une organisation indépendante qui gère l'accréditation USGBC). Les critères LEED ont été développés depuis 1994 sous les auspices du NRDC, qui, avec la collaboration d'organisations à but non lucratif, d'agences gouvernementales, d'architectes, d'ingénieurs, de constructeurs, de fournisseurs de produits de construction et d'autres leaders du secteur, continue de contribuer à l'évolution et à la mise à jour de l'outil.

Au fil des ans, LEED a évolué d'une norme pour les nouveaux bâtiments à un système de six normes interdépendantes couvrant tous les aspects du processus de développement et de construction des bâtiments.

Cadre typologique

LEED est un système d'évaluation qui fournit la méthodologie et les outils nécessaires pour effectuer une analyse globale des performances d'un bâtiment en matière de durabilité. La certification LEED couvre l'ensemble du système de construction et ses crédits sont répartis dans les domaines suivants : sites durables, gestion efficace de l'eau, énergie et atmosphère, matériaux et ressources, qualité des environnements intérieurs, conception et innovation, et priorités régionales. Pour accéder à la certification, il est nécessaire d'évaluer le respect de pré-requis spécifiques où la mise en service de base est une activité obligatoire dans toutes les voies. LEED prévoit l'attribution d'un **score lié à l'obtention de crédits dans les différents domaines de la durabilité et est attribué en fonction du respect d'exigences spécifiques**. En fonction de la fourchette de score atteinte, le niveau de certification obtenu est dérivé du niveau de base **Certifié**, à **Argent**, **Or** et **Platine**. Les domaines d'application du système LEED sont les suivants.

LES NOUVELLES CONSTRUCTIONS ET LES RÉNOVATIONS IMPORTANTES. Ce classement a été créé pour obtenir des performances élevées dans la conception et la construction de nouveaux bâtiments et de rénovations importantes. Les immeubles de bureaux, les bâtiments gouvernementaux, les bâtiments tertiaires, industriels et de laboratoires, ainsi que les bâtiments résidentiels comportant au moins quatre étages habitables sont les types de bâtiments qui peuvent être certifiés conformément à cette norme.

BÂTIMENT EXISTANT : EXPLOITATION ET ENTRETIEN LEED pour les bâtiments existants. Il constitue un point de référence pour les utilisateurs et les opérateurs sur les questions de conception, d'amélioration et d'entretien de l'environnement bâti. Les mesures adoptées visent à maximiser l'efficacité et à minimiser l'impact sur l'environnement. Ce système aborde l'ensemble du bâtiment dans sa complexité, y compris toutes les questions liées à l'entretien du bâtiment, les programmes de recyclage des déchets produits et les améliorations qui peuvent être apportées. Cet indice s'applique à la fois aux bâtiments existants qui n'ont pas été certifiés LEED et aux bâtiments déjà certifiés LEED «Nouvelles constructions», «Écoles» ou «Core & Shell».

COMMERCIAL INTERIORS Le classement «Commercial Interiors» est une référence pour ceux qui souhaitent améliorer la décoration intérieure de leur espace commercial grâce à des choix durables. « Commercial Interiors « est un système reconnu de certification d'intérieurs durables à haute performance environnementale, qui constituent des espaces sains et agréables avec de faibles coûts de maintenance et un impact environnemental réduit.

CORE & SHELL. Ce système d'évaluation aide les concepteurs, les constructeurs, les entrepreneurs et les propriétaires de nouveaux bâtiments à mettre en œuvre une conception durable dans le processus de conception des structures. «Core & Shell» couvre les éléments de base du bâtiment tels que la structure, l'enveloppe et le système CVC. Ce système d'évaluation est destiné à compléter le système LEED «Commercial Interiors», car tous deux développent conjointement des critères de construction écologique pour les entrepreneurs, les propriétaires et les locataires. LEED «Core & Shell» encourage la mise en œuvre de pratiques de conception et de construction durables dans tous les domaines sur lesquels l'entrepreneur a un contrôle. Cela permet aux entrepreneurs de faire des choix écologiques qui profiteront aux futurs locataires. En conclusion, ce classement vise à créer une synergie de relations qui permettra aux futurs locataires de bénéficier des stratégies durables mises en œuvre par l'entrepreneur.

ÉCOLES LEED. « Schools « est un système de notation qui récompense une conception et une construction uniques pour les bâtiments scolaires, en cherchant à répondre aux besoins spécifiques de ces espaces. Basé sur l'empreinte LEED «Nouvelles constructions», il offre des réponses à la conception des bâtiments scolaires telles que des solutions planimétriques et acoustiques, des stratégies pour maintenir un air sain, et des pratiques pour un développement durable du site. Ce classement tient compte du caractère unique des problèmes affectant les bâtiments scolaires et des questions de santé des occupants. LEED «Schools» est un outil unique et complet qui vise à réaliser des bâtiments scolaires verts et performants, respectueux de l'environnement, sains pour les élèves et les enseignants, et rentables.

RETAIL LEED. pour les zones commerciales reconnaît la nature spécifique de la conception et de la construction des espaces commerciaux et les besoins particuliers qui y sont associés.

HEALTHCARE LEED. pour «Healthcare» promeut la planification, la conception et la construction d'établissements de santé. La catégorie «Soins de santé» développe des pratiques spécifiques pour les besoins particuliers du marché des soins de santé, notamment les soins de longue durée, les besoins ambulatoires, les cabinets médicaux, les soins infirmiers, l'éducation et la recherche. Ce classement attire l'attention des promoteurs, des concepteurs, des constructeurs et des utilisateurs sur des questions importantes telles que la sensibilisation aux produits chimiques et aux polluants, la distance entre le parking et les zones de soins et l'accès aux espaces naturels.

GBC HOME GBC HOME. est le protocole développé par GBC Italie pour promouvoir la santé, la durabilité, la rentabilité et les meilleures pratiques environnementales dans la conception et la construction des bâtiments. GBC HOME est un système volontaire, basé sur le consensus, qui évalue la performance environnementale des bâtiments d'un point de vue global, à travers des paramètres clairs qui définissent la durabilité du bâtiment pendant tout son cycle de vie (conception, construction, exploitation).

LE DÉVELOPPEMENT DU QUARTIER. Ce système d'évaluation intègre les principes de la croissance intelligente en matière d'urbanisme et de construction durable dans le premier programme de conception écologique au niveau territorial. LEED est un système flexible, à multiples facettes, qui prévoit différentes formulations, tout en maintenant une approche de base cohérente dans différents domaines.

Le système de certification énergétique et environnemental LEED a été adopté par la province de Trente comme système de référence à adopter dans la zone car il est considéré comme le plus adapté au contexte. Vous trouverez ci-dessous la communication de la province de Trente concernant cette adoption :

«Afin d'atteindre les objectifs de diffusion de la durabilité dans le secteur du bâtiment, permettant ainsi indirectement la promotion des entreprises membres du District, il était nécessaire de se doter d'outils d'évaluation permettant d'identifier les caractéristiques d'éco-efficacité d'un bâtiment dans les différents contextes opérationnels.

La Province a donc décidé d'adopter, initialement à titre expérimental, la méthode d'évaluation des performances connue sous le nom de «Protocole synthétique ITACA - Version TN1» et de reconnaître, à titre transitoire, le système LEED-NC comme équivalent (Résolution du Conseil provincial n° 825 du 20 avril 2007). Par la suite, sur la base des vérifications et des demandes du district technologique nouvellement créé, il a été décidé d'adopter uniquement le système LEED pour l'évaluation de la durabilité des bâtiments en construction, qui relève de la responsabilité directe de la province autonome de Trente et de ses organes fonctionnels (résolution du conseil provincial n° 2564 du 10.10.2008)».

Actuellement, tous les nouveaux bâtiments sous la responsabilité directe de la province autonome de Trente et de ses organes fonctionnels doivent adopter le système LEED en respectant les exigences minimales relatives au niveau «Certifié» au moins, sans préjudice de la possibilité de fixer des objectifs plus élevés.

Opportunités et incitations économiques

Actuellement, il n'existe pas d'opportunités économiques et d'incitations énergétiques (au profit des Administrations Publiques) sur le territoire régional et spécifiquement dans la partie de la Province de Cuneo où le projet transfrontalier est actif, qui pourraient favoriser l'adoption du système de certification en question. Toutefois, il convient de noter qu'il existe certaines initiatives dans le domaine des bâtiments privés (pour différents usages) où, suivant des pratiques de construction vertueuses, il y a une volonté d'obtenir la certification susmentionnée, qui est en mesure de donner une «valeur ajoutée» aux bâtiments tant en termes de valeur économique que de visibilité.

Le système de certification LEED ainsi que tous les protocoles nationaux et internationaux de certification de la durabilité des bâtiments sont compatibles avec la CAM, à condition que l'objet de la vérification soit compatible. Dans ce cas, la démonstration de la caractéristique peut être faite en présentant la documentation préparée pour la certification.

« Si le projet fait l'objet d'une phase de vérification valable pour la certification ultérieure du bâtiment selon l'un des protocoles nationaux ou internationaux de construction durable énergie-environnement (systèmes d'évaluation), la conformité à ce critère peut être démontrée si la certification répond à toutes les exigences relatives à la performance environnementale visée dans ce critère «. Dans ce cas, le concepteur est dispensé de soumettre la documentation ci-dessus, mais il est tenu de soumettre les dessins et/ou les documents requis par le protocole de certification de bâtiment durable spécifique poursuivi.»

L'application d'un protocole de durabilité tel que LEED peut faciliter la réalisation d'un tel contrat, ayant l'avantage non seulement d'avoir de nombreux critères compatibles avec les crédits du protocole ; l'avantage d'appliquer un protocole de durabilité (tel que LEED qui est aligné avec le CAM) est qu'à la fin du processus autre que la vérification du CAM, la certification finale du bâtiment est obtenue.

Pour plus de détails, veuillez vous référer au paragraphe 2.1.4 du présent document.

2.1.4 | e. Le certificat énergétique ClimateHouse

Cadre réglementaire

Il s'agit d'un document certifiant les caractéristiques énergétiques, la durabilité et la qualité d'un bâtiment, conformément à la directive du Parlement européen sur la performance énergétique des bâtiments (2010/31/UE). L'Agence ClimateHouse est un organisme de certification public et indépendant qui n'intervient pas dans le processus de construction ; son objectif est d'encourager la création d'un certificat garantissant la transparence et la qualité pour les clients.

ClimateHouse (en allemand KlimaHaus) est une méthode de certification énergétique pour les bâtiments présentée dans l 2002 en accord avec la Communauté européenne qui, suite au protocole de Kyoto, traite de la question de la certification énergétique des bâtiments.

Avec le DPGP 29/09/2004, n° 34, la Province de Bolzano a établi que tous les nouveaux bâtiments construits sur son territoire doivent respecter la classe énergétique C au minimum à partir du 12 janvier 2005. Avec le D.G.P. n° 362 du 04.03.2013, la directive européenne 2010/31/UE sur la performance énergétique des bâtiments a été mise en œuvre. Certains des critères de la D.G.P. ont ensuite été modifiés par la résolution n° 2012 du 27/12/2013.

L'Agenzia CasaClima est un organisme de certification public et indépendant, accrédité en 2005 comme organisme de certification par la Province de Bolzano. Par la suite, d'autres provinces, dont l'AFE (Agenzia Fiorentina per l'Energia, une société de la province de Florence) et l'APE (Agenzia per l'Energia del Friuli-Venezia Giulia), ont décidé de mettre en œuvre le projet CasaClima afin d'améliorer la performance énergétique de leurs bâtiments. APE et AFE gèrent l'ensemble du processus, en effectuant des contrôles sur les projets et en désignant des auditeurs locaux de CasaClima pour effectuer les inspections appropriées. Après un examen final, l'organisme public de certification délivre le certificat et le label ClimateHouse correspondant aux bâtiments qui répondent aux paramètres du processus. Récemment, la Chambre de commerce de Trieste, par l'intermédiaire de l'agence spéciale Trieste On-Line, a mis en place le ClimateHouse Desk Trieste, qui travaille avec l'APE pour organiser des cours et diffuser le **protocole ClimateHouse**.

En 2014, l'Agenzia CasaClima s.r.l., qui était une société «Inhouse» de la province, est devenue l'Agenzia per l'Energia Alto Adige - CasaClima, un organisme instrumental de la province autonome de Bolzano - Alto Adige. Cette action a jeté les bases du développement des compétences nécessaires à la réalisation des objectifs en matière d'efficacité énergétique et de protection du climat contenus dans le plan climatique «Energy South Tyrol 2050».

Cadre typologique

La certification énergétique ClimateHouse peut être demandée pour tous les types de bâtiments, conformément au D.P.R. 412/93.

La législation proposée par la province de Bolzano impose la «**classe A**» à partir de janvier 2017 **comme norme minimale à laquelle** doivent se référer la conception et la construction des nouveaux bâtiments. La «**classe A**» signifie une valeur de besoin énergétique inférieure à 30 kWh/m²a par an (comparable à la valeur calorifique de 3 litres de gazole pour chauffer efficacement une surface de 1 m² pendant un an). Les solutions d'amélioration certifiables sont la « **classe Or** « (≤10 kWh/m²a égal à 1 litre/m², également appelée « maison 1 litre «).

Le certificat énergétique du bâtiment fournit les principales informations permettant d'évaluer l'efficacité énergétique et la durabilité environnementale du bâtiment de manière facilement compréhensible. La première page présente, de manière immédiate et facilement lisible, les informations les plus importantes sur le bâtiment, telles que : **l'efficacité de l'enveloppe** (exprime la qualité énergétique des aspects de la conception qui minimisent le gaspillage d'énergie), **l'efficacité globale** (exprime l'évaluation globale de la qualité de l'enveloppe et de la qualité des choix végétaux) et la durabilité environnementale (exprime objectivement l'éco-compatibilité du bâtiment, en récompensant le choix de matériaux et de systèmes qui consomment peu d'énergie, ne sont pas nocifs pour la santé et ont un faible impact environnemental).

Le système de certification ClimateHouse a été adopté par la province autonome de Bolzano ; il prévoit des incitations énergétiques dans le secteur du bâtiment (efficacité énergétique et utilisation de sources d'énergie renouvelables) pour les particuliers, les municipalités et les organisations à but non lucratif. Ces incitations sont étroitement liées à l'obtention de la certification énergétique et environnementale CasaClima.

Opportunités et incitations économiques

Actuellement, il n'y a pas d'opportunités économiques et d'incitations énergétiques (au profit des Administrations Publiques) sur le territoire régional et spécifiquement dans la partie de la Province de Cuneo où le projet transfrontalier est actif qui pourraient encourager l'adoption du système de certification en question. Toutefois, il existe de nombreux bâtiments privés (situés dans la province de Cuneo) qui, grâce à des pratiques de construction vertueuses, ont voulu obtenir la certification susmentionnée ; l'obtention du résultat de la certification représente sans aucun doute une «valeur ajoutée» pour le bâtiment, tant en termes de valeur économique que de visibilité.

2.1.4 | f. La certification des bâtiments en tant qu'outil de vérification des CAM du bâtiment - Critères environnementaux minimaux

La nouvelle réglementation sur les marchés publics (décret législatif 50/2016 modifié) a introduit avec l'art. 34 l'obligation d'appliquer les critères environnementaux minimaux pour la construction définis dans le décret ministériel de l'environnement du 11 octobre 2017 (« Critères environnementaux minimaux pour l'attribution de services de conception et de travaux pour la nouvelle construction, la rénovation, l'entretien des bâtiments publics «).

Cette disposition oblige les administrations publiques à inclure dans les documents de conception et d'appel d'offres au moins les spécifications techniques et les clauses contractuelles contenues dans la CAM de construction. Le document CAM Bâtiment contient quelques indications générales consistant en des références à la législation de référence et d'autres indications proposées aux pouvoirs adjudicateurs en ce qui concerne l'exécution de l'appel d'offres pertinent et l'exécution du contrat.

L'objectif principal de la norme est de fournir à tous ceux qui interviennent dans le processus de construction, c'est-à-dire les administrations publiques, les concepteurs, les entrepreneurs, les fabricants de matériaux et, plus généralement, les parties prenantes, des lignes directrices pour réduire l'impact environnemental, de la conception à la construction, en agissant sur différents aspects : de la consommation de matières premières non renouvelables à la consommation et à la dégradation des sols, en passant par la consommation d'énergie et d'eau et la production de déchets. Cette obligation permet donc de s'assurer que la politique nationale en matière de marchés publics écologiques est efficace non seulement pour réduire les impacts environnementaux, mais aussi pour promouvoir des modèles de production et de consommation plus durables et «circulaires» et pour diffuser l'emploi «vert».

Les concepteurs sont appelés, lors de l'élaboration d'un projet (bâtiment ou infrastructure) de construction neuve, de rénovation ou d'entretien d'ouvrages publics, à la fois à inclure les prescriptions de performance sur les matériaux, conformes aux CAM, dans le cahier des charges spécial d'appel d'offres, et à rédiger un rapport vérifiant la conformité du projet aux critères définis par l'arrêté du 11 octobre 2017 (spécifications techniques groupes de bâtiments, bâtiment unique, éléments de construction et chantier).

L'article 34 du «nouveau code des marchés publics» impose aux pouvoirs adjudicateurs **d'inclure les spécifications techniques et les clauses contractuelles contenues dans les critères environnementaux minimaux (CAM) dans les documents de conception et d'appel d'offres**.

Les **critères environnementaux minimaux** sont des indications visant à guider les organismes publics vers une rationalisation de la consommation et des achats et soulignent l'importance d'intégrer des critères environnementaux dans les différentes phases des procédures d'appel d'offres. L'objectif est de **se qualifier du point de vue**

de la réduction de l'impact environnemental des fournitures et des contrats tout au long du cycle de vie du service/produit. L'approche adoptée est celle des marchés publics écologiques (MPE), selon laquelle les autorités publiques utilisent des critères environnementaux à tous les stades de la procédure de passation des marchés et encouragent ainsi la diffusion des écotechnologies et le développement de produits respectueux de l'environnement.

Les indications du D.M. Ambiente 11 octobre 2017 (« Critères environnementaux minimaux pour l'attribution de services de conception et de travaux pour la nouvelle construction, la rénovation, l'entretien des bâtiments publics ») en référence au respect des normes énergétiques-environnementales minimales des bâtiments trouvent souvent une correspondance avec les critères spécifiques des protocoles de durabilité environnementale-énergétique qui sont de plus en plus répandus sur le territoire national dans le secteur des bâtiments publics. Le décret ministériel autorise sans équivoque l'application de ces protocoles afin de démontrer le respect des CAM susmentionnées. Dans le cadre des contrôles et/ou de la documentation requise pour soutenir les projets de construction, il est considéré comme obligatoire d'établir l'APE et, en cas de réaménagement énergétique, l'APE-pré et l'APE-post. La certification énergétique est souvent accompagnée de tous les documents justifiant l'application des protocoles de durabilité qui, ces dernières années, se sont avérés de plus en plus «alignés» sur les contrôles CAM du bâtiment.

A l'appui des arguments discutés ci-dessous figurent des extraits des critères environnementaux minimaux pour les bâtiments définis dans le décret ministériel de l'environnement du 11 octobre 2017 (« Critères environnementaux minimaux pour l'attribution de services de conception et de travaux pour la nouvelle construction, la rénovation et l'entretien des bâtiments publics »). (approuvés par le décret ministériel du 11 octobre 2017, dans la G.U. Série générale n° 259 du 6 novembre 2017) qui reprennent les arguments et les passages clés du décret ministériel en référence à la corrélation entre CAM/Building et les systèmes de certification des bâtiments/protocoles de durabilité.

Diagnostic énergétique

Pour les projets de rénovation majeure du second niveau des bâtiments dont la surface utile est inférieure à 2500 (deux mille cinq cents) mètres carrés et pour les projets de requalification énergétique, les interventions doivent être soutenues par une évaluation coûts/bénéfices et **l'APE doit être soumis dans tous les cas**.

Vérification

Afin de démontrer le respect de ce critère, le concepteur doit présenter, pour les cas prévus par ce critère : un diagnostic énergétique établi conformément à la norme UNI CEI EN 16247, par un sujet certifié conformément à la norme UNI CEI 11339 ou UNI CEI 11352 par un organisme d'évaluation de la conformité, contenant une évaluation de la performance énergétique du bâtiment-installation et les actions à entreprendre pour réduire la demande énergétique, conformément à la réglementation technique en vigueur l'APE, conformément à la réglementation technique en vigueur. Lorsque le projet fait l'objet d'une phase de vérification valable pour la certification ultérieure du bâtiment selon l'un des protocoles nationaux ou internationaux de durabilité énergétique et environnementale (systèmes d'évaluation), la conformité à ce critère peut être démontrée si la certification répond à toutes les exigences liées à la performance environnementale visée dans ce critère. Dans ce cas, le concepteur est dispensé de soumettre les documents susmentionnés, mais il est tenu de soumettre les dessins et/ou documents prévus par le protocole spécifique de certification des bâtiments durables poursuivi.

Performance énergétique

Les projets de construction neuve, y compris la démolition et la reconstruction et les extensions de bâtiments existants dont le volume brut climatisé est supérieur à 15 % du volume existant ou en tout cas supérieur à 500 m3, et de rénovation importante du premier niveau, sans préjudice des règles et réglementations plus restrictives (par exemple, les règlements communaux d'urbanisme et de construction, etc.), doivent garantir les performances suivantes : respect des conditions énoncées à l'annexe 1 par. 3.3 point 2 lettre b) du décret ministériel du 26 juin 2015. b) du décret ministériel du 26 juin 2015, prévoyant, dès à présent, l'application des indices que ce décret prévoit, pour les bâtiments publics, seulement à partir de 2019. conditions adéquates de confort thermique dans les environnements internes, à travers une conception qui prévoit une capacité thermique aérienne interne périodique (Cip) se référant à chaque structure opaque de l'enveloppe externe, calculée selon la norme UNI EN ISO 13786:2008, d'au moins 40 kJ/mK2 ou en calculant la température d'exploitation estivale et la déviation en valeur absolue évaluée selon la norme UNI EN 15251. Les projets d'interventions importantes de rénovation de second niveau et de requalification énergétique concernant l'enveloppe du bâtiment doivent respecter les valeurs minimales de transmission thermique contenues dans les tableaux 1-4 de l'annexe B du décret ministériel du 26 juin 2015 et des modifications et compléments ultérieurs, pour l'année 2019 pour les bâtiments publics. Les valeurs de transmittance des tableaux précédents sont considérées comme n'incluant pas l'effet des ponts thermiques. Dans le cas d'interventions impliquant une isolation thermique par l'intérieur ou une isolation thermique dans la cavité, indépendamment de la taille de la surface concernée, la capacité thermique interne périodique de l'enveloppe extérieure avant l'intervention doit être maintenue ou bien la température de fonctionnement estivale doit être calculée conformément à la norme UNI 10375 et l'écart en valeur absolue évalué conformément à la norme UNI EN 15251 par rapport à une température de référence (vérifier en parallèle le respect des exigences des critères 2.3.5.2 et 2.3.5.7).

Vérification.

Afin de démontrer le respect de ce critère, **le concepteur doit présenter le rapport technique selon le décret ministériel du 26 juin 2015 et le certificat de performance énergétique (APE) du bâtiment ante et post opératoire, les interventions prévues et les résultats conséquents réalisables**. La température de fonctionnement estivale (șo,t) est calculée selon la procédure décrite dans la norme UNI 10375, en référence au jour le plus chaud de la saison estivale (selon la norme UNI 10349 partie 2) et pour l'environnement du bâtiment destiné à la permanence des personnes considéré comme le plus défavorable. La différence en valeur absolue (Ti), qui correspond au niveau minimal de confort à garantir dans l'environnement le plus défavorable.

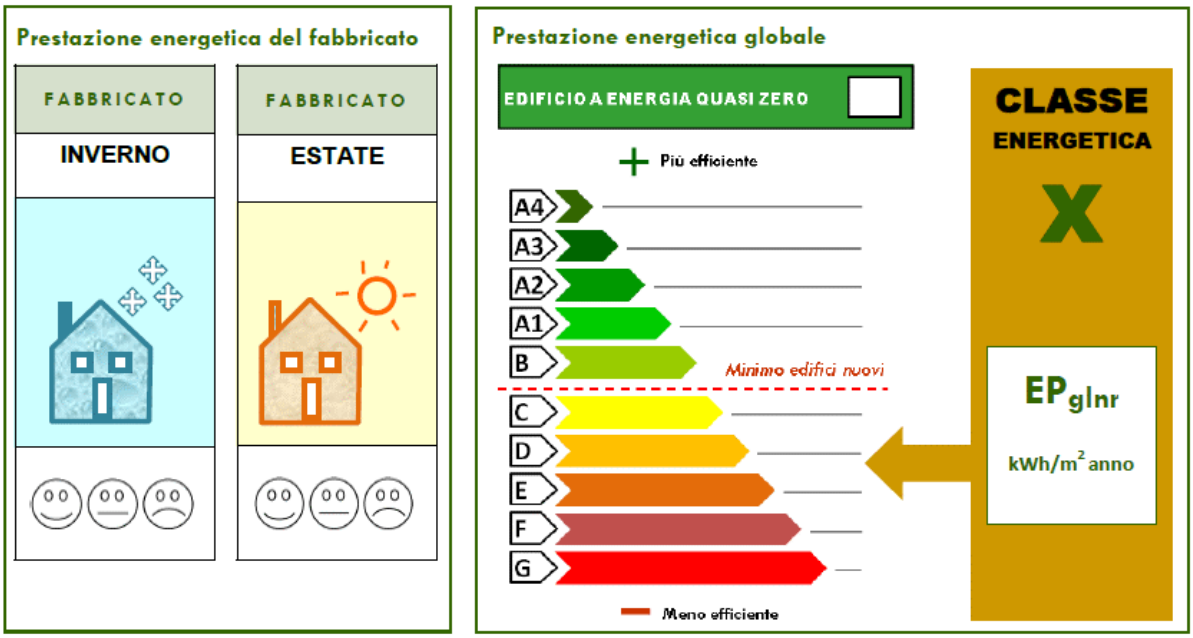
Si le projet fait l'objet d'une phase de vérification valable pour la certification ultérieure du bâtiment selon l'un des protocoles nationaux ou internationaux de durabilité énergétique et environnementale (systèmes d'évaluation), la conformité à ce critère peut être démontrée si la certification répond à toutes les exigences relatives aux performances environnementales mentionnées dans ce critère. Dans ce cas, le concepteur est dispensé de soumettre la documentation ci-dessus, mais il est tenu de soumettre les dessins et/ou documents requis par le protocole de certification de bâtiment durable spécifique poursuivi.

Approvisionnement en énergie

Les projets de nouvelles constructions et les travaux de **rénovation importants, y compris la démolition et la reconstruction**, sans préjudice de règles et de réglementations plus restrictives (par exemple, les réglementations municipales en matière de planification et de construction, etc.), doivent garantir que les besoins énergétiques globaux du bâtiment sont satisfaits par des systèmes d'énergie renouvelable ou par des systèmes alternatifs à haut rendement (cogénération ou trigénération à haut rendement, pompes à chaleur centrales, etc.)), **doit veiller à ce que les besoins énergétiques globaux du bâtiment soient satisfaits par des systèmes d'énergie renouvelable ou des systèmes alternatifs à haut rendement** (cogénération ou trigénération à haut rendement, pompes à chaleur centralisées, etc.) qui produisent de l'énergie sur le site même du bâtiment pour une valeur égale à 10 % supplémentaires par rapport aux valeurs indiquées dans le décret législatif 28/2011, annexe 3, selon le calendrier qui y est prévu.

Vérification.

Afin de démontrer la conformité à ce critère, le concepteur doit présenter un rapport technique contenant le rapport sur la demande d'énergie et la conception du système d'énergie renouvelable à installer avec le calcul du pourcentage de la demande couverte, avec des dessins graphiques joints montrant l'état pré-opérationnel, les interventions prévues, les résultats conséquents réalisables et l'état post-opérationnel. Si le projet fait l'objet d'une phase de vérification valable pour la certification ultérieure du bâtiment selon l'un des protocoles nationaux ou internationaux de durabilité énergétique et environnementale (systèmes d'évaluation), la conformité à ce critère peut être démontrée si la certification répond à toutes les exigences relatives aux performances environnementales mentionnées dans ce critère. Dans ce cas, le concepteur est dispensé de soumettre la documentation ci-dessus, mais il est tenu de soumettre les dessins et/ou documents requis par le protocole de certification de bâtiment durable spécifique poursuivi.



2.2 Plan de recueil du bois

Mise en œuvre d'un plan de collecte et de transformation des ressources en bois pour l'utilisation énergétique des bâtiments publics

L'objectif du plan de collecte est d'étudier en profondeur les aspects liés à la disponibilité, dans les bois de l'Alta Val Tanaro, de la biomasse ligneuse qui peut être utilisée pour le développement de la filière bois-énergie, selon les caractéristiques et les dimensions que cette filière assume pour l'approvisionnement de la centrale à biomasse d'Ormea. Sur la base de cette hypothèse, le Plan est précédé par la représentation du modèle organisationnel défini par les administrations locales, en partant de la gestion de la chaleur et en remontant jusqu'à l'entretien des forêts de la Vallée, dans une conception unitaire qui permet d'interpréter la protection du territoire comme une opportunité de développement pour le système entrepreneurial local, selon la logique de la durabilité socio-économique et environnementale.

Partner:

Provincia di Cuneo

Document réalisé par Unione Montana Alta Val Tanaro e Provincia di Cuneo

Index du Chapitre

2.2.1 Avant-propos *167*

2.2.2 Gestion de la chaleur : la centrale à biomasse et le réseau de chauffage urbain *169*

2.2.3 Chaîne d'approvisionnement locale et gestion des forêts *172*

2.2.4 Le plan de collecte 178

a. Méthodologie de l'enquête 179

a.a. Identification de la zone concernée 179

a.b. Enquête bibliographique 180

a.c. Identification de la superficie totale de la forêt et de la surface géré activement 180

b. Catégories forestières identifiées 181

c. Détermination de la masse de bois pouvant être récoltée lors d'opérations sylvicoles 182

c.a. Détermination de la masse de bois pouvant être récoltée sur les interventions sylviculture identifiée 182

c.b. Répartition de la masse prélevable par commune avec destination pour le déchiquetage 183

2.2.5 Utilisation de résidus de bois issus d'actions d'assainissement de l'environnement résultant de les inondations 184

2.2.1 Avant-propos

Parmi les activités réalisées dans le cadre du projet Pays-Ecogetiques, la Province de Cuneo, à travers son organisme de mise en œuvre Unione Montana Alta Val Tanaro, a mis en œuvre un Plan pour la collecte et la transformation des ressources en bois provenant de la gestion des zones forestières du territoire de la même Union de montagne, évaluer également la possibilité d'inclure dans le cycle de production de la biomasse, outre le bois obtenu à partir de la récupération de matériel pauvre (branches, résidus de nettoyage des forêts), également celui obtenu à partir d'actions de récupération environnementale suite à des événements d'inondation (résidus ligneux arrachés, débris ligneux).

Le plan s'inscrit dans le processus de valorisation de la biomasse ligneuse qui, dans l'Alta Val Tanaro, est directement lié à l'action menée depuis vingt ans en faveur de l'efficacité énergétique des bâtiments publics. En 2000, en effet, la construction d'une centrale à biomasse a été lancée, fournissant de la chaleur à la municipalité d'Ormea ; elle est devenue opérationnelle en octobre 2001 et alimente un réseau de chauffage urbain qui a été étendu dans les lots suivants, jusqu'à atteindre tout le cœur de la ville et qui, à la fin du projet Pays-Ecogetiques, reliera tous les utilisateurs publics du territoire municipal.

Le dernier à être raccordé sera l'école forestière, où sera réalisé le projet pilote. Sont déjà raccordés : la mairie, le bâtiment de l'école primaire et secondaire, deux bâtiments de logements sociaux, le centre sportif polyvalent municipal, le musée-centre d'exposition et le cinéma paroissial.

En outre, le plan de récolte fait partie d'une action plus générale d'entretien et d'amélioration de la zone forestière qui, dans l'Alta Val Tanaro, s'étend sur près de 27 000 hectares, dont plus de 6 800 sur le territoire administratif de la commune d'Ormea. En effet, le modèle choisi par les autorités locales pour la gestion de l'installation a eu immédiatement une double valeur, économique et environnementale, dans le but déclaré d'étendre le concept de durabilité à l'ensemble du processus d'approvisionnement en biomasse et, donc :

- valoriser les ressources forestières de la municipalité d'Ormea et de la région de la vallée de l'Upper Tanaro,

- d'en assurer la gestion et l'entretien appropriés
- d'organiser progressivement une chaîne d'approvisionnement locale autour d'eux.

En effet, la biomasse utilisée par l'installation est entièrement d'origine locale (en raison de contraintes contractuelles, l'installation peut utiliser du combustible collecté dans un rayon de 70 km) et provient principalement de l'utilisation de lots de bois situés dans les communes d'Alta Val Tanaro et de travaux d'amélioration forestière effectués sur le territoire de la commune d'Ormea, coordonnés et promus par le Consortium Monte Armetta, qui est dirigé par plusieurs entreprises forestières qui s'occupent des opérations de coupe et de récolte et par une entreprise spécialisée qui effectue des opérations de déchiquetage.

À partir de 2000, l'engagement des collectivités locales en matière d'énergie s'est concentré sur la mise en œuvre continue et l'amélioration progressive de l'efficacité de la filière forêt-bois-énergie, en l'adaptant aux évolutions réglementaires (notamment en termes de planification des ressources forestières) et en soutenant sa dimension territoriale, cette dernière étant considérée comme prioritaire même par rapport aux évaluations purement économiques (bien que toujours dans le cadre d'une analyse coûts-bénéfices minutieuse).

Le modèle Ormea intègre et équilibre les composantes environnementales, sociales et économiques dans les différents projets qui définissent son parcours de développement territorial, en travaillant sur trois nœuds stratégiques et sur la connexion entre eux :



Dans le document suivant, outre le Plan d'Exploitation, les trois points nodaux de l'expérience dont le plan lui-même fait partie, menée par les administrations de la Haute Vallée du Tanaro pour la consolidation du système forêt-bois-énergie, dans le cadre d'une planification à long terme, dont la composante infrastructurelle représente, évidemment, le noyau central et le point de référence.

La présence potentielle d'une matière première (telle que vérifiée par le Plan) et d'entreprises engagées dans sa collecte, en effet, ne génère pas automatiquement une chaîne d'approvisionnement. Cette situation ne se produit que lorsqu'un nombre défini d'entreprises ont la capacité de transformer cette matière première en un produit fini, en maintenant un fil direct et continu dans la transformation, essentiellement dans une zone définie, et en produisant une valeur ajoutée à chaque étape, jusqu'au produit final.

Dans ce cas précis, étant donné que le bois des forêts de la vallée est utilisé depuis des siècles comme ressource énergétique, au service de la population locale, un véritable plan pour son exploitation économique et pour son organisation en chaîne d'approvisionnement a commencé par le choix de la fourniture de chaleur comme produit final, puis a retracé les différentes étapes en amont afin de valoriser son origine.

2.2.2 Gestion de la chaleur : centrale à biomasse et réseau de chauffage urbain

Le produit final du modèle Ormea, comme mentionné dans l'introduction, est la fourniture de chaleur par le réseau de chauffage urbain.

La construction et la gestion de la centrale biomasse d'Ormea sont le fruit d'une initiative de partenariat public-privé : le service est géré par la société Calore Verde s.r.l., spécialement créée à cet effet, avec la Commune d'Ormea comme actionnaire majoritaire (selon l'art. 5 des statuts de la société : « Une part non inférieure à 51% (cinquante et un pour cent) du capital social est réservée à la Commune d'Ormea «) et le partenaire technique Egea s.p.a., qui fait également partie de la structure de la société. qui fait également partie de la structure de l'entreprise.

Le rôle de contrôle confié au secteur public a pour sens de maintenir la chaîne d'approvisionnement en équilibre, à la fois en assurant une gestion durable et une planification adéquate de la ressource forestière, et en garantissant un prix équitable des copeaux de bois, adéquat pour rémunérer la chaîne d'approvisionnement locale. L'expérience d'Egea dans le secteur de l'énergie apporte, quant à elle, le savoir-faire indispensable à une gestion efficace, efficiente et rentable.

La centrale thermique qui alimente le réseau, destinée à chauffer les bâtiments et à produire l'eau chaude sanitaire qui y est utilisée (la centrale ne produit pas d'électricité), utilise 2 chaudières à biomasse, qui fonctionnent en alternance selon la demande. Le fluide caloporteur utilisé pour la production de chaleur est de l'eau chauffée à une température inférieure à 100 degrés centigrades qui, à partir du circuit hydraulique des chaudières, à travers des échangeurs à plaques, transmet la chaleur dans le réseau de canalisations souterraines (canalisations de départ pour la distribution de la chaleur et canalisations de retour pour la récupération de l'eau refroidie).

Les canalisations secondaires sont dérivées du réseau principal et servent à distribuer la chaleur aux différents bâtiments raccordés au réseau ; à chaque bâtiment, il y a ce qu'on appelle une sous-station, c'est-à-dire un système composé d'échangeurs de chaleur entre l'eau du circuit primaire (celle du réseau) et l'eau du circuit secondaire (celle à l'intérieur de chaque bâtiment). En arrivant sur l'échangeur, l'eau du réseau transfère la chaleur nécessaire

au chauffage des locaux et à l'eau chaude sanitaire à l'eau du réseau de distribution à l'intérieur du bâtiment. À la fin de ce processus, l'eau, désormais refroidie, retourne à la centrale pour être réchauffée.

L'échangeur de chaleur installé dans les bâtiments remplace la chaudière classique ; le projet pilote mis en œuvre grâce au projet Pays-Ecogetiques, à l'Ecole forestière, porte essentiellement sur cette composante de l'installation, comme expliqué plus en détail ci-dessous.

Comme mentionné dans l'introduction, le réseau a fait l'objet d'extensions successives, qui ont progressivement étendu le service, en partant des zones de l'agglomération municipale les plus proches de la centrale, jusqu'à la couverture presque complète de la zone de chauffage urbain. Le dernier lot, dans l'ordre chronologique, est celui que Calore Verde a commencé à construire, conjointement avec la start-up de Pays-Ecogetiques, avec un investissement de ses propres ressources et avec un cofinancement du ministère du Développement économique. Elle reliera le centre historique de la ville et atteindra le bâtiment qui abrite l'école forestière, propriété de la province de Cuneo, complétant ainsi la connexion au réseau immobilier public.

La plante de l'école forestière d'Ormea

Le bâtiment qui abrite l'école supérieure de formation spécialisée en sylviculture et en agrotechnie est un bâtiment historique appartenant à la province de Cuneo.

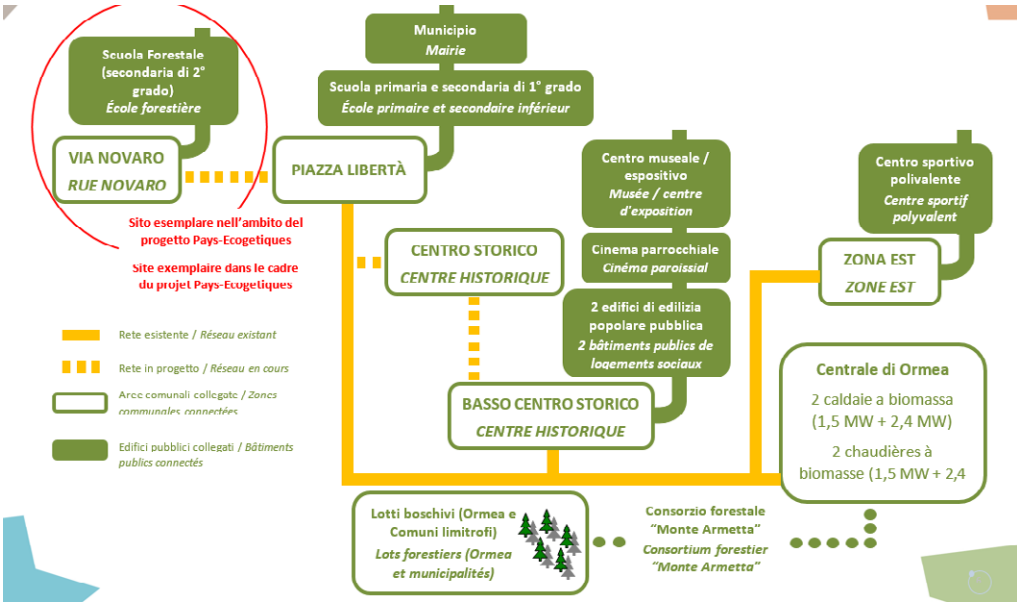
Actuellement, le bâtiment (qui comprend également l'internat, où sont logés certains élèves de l'école) est chauffé par une chaudière à copeaux de bois datant du début des années 1980, aujourd'hui obsolète. Elle est utilisée en cas de dysfonctionnement de la chaudière à bois déchiqueté et dans toutes les circonstances où une surproduction de chaleur est nécessaire, pour les pics de froid extrême que la chaudière à bois déchiqueté seule ne peut supporter. De telles conditions entraînent des rendements de production particulièrement faibles, de l'ordre de 55 à 60 %.

L'intervention du projet, qui vise à augmenter l'efficacité énergétique du bâtiment, grâce à l'expérimentation de solutions existantes, en améliorant la maîtrise de leur utilisation, prévoit la réalisation des infrastructures nécessaires au raccordement du bâtiment scolaire au réseau de chauffage urbain de la ville. Cela se traduira par une augmentation significative de l'efficacité énergétique du système de chauffage par rapport à la configuration actuelle, avec une amélioration conséquente de la performance énergétique du système bâtiment-installation.

Le nouveau générateur de chaleur sera constitué d'un échangeur de chaleur soudé par brasage, fabriqué par le fabricant DHS Amarc, d'une capacité totale de 400 kW, pour la production de chauffage et d'eau chaude.

Cela se traduira par une augmentation de l'efficacité de la production de la compagnie, qui passera de 60 % à 75-80 %. En effet, les rendements de production actuels des chaudières de chauffage urbain de la ville varient entre 90 et 95 % (comme en témoignent les rapports d'essai certifiés de l'année 2018) et, dûment pondérés par un rendement de distribution du réseau principal égal à 80 %, rendent à l'utilisateur un rendement de production fictif de plus de 72 %, avec une amélioration d'environ 12 % par rapport à la situation actuelle. Cela est également dû à la régulation climatique agissant sur les chaudières de la centrale de chauffage urbain et au système de récupération de la chaleur des gaz d'échappement.

Les travaux supplémentaires prévus dans un avenir proche sur la centrale de chauffage urbain, visant à augmenter l'efficacité de la production des utilisateurs, amélioreront encore la performance énergétique des bâtiments connectés au réseau et, par conséquent, de l'école forestière.



Dimension environnementale

D'un point de vue strictement environnemental, les avantages liés à l'activation du réseau de chauffage urbain concernent aussi bien la phase de production de chaleur que la phase d'approvisionnement en combustible :

- elle a permis d'éliminer les chaudières à mazout obsolètes dans 182 bâtiments (548 logements) ; en ce qui concerne les émissions atmosphériques, cela a entraîné une nette amélioration, d'une part parce que le contrôle des fumées émises par la cheminée de l'installation est beaucoup plus strict et fréquent que dans les copropriétés et, a fortiori, que dans les installations individuelles, et d'autre part parce que la production de chaleur est concentrée sur un seul site, constamment contrôlé et situé en dehors de la ville
- elle est équipée d'un système d'abattement composé d'un condenseur qui récupère la chaleur présente dans les gaz de combustion et l'utilise pour augmenter la température de l'eau qui retourne dans les chaudières
- nettoie les émissions au moyen d'un électrofiltre qui magnétise les particules en suspension et les retient, les séparant ainsi de la fumée qui est transportée vers la cheminée.
- dispose d'un échangeur air-air, qui fournit un refroidissement supplémentaire pour réduire la visibilité du panache de vapeur d'eau sortant de la cheminée.
- récupère les cendres résiduelles de la combustion pour les utiliser comme engrais.

Quant au combustible, l'usine d'Ormea brûle de la biomasse ligneuse (principalement du bois de forêt) qui, en tant que telle, n'a pas d'impact négatif sur l'environnement ; en effet, le pourcentage de dioxyde de carbone libéré dans l'air lors de la combustion est approximativement le même que celui absorbé par les plantes lors du processus de photosynthèse (cycle du CO2).

En outre, les contraintes contractuelles existant entre Calore Verde et le Consortium Monte Armetta, qui fournit les copeaux de bois, limitent la zone d'origine de la matière première à un rayon maximum de 70 km de l'usine. Pour des raisons de commodité économique, mieux expliquées au paragraphe 2 suivant, la collecte en forêt a lieu, en réalité, dans une zone encore plus limitée (dans un rayon de 20 km), ce qui souligne le caractère strictement local du système d'approvisionnement.

Dimension économique et sociale

Les relations d'approvisionnement gérées par Calore Verde, à travers le Consortium Monte Armetta, en renforçant l'importance locale de l'opération, permettent d'inclure dans le système d'approvisionnement également de très petites entreprises, qui ne sont pas en mesure de réaliser l'approvisionnement de manière autonome, car elles ne sont que partiellement équipées pour traiter la matière première nécessaire à l'installation ; la plupart d'entre elles, en effet, ne disposent pas des équipements nécessaires pour le déchiquetage et fournissent du bois long, que le Consortium fournit pour être déchiqueté.

En outre, le rôle socio-économique de l'usine d'Ormea est d'acheter du bois qui n'aurait pas d'autre marché, c'est-à-dire la partie du produit forestier pauvre (environ 20% du bois transformé par les entreprises forestières qui font partie de la chaîne) qui, en l'absence d'un débouché commercial garanti, resterait dans la forêt, compromettant une gestion sylvicole efficace et sûre (notamment contre le risque d'incendie) de cette dernière.

2.2.3 Chaîne d'approvisionnement locale et gestion des forêts

Au cours des siècles, le territoire alpin a défini différentes structures de gestion forestière, conditionnant son développement à des raisons historiques et sociales, maintenant le plus souvent une relation de complémentarité entre l'agriculture et les forêts, surtout lorsque ces dernières ne présentent pas de mérites particuliers et, de toute façon, ne sont pas faciles à exploiter économiquement.

Dans la zone de l'Alta Val Tanaro, le rapport avec la forêt a souvent et pendant longtemps été un rapport de simple subsistance, avec de grandes étendues de terrains publics gérés seulement partiellement et des terrains privés subdivisés en de nombreuses petites propriétés, utilisées selon les besoins et, sauf dans de rares cas, pour des périodes limitées, sans objectifs purement économiques.

- **Municipalité d'Ormea** - surface forestière : 6 854 hectares
- **Alta Val Tanaro** - surface forestière : 26 826 hectares
- **Municipalité d'Ormea** - forêts publiques : 3. 324 hectares (48,5 %)
- **65 % de la zone forestière de l'Alta Val Tanaro fait l'objet de mesures d'entretien et d'amélioration.**

Selon une analyse typologique réalisée par l'Université de Turin, le matériel pouvant être prélevé dans les forêts de l'Alta Val Tanaro a une capacité d'utilisation limitée, étant utilisé presque exclusivement pour la production de bois de chauffage (88% du total).

Le démarrage du chauffage urbain a évidemment affecté ces conditions de départ, tant d'un point de vue économique qu'organisationnel. Le point central du modèle Ormea, dans ce sens, a été la constitution du **Consortium Forestier Monte Armetta** qui, d'une part, a initié la gestion planifiée des zones forestières confiées à sa gestion, et d'autre part, malgré les difficultés persistantes liées à l'intégration d'un grand nombre de sujets différents, a assuré la coordination des entreprises forestières locales, selon les capacités et les dotations possédées par chacune d'elles, pour la structuration de la chaîne d'approvisionnement de l'usine.

Le Consorzio Monte Armetta est une structure associative volontaire de droit privé, dont les membres sont :

- en tant que propriétaires des terres gérées, la municipalité d'Ormea et 35 particuliers
- comme une entité ne possédant pas directement des terres, mais intéressée par leur gestion, la société Calore Verde.

Le conseil qui l'administre est composé de cinq membres, dont quatre sont nommés par la municipalité d'Ormea (trois par la majorité et un par la minorité) et un représentant des propriétaires privés.

Le Consortium assure la gestion unitaire d'environ 1 100 hectares de forêts, presque toutes de propriété publique (les propriétés privées gérées s'étendent sur un total de 80 hectares), principalement composées de hêtraies (suivies d'ostrietos et de reboisements), entièrement planifiées conformément à la réglementation régionale pertinente (voir l'analyse approfondie à la page suivante) ; l'actuel Plan forestier d'entreprise a été approuvé par la Région Piémont en 2019, avec une validité jusqu'en 2033.

Sur les propriétés gérées, le Consortium réalise aussi bien des interventions d'utilisation que des interventions d'amélioration des forêts, ces dernières étant principalement financées par la Région Piémont dans le cadre des mesures forestières du PDR, car elles ont un impact négatif (le bénéfice obtenu des opérations de coupe est inférieur aux dépenses engagées pour les réaliser).

En plus des surfaces gérées, le Consortium a prévu 500 ha supplémentaires de bois, propriété des communes d'Ormea et d'Alto, dans le cadre d'une initiative de coopération financée par la Région Piémont, au titre du PDR 2014/2020, opération 16.8.1, qui prévoit également l'activation, en accord avec la Région, d'un Guichet forestier dédié, pour soutenir le rôle d'animation et d'orientation exercé par le Consortium envers le système forestier local.

L'office forestier sera géré par un technicien forestier qualifié et sera chargé de :

- la préparation des avis d'abattage conformément au règlement forestier régional, tant pour les entreprises du secteur que pour les particuliers propriétaires de zones boisées
- assistance aux entreprises forestières pour la première inscription au registre de la Région Piémont et pour son renouvellement annuel
- information et sensibilisation des acteurs ci-dessus sur les bonnes pratiques de gestion forestière et la législation sectorielle
- informations sur les cours de formation professionnelle dans le secteur forestier et établissement, pour le compte des intéressés, de la documentation nécessaire à la pré-admission aux cours organisés par les instituts de formation
- collaboration avec les postes des Carabinieri Forestali, afin de faciliter les opérations de contrôle du territoire par ces derniers.

Le cadre réglementaire.

Les activités de planification forestière menées par le Consortium s'inscrivent dans un cadre réglementaire qui, en Italie, est principalement une compétence régionale.

Au niveau national, la gestion forestière est en effet réglementée par le décret législatif 227/2001 qui, dans son article 3, définit la compétence des régions pour élaborer des plans forestiers et définir les lignes de protection, de conservation, de valorisation et de développement du secteur forestier sur leur territoire.

Avec le RL 4/2009, la Région Piémont a réglementé la gestion forestière, en réglementant la planification et la programmation dans le domaine forestier afin, entre autres, de :

- promouvoir sa durabilité et sa multifonctionnalité
- protéger et valoriser le patrimoine forestier public et privé
- développer les chaînes d'approvisionnement en bois forestier et arboricole
- promouvoir l'utilisation du bois en tant que matière première renouvelable
- encourager la gestion forestière associée
- améliorer les conditions socio-économiques des zones rurales.

En ce qui concerne la planification forestière, le R.L. 4/2009 l'articule sur trois niveaux : régional, territorial et corporatif, selon le modèle représenté graphiquement à la page suivante.

En ce qui concerne spécifiquement le Plan forestier d'entreprise, sa fonction principale est de mettre à la disposition du propriétaire des forêts ou de leur gestionnaire (dans le cas présent, comme mentionné, le Consortium), une image complète et actualisée de la situation forestière d'un point de vue environnemental, social et économique ; sur la base des données contenues dans le plan, le propriétaire/gestionnaire peut organiser l'utilisation durable de la forêt, en opérant une valorisation économique de la forêt qui ne l'endommage ni ne l'appauvrit, dans le respect de la règle générale selon laquelle, au cours de chaque année, il faut prélever moins de bois que la forêt ne peut en accumuler.

Dans le cadre d'un système d'aménagement du territoire, le propriétaire/gestionnaire peut effectuer les interventions décrites dans le plan sans avoir besoin d'une autorisation supplémentaire, en les notifiant simplement à la région avant de les réaliser (au contraire, en l'absence de plan, les interventions doivent être autorisées conformément aux procédures dictées par le règlement forestier régional). L'approbation du PFA par le Conseil régional vaut, en substance, autorisation des interventions qui y sont prévues.

L'intégration de la chaîne d'approvisionnement organisée par le Consortium est essentiellement définie dans la structure suivante :



En ce qui concerne les sujets opérant en amont de la filière forestière, qui représentent, en théorie, le maillon le plus faible du système, car ils sont de petite taille (presque tous sont des entrepreneurs individuels) et technologiquement incomplets, le Consortium intervient à deux niveaux :

- l'économie, notamment par :
  - la continuité et la régularité des commandes
  - a commodité de la collecte de la biomasse pauvre (déchets d'exploitation forestière précédemment abandonnés sur place)
  - la constatation d'un prix de la matière première correspondant à la rémunération des coûts de production et à la réalisation de marges bénéficiaires en rapport avec l'investissement minimal requis
- technique, la gestion de la logistique d'approvisionnement et, surtout, les opérations de déchiquetage pour les entreprises qui ne peuvent pas le faire elles-mêmes.

Les chiffres de la chaîne d'approvisionnement

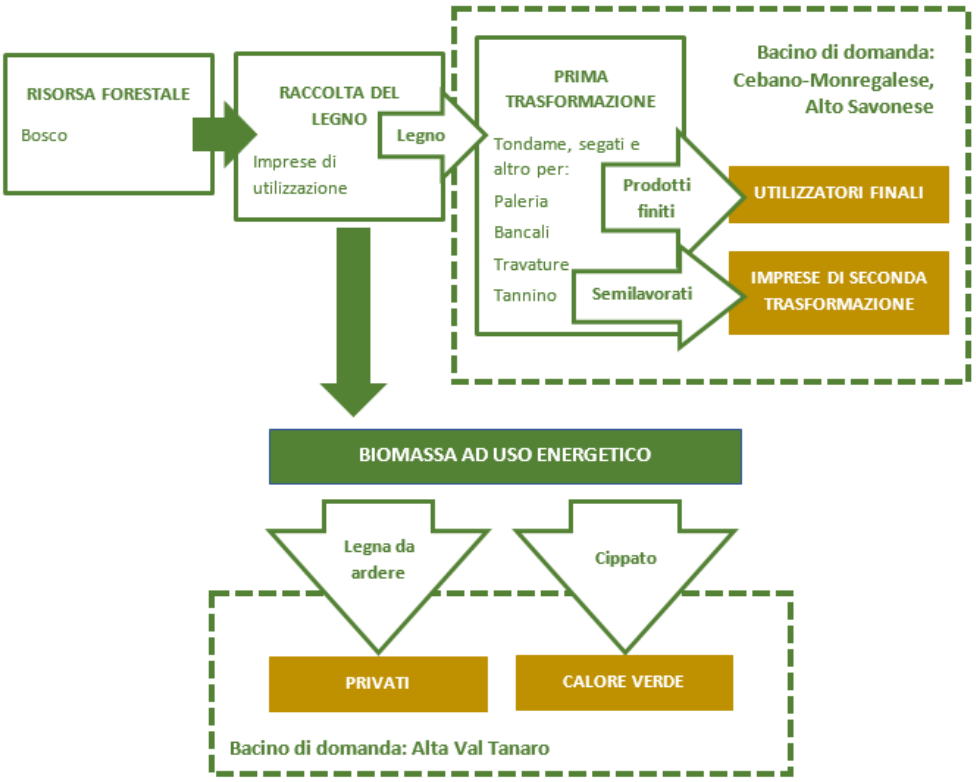
- le Consortium fournit à Calore Verde 4 000 tonnes/an de copeaux de bois.
- le Consortium est approvisionné par 14 entreprises forestières ; 12 d'entre elles ne disposent pas d'équipement de déchiquetage et livrent donc du bois long (tronc et couronne), 2 seulement livrent de la matière première déjà déchiquetée, en partie issue de la coupe directe (par déchiquetage en forêt ou sur remorque), en partie collectée auprès de fournisseurs de bois long
- le prix payé par le Consortium aux entreprises forestières pour la livraison du matériel dans le parc de collecte du Consortium (situé à proximité de la centrale électrique) est de 4 €/q pour le bois long et de 5,2 €/q pour les copeaux ; ces montants sont utilisés pour définir la zone de commodité économique de la

fourniture, qui est d'environ km20 pour les entreprises qui livrent des copeaux et pas plus de km15 pour celles qui livrent du bois long

- le déchiquetage du bois long, organisé par le Consortium, est confié à une entreprise locale, qui travaille directement sur le chantier du Consortium et produit en moyenne 340 q de copeaux de bois toutes les 2530 minutes, qu'elle livre ensuite à la centrale électrique
- la quantité de copeaux de bois fournie annuellement par le Consortium à la centrale électrique n'est pas suffisante pour amortir le coût éventuel de l'achat d'un broyeur ; la gestion efficace d'une machine dont le coût unitaire est d'environ 700 000 euros n'est possible que si elle est utilisée en cycle continu, condition qui, comme on l'a dit, n'existe pas à Ormea
- également afin de minimiser les coûts de gestion, le Consortium ne dispose pas de ses propres équipements, à l'exception du poids installé dans la cour de collecte, et n'a pas d'employés (il fait appel à des consultants externes lorsque cela est nécessaire)
- Le prix payé par Calore Verde au Consortium pour la fourniture de copeaux de bois est de 6,60 €/q ; la différence entre le prix payé pour la matière première et le prix obtenu de la vente des copeaux permet au Consortium d'assumer les coûts de gestion du parc de stockage (loyer, pertes de traitement, etc.) et du déchiquetage.

En résumé, le modèle Ormea, qui s'inscrit dans le cadre de la gestion durable des forêts, s'inspire d'un concept typique de l'économie industrielle, qui reconnaît l'efficacité maximale dans le contrôle direct de l'ensemble du cycle de production, en aval et en amont, dans le cadre d'une seule entreprise ou, comme dans ce cas précis, d'une série d'entreprises verticalement intégrées.

Face à un nombre relativement élevé de petites entreprises forestières, qui ont des économies d'échelle limitées, le Consortium Monte Armetta et Calore Verde, en synergie l'un avec l'autre, développent les collaborations nécessaires pour contrôler le cycle complet de la production de chaleur pour servir le système de chauffage urbain, dans le territoire désigné pour la fourniture de la matière première.



Perspectives de développement

La filière forêt-bois de l'Alta Val Tanaro est aujourd'hui principalement axée sur la production de biomasse pour la production de chaleur, en faveur d'une demande limitée à un bassin territorial de proximité : le bois de chauffage est vendu directement à l'utilisateur final, tandis que les copeaux de bois, largement décrits, sont principalement absorbés par la centrale électrique d'Ormea.

Opérant sur un marché aussi défini, le Consortium n'a, jusqu'à présent, guère participé à la définition des systèmes de certification de la gestion forestière et de la chaîne de contrôle des produits forestiers. Ceci parce que, d'une part, Calore Verde a défini en amont la zone d'origine des copeaux de bois et parce que, d'autre part, les acheteurs de bois de chauffage ont une relation directe avec le fournisseur et connaissent l'origine du produit même en l'absence de marques de certification.

Dans l'organisation actuelle, la certification forestière n'augmenterait donc pas la valeur du produit fabriqué, ni son marché.

Une approche différente du mécanisme de certification pourrait découler de l'accès au marché volontaire des crédits carbone qui, bien qu'encore en phase expérimentale, représente une réelle opportunité pour le secteur forestier et pour les territoires, comme l'Alta Val Tanaro, qui ont déjà entamé un parcours concret de gestion forestière planifiée et de valorisation durable de la forêt et de ses ressources.

Le marché des crédits carbone reconnaît potentiellement la contribution des activités forestières à la réduction de la concentration de dioxyde de carbone : ceux qui favorisent la formation de nouvelles forêts ou évitent l'utilisation irrationnelle des forêts existantes ou, en général, adoptent des pratiques de gestion forestière qui favorisent l'accumulation de biomasse ligneuse, génèrent des «crédits carbone» ; en revanche, ceux qui émettent des gaz à effet de serre contractent une «dette» ; l'échange qui en résulte est la compensation des émissions qui contribue à la réalisation des objectifs du protocole de Kyoto.

Selon les Lignes directrices pour la gestion des crédits carbone, adoptées par la Région Piémont, la présence d'un Plan forestier agricole est une condition préalable essentielle pour définir les paramètres dendro-auxométriques et de gestion des peuplements réels (dispositions ligneuses actuelles, accroissement, destination fonctionnelle, intervention, récupération, etc.) et réaliser ainsi une évaluation objective des crédits carbone.

Pour être générés et vendus, les crédits carbone doivent toutefois être certifiés par un tiers indépendant, qui est tenu de vérifier, conformément à la norme ISO 14064-3, que les projets répondent aux exigences énumérées dans la norme de référence (ISO 14064-2), y compris, avant tout, celles de la permanence et de l'additionnalité :

- Permanence : il s'agit de la stabilité dans le temps de la séquestration de CO2 réalisée par les activités, envisagées par le «vendeur», dans le projet destiné à générer des crédits, pendant le cycle de vie du projet lui-même ; l'efficacité de l'opération de stockage du carbone dépend en effet directement de la permanence de la masse de bois inchangée pendant une période de temps significative.
- Additionnalité : les crédits carbone sont générés uniquement lorsque les réductions d'émissions sont supplémentaires par rapport à celles qui se produiraient en l'absence de l'activité de projet certifiée ; par exemple, dans le cas de la gestion forestière, l'additionnalité se produit lorsque les propriétaires s'engagent à renoncer à l'utilisation d'une partie de l'accroissement de bois ou à améliorer les conditions de la forêt, générant ainsi une séquestration de carbone supplémentaire par rapport à ce qui se produirait en l'absence du projet (ligne de base).

Un stimulant pour la certification forestière pourrait également provenir de la réalisation prochaine d'un objectif à moyen terme sur lequel le Consortium travaille depuis un certain temps, à savoir l'organisation d'une filière dédiée à la production de poteaux de châtaignier.

Les châtaigniers de l'Alta Val Tanaro se trouvent presque tous sur des zones fragmentées de propriété privée, qui proviennent de châtaigneraies (principalement de la variété Gabbiana, qui produit la châtaigne «garessina»), dont seule une petite partie est encore en production, ce qui a ralenti leur valorisation sous forme intégrée, en partie parce que les petits propriétaires, même lorsqu'ils sont impliqués dans la gestion forestière, ont tendance à monnayer le plus souvent possible le revenu périodique dérivé de la vente du peuplement, indépendamment de leurs capacités potentielles de production et de marché.

La gestion coutumière du châtaignier local consiste aujourd'hui en son utilisation prédominante pour la production de tanin, extrait des troncs coupés et hachés, et de pellets, obtenus à partir du bois restant à la fin du processus d'extraction. Le marché de référence est représenté par une entreprise internationale basée à San Michele Mondovì, qui traite plus de 350 tonnes de bois par jour.

Seule une petite partie du bois de châtaignier est envoyée des forêts de l'Alta Val Tanaro aux scieries locales pour la production de poteaux ; les efforts d'organisation du Consortium sont concentrés sur le renforcement de cette ligne de transformation, en ce qui concerne le produit brut pour l'ingénierie naturaliste et les poteaux pour les clôtures et les vignobles.

2.2.4 Le plan de collecte

Le Plan de récolte a été préparé afin d'analyser les données forestières relatives à une portion du territoire potentiellement touchée par le développement de la filière bois-énergie, tel que décrit dans les pages précédentes. L'étude vise à examiner les aspects liés à la disponibilité de la biomasse ligneuse utilisable en identifiant :

- les zones forestières dans la zone concernée
- la taille en termes de surface
- caractérisation sylvicole (espèces, forme de gouvernance, type de structure)
- caractérisation dendrométrique, à travers une estimation approximative du bois exploitable, avec une attention particulière à la partie du bois qui présente les caractéristiques nécessaires pour produire une biomasse utilisable par la plante.

2.2.4 | a. Méthodologie de l'enquête

L'étude forestière de la partie du territoire examinée a été réalisée selon les phases opérationnelles suivantes :

- analyse des données territoriales pour identifier la zone territoriale potentiellement concernée par l'initiative
- analyse des données cartographiques disponibles (Plans forestiers territoriaux de la Région Piémont - Plan forestier d'entreprise de la Comunità Montana Alta Val Tanaro - Plan forestier d'entreprise du Consorzio Forestale Monte Armetta)
- traitement des données acquises afin de les rendre homogènes et comparables
- Caractérisation sylvicole et dendrométrique des zones forestières identifiées.

2.2.4.a.a | Identification de la zone concernée

La zone territoriale identifiée suite à l'examen des caractéristiques morphologiques et d'accessibilité du territoire concerné par l'initiative concerne les communes de l'Alta Val Tanaro, qui sont précisément les suivantes :

COMUNE	SUPERFICIE COMPLESSIVA (HA)
Alto	**746**
Bagnasco	**3.095**
Briga Alta	**5.218**
Caprauna	**1.150**
Garessio	**13.224**
Nucetto	**781**
Ormea	**12.450**
Perlo	**1.022**
Priola	**2.737**
TOTALE	**40.423**

2.2.4.a.b | Enquête bibliographique

- La recherche bibliographique visait la caractérisation forestière de la zone territoriale identifiée et, à cette fin, les documents suivants ont été utilisés comme source bibliographique de base :
- Types de forêts dans le Piémont (Ipla - Région du Piémont)
- Mise à jour de la carte forestière année 2016 (SIFOR)
- Disponibilité du bois selon PFT 2000 (SIFOR)
- Plan forestier territorial Zone forestière 13 (vallées de Tanaro, Mongia, Cevetta et Langa Cebana)
- Plan forestier d'entreprise Communauté de montagne Alta Val Tanaro
- Plan forestier d'entreprise Consortium forestier Monte Armetta.

2.2.4.a.c | Identification de la surface forestière totale et de la surface sous gestion active

Afin d'identifier la surface forestière totale appartenant à la zone territoriale identifiée et les différentes catégories de forêts présentes, les cartes thématiques susmentionnées ont été analysées. Les résultats obtenus à partir des enquêtes susmentionnées sont les suivants :

- Superficie totale de la zone analysée : **40 502 ha**
- Surface forestière présente dans la zone analysée : **26 266,50 ha**.

2.2.4 | b. Catégories forestières identifiées

Les formations forestières observées dans la zone examinée ont été distinguées selon la classification des types de forêts du Piémont, élaborée par l'I.P.L.A. dans le cadre de la planification forestière. Les catégories forestières suivantes ont été identifiées dans la zone examinée :

CODICE	CATEGORIA	Sup totale (ha)	% su Superficie forestale totale
AB	Abetine	172	0,65
AF	Acero-tiglio-frassineto	496	1,89
AN	Alneti di ontano nero	135	0,51
BS	Boscaglie pioniere	1204	4,31
CA	Castagneti	9.737	37,07
CE	Cerrete	12	0,05
FA	Faggete	7.670	29,20
LC	Lariceti e cembrete	1.450,50	5,52
OS	Ostrieti	2.448,50	9,32
PS	Pinete di pino silvestre	333	1,27
PN	Pinete di pino uncinato	723,50	2,75
QC	Querco carpineto	45	0,17
QR	Querceti di roverella	880	3,35
QV	Querceti di rovere	127,50	0,49
RB	Robinieti	99	0,25
RI	Rimboschimenti	776,50	1,94
SP	Saliceti e pioppeti ripari	30	0,08
	Totale	**26.266,50**	**100**

D'après l'analyse des données disponibles sur SIFOR, la superficie forestière sous gestion active s'élève à 17 696 ha, ce qui correspond à environ 67 % de la superficie forestière totale.

2.2.4 | c. Détermination de la masse de bois pouvant être récoltée lors d'opérations sylvicoles

Les critères suivants ont été pris en compte pour déterminer la masse de bois qui peut être extraite des peuplements forestiers identifiés dans le chapitre précédent :

- Période de 30 ans
- Surface forestière sous gestion active pendant la période en question
- Types structurels envisagés : taillis, gouvernance mixte, taillis âgés, haute futaie.
- Interventions envisagées : taillis, coupes dans les forêts mixtes, coupes successives, coupes de sélection, éclaircies, conversion.

2.2.4.c.a | Détermination de la masse de bois qui peut être récoltée à partir des opérations sylvicoles identifiées.

Afin d'identifier la masse de bois qui peut être obtenue grâce aux interventions sylvicoles, les données disponibles sur SIFOR (Disponibilité du bois de PFT 2000) ont été rassemblées et intégrées, notamment en ce qui concerne la répartition en pourcentage des différentes catégories d'assortiment, avec les informations obtenues en interrogeant certains opérateurs locaux. Les catégories d'assortiment identifiées dans la base de données susmentionnée sont les suivantes :

- assortiments de déchiquetage
- bois de chauffage
- poteaux
- le bois rond de travail.

L'assemblage des données révisées ci-dessus donne le résumé suivant :

(valori espressi in m^3):

Categoria Forestale	Assortimenti da triturazione	%	Legna da ardere	%	Paleria	%	Tondame da lavoro	%	MASSA PRELEVABILE
Formazioni igrofile	2 591	73%	355	10%	71	2%	532	15%	3 549
Castagneti	1 047 725	74%			288 606	21%	70 333	5%	1 406 664
Faggete	125 570	25%	329 516	65%			51 198	10%	506 284
Boschi di neoformazione	6 890	33%	12 314	59%	913	4%	913	4%	21 030
Querceti e ostrieti	33 575	25%	88 665	66%			12 061	9%	134 301
Robinieti	1 685	25%	4 701	70%	353	5%		0%	6 739
Lariceti	13 800	35%					25 629	65%	39 429
Abetine e peccete	5 545	60%					3 697	40%	9 242
Pinete	24 097	82%					5 446	18%	29 543
TOTALE	**1 261 478**	**58%**	**435 552**	**20%**	**289 943**	**13%**	**169 809**	**8%**	**2 156 781**

Globalement, on obtient les données suivantes :

MASSA PRELEVABILE COMPLESSIVA	Ripresa media unitaria (mc/ha)	Ripresa media annua (mc/anno)	Ripresa media unitaria annua (mc/ha/anno)	Incremento corrente (mc/ha/anno) da Inventario Nazionale delle Foreste e dei serbatoi forestali di carbonio - INFC 2005- Piemonte
2 156 781	121,88	71 893	4,06	4,50

2.2.4.c.b | Répartition par commune de la masse prélevable destinée au broyage

Enfin, en se référant uniquement à la catégorie des assortiments de broyage, on obtient les données suivantes pour les différentes municipalités analysées :

Categoria Forestale	Alto		Bagnasco		Briga Alta		Caprauna		Garessio		Nucetto		Ormea		Perlo		Priola		TOTALE
	mc	%	mc	%	mc	%	mc	%	mc	%	mc	%	mc	%	mc	%	mc	%	mc
Formazioni igrofile			323	12,5					1 355	52,3	330	12,7					583	22,5	**2 591**
Castagneti	16 044	1,5	132 045	12,6			23 700	2,3	408 658	39,0	37 161	3,5	201 528	19,2	76 737	7,3	151 852	14,5	**1 047 725**
Faggete	1 133	0,9	4 006	3,2	131	0,1	2 651	2,1	64 560	51,4			45 150	36,0	894	0,7	7 045	5,6	**125 570**
Boschi di neoformazione			31	0,4	1 944	28,2			3 009	43,7			1 315	19,1			592	8,6	**6 890**
Querceti e ostrieti	1 384	4,1	6 864	20,4			456	1,4	14 829	44,2	494	1,5	5 006	14,9	482	1,4	4 060	12,1	**33 575**
Robinieti			523	31,0					80	4,8	643	38,2			45	2,7	394	23,4	**1 685**
Lariceti					13 800	100,0													**13 800**
Abetine e peccete									5 545	100,0									**5 545**
Pinete			1 120	4,6	254	1,1			14 330	59,5			6 037	25,1	351	1,5	2 005	8,3	**24 097**
TOTALE	**18 560**	1,5	**144 911**	11,5	**16 129**	1,3	**26 807**	2,1	**512 367**	40,6	**38 628**	3,1	**259 036**	20,53	**78 510**	6,22	**166 530**	13,20	**1 261 478**

2.2.5 Utilisation de résidus de bois provenant de l'assainissement de l'environnement après des inondations

À la suite d'inondations, même d'ampleur modeste, les matériaux en bois sont transportés en aval :

- se trouvant dans le lit de la rivière en raison de la mort des plantes par sénescence et/ou de l'action de pathogènes tels que les champignons et les insectes
- proviennent de phénomènes tels que l'érosion des berges, les glissements de terrain, les éboulements, les effondrements causés par le vent
- découlent des activités anthropiques d'enlèvement de la végétation, telles que les opérations sylvicoles, directement dans le lit de la rivière, dans ses environs, mais aussi dans l'ensemble du bassin.

Ce bois, qui se présente souvent sous la forme d'un arbre entier avec une souche, est susceptible d'être piégé en tas et de se déposer sur les berges ou, comme sur la photo, dans les zones inondables.





La gestion du bois dans les lits de rivière n'est certainement pas facile à résoudre et est certainement multidisciplinaire par nature.

Suite à l'inondation des 2 et 3 octobre 2020, le Consorzio Forestale Monte Armetta, en collaboration avec la société Calore Verde, qui gère le réseau de chauffage urbain à copeaux de bois de la ville d'Ormea, compte tenu du fait que certaines entreprises forestières avaient été chargées d'enlever le bois déposé en tas, tant dans le lit du fleuve Tanaro et de ses affluents que dans les zones d'inondation, a essayé d'utiliser ce bois à des fins énergétiques.



Un certain nombre de problèmes critiques sont apparus immédiatement.

Tout d'abord, la présence de corps étrangers, tels que des pierres coincées dans les souches ou du sable pré-



sent dans les fentes du bois et de l'écorce, a entraîné une difficulté considérable dans le déchiquetage qui, dans certains cas, a été interrompu en raison de la nécessité d'un entretien de la machine. Le broyeur utilisé était un Albach DIAMANT 2000, une machine de grande capacité de production, équipée d'une grue hydraulique pour l'alimentation.

Deuxièmement, la combustion des copeaux de bois a également posé des problèmes, car il y a eu une production d'agrégats solides et stables dans la chaudière, ce qui a entraîné la détérioration de certains composants, une perte d'efficacité énergétique et une difficulté générale d'élimination des cendres.

En conclusion, on peut affirmer que l'utilisation des résidus de bois issus de l'assainissement de l'environnement après des inondations pour la production de copeaux de bois destinés à des centrales de chauffage urbain comme celle d'Ormea n'est pas possible, car les problèmes soulignés ci-dessus ne peuvent pas être surmontés pour le moment.

2.3 ANALISI ENERGIA DA BIOMASSA

Identification des chaînes d'approvisionnement locales potentielles de matériaux pouvant être utilisés pour la production d'énergie à partir de la biomasse

L'analyse constitue une étude préliminaire utile pour l'identification des chaînes de ressources locales potentielles qui peuvent être utilisées pour la production d'énergie à partir de biomasse solide.

Compte tenu des orientations exprimées dans le PEAR régional, il est d'un intérêt stratégique, surtout pour les Administrations des communes de montagne à forte vocation forestière, de disposer d'une analyse correcte du potentiel de production sur leur territoire de la biomasse forestière pour la production d'énergie. Les communes objet de cette analyse sont réparties sur les territoires d'Alta Langa, Langa delle Valli Bormida e Uzzone et Alta Val Tanaro.

Le modèle d'analyse présenté dans ce document vise à répondre à ce besoin d'information. L'objectif est de fournir une méthode d'estimation pour évaluer la biomasse forestière qui peut être récoltée de manière durable (dans les limites du caractère naturellement renouvelable de la ressource) et utilisée pour alimenter les centrales thermiques dans la zone forestière considérée.

L'étude peut être utile pour évaluer la faisabilité d'un projet de développement d'une filière locale forêt-bois-énergie orientée vers la production de plaquettes forestières pour alimenter des petites centrales thermiques desservant des usagers publics et privés dans les communes concernées.

L'activité d'accompagnement réalisée au profit des opérateurs de l'Alta Val Tanaro, ainsi que la comparaison avec le réseau des opérateurs locaux, a également mis en évidence l'existence des conditions pour qualifier la filière bois-énergie existante et exploiter les potentialités du territoire en termes d'approvisionnement, à condition d'activer certaines actions d'investissement dans des équipements spécifiques ou des actions à caractère immatériel visant à renforcer les compétences et/ou à adapter les processus. Ces actions pourraient être menées par le Consorzio Forestale Monte Armetta, qui opère en tant que chef de file de la gestion associée du patrimoine forestier du territoire et définit, par le biais d'un contrat, les conditions de fourniture par les entreprises forestières locales (exploitants) des copeaux de bois destinés à alimenter la centrale de chauffage urbain.

Partner:

Camera di Commercio di Cuneo

Document réalisé par Environment Park S.p.A. (Stefano Dotta)

Index du Chapitre

2.3.1 Introduction *187*

a. Cadre général *187*

b. Cadre territorial *189*

2.3.2 Analyse *192*

2.3.3 Méthodologie *193*

a. Sources de données *195*

2.3.4 Traitement *195*

2.3.5 Résultats et conclusions *205*

2.3.6 ANNEXE - Accompagner les opérateurs vers une chaîne d'approvisionnement courte, certifiée et durable *205*

2.3.1 | Introduction

2.3.1 | a. Cadre général

Selon la ventilation proposée par le GSE, la biomasse est classée en biomasse solide (répartie entre les secteurs résidentiel et non résidentiel), fraction biodégradable des déchets, bioliquides et biogaz ou biométhane injecté dans le réseau. À ces éléments s'ajoute la «chaleur dérivée» produite à partir d'énergies renouvelables, qui est presque exclusivement générée par la combustion de la biomasse.

Avec 769 ktep consommés en 2015, les postes ci-dessus représentent ensemble plus de 80 % de l'ensemble du secteur « énergies renouvelables thermiques « de la Région Piémont. Parmi les différentes formes de biomasse, la biomasse solide représente 82% du total et la chaleur dérivée plus de 16%, laissant la contribution fournie par les autres formes d'utilisation de la biomasse à environ 1,3%. Ce paragraphe se concentrera donc principalement sur la combustion de la biomasse solide (bois de chauffage, pellets et copeaux de bois).

Comme indiqué dans le PEAR de la Région Piémont, pour la combustion de la biomasse solide, la contribution des secteurs non liés aux résidences privées est inférieure à 2%, ce qui montre que l'utilisation de la biomasse est un phénomène particulièrement répandu et morcelé, difficilement gérable de manière centralisée avec des implications importantes sur la durabilité de son utilisation, principalement en raison de l'effet des émissions de particules.

Étant donné que l'objectif national fixé pour la biomasse solide est dépassé dans la pratique, il devient stratégique, au niveau régional, d'assumer des scénarios plus réalistes et calibrés sur les lignes directrices de planification.

Le scénario BAU suppose une valeur cible globale de 718 ktep en 2020, en raison de l'attente du maintien d'une tendance de croissance soutenue pour les années 2017-2020, bien que légèrement inférieure à celle des années précédentes en raison des difficultés d'approvisionnement de la ressource à des coûts compétitifs. Les raisons qui soutiennent cette prévision sont : la poursuite de la tendance à remplacer le GPL par des pellets ; l'évolution de l'efficacité thermique des installations ; le maintien de la compétitivité du prix du bois par rapport aux combustibles fossiles ; enfin, la prévision d'une contribution significative de la production de biométhane, en raison de la nature stratégique de cette source reconnue par l'UE. Le scénario PEAR 2020, quant à lui, montre l'effet de la première mise en œuvre des politiques censées améliorer la qualité de l'air. Cet effet s'exprime principalement par la limitation attendue de l'utilisation de la biomasse solide dans le secteur résidentiel (-60 ktep, soit une réduction d'environ 8,6% par rapport à la valeur BAU), partiellement compensée par la forte augmentation de la production de biométhane (+ 150%), sous réserve du lancement d'un cadre d'incitations nationales efficaces pour soutenir à la fois le développement de nouvelles installations et la transformation des installations existantes pour la production de biogaz. Dans le scénario PEAR 2030, les effets des mesures de qualité de l'air visant à se remettre de la procédure d'infraction de l'UE apparaissent clairement. La valeur de la contribution de la biomasse solide dans le secteur résidentiel devrait diminuer fortement (450 ktep), soit une réduction de 28,6 % par rapport à la valeur correspondante dans le scénario PEAR 2020. En revanche, l'évolution de la production de biométhane est fortement positive, avec un doublement substantiel par rapport à la valeur de 2020. Toutefois, cette croissance semble soumise à la consolidation au fil des ans d'un cadre d'incitations fondé sur la reconnaissance substantielle du rôle stratégique joué par cette source dans le mix énergétique renouvelable. Dans le scénario 2030, le secteur de la biomasse marquera donc un changement structurel dans le mix énergétique avec une part de «chaleur dérivée» d'environ 25% et une part de combustion directe dans le secteur résidentiel de moins de 65%.

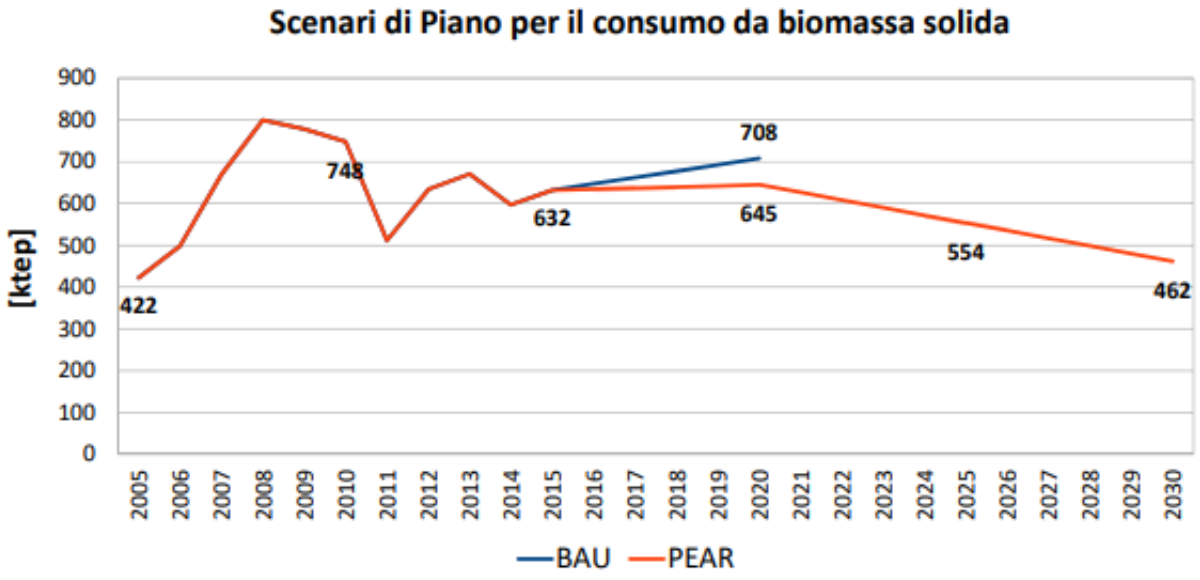


Figure 1 - Scénarios de planification de la consommation de biomasse solide (source de données : élaborée. Regione Piemonte)

D'une manière générale, en ce qui concerne l'élaboration de lignes directrices spécifiques pour le secteur lié à l'utilisation de la biomasse à des fins de chauffage, le Plan, prenant acte d'un problème émergent d'une grande gravité du point de vue de l'environnement et des effets sanitaires qu'il génère, à savoir les impacts des émissions résultant de la combustion de la biomasse solide, a dû fortement conditionner sa stratégie de croissance de la production régionale à partir de SER, en acceptant l'hypothèse d'une réduction significative du poids de cette source dans le mix de production renouvelable prévu à court et à long terme. En d'autres termes, la nécessité d'améliorer significativement la qualité de l'air régional, notamment en ce qui concerne les émissions de particules,

et de résoudre une urgence que le Piémont partage avec les autres régions de ce qu'on appelle le « bassin de la vallée du Pô «, a été un élément capable de favoriser l'harmonisation des choix du PEAR et du Plan régional de la qualité de l'air, même en ayant conscience d'un écart paradoxal du Piémont par rapport aux objectifs énergétiques 2030. **Ces choix concernent à la fois le processus de pénétration de la ressource en substitution des centrales de source fossile, à travers la réalisation de nouvelles centrales et de nouveaux équipements, en considérant l'introduction de limitations aux nouvelles installations dans les zones les plus critiques, et le processus d'amélioration de l'efficacité des centrales existantes, ainsi que la promotion d'une chaîne d'approvisionnement locale de la ressource**.

La biomasse, en effet, devient une véritable source renouvelable lorsqu'elle est consommée à proximité de l'endroit où elle est produite. Selon l'enquête de l'ISTAT[1] sur la consommation d'énergie des ménages, 50 % de la biomasse forestière consommée dans le pays est importée de l'étranger et loin des zones où elle est consommée. L'application de cette proportion à la consommation de biomasse forestière (principalement du bois de chauffage) estimée pour le Piémont par la même enquête montre que la taille de l'importation régionale est assez considérable (environ 850 000 tonnes).

À cet égard, le Plan régional environnemental de l'énergie vise spécifiquement à encourager le processus de qualification de la ressource forestière utilisée, tant du point de vue de son origine dans une « filière courte « que de ses caractéristiques d'humidité et, par conséquent, du PCI du combustible.

2.3.1 | b. Cadre territorial

Les communes concernées par cette analyse sont réparties sur les territoires de l'Alta Langa, de la Langa des vallées de Bormida et d'Uzzone et de l'Alta Val Tanaro.



Figure 2 - Limites administratives des municipalités analysées

La zone forestière boisée a une superficie totale d'environ 62 000 ha dans laquelle les catégories forestières dominantes sont les formations anthropiques, comme le châtaignier et le robinier, et les formations naturelles comme le chêne et les formations hygrophiles.

Un tableau récapitulatif est présenté ci-dessous avec des indications pour chaque municipalité considérée.

MUNICIPALITÉ	ZONE FORESTIÈRE(ha)	LA CATÉGORIE FORESTIÈRE DOMINANTE
ALBA	555	Robinieti
ALBARETTO DELLA TORRE	147	Châtaigneraies
ALTO	516	Châtaigneraies
ARGUELLO	249	Châtaigneraies
BAGNASCO	2.435	Châtaigneraies
BARBARESCO	108	Robinieti
BAROLO	47	Robinieti
BATTIFOLLO	934	Châtaigneraies
BELVEDERE LANGHE	159	Robinieti
BENE VAGIENNA	468	Robinieti
BENEVELLO	205	Robinieti
BERGOLO	126	Châtaigneraies
BONVICINO	419	Châtaigneraies
BORGOMALE	311	Robinieti
BOSIA	233	Châtaigneraies
BOSSOLASCO	707	Châtaigneraies
CAMERANA	1.130	Châtaigneraies
CAPRAUNA	710	Châtaigneraies
CASTELLETTO UZZONE	1.006	Robinieti
CASTELLINO TANARO	605	Châtaigneraies
CASTELNUOVO DI CEVA	460	Châtaigneraies
CASTIGLIONE FALLETTO	30	Robinieti
CASTIGLIONE TINELLA	214	Querceti
CASTINO	629	Châtaigneraies
CERRETTO LANGHE	469	Châtaigneraies
CHERASCO	1.171	Robinieti
CISSONE	191	Châtaigneraies
CORTEMILIA	1.254	Châtaigneraies
COSSANO BELBO	746	Châtaigneraies
CRAVANZANA	221	Châtaigneraies
DOGLIANI	872	Robinieti
GARESSIO	10.392	Châtaigneraies
GORZEGNO	1.005	Châtaigneraies
GOTTASECCA	944	Querceti
GRINZANE CAVOUR	2	Robinieti
LA MORRA	127	Robinieti
LEQUIO BERRIA	394	Châtaigneraies
LEVICE	948	Châtaigneraies
MANGO	476	Robinieti
MARSAGLIA	426	Châtaigneraies
MOMBARCARO	663	Châtaigneraies
MOMBASIGLIO	1.024	Châtaigneraies
MONCHIERO	110	Robinieti
MONESIGLIO	641	Châtaigneraies
MONFORTE D'ALBA	508	Robinieti
MONTELUPO ALBESE	189	Robinieti
MONTEZEMOLO	209	Châtaigneraies
NARZOLE	333	Robinieti
NEIVE	156	Robinieti
NEVIGLIE	176	Robinieti
NIELLA BELBO	1.002	Châtaigneraies
NOVELLO	202	Robinieti

NUCETTO	579	Castagneti
ORMEA	6.870	Châtaigneraies
ALTO	516	Châtaigneraies
PAROLDO	532	Châtaigneraies
PERLETTO	420	Châtaigneraies
PERLO	949	Châtaigneraies
PEZZOLO VALLE UZZONE	1.771	Châtaigneraies
PRIERO	1.585	Châtaigneraies
PRIOLA	2.496	Châtaigneraies
PRUNETTO	692	Châtaigneraies
ROASCIO	247	Castagneti
ROCCHETTA BELBO	244	Castagneti
RODDI	5	Formations hygrophiles
RODELLO	292	Robinieti
SALE DELLE LANGHE	636	Châtaigneraies
SALE SAN GIOVANNI	308	Châtaigneraies
SALICETO	1.505	Châtaigneraies
SAN BENEDETTO BELBO	251	Châtaigneraies
SANTA VITTORIA D'ALBA	203	Robinieti
SANTO STEFANO BELBO	533	Châtaigneraies
SCAGNELLO	645	Châtaigneraies
SERRAVALLE LANGHE	386	Châtaigneraies
SINIO	284	Robinieti
SOMANO	469	Châtaigneraies
TORRE BORMIDA	411	Châtaigneraies
TORRESINA	174	Châtaigneraies
TREISO	184	Robinieti
TREZZO TINELLA	310	Robinieti
VERDUNO	50	Robinieti
VIOLA	1.820	Châtaigneraies

2.3.2 | Analyse

L'analyse constitue une étude préliminaire utile pour l'identification des chaînes de ressources locales potentielles qui peuvent être utilisées pour la production d'énergie à partir de biomasse solide.

Compte tenu du contexte décrit au paragraphe précédent et des orientations exprimées dans le PEAR régional, il est d'un intérêt stratégique, surtout pour les Administrations des communes de montagne à forte vocation forestière, de disposer d'une analyse correcte du potentiel de production de biomasse forestière pour la production d'énergie sur leur territoire. Le modèle d'analyse présenté dans ce document vise à répondre à ce besoin d'information. L'objectif est de fournir une méthode d'estimation pour évaluer la biomasse forestière qui peut être récoltée de manière durable (dans les limites du caractère naturellement renouvelable de la ressource) et utilisée pour alimenter les centrales thermiques dans la zone forestière considérée.

Sur la base de cette étude, il est possible d'évaluer la faisabilité d'un projet de développement d'une filière locale forêt-bois-énergie orientée vers la production de plaquettes forestières pour alimenter des petites centrales thermiques au service des usagers publics et privés des communes concernées.

L'analyse a donc pour double objectif de quantifier la disponibilité locale de la biomasse potentiellement utilisable à des fins énergétiques et de la comparer à la consommation locale estimée d'énergie thermique issue de la biomasse solide.

Le calcul de l'énergie thermique potentiellement produisible à partir de la biomasse solide s'est basé sur l'outil développé dans le cadre du projet RENERFOR par IPLA, pour le compte de la Région Piémont. L'outil consiste en une application locale pour le calcul de la disponibilité potentielle des ressources en bois des forêts du Piémont (CDLP) ; ce logiciel permet d'interroger la base de données de l'Inventaire forestier régional afin d'obtenir des élaborations visant à estimer les quantités de bois potentiellement disponibles dans les forêts du Piémont.

L'évaluation de la consommation locale d'énergie thermique issue de la biomasse solide s'est plutôt basée sur les données statistiques du GSE et sur les données ponctuelles fournies par la Région Piémont extraites du Catasto Impianti Termici (CIT).

La procédure utilisée pour l'étude et les résultats de l'analyse seront décrits en détail dans les chapitres suivants.

Il faut noter que l'étude se base sur les données de l'Inventaire forestier régional, se référant conventionnellement à l'année 2000, qui n'ont pas été mises à jour par la suite, ni en référence aux augmentations de bois, ni en référence aux interventions sylvicoles et de viabilité réalisées entre-temps, ni aux mises à jour réglementaires. Par conséquent, la réalité peut localement différer de celle qui est représentée ;

L'étude est également de nature estimative et n'est donc pas adaptée pour soutenir directement les activités du projet pour lesquelles il est donc essentiel de mener des activités complémentaires et approfondies.

2.3.3 | Méthodologie

L'évaluation de la disponibilité locale de biomasse solide potentiellement convertible en énergie thermique s'est principalement basée sur les résultats renvoyés par le logiciel «Calcul de la disponibilité potentielle des ressources ligneuses des forêts du Piémont (CDLP)» développé par la Région Piémont dans le cadre du projet européen RENERFOR.

Le service, en effet, permet d'obtenir des élaborations visant à estimer les quantités de bois qui peuvent être potentiellement extraites des forêts du Piémont. Il utilise comme sources de données l'Inventaire forestier régional et la Carte des forêts et autres couvertures du sol, qui dérivent de l'unification des données forestières contenues dans les études pour les Plans forestiers territoriaux de la Région du Piémont et conventionnellement mises à jour jusqu'en 2000.

Le système permet donc d'évaluer la biomasse qui peut effectivement être récoltée, en tenant compte des facteurs qui rendent cette ressource facile à récolter, tels que : la proximité des infrastructures routières et la pente adéquate du terrain.

Le processus d'analyse qui a conduit à la quantification de l'énergie thermique annuelle qui peut potentiellement être produite dans chaque municipalité considérée dans cette étude est résumé ci-dessous :

Quantificazione delle disponibilità aggregate per ciascun intervento e della massa energetica annua ritraibile (da software CDLP)

	Superficie (ha)	Provvigione	Massa prelevabile	Massa energetica
CURE CULTURALI	6	674	236	59
DIRADAMENTI E CONVERSIONI	17	3040	844	238
CEDUAZIONE	405	50082	39718	11566
TAGLI DI RINNOVAZIONE	3	517	310	171
GESTIONE ATTIVA	441	54313	41108	12034
EVOLUZIONE CONTROLLATA	101	13286	0	0
EVOLUZIONE NATURALE	13	2053	0	0
MONITORAGGIO	114	15339	0	0
TOTALE	555	69652	41108	12034

Figure 3 - Exemple de tableau extrait du logiciel CDLP

Pour chaque municipalité analysée, le logiciel renvoie l'étendue des zones forestières (en hectares), ventilées par agrégation d'interventions.

Comme indiqué dans le manuel de l'outil, la deuxième colonne définit la Provision (masse totale des arbres sur pied), calculée en multipliant les surfaces par une provision moyenne différente pour chaque catégorie de forêt :

CATEGORIA FORESTALE	COD	PROVVIGIONE (m^3/ha)
Saliceti e pioppeti ripari	SP	153,10
Alneti planiziali e montani	AN	179,00
Castagneti	CA	220,00
Faggete	FA	203,90
Boscaglie pioniere e d'invasione	BS	92,60
Acero-tiglio-frassineti	AF	159,40
Querco-carpineti	QC	181,50
Querceti di roverella	QR	90,80
Orno-ostrieto	OS	84,70
Querceti di rovere	QV	135,60
Cerrete	CE	161,40
Robinieti	RB	111,20
Lariceti e cembrete	LC	184,40
Abetine	AB	317,70
Peccete	PE	316,70
Pinete di pino marittimo	PM	101,70
Pinete di pino silvestre	PS	206,30
Pinete di pino montano	PN	88,90
Rimboschimenti	RI	221,00
Arbusteti subalpini	OV	64,50
Arbusteti planiziali collinari e montani	AS	33,50

Figure 4 - Commissions par catégorie forestière

Pour arriver à la définition des masses récoltées pour chaque type d'intervention (troisième colonne), la méthodologie adoptée prévoit le produit des produits de base par des indices de récolte moyens standard, qui varient selon la catégorie de forêt, l'intervention et le fait qu'elle se trouve ou non dans une zone protégée.

La quatrième colonne du tableau indique les valeurs des masses énergétiques, qui sont le produit des masses récoltées par un coefficient de déchiquetage, qui dépend également de la catégorie de forêt et de l'exploitation.

Les données retournées par le logiciel sont basées sur une période de quinze ans à partir de l'année 2000, année de référence de l'Inventaire forestier régional sur lequel l'outil a été développé.

Les données ont dû être retraitées afin d'obtenir une valeur exprimant la moyenne annuelle de la masse énergétique pouvant être extraite des zones forestières de chaque municipalité.

Quantification de l'énergie thermique produisible annuellement

Sur la base de la catégorie forestière dominante, il a été possible d'associer la masse énergétique annuelle pouvant être extraite dans chaque commune à une valeur appropriée de Pouvoir calorifique inférieur [MWh/t] utile pour convertir le tonnage de biomasse solide en énergie thermique potentiellement productible.

A ce stade, on a estimé la consommation annuelle directe d'énergie thermique provenant de la biomasse solide pour les utilisateurs résidentiels et non résidentiels du territoire analysé.

Le «Rapport statistique 2018 - Énergie de sources renouvelables en Italie» fournit la valeur de la consommation directe d'énergie thermique issue de la biomasse solide au niveau régional référencée à l'année 2018 égale à TJ27.510.

Cette valeur a été distribuée aux différentes municipalités sur la base de la puissance thermique totale des installations de biomasse solide installées, obtenue en réélaborant les données CIT fournies par la Région Piémont.

En particulier, les données de puissance thermique relatives aux centrales à biomasse solide installées sur le territoire régional ont été extrapolées à partir du CIT et fournies par la Région Piémont. De l'analyse des données mentionnées ci-dessus, il est évident que l'enregistrement de ce type d'installations dans le registre régional n'est que partiel, donc la valeur obtenue du CIT n'a pas été considérée comme exhaustive et représentative de la situation réelle concernant la distribution des installations thermiques à biomasse sur le territoire régional.

Les données de puissance thermique installée ont ensuite été traitées à l'échelle régionale et pour les municipalités concernées par l'analyse, selon la procédure décrite ci-dessous :

- Nous avons divisé la valeur de la consommation directe d'énergie thermique issue de la biomasse solide au niveau régional pour l'année 2018 (source GSE) égale à 27 510 TJ par la puissance thermique totale liée aux installations de biomasse solide à l'échelle régionale (extrapolée à partir du CIT) égale à kW192.242. La valeur théorique des heures équivalentes de fonctionnement annuel de ces centrales thermiques a ainsi été obtenue à 39 750 heures.
- Cette valeur d'heures annuelles de fonctionnement n'est pas réaliste, donc, en considérant comme fiables les données relatives à la consommation directe fournies par GSE, on considère que celle relative à la puissance thermique installée n'est que partielle et ne représente pas la valeur réelle des centrales thermiques à biomasse solide présentes sur le territoire régional.
- On a ensuite déterminé un nombre d'heures équivalentes de fonctionnement associées à ce type de centrale thermique. Cette valeur a été estimée à 3 128 heures et a été obtenue en prenant en compte les heures quotidiennes de fonctionnement des systèmes de chauffage dans les zones climatiques définies par le décret présidentiel 412/93.
- En soustrayant les heures ainsi déterminées des heures équivalentes précédemment considérées comme irréalistes et en divisant la soustraction par ces dernières [(39 750-3 128)/39 750)], on obtient une valeur en pourcentage considérée comme représentative de l'écart entre la puissance thermique installée enregistrée par le CIT régional et celle considérée comme réaliste. La déviation détectée est de 92%.
- Toutes les capacités thermiques des municipalités couvertes par l'étude ont ensuite été recalculées, en supposant que les capacités thermiques extrapolées à partir du CIT représentaient environ 8% de celles réellement installées dans la région.
- Enfin, la consommation annuelle directe de biomasse solide sur le territoire considéré a été obtenue en divisant proportionnellement la valeur énergétique fournie par le GSE à l'échelle régionale égale à 27 510 TJ par la puissance thermique totale installée de manière réaliste (liée aux centrales thermiques à biomasse solide) sur le territoire considéré.

La consommation annuelle directe de biomasse solide ainsi obtenue pour chaque municipalité analysée a été comparée à l'énergie thermique potentiellement produisible à partir de la biomasse calculée précédemment afin d'évaluer si les besoins actuels de cette ressource peuvent être satisfaits par l'activation de chaînes d'approvisionnement locales qui conduisent à une plus grande valorisation énergétique des ressources forestières présentes sur le territoire considéré.

2.3.3 | a. Sources de données

Toutes les élaborations réalisées avec le logiciel CDLP ont pour origine les données provenant de l'Inventaire forestier régional et de la «Carte des forêts et autres couvertures terrestres». Ces instruments sont issus de la fusion des données forestières contenues dans les études des plans forestiers territoriaux de la région du Piémont et sont conventionnellement mis à jour jusqu'en 2000.

Les données concernant la consommation directe d'énergie thermique provenant de la biomasse solide ont été tirées de la base de données GSE, tandis que les données concernant le nombre d'installations de biomasse solide et leur puissance thermique totale à l'échelle régionale et municipale ont été fournies par la région du Piémont et extrapolées à partir du Catasto Impianti Termici (CIT).

2.3.4 | Traitement

En suivant la méthodologie décrite dans le chapitre précédent, il a été possible de calculer pour chaque municipalité la quantité d'énergie thermique qui peut potentiellement être produite en un an sur la base de la biomasse solide qui peut être extraite des zones forestières situées dans ses limites administratives.

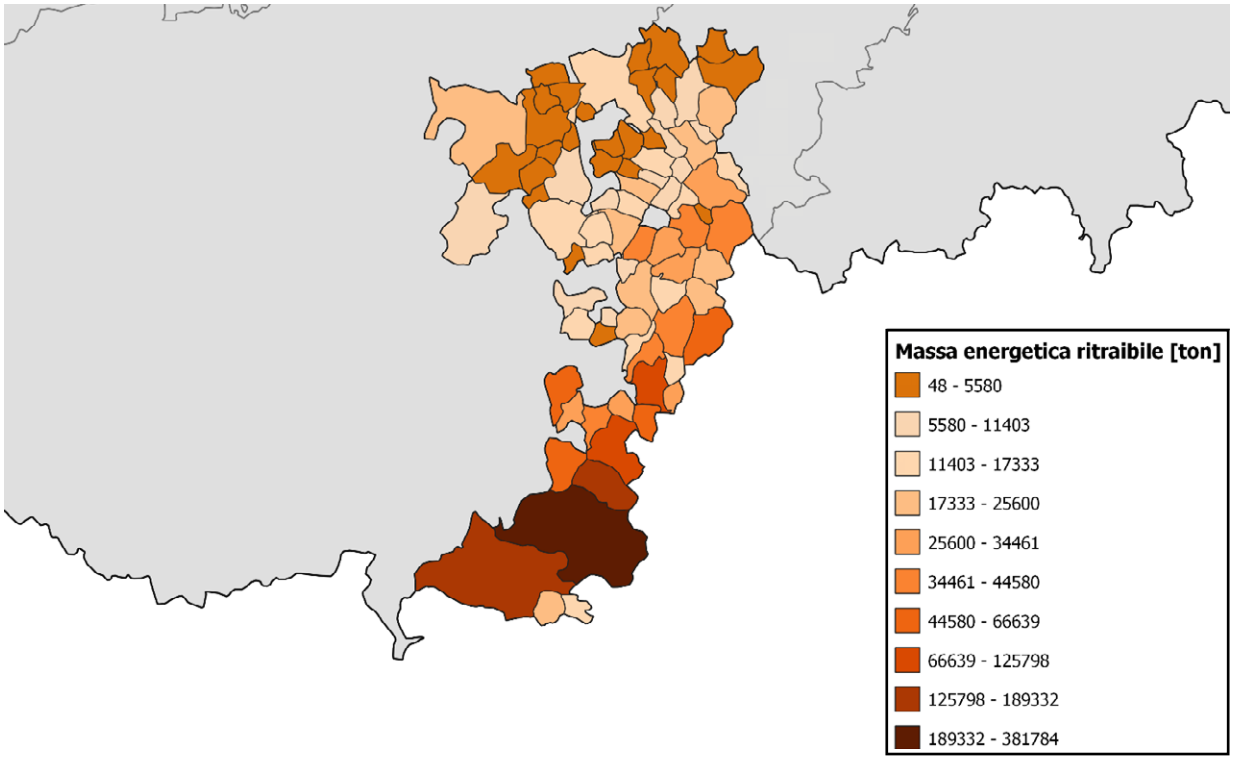


Figure 5 - Répartition de la masse énergétique de la biomasse solide récoltable par commune

Comme le montre la figure ci-dessus, l'étude montre que les communes ayant la plus grande masse énergétique pouvant être retirée de leurs zones boisées sont Garessio, Ormea, Priola, Bagnasco et Priero, avec un nombre de tonnes pouvant être retirées supérieur à 100 000.

Le tableau suivant résume les données concernant la quantité de biomasse solide pouvant être utilisée comme énergie thermique au cours des 15 années considérées dans l'inventaire forestier régional et la quantité estimée d'énergie thermique pouvant être produite annuellement pour chaque municipalité considérée.

Municipalité	Zone forestière [ha] Zone forestière [ha] Zone forestière [ha]	Masse retirable [t] Masse retirable [t] Masse retirable [t]	Masse énergétique [t] Masse énergétique [t] Masse énergétique [t]	Catégorie forestière dominante	Valeur calorifique [MWh/t].	Énergie thermique produisible annuellement [MWh] Énergie thermique produisible annuellement [MWh] Énergie thermique produisible annuellement [Mwh]
ALBA	555	41.108	12.034	Robinieti	4,5	3.610
ALBARETTO DELLA TORRE	147	8.580	4.667	Châtaigneraies	4	1.245
ALTO	516	29.444	13.024	Châtaigneraies	4	3.473
ARGUELLO	249	18.243	9.822	Châtaigneraies	4	2.619
BAGNASCO	2.435	256.998	125.798	Châtaigneraies	4	33.546
BARBARESCO	108	6.227	4.036	Robinieti	4,5	1.211
BAROLO	47	2.905	726	Robinieti	4,5	218
BATTIFOLLO	934	80.858	40.958	Châtaigneraies	4	10.922
BELVEDERE LANGHE	159	8.316	3.124	Robinieti	4,5	937
BENE VAGIENNA	468	32.305	8.744	Robinieti	4,5	2.623
BENEVELLO	205	13.155	4.021	Robinieti	4,5	1.206
BERGOLO	126	9.296	4.273	Châtaigneraies	4	1.139
BONVICINO	419	34.827	17.275	Châtaigneraies	4	4.607
BORGOMALE	311	22.883	9.044	Robinieti	4,5	2.713
BOSIA	233	17.700	9.482	Châtaigneraies	4	2.529
BOSSOLASCO	707	39.044	19.574	Châtaigneraies	4	5.220
CAMERANA	1.130	77.426	37.875	Châtaigneraies	4	10.100
CAPRAUNA	710	40.932	18.597	Châtaigneraies	4	4.959
CASTELLETTO UZZONE	1.006	62.233	22.623	Robinieti	4,5	6.787
CASTELLINO TANARO	605	26.526	12.014	Châtaigneraies	4	3.204
CASTELNUOVO DI CEVA	460	59.671	30.550	Châtaigneraies	4	8.147
CASTIGLIONE FALLETTO	30	2.053	513	Robinieti	4,5	154
CASTIGLIONE TINELLA	214	1.206	302	Querceti	4,2	85
CASTINO	629	36.973	19.344	Castagneti	4	5.158
CERRETTO LANGHE	469	37.231	19.427	Castagneti	4	5.181
CHERASCO	1.171	66.049	19.121	Robinieti	4,5	5.736
CISSONE	191	17.039	8.050	Castagneti	4	2.147
CORTEMILIA	1.254	57.344	29.549	Castagneti	4	7.880
COSSANO BELBO	746	49.007	22.347	Castagneti	4	5.959
CRAVANZANA	221	21.396	10.698	Castagneti	4	2.853
DOGLIANI	872	47.831	13.016	Robinieti	4,5	3.905
GARESSIO	10.392	882.327	381.784	Castagneti	4	101.809
GORZEGNO	1.005	65.877	34.461	Castagneti	4	9.190
GOTTASECCA	944	66.325	25.600	Querceti	4,2	7.168
GRINZANE CAVOUR	2	192	48	Robinieti	4,5	14

LA MORRA	127	7.998	2.002	Robinieti	4,5	601
LEQUIO BERRIA	394	25.312	13.168	Châtaigneraies	4	3.511
LEVICE	948	78.430	42.142	Châtaigneraies	4	11.238
MANGO	476	34.416	11.403	Robinieti	4,5	3.421
MARSAGLIA	426	14.867	7.389	Châtaigneraies	4	1.970
MOMBARCARO	663	47.605	23.983	Châtaigneraies	4	6.395
MOMBASIGLIO	1.024	114.649	61.222	Châtaigneraies	4	16.326
MONCHIERO	110	7.444	1.861	Robinieti	4,5	558
MONESIGLIO	641	35.946	15.710	Châtaigneraies	4	4.189
MONFORTE D'ALBA	508	30.416	8.686	Robinieti	4,5	2.606
MONTELUPO ALBESE	189	11.490	2.953	Robinieti	4,5	886
MONTEZEMOLO	209	27.577	13.978	Châtaigneraies	4	3.727
NARZOLE	333	16.444	4.345	Robinieti	4,5	1.304
NEIVE	156	10.940	3.059	Robinieti	4,5	918
NEVIGLIE	176	12.199	3.254	Robinieti	4,5	976
NIELLA BELBO	1.002	84.277	44.580	Châtaigneraies	4	11.888
NOVELLO	202	11.731	2.933	Robinieti	4,5	880
NUCETTO	579	62.329	32.924	Châtaigneraies	4	8.780
ORMEA	6.870	458.664	189.332	Châtaigneraies	4	50.489
PAROLDO	532	44.361	24.188	Châtaigneraies	4	6.450
PERLETTO	420	32.983	17.333	Châtaigneraies	4	4.622
PERLO	949	124.421	66.639	Châtaigneraies	4	17.770
PEZZOLO VALLE UZZONE	1.771	104.741	43.401	Châtaigneraies	4	11.574
PRIERO	1.585	230.193	123.359	Châtaigneraies	4	32.896
PRIOLA	2.496	285.833	142.794	Châtaigneraies	4	38.078
PRUNETTO	692	58.498	27.839	Châtaigneraies	4	7.424
ROASCIO	247	10.977	5.580	Châtaigneraies	4	1.488
ROCCHETTA BELBO	244	14.442	7.291	Châtaigneraies	4	1.944
RODDI	5	230	137	Formazioni igrofile	4	37
RODELLO	292	12.413	3.326	Robinieti	4,5	998
SALE DELLE LANGHE	636	70.647	37.255	Châtaigneraies	4	9.935
SALE SAN GIOVANNI	308	29.107	15.680	Châtaigneraies	4	4.181
SALICETO	1.505	123.145	55.338	Châtaigneraies	4	14.757
SAN BENEDETTO BELBO	251	20.642	10.862	Châtaigneraies	4	2.897
SANTA VITTORIA D'ALBA	203	15.623	4.897	Robinieti	4,5	1.469
SANTO STEFANO BELBO	533	10.012	4.134	Castagneti	4	1.102

PERLETTO	420	32.983	17.333	Châtaigneraies	4	4.622
PERLO	949	124.421	66.639	Châtaigneraies	4	17.770
PEZZOLO VALLE UZZONE	1.771	104.741	43.401	Châtaigneraies	4	11.574
PRIERO	1.585	230.193	123.359	Châtaigneraies	4	32.896
PRIOLA	2.496	285.833	142.794	Châtaigneraies	4	38.078
PRUNETTO	692	58.498	27.839	Châtaigneraies	4	7.424
ROASCIO	247	10.977	5.580	Châtaigneraies	4	1.488
ROCCHETTA BELBO	244	14.442	7.291	Châtaigneraies	4	1.944
RODDI	5	230	137	Formazioni igrofile	4	37
RODELLO	292	12.413	3.326	Robinieti	4,5	998
SALE DELLE LANGHE	636	70.647	37.255	Châtaigneraies	4	9.935
SALE SAN GIOVANNI	308	29.107	15.680	Châtaigneraies	4	4.181
SALICETO	1.505	123.145	55.338	Châtaigneraies	4	14.757
SAN BENEDETTO BELBO	251	20.642	10.862	Châtaigneraies	4	2.897
SANTA VITTORIA D'ALBA	203	15.623	4.897	Robinieti	4,5	1.469
SANTO STEFANO BELBO	533	10.012	4.134	Castagneti	4	1.102
SCAGNELLO	645	55.112	28.989	Châtaigneraies	4	7.730
LEQUIO BERRIA	394	25.312	13.168	Châtaigneraies	4	3.511
SERRAVALLE LANGHE	386	25.043	13.133	Châtaigneraies	4	3.502
SINIO	284	15.209	4.054	Robinieti	4,5	1.216
SOMANO	469	41.217	16.868	Châtaigneraies	4	4.498
TORRE BORMIDA	411	32.282	16.713	Châtaigneraies	4	4.457
TORRESINA	174	13.200	7.205	Châtaigneraies	4	1.921
TREISO	184	12.210	3.053	Robinieti	4,5	916
TREZZO TINELLA	310	28.366	10.888	Robinieti	4,5	3.266
VERDUNO	50	4.678	1.178	Robinieti	4,5	353
VIOLA	1.820	121.602	60.610	Châtaigneraies	4	16.163
TOTAL	**62.105**	**4.869.448**	**2.230.189**	**-**	**-**	**600.560**

L'image suivante montre la distribution spatiale de la quantité d'énergie qui peut être produite à partir de la biomasse pour chaque municipalité analysée.

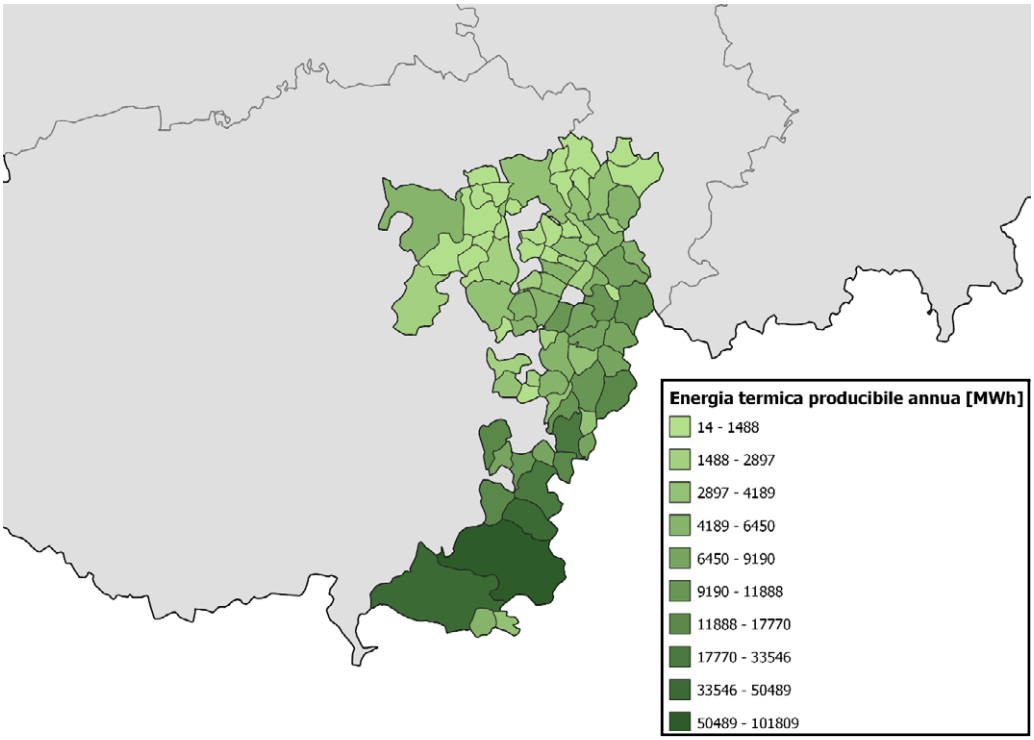


Figure 7 - Distribution spatiale de l'énergie thermique annuelle produisible à partir du fractionnement de la biomasse solide

Les données concernant les puissances thermiques installées extrapolées à partir du CIT ont ensuite été réélaborées, en appliquant la méthodologie décrite dans le chapitre précédent. On a ensuite obtenu les capacités thermiques globales des centrales à biomasse solide de la région du Piémont et du territoire analysé.

AREA	Puissance thermique installée de la biomasse déclarée sur le CIT [kW].	Capacité de chauffage à la biomasse vraisemblablement installée [kW].
Regione Piemonte Région du Piémont	192.242	2.442.988
Territoire Ecogetique	22.968	291.872

Enfin, la consommation directe de biomasse solide sur le territoire analysé a été obtenue en divisant proportionnellement les données énergétiques fournies par le GSE à l'échelle régionale, soit 27 510 TJ, par la puissance thermique totale installée de manière réaliste (liée aux centrales thermiques à biomasse solide) sur le territoire considéré, soit 291 872 kW.

La consommation annuelle directe de biomasse solide ainsi obtenue a été comparée à l'énergie thermique potentiellement productible à partir de la biomasse calculée précédemment afin d'évaluer si les besoins actuels de cette ressource peuvent être satisfaits par l'activation de chaînes d'approvisionnement locales qui conduisent à une plus grande valorisation énergétique des ressources forestières présentes sur le territoire considéré.

AREA	Énergie thermique produisible annuellement [MWh]	Consommation directe supposée de chaleur de la biomasse solide [Mwh]	Pourcentage de couverture de la demande actuelle de chaleur [%]
Territoire Ecogetique	600.560	892.343	67%

Les valeurs globales à l'échelle territoriale de l'énergie thermique pouvant être produite annuellement à partir de la biomasse solide des zones forestières des territoires considérés et l'estimation de la consommation directe (résidentielle et non résidentielle) de cette ressource associée à la même zone ont été comparées.

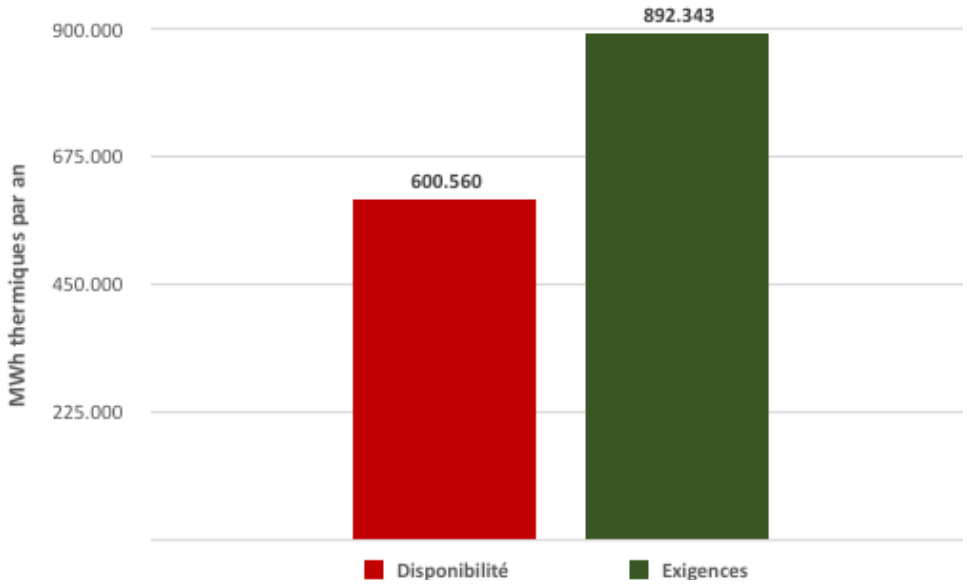


Figure 7 - Comparaison de la disponibilité de l'énergie de la biomasse et de la demande de chaleur de la biomasse dans la zone analysée

Le graphique ci-dessus montre que la disponibilité de la biomasse solide provenant des zones boisées du territoire analysé est inférieure aux besoins thermiques actuels de ce même territoire. La couverture totale des besoins thermiques est d'environ 67%.

Le graphique montre que les municipalités où la disponibilité de la biomasse solide provenant de leurs zones forestières est supérieure à sa consommation locale directe sont les suivantes : Bagnasco, Battifollo, Garessio, Levice, Ormea, Perlo, Priola, Saliceto et Viola.

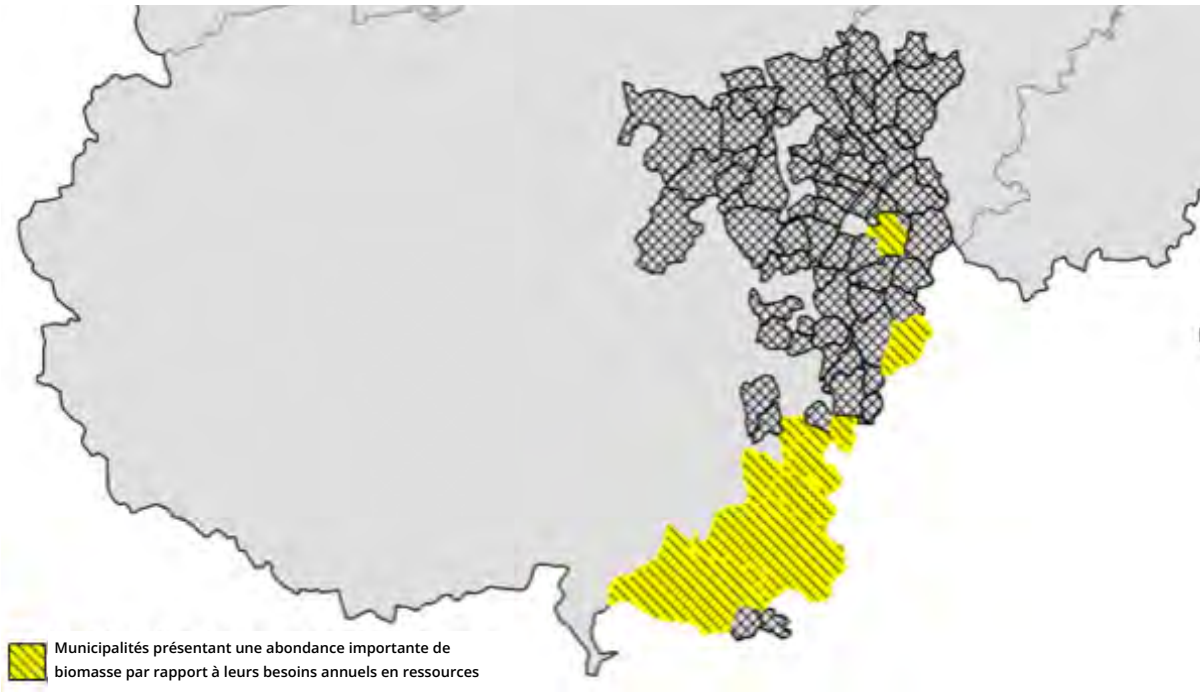


Figure 8 - Municipalités présentant une abondance importante de biomasse par rapport à leurs besoins annuels en ressources

Le plan énergétique environnemental régional (PEAR) de la région du Piémont prévoit, comme indiqué dans l'introduction, une réduction d'environ 28,6 % de la valeur de la contribution de la biomasse solide dans la consommation du secteur résidentiel en 2030 par rapport à la valeur correspondante du scénario PEAR 2020. Cette réduction est principalement due à l'entrée en vigueur des mesures relatives à la qualité de l'air visant à permettre le retour de la procédure d'infraction de l'UE et, en particulier, aux limitations de l'installation et de l'utilisation des centrales à biomasse ligneuse sur le territoire régional introduites par le Delib. G.R. Piemonte 14/09/2018, n. 29-7538. En détail, la résolution stipule que :

- à partir du 01/10/2018, dans toutes les communes du territoire régional, il est interdit d'installer des générateurs de chaleur alimentés par de la biomasse ligneuse, d'une puissance nominale inférieure à 35 kW et d'une classe de performance d'émission inférieure à la classe « 3 étoiles « ;
- à partir du 01/10/2019, dans toutes les communes du territoire régional, il est interdit d'installer des générateurs de chaleur alimentés par la biomasse ligneuse d'une puissance nominale inférieure à 35 kW avec une classe de performance d'émission inférieure à «4 étoiles» ;
- à partir du 01/10/2019, dans toutes les communes appartenant aux zones «Agglomerato di Torino», «Pianura» et «Collina», il est interdit d'utiliser des générateurs de chaleur alimentés par de la biomasse ligneuse ayant une puissance nominale inférieure à 35 kW et une classe de performance d'émission inférieure à «3 étoiles».

Les résultats de cette analyse ont été projetés jusqu'en 2030, sur la base des hypothèses présentées dans le PEAR concernant le scénario d'utilisation de la biomasse solide à des fins énergétiques en 2030. Par conséquent, la valeur de la consommation de biomasse solide attribuée aux municipalités appartenant aux zones de «Plaine» et de «Colline», telles que définies dans la résolution mentionnée précédemment, a été réduite de 28,6% et la consommation totale de cette ressource associée au territoire étudié a été recalculée.

On trouvera ci-dessous la subdivision du territoire analysé selon les zones définies par la résolution régionale.

Municipalité	Résolution de zonage G.R. Piemonte 14/09/2018, n. 29-7538, annexe I.
ALBA	Colline IT0120
ALBARETTO DELLA TORRE	Colline IT0120
ALTO	Montagne IT0121
ARGUELLO	Colline IT0120
BAGNASCO	Montagne IT0121
BARBARESCO	Colline IT0120
BAROLO	Colline IT0120
BATTIFOLLO	Montagne IT0121
BELVEDERE LANGHE	Colline IT0120
BENE VAGIENNA	Uni IT0119
BENEVELLO	Colline IT0120
BERGOLO	Colline IT0120
BONVICINO	Colline IT0120
BORGOMALE	Colline IT0120
BOSIA	Colline IT0120
BOSSOLASCO	Colline IT0120
CAMERANA	Colline IT0120
CAPRAUNA	Montagne IT0121
CASTELLETTO UZZONE	Colline IT0120
CASTELLINO TANARO	Colline IT0120
CASTELNUOVO DI CEVA	Montagne IT0121
CASTIGLIONE FALLETTO	Colline IT0120
CASTIGLIONE TINELLA	Colline IT0120
CASTINO	Colline IT0120
CERRETTO LANGHE	Colline IT0120
CHERASCO	Uni IT0119
CISSONE	Colline IT0120
CORTEMILIA	Colline IT0120
COSSANO BELBO	Colline IT0120
CRAVANZANA	Colline IT0120
DOGLIANI	Colline IT0120
GARESSIO	Montagne IT0121
GORZEGNO	Colline IT0120
GOTTASECCA	Colline IT0120
GRINZANE CAVOUR	Colline IT0120
LA MORRA	Colline IT0120
LEQUIO BERRIA	Colline IT0120
LEVICE	Colline IT0120
MANGO	Colline IT0120
MARSAGLIA	Colline IT0120
MOMBARCARO	Colline IT0120
MOMBASIGLIO	Colline IT0120
MONCHIERO	Colline IT0120
MONESIGLIO	Colline IT0120
MONFORTE D'ALBA	Colline IT0120
MONTELUPO ALBESE	Colline IT0120
MONTEZEMOLO	Montagne IT0121
NARZOLE	Uni IT0119
NEIVE	Colline IT0120
NEVIGLIE	Colline IT0120
NIELLA BELBO	Colline IT0120
NOVELLO	Colline IT0120
NUCETTO	Colline IT0120
ORMEA	Montagne IT0121
PAROLDO	Colline IT0120
PERLETTO	Colline IT0120
PERLO	Montagne IT0121
PEZZOLO VALLE UZZONE	Colline IT0120
PRIERO	Montagne IT0121
PRIOLA	Montagne IT0121
PRUNETTO	Colline IT0120
ROASCIO	Colline IT0120
ROCCHETTA BELBO	Colline IT0120
RODDI	Colline IT0120

RODELLO	Colline IT0120
SALE DELLE LANGHE	Colline IT0120
SALE SAN GIOVANNI	Colline IT0120
SALICETO	Colline IT0120
SAN BENEDETTO BELBO	Colline IT0120
SANTA VITTORIA D'ALBA	Colline IT0120
SANTO STEFANO BELBO	Colline IT0120
SCAGNELLO	Montagne IT0121
SERRAVALLE LANGHE	Colline IT0120
SINIO	Colline IT0120
SOMANO	Colline IT0120
TORRE BORMIDA	Colline IT0120
TORRESINA	Colline IT0120
TREISO	Colline IT0120
TREZZO TINELLA	Colline IT0120
VERDUNO	Colline IT0120
VIOLA	Montagne IT0121

On a ensuite recalculé la consommation directe annuelle de biomasse solide supposée en 2030, qui est égale à MWh678.983, et on a comparé les valeurs globales à l'échelle territoriale de l'énergie thermique pouvant être produite annuellement par la biomasse solide des zones boisées des territoires considérés et la consommation directe estimée (résidentielle et non résidentielle) de cette ressource associée à la même zone dans les scénarios 2020 et 2030.

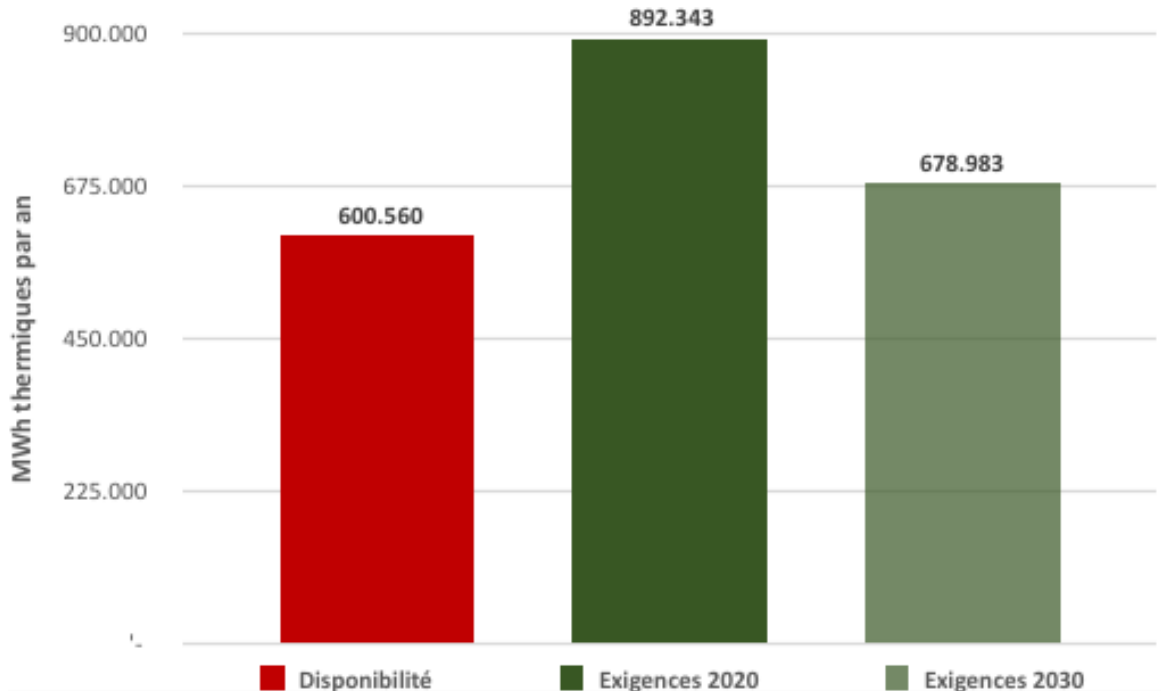


Figure 9 - Comparaison de la disponibilité de l'énergie de la biomasse et de la demande de chaleur de la biomasse du territoire analysé (Scénario 2020 et Scénario 2030)

Le graphique ci-dessus montre que la disponibilité de la biomasse solide provenant des zones boisées du territoire analysé est inférieure aux besoins thermiques actuels de ce même territoire, mais elle est proche de la consommation directe de biomasse solide supposée pour 2030. Dans ce cas, la couverture totale des besoins thermiques est d'environ **88%**.

2.3.5 Résultats et conclusions

L'analyse effectuée montre que le potentiel associé à la production d'énergie thermique à partir de la biomasse solide pouvant être extraite des zones boisées du territoire considéré est important et pourrait garantir, s'il est pleinement exploité, la couverture d'environ 67% des besoins thermiques totaux de cette ressource sur le territoire ; toutefois, en considérant que l'entrée en vigueur des limitations de l'utilisation de la biomasse solide dans les zones de plaine et de colline entraînera une réduction significative des besoins en énergie thermique à partir de la biomasse solide, la projection de la consommation d'ici 2030 sera très proche de la matière première disponible sur le territoire 88%. La situation des municipalités de montagne mentionnées dans le dernier chapitre est particulièrement intéressante, car la disponibilité de la ressource dépasse les besoins locaux (non soumis à des limitations) et pourrait se prêter à l'activation de chaînes d'approvisionnement locales qui pourraient promouvoir l'utilisation de la biomasse solide disponible dans ces zones par les municipalités voisines et assurer la couverture totale des besoins énergétiques.

2.3.6 ANNEXE - Accompagner les opérateurs vers une chaîne d'approvisionnement courte, certifiée et durable

Avant-propos

L'activité d'accompagnement s'est concentrée sur la zone de l'Alta Val Tanaro, où une chaîne d'opérateurs est active depuis longtemps, fournissant du bois pour la production de biomasse à des fins énergétiques utilisée par la centrale de chauffage urbain d'Ormea.

En particulier, le travail fait suite à l'étude «Identification des chaînes d'approvisionnement locales potentielles de matériaux pouvant être utilisés pour la production d'énergie à partir de la biomasse» réalisée par Environment Park, dans laquelle il a été évalué que la disponibilité de la ressource de biomasse forestière dans les territoires d'Alta Langa de la Langa des vallées de la Bormida et de l'Uzzone et de la haute vallée du Tanaro dépasse les besoins locaux et pourrait se prêter à l'activation de filières locales qui pourraient favoriser l'utilisation de la biomasse solide récoltée dans ces zones par les communes voisines et assurer la couverture totale des besoins énergétiques.

L'objectif de l'activité était de sensibiliser et d'orienter les opérateurs locaux vers l'adoption de normes et de protocoles capables de qualifier, de valoriser et de communiquer encore plus efficacement, y compris par l'adoption de marques et de certifications spécifiques, la valeur environnementale de la filière bois-énergie existante, compte tenu également du cadre réglementaire de plus en plus strict en matière de qualité de l'air.

En outre, en plus d'améliorer encore la durabilité de la chaîne d'approvisionnement en biomasse à usage énergétique qui alimente la centrale d'Ormea, l'adoption de marques de certification permettrait aux opérateurs d'accéder à des marchés et à des chaînes d'approvisionnement différents et supplémentaires par rapport à la chaîne actuelle.

Enquête par questionnaire

L'enquête a commencé par la préparation d'un questionnaire, sous forme de liste de contrôle, visant à évaluer le niveau actuel de qualité des processus des opérateurs par rapport aux exigences de la norme Biomasse Plus de l'AIEL (Association italienne de l'énergie du bois).

Le questionnaire, envoyé aux 13 entreprises forestières de la région, a permis aux opérateurs de procéder à une auto-évaluation de leur organisation par rapport à la norme Biomass Plus, qui est désormais la principale référence pour les producteurs de copeaux de bois de qualité certifiée.

Un deuxième objectif de l'enquête était de permettre aux principaux acteurs de la chaîne d'approvisionnement locale (en particulier l'Union de montagne et le Consortium forestier de Monte Armetta) de mieux évaluer les mesures possibles pour promouvoir et améliorer la chaîne d'approvisionnement existante. Les questionnaires ont été envoyés et collectés en septembre et octobre 2021.

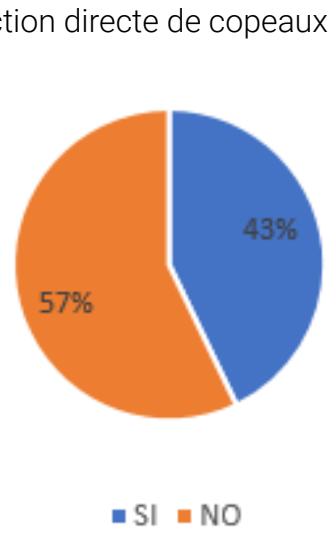
Les entreprises suivantes ont répondu au questionnaire :

- Sereno Sandro
- Rizzo Christian
- Paolino Marco
- Briatore Luca
- Le Canadien Emilio
- La ferme «Gianni Pesce
- Entreprise individuelle «Falling Trees».

Vous trouverez ci-dessous les principaux résultats de l'enquête, dont les résultats ont été mis à la disposition des opérateurs.

Activités de l'entreprise et production de copeaux de bois

La première section du questionnaire vise à évaluer l'applicabilité du protocole Biomass Plus aux opérateurs individuels. 3 des 7 opérateurs, qui produisent directement des copeaux de bois, pourraient déjà entreprendre un processus de certification.

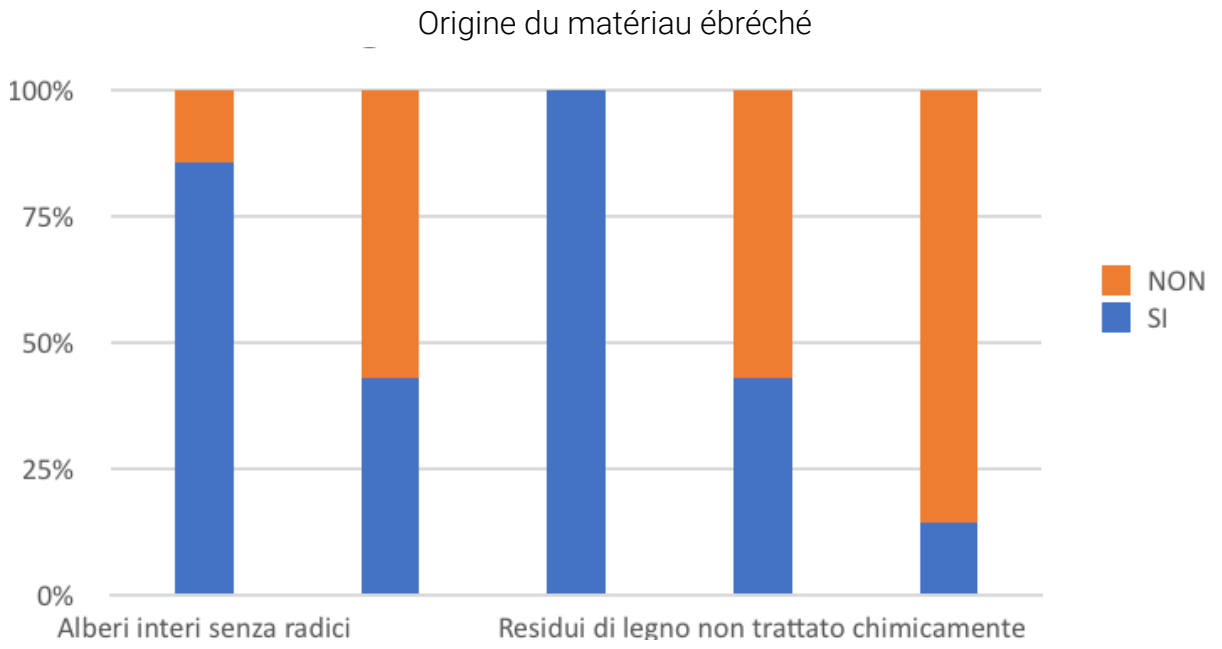


Origine des matériaux utilisés pour la production de copeaux de bois

Le type de matériau utilisé influence la qualité du produit final. En fait, le protocole Biomass Plus prévoit trois types de qualité distincts pour les copeaux de bois, sur la base des spécifications techniques décrites dans la norme ISO 17225-4 - «Biocarburants solides : Spécifications et classification des combustibles - Partie 4. Copeaux de bois» : B1, A2 et A1 (par ordre croissant de qualité). Une quatrième classe est ajoutée aux trois classes définies par la norme (BiomassPlus A1+ et BiomassPlus A1+ copeaux de bois. La catégorie B2 est exclue du protocole BiomassPlus.

A1+ A1+ cippatino	A1	A2	B1	B2
1.1.1 Alberi interi senza radici 1.1.3 Tronchi 1.1.4 Residui delle utilizzazioni forestali 1.2.1 Residui di legno non trattato chimicamente	1.1.1 Alberi interi senza radici 1.1.3 Tronchi 1.1.4 Residui delle utilizzazioni forestali 1.2.1 Residui di legno non trattato chimicamente	1.1.1 Alberi interi senza radici 1.1.3 Tronchi 1.1.4 Residui delle utilizzazioni forestali 1.2.1 Residui di legno non trattato chimicamente	1.1 Legno di foresta, di piantagione, e altro legno vergine 1.2.1 Residui di legno non trattato chimicamente	1.1 Legno di foresta, di piantagione, e altro legno vergine 1.2 Sottoprodotti e residui di legno del processo industriale

Source : Biomass plus, manuel spécial pour la certification de la qualité des biocarburants ligneux (copeaux de bois).

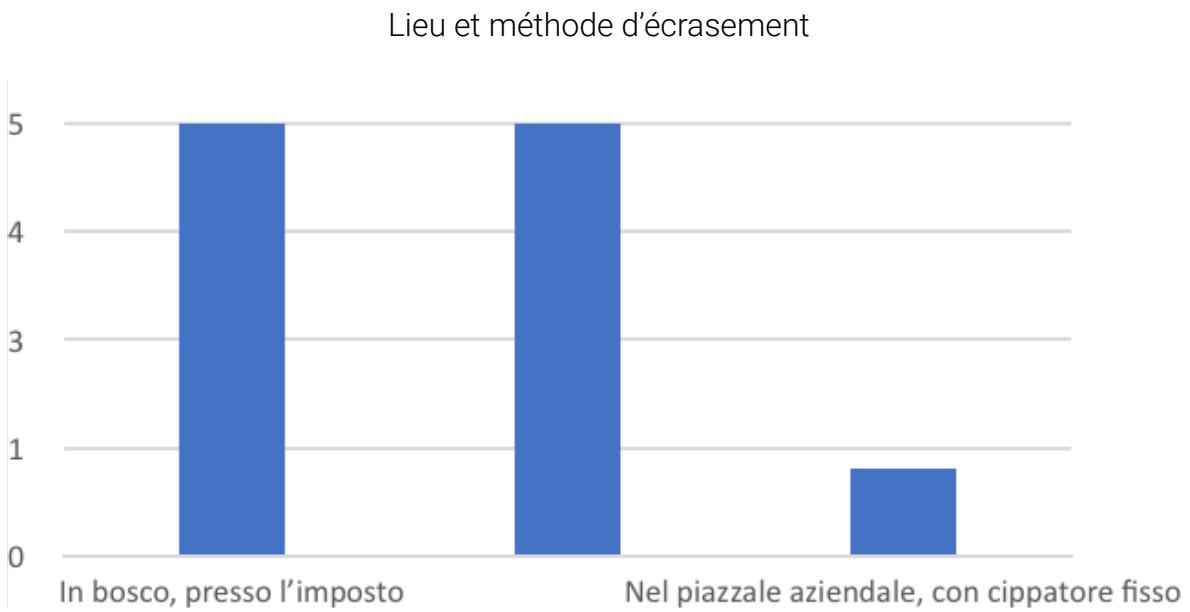


Source : Biomass plus, manuel spécial pour la certification de la qualité des biocarburants ligneux (copeaux de bois).

Lieu et méthode d’écrasement

Les entreprises du secteur analysé, qu’elles produisent elles-mêmes les copeaux de bois ou qu’elles fassent appel à des sous-traitants, effectuent la quasi-totalité des opérations de déchiquetage soit directement en forêt, soit au moyen d’un broyeur mobile situé dans la cour où le matériau est transporté après l’abattage.

Cet aspect conditionne la mise en place du système de traçabilité et de gestion de la matière, qui devra être mis en place différemment en termes de méthodes de stockage, de séparation physique et d’identification de la matière, tant pour la phase matière première (bois rond) que pour la phase produit fini (copeaux de bois).

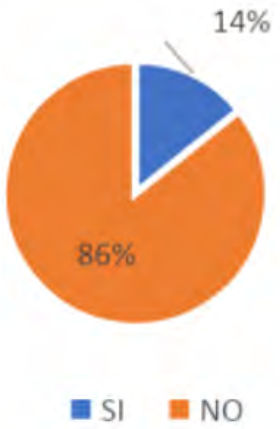


Formation des opérateurs

La norme Biomass Plus exige que l'organisation identifie une personne responsable des activités nécessaires pour garantir la qualité et la conformité des copeaux de bois aux exigences des classes pertinentes.

Parmi ses tâches, le responsable de la qualité doit avoir une connaissance adéquate des normes applicables aux copeaux de bois et participer à un programme de formation externe sur la gestion du système de qualité des copeaux de bois au moins une fois par an. Le responsable de la qualité doit fournir une formation annuelle aux employés impliqués dans le processus de gestion de la qualité. Une seule des entreprises claires dispose d'un opérateur compétent sur ces questions, mais aucun opérateur n'a participé à ce jour à des cours de formation sur la gestion de la qualité des copeaux de bois.

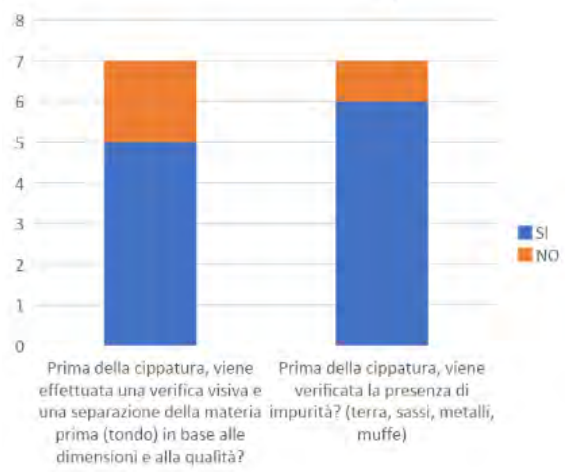
Formation à la gestion de la qualité des copeaux de bois



Contrôle des matières premières

71% des entreprises effectuent un contrôle visuel du bois rond avant le déchiquetage, et 86% déclarent vérifier l'absence d'impuretés. Il y a donc une large adoption de bonnes pratiques concernant ces exigences afin d'optimiser la production ultérieure de copeaux de bois.

Contrôle des matières premières



Production de copeaux de bois - stockage des matières premières

Le mode de stockage de la matière première a une influence directe sur la qualité des copeaux de bois produits, car cette étape peut avoir un impact sur la présence d'impuretés et le taux d'humidité final du produit.

Seules quelques-unes des entreprises ayant répondu au questionnaire disposent d'aires de stockage dont le fond répond aux exigences de qualité, tandis que la quasi-totalité d'entre elles empilent le matériau de manière à ce qu'il sèche naturellement.

"Bonnes pratiques" dans la production de copeaux de bois

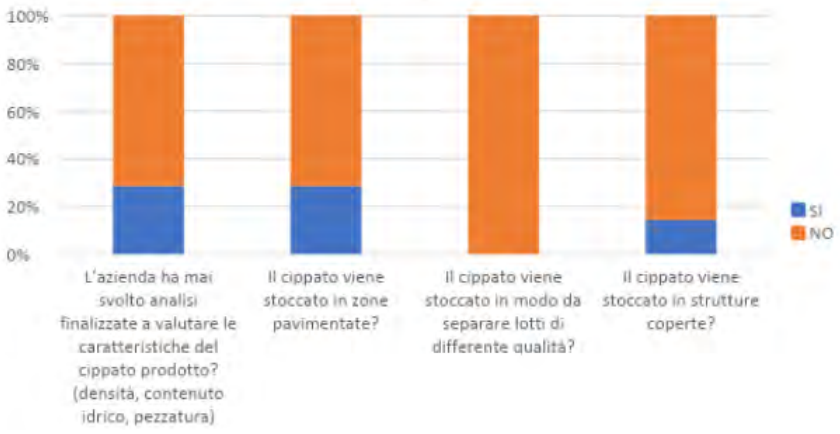


Production de copeaux de bois - contrôle et stockage des produits

Moins de 30% des entreprises ont évalué quantitativement les caractéristiques des copeaux de bois produits par rapport aux paramètres de qualité du protocole Biomass Plus. Une situation similaire est enregistrée en ce qui concerne le stockage du produit dans des installations appropriées pour garantir le respect du taux d'humidité ou l'absence de contamination par des impuretés.

En outre, les systèmes de stockage ne sont pas encore adaptés à la nécessité de séparer les lots produits en fonction des classes de qualité.

«Bonnes pratiques» dans la production de copeaux de bois



Production de copeaux de bois - équipements et installations

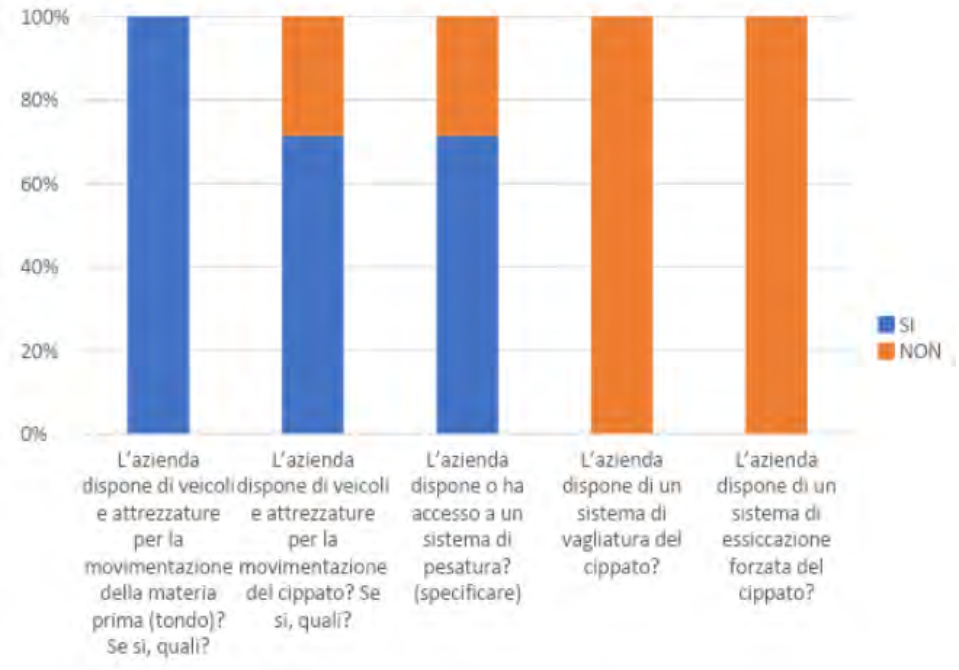
Le protocole Biomass Plus exige un certain nombre d'installations et d'équipements pour les processus de gestion et d'assurance qualité des copeaux de bois.

En particulier, elle exige que

- Un système de pesage, nécessaire pour garantir le volume et le poids indiqués dans la déclaration de conformité du produit au moment de la livraison.
- Un système de criblage des copeaux de bois, nécessaire pour sélectionner et garantir la taille des copeaux de bois produits avant la livraison.
- Un système de séchage forcé, un processus nécessaire pour garantir les exigences de qualité de la classe A+ et des copeaux de bois.

A ce jour, les entreprises du secteur ne disposent que des moyens de manutention de la matière première (tracteurs, treuils, remorques), et seulement environ 70% ont accès à des moyens de manutention des copeaux de bois ou à des systèmes de pesage fournis par des tiers. Aucun n'a de tamis ou de système de séchage forcé.

Production de copeaux de bois - Installations et équipements



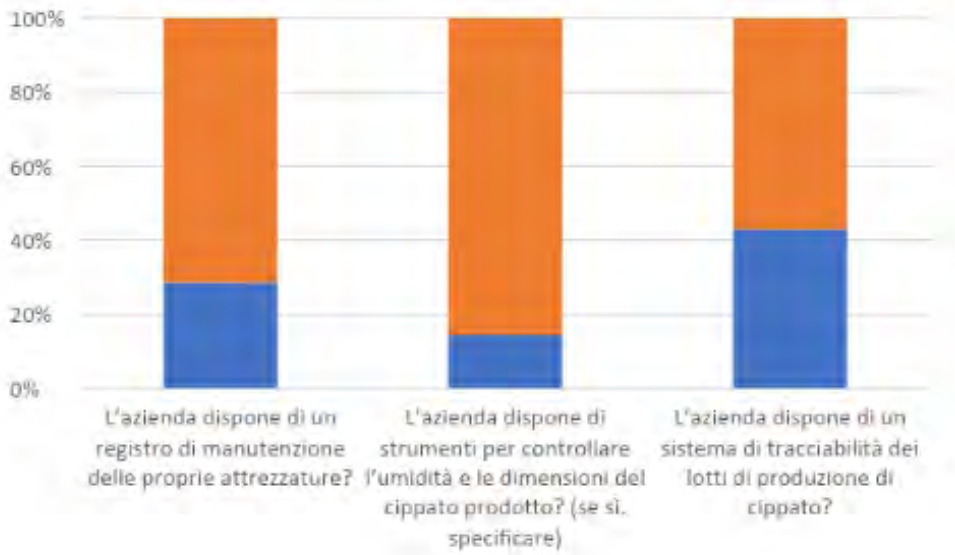
Production de copeaux de bois - procédures internes

Le questionnaire portait sur la possession par les opérateurs de certaines procédures et documents connexes, concernant l'entretien des véhicules, le contrôle de l'humidité et de la taille des produits et la traçabilité des lots.

Les 40% des entreprises déclarent avoir un système de traçabilité des lots produits, mais uniquement en ce qui concerne le matériel exhumé. S'il est étendu au processus de transformation de la matière première jusqu'à la distribution et la destination finale, un tel système représenterait - s'il est correctement intégré - un premier pas vers le développement d'un système de traçabilité tel qu'envisagé par Biomass Plus.

L'entretien des moyens et des équipements, dont l'efficacité contribue à assurer la qualité constante du produit, est effectué principalement sans enregistrement systématique des opérations effectuées.

Enfin, seules deux des entreprises disposent de l'équipement nécessaire pour mesurer le taux d'humidité des copeaux de bois (capteur à micro-ondes, hygromètre, four, balance de précision).



Conclusions et recommandations

L'analyse réalisée, ainsi que la comparaison avec le réseau d'opérateurs locaux, a mis en évidence l'existence de conditions permettant de qualifier la filière bois-énergie existante et d'exploiter le potentiel du territoire en termes d'approvisionnement, à condition d'activer certaines actions d'investissement dans des équipements spécifiques ou des actions à caractère immatériel visant à renforcer les compétences et/ou à adapter les processus. Ces actions pourraient être menées par le Consorzio Forestale Monte Armetta, qui opère en tant que chef de file de la gestion associée du patrimoine forestier du territoire et définit, par le biais d'un contrat, les conditions de fourniture par les entreprises forestières locales (exploitants) des copeaux de bois destinés à alimenter la centrale de chauffage urbain.

Le Consortium a également les fonctions suivantes, entre autres, telles que définies dans ses statuts :

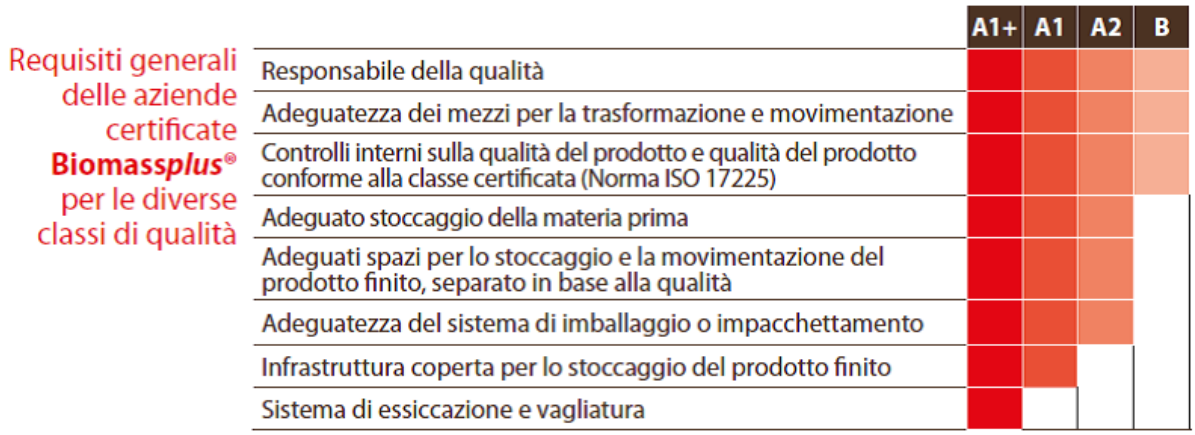
- Amélioration des ressources forestières et de leur qualité, de leur valeur économique, écologique, culturelle et sociale
- mettre en œuvre une politique sociale d'assistance technique, en fournissant à ses membres le soutien décisionnel, professionnel et technique nécessaire
- la croissance et le perfectionnement professionnel et entrepreneurial de ses membres, en valorisant leur expérience et leurs connaissances, également par la réalisation d'activités de recyclage et de formation
- Obtenir de bonnes performances économiques de ses membres, également en favorisant et en promouvant la connaissance et l'introduction d'innovations technologiques, et par des actions de promotion et de commercialisation appropriées

Les principaux aspects suivants sont ressortis de l'analyse :

- La présence d'entreprises forestières qui produisent directement des copeaux de bois (donc qualifiées d'»opérateurs») représente la possibilité d'améliorer directement les premières phases de la chaîne d'approvisionnement, qui représentent un maillon fondamental pour garantir un haut niveau de qualité pour l'approvisionnement de l'usine en aval de la logistique de distribution.
- Le type de matériau transformé, qui dans de nombreux cas est constitué de matériau directement issu des coupes d'exploitation forestière, permettrait d'obtenir un matériau pouvant être certifié A1 (haute qualité) si une série d'interventions sur le processus sont réalisées pour garantir les autres paramètres étudiés.
- Les entreprises de la chaîne ne disposent pas actuellement d'une infrastructure logistique capable d'assurer les conditions optimales de stockage, de séparation et d'identification des matériaux en fonction de leurs caractéristiques et de leur destination.
- Une seule entreprise a attesté avoir réalisé une formation spécifique sur le thème de la qualité de la biomasse, qui est obligatoire et périodiquement requise par les normes.
- L'évaluation quantitative et le contrôle par une gestion adéquate de la qualité des copeaux produits sont effectués par moins de 30% des entreprises, alors qu'il existe un bon niveau de contrôle visuel de la matière première (une pratique bien établie parmi les entreprises forestières).
- En ce qui concerne le processus de production, les entreprises ne prennent que rarement en compte le stockage de la matière afin de limiter la présence d'impuretés dans les étapes de transformation, et aucune des entreprises interrogées ne dispose de systèmes de criblage ou de séchage des copeaux de bois, qui sont nécessaires pour produire des copeaux de bois de classe A1+.

Exigence	évaluation sommaire	Informations utiles
Responsable de la qualité	:(	Lancement d'un programme de qualification des opérateurs par des actions de formation initiale et continue
Origine du matériau utilisé	:)	Lancement d'un service de soutien dans l'application du règlement 995/2010 (règlement sur le bois), et dans la certification de la chaîne d'approvisionnement tant au niveau de la propriété et de la gestion des forêts (GFS) que de la gestion de la traçabilité du matériau bois par les opérateurs (CoC), en ce qui concerne les aspects de durabilité et de qualité.
Adéquation des moyens de traitement et de manutention	:/	Mise en œuvre d'une procédure visant à garantir la non-contamination du matériau bois lors des opérations.
Contrôles internes de la qualité des produits	:/	Fournir des outils, également partagés entre les opérateurs, pour mesurer les principaux paramètres de qualité / Accord avec des laboratoires accrédités
Stockage des matières premières	:/	Optimiser les zones d'impact et identifier certaines zones à équiper de fonds améliorés/stabilisés.
Stockage et manutention des produits finis / Infrastructure couverte pour le stockage des produits finis	:(	Organisation d'une zone commune de stockage temporaire pour le produit fini couvert, en évaluant l'adéquation de la cour existante de la centrale thermique.
Adéquation du système d'emballage		
Système de séchage et de tamisage	:(	Évaluer la possibilité d'obtenir des copeaux de bois de classe A1+, par le biais d'investissements dans le service des opérateurs du secteur (système de tamisage/séchage), qui peuvent être financés par des mesures du PDR ou d'autres programmes.

Résumé des exigences de référence pour les différentes classes de qualité des copeaux de bois selon la norme Biomassplus (source : AIEL, brochure d'entreprise)



Classes de qualité des copeaux de bois et exigences selon la norme ISO 17225-4 et la norme Biomass+ pour la classe A1+ et les copeaux de bois (source : AIEL, manuel pour la certification de la qualité des biocarburants à base de bois)

ISO 17225-4						
Parametri di qualità	Unità	A1+ A1+ cippatino	A1	A2	B1	B2
Origine e provenienza ISO 17225		1.1.1 Alberi interi senza radici 1.1.3 Tronchi 1.1.4 Residui delle utilizzazioni forestali 1.2.1 Residui di legno non trattato chimicamente	1.1.1 Alberi interi senza radici 1.1.3 Tronchi 1.1.4 Residui delle utilizzazioni forestali 1.2.1 Residui di legno non trattato chimicamente	1.1.1 Alberi interi senza radici 1.1.3 Tronchi 1.1.4 Residui delle utilizzazioni forestali 1.2.1 Residui di legno non trattato chimicamente	1.1 Legno di foresta, di piantagione, e altro legno vergine 1.2.1 Residui di legno non trattato chimicamente	1.1 Legno di foresta, di piantagione, e altro legno vergine 1.2 Sottoprodotti e residui di legno del processo industriale
Pezzatura, P	mm	Specificare (vedi tab.)	Specificare (vedi tab.)	Specificare (vedi tab.)	Specificare (vedi tab.)	Specificare (vedi tab.)
Contenuto idrico, M	w-%	M10 ≤ 10	M10 ≤ 10 M25 ≤ 25	M35 ≤ 35	Deve essere dichiarato il valore massimo	
Ceneri, A	% sul secco	A1.0 ≤ 1,0	A1.0 ≤ 1,0	A1.5 ≤ 1,5	A3.0 ≤ 3,0	
Potere calorifico netto Q	MJ/kg kWh/kg	Q ≥ 16 Q ≥ 4.5	Specificare	Specificare	Specificare	Specificare
Densità apparente, BD	kg/m³ tal quale	BD150 ≥ 150 BD200 ≥ 200 BD250 ≥ 250	BD150 ≥ 150 BD200 ≥ 200 BD250 ≥ 250	BD150 ≥ 150 BD200 ≥ 200 BD250 ≥ 250 BD300 ≥ 300	Specificare	
Azoto N	w- %	non applicabile	non applicabile	non applicabile	N.1.0 ≤ 1,0	
Zolfo S	w- %	non applicabile	non applicabile	non applicabile	S.0.1 ≤ 0,1	
Cloro Cl	w- %	non applicabile	non applicabile	non applicabile	Cl.0.5 ≤ 0,5	
Arsenico Ar	mg/kg	non applicabile	non applicabile	non applicabile	≤ 1	
Cadmio Cd	mg/kg	non applicabile	non applicabile	non applicabile	≤ 2	
Cromo Cr	mg/kg	non applicabile	non applicabile	non applicabile	≤ 10	
Rame Cu	mg/kg	non applicabile	non applicabile	non applicabile	≤ 10	
Piombo Pb	mg/kg	non applicabile	non applicabile	non applicabile	≤ 10	
Mercurio Hg	mg/kg	non applicabile	non applicabile	non applicabile	≤ 0,1	
Nickel Ni	mg/kg	non applicabile	non applicabile	non applicabile	≤ 10	
Zinco Zn	mg/kg	non applicabile	non applicabile	non applicabile	≤ 100	

2.4 Article de synthèse du projet

Contextualisation de la possibilité à Alta Langa de la production et de l'utilisation directes de la biomasse issue des corilettos dans un cadre intégré dans la perspective de la chaîne d'approvisionnement intégrée : de la pyrogazéification avec production de biocharbon à de la production de biochar aux matériaux de construction verts

L'étude, promue par le GAL Langhe Roero Leader, a pour objectif final l'identification de solutions d'économie d'énergie pour les bâtiments à partir des ressources de l'Alta Langa et la valorisation de la biomasse locale. On a étudié la possibilité de créer des chaînes d'approvisionnement et des systèmes intégrés pour l'utilisation de sous-produits corilicoles (bois d'élagage et coquilles de noisettes), qui peuvent être utilisés à la fois comme source d'énergie renouvelable (avec la technique de pyrogazéification et la production simultanée de biochar) et dans la bio-construction (comme composants à mélanger avec d'autres éléments naturels pour la production de matériaux isolants, comme les briques et les tuiles).

Après une analyse minutieuse, à la lumière des avantages et des inconvénients de la pyrogazéification, le choix s'est porté sur le secteur du bio-construction, en utilisant la biomasse corilicole pour la production expérimentale de prototypes de briques, qui seront utilisés à des fins d'efficacité énergétique et d'éducation dans les locaux de l'Unione Montana Alta Langa.

Partner:

Camera di Commercio di Cuneo

Document réalisé par Environment Park S.p.A. (Stefano Dotta)

Index du Chapitre

2.4.1 Introduction 217

a. Le projet et ses objectifs 217

b. Les auteurs 218

2.4.2 Analyses préalables à la mise en place de la filière fruits à coque-énergie 219

a. Une analyse du degré de «hazeliness» dans la région d'Alta Langa 219

b. L'analyse swot de la chaîne d'approvisionnement «nut-energy» (noix et énergie) 221

c. Reconnaissance législative 222

d. Le compendium pour une culture durable du noisetier à Alta Langa 223

d.a. Récolte et séchage des noisettes en coque 223
d.b. Coriliculture durable innovante : un vade-mecum phytosanitaire 224
d.c. Compte de profits et pertes pour la production primaire dans le secteur corilicole 225

2.4.3 Sous-produits de la chaîne d'approvisionnement en noisettes et implication des acteurs locaux pour leur réutilisation 228

a. Biomasse à partir de coquilles de noisettes 228
b. Biomasse issue de l'élagage des noisetiers 229
b.a. Options et méthodes d'élagage 229
b.b. Brûlant 231
b.c. Mobilisation de la biomasse 231
b.d. Compte de résultat pour la taille, la récolte et l'utilisation de la biomasse corilicole 233
c. Tableaux techniques pour la réutilisation des sous-produits du corail 236

2.4.4 Première orientation : production d'énergie, pyrogazéification et biochar 236

a. Valorisation de la biomasse issue de la taille des noisetiers : pouvoir calorifique et hypothèse de viabilité économique pour une installation de pyrogazéification 237
b. Compte de profits et pertes pour la production secondaire de biomasse dans le secteur corilicole 240
b.a. Hypothèse 1 : Transfert vers un centre de stockage et de traitement de la biomasse à courte distance (< 8 km) 240
b.b. Hypothèse 2 : Transfert vers un centre de stockage et de traitement de la biomasse à moyenne distance (<25 km) 240
b.c. Résumé des indices pour les déchets de la biomasse corticole 241
b.d. Résumé de l'économie des déchets de la biomasse corilicole (livraison courte) 241
c. Les criticités de la pyrogazéification dans le contexte de «Alta Langa» 242

2.4.5 Deuxième orientation : matériaux de construction écologiques 243

a. Activités préliminaires 244
b. Mettre les briques en production 251
c. Analyses de laboratoire au Politecnico di Torino (déclaration d'intention) 253
d. L'utilisation par l'Unione Montana Alta Langa de biolatéraux contenant de la biomasse de noisettes 253

2.4.6 Aspects économiques de la construction éventuelle d'une chaîne d'approvisionnement pour la réutilisation de la biomasse corilicole dans les bioconstructions. 255

a. Riepilogo degli economics relativi alle biomasse corilicole di risulta (conferimento a corto raggio) 255
b. Conclusions 257

2.4.7 Diffusion des résultats 257

2.4.1 | Introduction

2.4.1 | a. Le projet et ses objectifs

Le GAL Leader Langhe Roero, en collaboration avec l'Unione Montana Alta Langa, dans le cadre du projet Pays Eco-gétiques, entend identifier des solutions d'économie d'énergie pour les bâtiments, à partir des ressources locales d'Alta Langa et de la valorisation de la biomasse locale.

Dès le départ, l'analyse a porté sur :

- la production d'énergie renouvelable, par une étude approfondie de la technique de pyrogazéification à partir de biomasse locale ;
- la maîtrise de la consommation d'énergie, avec l'utilisation de techniques d'isolation innovantes dans le secteur des bâtiments écologiques, en utilisant la biomasse locale.

Dans la zone géographique de référence, qui coïncide essentiellement avec les communes de l'Alta Langa, on a étudié la possibilité de créer des chaînes d'approvisionnement et des systèmes intégrés pour l'utilisation des déchets de la production agro-industrielle, en essayant de définir un protocole utilisable par les acteurs locaux - inspiré des critères d'une sorte de «Bio District» ou d'autres systèmes éco-compatibles caractérisés par des pratiques agronomiques qui peuvent remonter à l'agriculture biologique avec un impact environnemental réduit, avec l'application de protocoles spécifiques de durabilité - concernant l'utilisation des coquilles de noisettes et des déchets de la taille des noisetiers, sans risque de pollution et/ou d'atteinte à la santé (résultant des traitements effectués dans l'agriculture et l'industrie).

En particulier, le GAL a construit une voie qui pourrait conduire à la création d'une «chaîne de corilicola durable» à Alta Langa entre :

- les producteurs locaux de déchets agricoles (noisettes, bois, coquilles, etc.) ;
- Les transformateurs de ces matériaux peuvent être utilisés dans deux domaines :
  - l'utilisation de sources renouvelables, la biomasse, pour la combustion et la production d'énergie et, éventuellement, les amendements du sol ;
  - l'efficacité énergétique dans la construction écologique, pour l'isolation thermique des bâtiments ;
- les utilisateurs finaux.

Le projet prévoit une modélisation du processus de développement et de gestion durable du système corilicole dans la zone d'Alta Langa, à travers un parcours tracé et documenté sur les éléments suivants :

- a)retracer les étapes du projet ;
- des connaissances techniques :
  - élaboration d'un compendium pour la culture durable des noisettes à Alta Langa, à la lumière des développements technologiques et climatiques les plus récents ;
  - l'utilisation de la biomasse ligneuse provenant de la taille et du décorticage des noisettes dans le processus de pyrogazéification et la production simultanée de biochar, ce dernier pouvant également être réutilisé dans la culture des coraux ;

- utilisation de la biomasse issue de l'élagage et du décorticage dans la construction écologique.

- la production d'une synthèse de données et d'informations, facilement utilisable même après la fin du projet, de manière à assurer la transférabilité et la reproductibilité du projet spécifique Alta Langa.

Le compendium contient des informations et des données de synthèse sur les recherches et les études réalisées, ainsi que les OUTPUT/DELIVRABLES du projet en possession du GAL, auxquels il est possible de se référer pour une lecture pleine et entière. Dans les parties sur fond bleu, les étapes du projet suivies par le groupe de travail sont décrites, pour une meilleure compréhension du «fil rouge» de l'ensemble du projet.

2.4.1 | b. Les auteurs

Le Leader des Langhe Roero LAG

Le GAL Langhe Roero Leader, consortium à responsabilité limitée et à actionnariat majoritairement public, représentatif du tissu socio-économique des Langhe et du Roero, œuvre depuis 1994 au développement et à la promotion des territoires ruraux dans de multiples secteurs de l'économie locale - des secteurs agroalimentaire et artisanal des produits typiques aux services culturels et sociaux, de la protection et de la requalification du patrimoine architectural et paysager au tourisme, en passant par le soutien économique à la création et au développement des micro-entreprises - dans le but de mettre en œuvre des interventions intégrées entre différents secteurs (agriculture, commerce, tourisme, services, ...L'objectif est de mettre en œuvre des mesures intégrées entre les différents secteurs (agriculture, commerce, tourisme, services, etc.) et entre les opérateurs publics et privés opérant dans différents domaines et à différentes étapes de la chaîne d'approvisionnement (production, prestation de services, promotion et commercialisation, etc.)

Avec l'Unione Montana Alta Langa, le GAL est l'organe de mise en œuvre de la Chambre de commerce de Cuneo pour le projet «PAYS ECOGETIQUES - PiterPays-sage» (ALCOTRA 2014-2020).

Carlo Rosso

Carlo Rosso, actuel président du GAL Langhe Roero Leader, est professeur de deuxième niveau en conception et construction de machines au département d'ingénierie mécanique et aérospatiale de l'école polytechnique de Turin. Ses sujets de recherche portent principalement sur la dynamique des structures, la fatigue des composants et la possibilité de remplacer les matériaux métalliques par des matériaux de nature polymérique. Dans ce domaine de recherche, il a notamment étudié la possibilité d'utiliser les déchets de pyrogazéification (biochar) comme additif pour la production de matériaux composites électroconducteurs présentant des coefficients de friction réduits et des propriétés mécaniques améliorées.

Il s'est toujours intéressé à la production d'énergie à partir de sources renouvelables, allant jusqu'à créer une start-up innovante ayant pour objet une éolienne inédite.

Alessandro Arioli

Agronome et spécialiste de l'environnement, directeur du département D.A.F.E.E.S. (Département des sciences de l'agriculture, de l'alimentation, de l'énergie et de l'environnement), professeur et membre du conseil d'administration de l'U.C.E.U. - S.E.V.S. (Université d'Europe centrale, Skalica, Slovaquie), il a réalisé plus de 400 projets de développement et d'innovation en Europe, en Asie, en Afrique et en Amérique. Il est le créateur des technologies aquaponiques (culture hors sol intégrée à la pisciculture, sans recirculation, sans électronique, sans drains) sous la marque Aquaponix®©2016 et du concept «Dubai Agrocity of the Third Millenium», une ville rurale pour les environnements désertiques extrêmes, des ressources en eau provenant de l'osmose inverse des eaux salées et carbonatées, une énergie provenant à 100% de sources renouvelables.

Dans le cadre du projet «PAYS ECOGETIQUES - Piter Pays-sage», il a été chargé par le GAL Langhe Roero Leader de réaliser le service de support technique pour l'identification des filières potentielles et des systèmes intégrés pour l'utilisation des déchets de la production agro-industrielle dans la zone d'Alta Langa.

2.4.2 Analyses préalables à la mise en place de la filière fruits à coque-énergie

2.4.2 a. Une analyse du degré de «hazeliness» dans la région d'Alta Langa

Le parcours de l'étude comprenait une analyse préliminaire du degré de «noisetterie» de la zone d'Alta Langa, avec une enquête auprès des communes du territoire. Grâce à l'utilisation de la base de données du registre agricole unique du Piémont et en collaboration avec les organisations agricoles et de producteurs et la Fondation AGRION, les quantités minimales de sous-produits dérivant de la culture et de la transformation des noisettes ont également été identifiées.

L'analyse des quantités de noisettes produites dans l'Alta Langa a montré que dans les communes de l'Unione Montana Alta Langa, il y a environ 5 120 hectares de noiseraies (voir tableau).

Comune (ubicazione coltivazioni)	Tipo di coltivazione	Aziende con terreni (n.)	SAU (ha)
ALBARETTO DELLA TORRE	71. NOCCIOLO	48	146,10
ARGUELLO	71. NOCCIOLO	28	99,12
BELVEDERE LANGHE	71. NOCCIOLO	24	45,71
BENEVELLO	71. NOCCIOLO	38	148,21
BERGOLO	71. NOCCIOLO	21	80,99
BONVICINO	71. NOCCIOLO	22	71,42
BORGOMALE	71. NOCCIOLO	60	212,35
BOSIA	71. NOCCIOLO	41	137,08
BOSSOLASCO	71. NOCCIOLO	44	99,43
CAMERANA	71. NOCCIOLO	24	20,95
CASTELLETTO UZZONE	71. NOCCIOLO	21	58,30
CASTINO	71. NOCCIOLO	80	324,44
CERRETTO LANGHE	71. NOCCIOLO	52	195,21
CISSONE	71. NOCCIOLO	27	82,89
CORTEMILIA	71. NOCCIOLO	78	276,67
COSSANO BELBO	71. NOCCIOLO	112	205,08
CRAVANZANA	71. NOCCIOLO	68	380,26
FEISOGLIO	71. NOCCIOLO	67	282,69
GORZEGNO	71. NOCCIOLO	31	59,32
GOTTASECCA	71. NOCCIOLO	10	9,46
IGLIANO	71. NOCCIOLO	2	2,07
LEQUIO BERRIA	71. NOCCIOLO	84	371,99
LEVICE	71. NOCCIOLO	59	220,84
MOMBARCARO	71. NOCCIOLO	15	23,31
MONESIGLIO	71. NOCCIOLO	23	51,74
MURAZZANO	71. NOCCIOLO	33	100,54
NIELLA BELBO	71. NOCCIOLO	48	142,29
PAROLDO	71. NOCCIOLO	4	3,61
PERLETTO	71. NOCCIOLO	59	164,38
PEZZOLO VALLE UZZONE	71. NOCCIOLO	35	93,10
PRUNETTO	71. NOCCIOLO	37	74,72
ROCCHETTA BELBO	71. NOCCIOLO	26	64,43
SAN BENEDETTO BELBO	71. NOCCIOLO	9	42,79
SANTO STEFANO BELBO	71. NOCCIOLO	85	74,44
SERRAVALLE LANGHE	71. NOCCIOLO	45	193,61
SOMANO	71. NOCCIOLO	61	279,99
TORRE BORMIDA	71. NOCCIOLO	39	119,07
TREZZO TINELLA	71. NOCCIOLO	70	160,69
		1.630,00	5.119,29

Considérez également qu'en moyenne, un hectare de noisetier produit :

- 1,8 à 2,2 tonnes de noisettes en coque
- 0,7 à 1,1 tonne de noisettes décortiquées (rendement de 44% à 50%)
- 0,9 à 1,2 tonne de coquillages
- 1,2 à tonnes2,5 de matériel d'élagage ordinaire

Par conséquent, à titre indicatif, les quantités minimales suivantes de sous-produits issus de la culture et de la transformation des noisettes sont produites à Alta Langa, qui sont considérées comme suffisantes pour le développement potentiel d'une chaîne d'isolation des biomatériaux :

- 5 120*0,9=4 608 tonnes de coquillages
- 5 120*1,2=6 144 tonnes de matériel d'élagage.

2.4.2 b. L'analyse swot de la chaîne d'approvisionnement «nut-energy» (noix et énergie)

Une analyse swot a ensuite été réalisée, examinant les forces et les faiblesses, les limitations et les opportunités, les criticités et les avantages d'une éventuelle chaîne d'approvisionnement «noix-énergie». La «matrice de règles 5W pour la résolution de problèmes et la planification de processus (Quoi, Pourquoi, Qui, Où, Quand)» a été utilisée.

L'analyse swot «ex-ante» a examiné plusieurs aspects pour tenter de dresser un tableau complet de toutes les composantes et facettes (positives et négatives) que peut comporter une chaîne d'approvisionnement «noix-énergie». Vous trouverez ci-dessous certains des éléments pris en compte.

FORCES :

- l'attrait pour le marché italien des nouveaux matériaux et technologies dans le domaine de la coriliculture ;
- la valeur ajoutée de la récupération de matériaux traditionnellement «déchets» pour remplacer les coûts d'élimination ;
- le grand intérêt des secteurs agricole et manufacturier pour les nouveaux matériaux et technologies ;
- la réduction du coût de production des matériaux d'isolation des bâtiments écologiques par rapport à leur capacité d'isolation thermique ;
- la disponibilité de canaux de distribution nationaux qualifiés pour la diffusion de l'utilisation des matériaux nouvellement développés ;
- retour du savoir-faire pour le secteur agricole ;
- l'effet «glocal» de la diminution de l'»empreinte carbone» du territoire sous-jacent.

FAIBLESSES :

- la nécessité d'adapter les équipements agricoles pour une récupération rentable de la biomasse résiduelle;
- les besoins en formation des travailleurs agricoles ;
- une productivité horaire réduite pour les opérations de production et de valorisation de la biomasse résiduelle corilicole ;
- lenteur de l'adaptation du système de soutien financier (bancaire, public, etc.) aux nouvelles technologies, ce qui rend difficile le financement des nouveaux composants technologiques par les exploitations agricoles ;
- Les coquilles ne sont pas disponibles en grande quantité dans les Langa pour être utilisées comme biomasse, car elles sont expédiées en grande quantité dans d'autres régions pour être décortiquées mécaniquement ;
- la quasi-absence de rémunération de la biomasse issue de l'élagage par les «collecteurs/éclateurs» de matière ligneuse.

OPPORTUNITÉS :

- mettre sur le marché des matériaux à haut contenu technique, innovants et multi-utilité pour le territoire;
- création, rédaction et diffusion de protocoles et de spécifications de production à fort contenu technologique et à faible impact ;

- création d'une gamme de solutions techniques permettant de faire face avec souplesse à l'évolution du marché et à la disponibilité de nouveaux types de biomasse ;
- développement d'une nouvelle gamme d'équipements pour le secteur de la fourniture d'équipements techniques ;
- valorisation du pourcentage de biomasse composée de coquilles de noisettes qui reste sur le territoire.

MINACES :

- le risque d'une diminution des incitations financières à utiliser les nouveaux matériaux et technologies ;
- le risque de fragmentation excessive des origines de la biomasse corilicole ;
- risque de détérioration de la qualité de la biomasse des résidus coralliens en raison du changement climatique (sécheresse, nouveaux parasites).

Le tableau ci-dessous montre la valeur totale référée à la propension au succès de l'initiative de projet entreprise, avec un indice qui augure bien de la possibilité de réaliser une filière noisette-énergie à Alta Langa.

	SCORE TOTAL	NOTE THÉORIQUE MAXIMALE	SCORE EN 100i	VALEUR TOTALE OBTENUE DE L'ANALYSE S.W.O.T. sur la "Propension au succès de l'initiative du projet" (100 = compétitivité maximale attendue du projet)
POINTS FORTS	393	435	90,34	68,26
FAIBLESSES	97	210	46,19	
OPPORTUNITÉS	202	220	91,82	
MINACES	76	170	44,71	

2.4.2 | c. Reconnaissance législative

Une enquête législative a été menée sur les règles/règlements nationaux et/ou régionaux pertinents pour les activités envisagées dans la chaîne d'approvisionnement (par exemple, les déchets, les protocoles volontaires éco-compatibles ou les pratiques agronomiques basées sur la durabilité environnementale, l'efficacité énergétique avec les produits qui pourraient dériver de la chaîne d'approvisionnement, etc.), visant à contribuer à l'identification des contraintes et des opportunités pour le développement de politiques publiques en faveur de l'efficacité énergétique.

La reconnaissance législative réalisée rassemble en un seul recueil (ordonné, catégorisé et hiérarchisé) l'état de l'art législatif au 30 juin 2020 sur la (re)structuration du bâtiment, les économies d'énergie, les interactions (entre les secteurs du bâtiment, de l'immobilier, de l'agriculture et des énergies locales), l'innovation et le financement.

Les repérages effectués ont permis de rassembler les différents thèmes (avantages fiscaux, législation européenne dans les domaines agricole, forestier, paysager et environnemental, normes Uni pour les matériaux d'isolation thermique et acoustique, etc.), en créant une logique de classification, sur la base de laquelle il est ensuite possible

de structurer la recherche sur les contraintes, les opportunités et les prérogatives des projets de développement, de suivi et de certification au profit de tous les acteurs du territoire.

Comme pour toutes les collections et bases de données de ce type, le travail réalisé a la limite de l'efficacité temporelle, considérant que plus on s'éloigne de la date de référence du travail réalisé (30 juin 2020), plus l'écart avec la législation la plus récente devient important.

2.4.2 | d. Le compendium pour une culture durable du noisetier à Alta Langa

Un compendium pour la culture durable des noisettes à Alta Langa a été élaboré, à la lumière des dernières évolutions technologiques et climatiques. Le vice-président d'Asprocor, Nicoletta Ponchione, a participé aux essais sur le terrain et à la documentation des phases de production de la récolte des noisettes et de la première transformation. Les associations de producteurs de noisettes Asprocor et Ascopiemonte interceptent environ 60% de la production du territoire.

Le coût total de l'établissement et de la gestion d'une noiseraie à Alta Langa a été analysé, en tenant compte de toutes les variables économiques. Ces variables doivent ensuite être examinées en tenant compte de la récupération éventuelle de la valeur ajoutée dérivant de la valorisation de la biomasse non alimentaire, qui complète le rendement économique de la production de noisettes (voir les chapitres suivants, 4.1 et 4.2).

2.4.2 | d.a. Récolte et séchage des noisettes en coque

Le vade-mecum illustre, à l'aide de photos et de films, les différentes étapes de la chaîne de production, avec une attention particulière aux équipements mécaniques et aux outils les plus utilisés dans les fermes coralliennes, choisis en fonction de la localisation et de la physionomie du terrain. Le processus de soufflage entre les fils, qui précède la phase de récolte, est décrit, ainsi que la phase de pré-séchage et de pré-nettoyage (avec aspiration des composants végétaux), jusqu'à la phase de séchage (le produit entre dans la machine à 14-15% de teneur en eau et en ressort à 5-6% de teneur en eau).

À la fin de l'ensemble du processus, on obtient les déchets suivants : matériel d'élagage provenant de la coupe à la tronçonneuse, résidus de nettoyage des noisettes provenant du pré-tri manuel, coquilles de noisettes, copeaux de bois provenant de la taille des noisettes, des vignes et des arbustes.



2.4.2 | d.b. Coriliculture durable innovante : un vade-mecum phytosanitaire

L'approche de la «culture durable» fait partie intégrante du secteur des cerises du «troisième millénaire», qui doit se caractériser à la fois par la réduction et la rationalisation (lorsque l'élimination totale n'est pas possible) de l'utilisation des produits phytosanitaires et par un impact sur l'agro-écosystème nettement moindre que par le passé.

Dans le contexte de la réduction/optimisation/élimination des substances phytochimiques, l'étude a rassemblé des lignes directrices pour l'utilisation guidée et intégrée des substances phytochimiques avec le moins d'impact possible sur l'agroécosystème.

Il est nécessaire de mener une approche «en cours», combinant l'introduction de technologies innovantes (par exemple, des inoculums biotechnologiques pour les systèmes racinaires) avec un «réglage fin» continu de la conduction du corilet.

À mesure que les effets du changement climatique s'accentuent, l'introduction de pratiques de conservation de l'eau devra constituer une innovation importante. À cette fin, l'irrigation localisée (par exemple, les systèmes d'irrigation goutte à goutte autocompensateurs en surface et en sous-sol) devrait être intégrée aux systèmes de paillage biodégradable du sol.

Toutefois, cela n'a rien à voir avec le cahier des charges biologique, où des matières actives spécifiques au secteur sont utilisées.

2.4.2 | d.c. Compte de profits et pertes pour la production primaire dans le secteur corilicole

Le coût total de l'établissement et de la gestion d'une noiseraie à Alta Langa a été analysé en tenant compte de ce qui suit :

- le coût moyen d'un verger de noisetiers polyculteurs ;
- le coût «au détail» d'un ensemble de mécanisation moyen ;
- le coût de gestion en phase de production du verger de noisetiers, avec les pratiques habituelles.

Le coût moyen total identifié est d'environ 3 400 euros/hectare (voir les tableaux détaillés ci-dessous).

Ce sont des valeurs très intéressantes, surtout à un moment comme aujourd'hui où il n'y a rien qui donne une rentabilité aussi permanente, répétable et avec un marché en croissance.

Tableau a - Économie pour la réalisation des grouilles de noisette dans la zone Langhe-Roero

PARAMÈTRE / COMPOSANT	NOTES	VALEUR ÉCONOMIQUE (€/Ha hors TVA)
DÉCOUVERTE ou DISCUSSION ("RIPPATURA") + Raffinement ERPICATURE	Profondeur 40-60 cm	800
ACHETER DES PLANTES CERTIFIÉ	• Sesto d'impianto = cm (600 x 3,35) = 498 piante / Ha (Idoneo a IGP) • Varietà = TGL con 8% impollinatori • Costo x pianta = € 4,50	2.241,00
TRAÇAGE DES RANGS ET PLANTATION	Costo x pianta = € 3,00	1.494,00
TOTAL POUR LA PLANTATION (CAPEX) [DROIT D'AMORTISSEMENT ANNUEL x 25 ANS = 181,40 €].		4.535,00
PHASE D'ELEVAGE PRÉ-PRODUCTION	De la première à la sixième année incluse. • Broyages inter-rangs n°2	300
	• Binage manuel sous le rang n° 2	300
	• No. 2 du travail du sol entre les rangs (herse rotative)	200
	• Fertilisation azotée organique granulés (1 kg x usine x année)	400
COÛTS VARIABLES ANNUELS TOTAUX AU STADE DE LA REPRODUCTION (OPEX) [DROIT D'AMORTISSEMENT ANNUEL x 25 ANS = 288,00 €].		1200

Tableau b - Économie par équipement mécanique de la cultures des noisettes (machines appartenant aux cultivateurs ou louées ou utilisées par les entrepreneurs)

• Scarificateur Charrue monocorps de 60 cm de profondeur (ou charrue monoculturelle)	€ 1.400,00
• Tarière	€ 900,00
• Coupeur inter-rangs	€ 2.000,00
• Largeur de la herse rotative 210 cm	€ 2.300,00
• Epandeur centrifuge	€ 800,00
• Baril monté pour les traitements foliaires	€ 1.400,00
• Tronçonneuse d'élagage	€ 160,00
• Souffleur de pré-arrachage à dos à essence	€ 240,00
• Moissonneuse automotrice à entraînement pneumatique	€ 25.000,00
• Tracteur 100 CV	€ 48.000,00
• Remorque à un essieu de 3 tonnes	€ 3.000,00

Tableau c - Économie de la gestion du noyer de hazel dans la région de Langhe-Roero

PARAMÈTRE / COMPOSANT	NOTES	VALEUR ÉCONOMIQUE (€/Ha hors TVA)
PHASE DE GESTION EN PÉRIODE PRODUCTIVE	De la 8ème à la 25ème année incluse : • Broyages inter-rangs n°2	300
	• Binage manuel sous le rang n° 2	300
	• No. 2 du travail du sol entre les rangs (herse rotative)	200
	• Engrais organique azoté granulé 1 kg par plante et par an + engrais minéral ternaire (par exemple 15-5-20 + 2 MgO + 20 SO_3) avec bore et zinc + traitements phytosanitaires.	800
	• Dragage + élagage manuels	(250,00 + 442,50*) = 682,50
	• Hachage/préparation de la récolte	300
	• • Récolte (soufflage + récolteuse pneumatique automotrice ou traînée)	300
COÛTS VARIABLES ANNUELS TOTAUX DE LA PRODUCTION (OPEX)		**2.892,50**
AMORTISSEMENT ANNUEL TOTAL POUR LA PHASE DE PLANTATION ET DE REPRODUCTION SANS PRODUCTION		**469,4**
COÛTS TOTAUX DE PRODUCTION ANNUELLE/HECTARE (Y COMPRIS LA RÉCOLTE		**3.361,90**

Tableau d - Économie de la gestion du noyer de hazel dans la région de Langhe-Roero

PARAMÈTRE / COMPOSANT	NOTES	VALEUR ÉCONOMIQUE (€/Ha hors TVA)
COÛTS VARIABLES ANNUELS TOTAUX DE LA PRODUCTION (OPEX)		3.361,90
AMORTISSEMENT ANNUEL TOTAL POUR LA PHASE DE PLANTATION ET DE REPRODUCTION SANS PRODUCTION		469,4
CHIFFRE D'AFFAIRES DE LA PRODUCTION DE NOISETTES EN COQUE SÉCHÉES À 5,5 / 6 % D'EAU PROVENANT DE NOISERAIES ÂGÉES DE 10 À 25 ANS	**Prix moyen 2020 (ISMEA) de la variété Gentile Tonda della Langa Trilobata = € 4,70 / kg** **• HIGH HILLS OF THE LANGHE (> 600 MT ALTITUDE) = 1.500 kg/Ha**	7.050,00
	• COLLINE DE LANGAROLA MOYEN (< 600 MT ALTITUDE) = 2.000 kg/Ha	9.400,00
	• FOND DE LA VALLÉE DE LANGAROLO (< 300 MT ALTITUDE) = 2.500 kg/Ha	11.750,00
MARGE BRUTE (EBITDA) DE NOISETTES EN COQUE SÉCHÉES À UNE TENEUR EN EAU DE 5,5 / 6 % PROVENANT DE NOISERAIES ÂGÉES DE 10 À 25 ANS	• HIGH HILLS OF THE LANGHE	3.218,70
	• COLLINE DE LANGAROLA MOYEN	5.568,70
	• FOND DE LA VALLÉE DE LANGAROLO	7.910,70
ÉLÉMENTS DU BILAN NON PRIS EN COMPTE (À INSÉRER EN CAS D'ANALYSE TECHNIQUE ET FINANCIÈRE)	• Coût de location du terrain (ou : avantage foncier dans le cas de terrains en propriété) • Intérêts • Contributions à la PAC	

N.B. La tabella è impostata sulla base di tre situazioni classiche ricorrenti (noccioleti di fondovalle piano al di sotto dei 300 mt, di media collina, di alta collina), che dànno origine a tre modelli economici diversi, pur partendo da costi di base indicativamente simili.

2.4.3 Sous-produits de la chaîne d'approvisionnement en noisettes et implication des acteurs locaux pour leur réutilisation

La culture et la transformation des amandes produisent essentiellement deux sous-produits, qui doivent être éliminés :

- biomasse provenant de coquilles de noisettes après décorticage ;
- la biomasse issue de l'élagage.

Compte tenu du contexte spécifique de l'Alta Langa, et en particulier de la culture très répandue des noisettes, dont la filière est depuis des années de première importance pour l'économie locale, le GAL Leader Langhe Roero, en collaboration avec l'Unione Montana Alta Langa, a voulu rechercher des solutions d'économie d'énergie qui tiennent compte des ressources du territoire.

L'inexistence actuelle d'une filière de sous-produits de la cerise signifie que :

- l'élagage est laissé longtemps en bordure de champ, ce qui peut entraîner des risques phytosanitaires et d'incendie, ainsi que défigurer le paysage ;
- la solution actuelle adoptée par les agriculteurs pour l'élimination des sarments est de les brûler en plein air (pendant les périodes autorisées), avec émission de dioxyde de carbone et de poussières fines ; toutefois, dans le Piémont, le brûlage est interdit pendant de nombreux mois de l'année et les lois régionales réduisent chaque année la période pendant laquelle cette pratique est autorisée.

Il est nécessaire de rechercher des modes d'élimination alternatifs, qui peuvent également devenir «vertueux» s'ils sont bien structurés. C'est pourquoi une analyse technique précise de ces sous-produits a été réalisée, aboutissant à la production d'un «Vademecum pour la production et la valorisation de la biomasse résiduelle».

2.4.3 | a. Biomassa da gusci di nocciola

La biomasse issue des **coques de noisettes** est obtenue par le décorticage mécanique des noisettes séchées. Il s'agit d'un matériau homogène, composé de demi-coquilles lignifiées d'une taille adaptée à l'alimentation des centrales de (co)production électrique et thermique et des produits de bio-construction. Le tableau suivant résume l'utilisation classique dans les chaudières, les poêles et les fours :



Les coques de noisettes ne subissent aucun traitement chimique mais uniquement un traitement mécanique. Elles ont un pouvoir calorifique d'environ 4,2 KWht/kg (15,12 Mj/kg), une teneur en eau toujours inférieure à 10%, une densité apparente allant de 360 kg par mètre cube dans le cas des coques de noisettes fendues à 430 kg par mètre cube pour les coques de noisettes moulues.

La densité énergétique des coquilles de noisettes varie, toujours en tenant compte des coquilles de noisettes fendues plutôt que des coquilles de noisettes moulues, de 1 440 KWh/mètre cube à 1 720 KWh/mètre cube. Les cendres des coquilles de noisettes représentent environ 2%.

Avec un poids spécifique de 0,48 (480 kg x m3), les coques de noisettes ont un pouvoir calorifique de 4 630 kcal/kg, soit environ 44 % de moins que le gazole. Par conséquent, la combustion de 2,28 kg de coquilles de noisettes équivaut à 1 kg de carburant diesel.

2.4.3 | b. Biomasse issue de l'élagage des noisetiers

2.4.3 | b.a. Options et méthodes d'élagage

Dans ce qui suit, nous examinons les questions liées à l'élagage, qui présente différentes options et méthodes tant dans l'exécution de l'opération de coupe du bois excédentaire que dans la gestion de la logistique d'extraction et de transfert vers les sites de transformation finale.

Le noisetier est un arbre fruitier de la famille des Betulaceae qui, surtout ces dernières années, afin de réduire les coûts de culture, a vu l'introduction de techniques de culture favorisant une mécanisation totale, contribuant à contenir les principales physiopathologies, intégrant les pratiques de défense tout en respectant l'environnement.

En plus du traditionnel buisson polycaulescent, dans les nouvelles plantations en fond de vallée (où le risque de fortes chutes de neige est réduit), le choix de la forme monocaulescente s'élargit dans les différentes variantes : pot libre, monocône, ipsilon et haie.

Le choix du mode de taille des noisetiers tient compte de la tendance actuelle à l'augmentation de la densité de plantation, avec la nécessité de favoriser la mécanisation et d'éviter la concurrence en matière de lumière : il est donc conseillé de ne pas descendre en dessous de 5,00 m entre les rangs, avec une préférence pour 6,00 m.

Le noisetier est une plante particulièrement vivante en termes de drageons basaux, à tel point que s'il n'est pas entretenu, il se transforme rapidement en un buisson enchevêtré. C'est pourquoi la taille doit être effectuée au moins une fois par an afin que l'arbre reste productif et fonctionnel pour la récolte.

En fait, le noisetier est un arbuste touffu qui pousse très haut : s'il n'est pas réglementé, il peut atteindre jusqu'à 5 mètres de hauteur.

Le noisetier est un arbre qui résiste bien au froid : cela permet de le tailler pendant toute la saison hivernale, sauf dans les régions où les hivers sont particulièrement rigoureux.

En raison des caractéristiques végétatives du noisetier, l'élagage a plusieurs objectifs :

- Garder les drageons à distance - L'arbre a tendance à produire de nombreux drageons chaque année. C'est pourquoi il est nécessaire d'intervenir fréquemment afin d'éviter que l'arbre ne gaspille ses ressources nutritionnelles et pénalise ainsi le fruit.
- Maintenir l'arbuste en ordre - il faut agir pour obtenir un arbuste aéré et propre, de manière à faciliter la récolte et une bonne aération au sein de la couronne. Le noisetier a tendance à produire de nombreuses branches qui se croisent, la taille doit donc viser à maintenir un bon équilibre interne.
- Taille des branches - Les branches de plus de six ou sept ans, trop ligneuses, deviennent de moins en moins productives. En ce sens, l'élagage vise à maintenir le stock de branches jeunes, même dans ses tiges principales.
- Réduire la hauteur et la taille de l'arbre - le noisetier atteint une hauteur de 5 mètres, il est donc conseillé d'ajuster l'arbre pour qu'il ne dépasse pas 4 mètres.
- Respecter la bonne densité de plantation - pour respecter les règles du règlement de l'IGP «Gentile Tonda della Langa», il est nécessaire de maintenir la surface minimale de 20 mètres carrés par plante, pour un total maximum de 500 plantes/ha (exemple de disposition de plantation = mt 6,00 x 3,35 = 498 plantes/ Ha).

La taille de formation commence immédiatement après la plantation du jeune noisetier. Contrairement à d'autres espèces fruitières, aucune intervention complexe n'est nécessaire à ce stade. La première année, il est préférable de laisser l'arbre se développer librement sans intervenir ; ensuite, pendant au moins deux ans, on essaie de maintenir l'arbre en ordre en limitant les branches latérales, qui doivent être éclaircies.

En ce qui concerne la taille de production, sur des plantes âgées d'au moins quatre ans, le premier objectif est d'éliminer les branches sèches et les drageons de l'année. Trois à cinq tiges principales sont sélectionnées, sur lesquelles la plante entière sera plantée. Ces branches doivent avoir entre trois et cinq ans. Lors des élagages suivants, ces tiges seront progressivement renouvelées, en évitant les troncs de plus de six ans (pour maximiser le rendement de l'arbre).

En ce qui concerne la période de taille, la taille doit être effectuée lorsque le noisetier est en stase végétative, c'est-à-dire avant l'apparition des bourgeons de printemps, de novembre à fin février. Bien que le noisetier soit un arbre rustique et peu sensible au froid, si l'hiver est habituellement rude, il est conseillé d'éviter de couper en décembre et janvier et d'attendre fin février pour tailler.

La taille de production est effectuée annuellement pour enlever 10-15% de la végétation, laissant une bonne réserve de branches entre 20 et 25 cm de long. Dans les installations spécialisées, la lutte contre les drageons est également effectuée à l'aide de machines spéciales.

La technique de l'écorçage consiste à épaissir le feuillage et à stimuler les fleurs femelles. Elle se fait en cassant les branches latérales d'un an les plus vigoureuses et en laissant le morceau de branche à moitié détaché. Cela doit être fait entre juillet et août, et en hiver la branche est coupée, en enlevant la partie cassée.

Lors de la taille, il est recommandé de toujours utiliser des outils adaptés au type de coupe, bien aiguisés et surtout désinfectés. Il est également conseillé de couper à un angle de 45 degrés, ce qui empêche les gouttes d'eau de s'attarder sur la zone de coupe.

2.4.3 | b.b. Brûlant

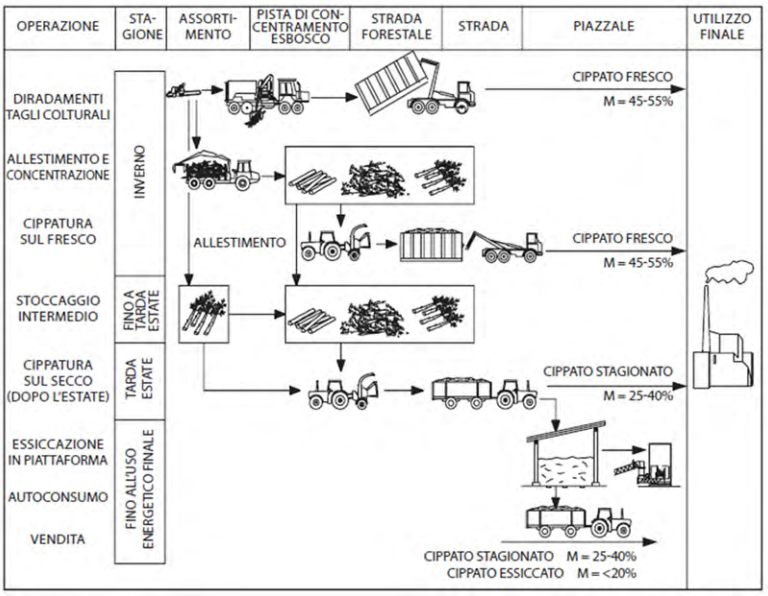
La tradition séculaire de brûler purement et simplement les résidus d'élagage détruit la ressource de «biomasse résiduelle de noisetier» sous forme d'élagage, en créant des gaz à effet de serre et des particules carbonées, ainsi qu'en diffusant des micropolluants formés lors de la combustion et/ou présents dans le bois, car ils sont adsorbés par la plante par phytoextraction du sol et apports de substances phytochimiques : ce sont les HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques), le chlore, les métaux lourds, les résidus de pesticides.

Il existe de nombreuses lois et réglementations en la matière, dont les applications diffèrent souvent même entre des communes voisines, bien que l'on observe une tendance progressive à l'interdiction du brûlage direct des déchets d'élagage.

Dans le Piémont, le brûlage est interdit pendant de nombreux mois de l'année et les lois régionales réduisent la période pendant laquelle cette pratique est autorisée chaque année.

2.4.3 | b.c. Mobilisation de la biomasse

La biomasse d'élagage peut être transférée de la noisetière au site de transformation de différentes manières, qui génèrent autant de systèmes logistiques dédiés. Le schéma suivant montre un organigramme pour la récupération de la biomasse résiduelle de la noiseraie, tandis que les suivants représentent deux options de traitement.



OPTION 1 : élagage avec transport immédiat du bois vers la plate-forme de traitement.



OPTION 2 : élagage avec séchage du bois sur le terrain, mise en copeaux en bord de route et transport des copeaux vers la plateforme de traitement ou directement chez l'utilisateur pour la production d'énergie thermique.



2.4.3 | b.d. Compte de résultat pour la taille, la récolte et l'utilisation de la biomasse corilicole

En tenant compte du fait que les coûts d'élagage sont toujours composés de quatre éléments (coupe à la tronçonneuse, transport semi-mécanisé à l'intérieur de la parcelle, consommation d'énergie, amortissement des machines), deux scénarios différents de récolte et d'utilisation de la biomasse corilicole ont été analysés, l'un avec livraison à un centre de stockage et de traitement de la biomasse à courte distance (distance inférieure à 8 km), l'autre à moyenne distance (distance inférieure à 25 km), avec deux profils économétriques conséquents.

Hypothèse 1 : transfert vers un centre de stockage et de traitement de la biomasse à courte portée (< 8 km)

- Coût de la main-d'œuvre pour la coupe avec une tronçonneuse ou une scie électrique (moyenne = 3,39 tonnes/Ha de biomasse t.q. avec 50% d'eau) = 420,00 Euro/Ha/an.
- Coût du transport semi-mécanisé de la biomasse élaguée jusqu'au bord de la parcelle (moyenne = 3,39 tonnes/Ha de biomasse q.t. avec 50% d'eau) = 22,50 Euro/Ha/an.
- Séchage de la biomasse au bord du champ (teneur en eau finale de 30 %) - Perte de poids de 35 % - Poids final du bois à 30 % de teneur en eau = 2,20 tonnes/Ha.
- Perte de poids lors du séchage naturel (de 50% à 30% de la teneur en eau totale) = -35% en poids (limite maximale N.A. de la teneur en eau de la biomasse lors de l'utilisation de la technologie de pyrogazéification = 30% de la teneur en eau en l'état).
- Consommation d'énergie = 12,50 euros / Ha / an.
- Amortissement des machines = 10,00 Euro/Ha/an.
- COÛT TOTAL DE LA PRODUCTION DE BIOMASSE À PARTIR D'ÉLAGAGE EX-WORKS AZ. PRODUCTEUR AGRICOLE DE HAZELS = 442,50 Euro/Ha/an.
- COÛT TOTAL DE PRODUCTION PAR UNITÉ DE BIOMASSE ISSUE DE L'ÉLAGAGE EX-WORKS AZ. FERME PRODUCTEUR = 201,14 Euro/Tonne.
- Coût du transport de la ferme au centre de stockage «courte distance» (bois avec 30% de teneur en eau) = 30,00 Euro/Tonne.
- **Coût réel de la biomasse séchée sur le terrain à un rendement de 30 % de teneur en eau, départ centre de stockage = 231,14 euros/tonne.**

Hypothèse2 : transfert vers un centre de stockage Et de traitement de la biomasse à distance moyenne (< 25km)

- Coût de la main-d'œuvre pour la coupe avec une tronçonneuse ou une scie électrique (moyenne = 3,39 tonnes/Ha de biomasse t.q. avec 50% d'eau) = 420,00 Euro/Ha/an.
- Coût du transport semi-mécanisé de la biomasse élaguée jusqu'au bord de la parcelle (moyenne = 3,39 tonnes/Ha de biomasse q.t. avec 50% d'eau) = 22,50 Euro/Ha/an.
- Séchage de la biomasse en bordure de champ (teneur en eau finale = 30%) Perte de poids de 35% Poids final du bois à 30% de teneur en eau = 2,20 tonnes/Ha.
- Perte de poids lors du séchage naturel (de 50% à 30% de la teneur en eau totale) = -35% en poids (N.A. Limite maximale de la teneur en eau de la biomasse lors de l'utilisation de la technologie de pyrogazéification = 30% de la teneur en eau en l'état).

- Consommation d'énergie = 12,50 euros / Ha / an.
- Amortissement des machines = 10,00 Euro/Ha/an.
- COÛT TOTAL DE LA PRODUCTION DE BIOMASSE À PARTIR D'ÉLAGAGE EX-WORKS AZ. PRODUCTEUR AGRICOLE DE HAZELS = 442,50 Euro/Ha/an.
- COÛT TOTAL DE PRODUCTION PAR UNITÉ DE BIOMASSE ISSUE DE L'ÉLAGAGE EX-WORKS AZ. FERME PRODUCTEUR = 201,14 Euro/Tonne.
- Coût du transport de la ferme au centre de stockage «moyenne gamme» (bois avec 30% de teneur en eau) = 50,00 Euro/Tonne.
- **Coût réel de la biomasse séchée sur le terrain à un rendement de 30 % de teneur en eau, départ centre de stockage = 251,14 euros/tonne.**

Vous trouverez ci-dessous quelques scénarios pour différents types d'équipements/chantiers de récolte pour l'élagage et le débardage du bois, avec les tarifs correspondants pour différentes opérations combinables :

Motosega
prezzo: 500-900 €
produttività in fustaia:
1-1,2 m³/h (diradamento)
2-2,5 m³/h (maturità)
produttività in ceduo:
0,4-0,7 msa/h (cedui mediocri)
0,8-1,8 msa/h (cedui ben sviluppati)
consumo orario: 0,6-1 l (miscela)
costo orario ≈ 18-20 €




Trattore con verricello
prezzo trattore: 45.000-60.000 €
prezzo verricello: 3.000-4.200 €
produttività in fustaia: 2,5-6 m³/h
produttività in ceduo: 3-7 msa/h
consumo orario: 4 - 9 l
costo orario: ≈ 45-50 € (2 operatori)




Trattore con rimorchio
prezzo trattore: 45.000-60.000 €
prezzo rimorchio: 8.000-25.000 €
capacità di carico: 5-15 t
produttività: 5-12 m³/h
(a seconda della distanza di esbosco)
consumo orario: 5-10 l
costo orario: ≈ 40-50 €




Gru a cavo a stazione motrice mobile
leggera
prezzo: 40.000-120.000 €
trazione massima: 2.000 daN
produttività: 3-6 m³/h
consumo orario: 5-6 l
costo orario: ≈ 25-40 €
media
prezzo: 100.000-220.000 €
trazione massima: 5.000 daN
produttività: 3-12 m³/h
consumo orario: 6-10 l
costo orario: ≈ 40-80 €




Processore su trattore
prezzo trattore: 30.000 €
prezzo processore: 45.000 €
diametro massimo di taglio: 48 cm
diametro massimo di sramatura: 40 cm
produttività: 10-15 m³/h
consumo orario: 4-5 l
costo orario: ≈ 35 €




Processore su escavatore
prezzo escavatore: 170.000 €
prezzo processore: 60.000 €
diametro massimo di taglio: 65 cm
diametro massimo di sramatura: 60 cm
produttività: 15-40 m³/h
consumo orario: 15 - 17 l
costo orario: ≈ 85 €




Cippatrice
piccola potenza
prezzo: 3.500-35.000 €
diametro lavorabile: max 20 cm
consumo orario: 5-8 l
produttività: 2-3 t/h
media potenza
prezzo: 15.000-75.000 €
diametro lavorabile: max 30 cm
consumo orario: 10-14 l
produttività: 4-7 t/h
elevata potenza
prezzo: 31.000-250.000 €
diametro lavorabile: >30 cm
produttività: 13-20 t/h
consumo orario: 34-38 l
costo orario: ≈ 150-190 €






Segalegna
prezzo: 600-2.000 €
diametro lavorabile: 14-25 cm
Spaccalegna
prezzo: 1.500-14.000 €
lunghezza tronco lavorabile: 0,3-4 m
Combinate (sega-spaccalegna)
prezzo: 7.000-70.000 €
diametro lavorabile: 25-60 cm
lunghezza tronco lavorabile: 2-6 m
costo orario: ≈ 70-150 €




2.4.3 c. Tableaux techniques pour la réutilisation des sous-produits du corail

Afin de trouver une solution qui combine l'objectif d'économie d'énergie avec la nécessité d'éliminer les sous-produits de la noisette, et après avoir partagé les informations recueillies dans le vade-mecum avec les référents du projet, tous les acteurs agricoles du territoire ont été impliqués dans plusieurs Tables de Travail, pour tenter d'identifier les utilisations possibles des sous-produits de la noisette, afin de transformer les déchets en ressource énergétique ; le rôle du GAL et de l'Unione Montana Alta Langa a été d'encourager l'économie circulaire sur le territoire, en permettant de transformer un problème actuel (l'élimination des sous-produits) en une opportunité en termes de réduction des coûts, de réduction du problème de l'interdiction toujours plus grande de brûler, et d'ouverture d'un nouveau canal commercial.

Les 23 juillet et 5 octobre 2020 respectivement, se sont tenues les 1ère et 2ème TABLES DE TRAVAIL TECHNIQUES - organisées par le GAL (avec le soutien d'un professionnel compétent) avec la participation de l'Unione Montana Alta Langa, des Organisations de Producteurs Corilicoles (Asprocor et Asco Piemonte), des Associations Commerciales Agricoles (Coldiretti, Confagricoltura, CIA) - au cours desquelles ont été esquissées deux orientations possibles pour l'utilisation des sous-produits :

- Production d'énergie grâce à un pyrogazéificateur : utilisation de la biomasse ligneuse provenant de la taille et du décorticage des noisettes à des fins énergétiques, par le biais du processus de pyrogazéification, avec production de charbon bio pour une réutilisation dans la culture des coraux (voir chapitre 4) ;
- Production de matériaux de bioconstruction : utilisation de la biomasse ligneuse issue de la taille et du décorticage des noisettes dans la bioconstruction en tant que composante des biolatéraux (voir chapitre 5).

2.4.4 Première orientation : production d'énergie, pyrogazéification et biochar

Dans un premier temps, l'intérêt du groupe de travail s'est porté sur la production d'énergie par pyrogazéification, une technique pas encore mature qui permet de produire de l'énergie avec un impact environnemental nettement amélioré par rapport à la combustion directe normale :

- il n'y a pas de combustion avec émission en amont de gaz d'échappement dans l'atmosphère, ni de production de particules, mais une transformation en un gaz de synthèse qui permet de meilleures performances thermiques ;
- Le «biochar» est produit comme un résidu, un charbon actif trabéculaire, qui permet une filtration «biologique» (par exemple, les filtres à charbon actif pour l'air et l'eau). Le biochar est également intéressant pour le retour au sol, sous forme d'amendement (il suffit de l'épandre sur le sol, il agit sur les sels minéraux du sol), d'engrais (dans des préparations qui mélangent le biochar avec des engrais chimiques ou biologiques et des fumiers) et d'amélioration de l'hygro-compatibilité du sol (réduction du ruissellement du sol) ;

La pyrogazéification pourrait être l'avenir du chauffage dans des régions telles que le GAL, qui disposent d'une grande quantité de biomasse, et elle pourrait également devenir une source de revenus pour les entreprises en résolvant le problème de l'élimination du bois d'élagage.

2.4.4 a. Valorisation de la biomasse issue de la taille des noisetiers : pouvoir calorifique et hypothèse de viabilité économique pour une installation de pyrogazéification.

En vue de valoriser les résidus d'élagage au moyen d'installations appropriées de cogénération et/ou de récupération de chaleur et de cendres, de nombreuses études privées et publiques ont été menées en Italie, principalement par des universités.

En simplifiant et en approximant pour donner un ordre de grandeur, une noiseraie mature (c'est-à-dire une noiseraie âgée d'environ 10-25 ans) produit annuellement comme résidu de taille environ 2,5 tonnes de biomasse par hectare (en moyenne à environ 50% de teneur en eau en l'état - définie commercialement par le terme «humidité» - et donc avec 50% de matière sèche), avec des fluctuations de 1 à2 4 tonnes/hectare/an.

Un paramètre d'une importance considérable pour l'évaluation de la biomasse ligneuse est son taux d'humidité. La quantité d'eau présente dans le bois, exprimée en pourcentage d'humidité par rapport à la masse humide, a un effet sur le pouvoir calorifique, d'une part parce que, pour un même poids, plus le bois est humide, plus la quantité de matière sèche disponible est faible, et d'autre part parce que l'eau présente soustrait de la chaleur pour sa propre évaporation, et réduit donc le pouvoir calorifique inférieur.

En calculant le contenu énergétique du bois résiduel de la taille des noisetiers avec une teneur en eau de 50% au moment de la taille, voici quelques chiffres intéressants :

- Le contenu calorifique commercial de la biomasse de taille de noisetier est ▸ d'environ 9 MJ/kg.
- Correspondant à ▸ environ 22 500 MJ/Ha (avec 2,5 tonnes/ha de bois de taille valorisable).
- 1 kg de diesel donne 42,7 MJ, donc ▸ (22.500 : 42.7) = environ 527 kg/Ha d'équivalent diesel.
- Valeur commerciale au détail du gazole « à la pompe « moyenne de 1,25 euro par litre ▸ 1,47 euro par kg (poids spécifique du gazole commercial = 850 grammes/litre).
- Valeur commerciale brute correspondante x Ha x année d'élagage ▸ environ 775,00 Eur/Ha/an.
- 1 litre de diesel commercial émet, lors de la combustion :
  - ✓ 2,6 kg de CO2
  - ✓ 1,15 kg d'eau
- Par conséquent, 1 ha de copeaux de bois permet d'économiser ▸ **1.370 kg/Ha/an de CO2 comme émissions de gaz à effet de serre économisées.**

L'énergie potentielle contenue dans la biomasse issue de la taille des noisetiers peut être utilisée dans des chaudières traditionnelles ou dans des systèmes de cogénération.

Les installations de pyrolyse et de (PYRO)GAZSIFICATION, selon la capacité de l'installation (qui peut varier de quelques kW à plusieurs MW), utilisent les résidus végétaux et organiques comme matière première pour la pro-

duction d'énergie thermique et électrique et de biochar, avec une teneur en eau ne dépassant pas 30 %, des rendements énergétiques compris entre 85 et 90 % et un rendement de combustion supérieur à 93 %.

Le système peut produire de l'électricité lorsqu'il est combiné à des moteurs endothermiques, des turbines à vapeur, un moteur Stirling ou des systèmes utilisant l'effet Seebeck (effet thermoélectrique par lequel une différence de température génère de l'électricité dans un circuit constitué de conducteurs métalliques ou semi-conducteurs).

En collaboration avec le professeur Carlo Rosso, un CALCULATEUR a été mis au point qui, en tenant compte de différents coefficients liés à la saison, à l'humidité et à d'autres valeurs, permet de déterminer le rapport entre la surface à chauffer et la surface cultivée en noisettes, d'où provient la biomasse issue de l'élagage.

Il s'agit d'un modèle excel, dans lequel - en changeant la valeur des mètres carrés du bâtiment à chauffer - on obtient automatiquement la valeur correspondante des hectares de noisetier suffisants pour produire la biomasse nécessaire à l'autonomie énergétique de ce bâtiment.

Pour chauffer, par exemple, une surface de 150 m^2, environ 5 Ha de corileto seront nécessaires.

Dati di input		***BIOMASSA ▶ LEGNO DA POTATURA DI NOCCIOLETO***			
Potere calorifico legno anidro				**Richiesta energetica edifico**	
18.00	**Mj/kg ▶**	5.00	**kWh/kg**	350.00	**kWht/mq/anno**
Rendimento termico				52,500.00	**kWht/anno**
0.90				**Metri quadri edificio**	150.00 **mq**
Legna 50% umidità/Ha/anno		**Umidità iniziale =**	50.00%		
3.39	**ton/Ha ▶**	3,390.00	**kg/Ha**		
Legna 30% umidità/Ha/anno		**Umidità iniziale =**	30.00%		
2.20	**ton/Ha ▶**	2,203.50	**kg/Ha**		
Perdita di peso del legno					
35.00%					
Coefficiente di maggiorazione per giornate invernali		2.50		**Mesi/anno di utilizzo riscaldamento**	6.00

Fabbisogno energetico edificio	52,500.00	**kWht/anno**			
Fabbisogno energetico orario massimo	33.76	**kWht/h**	**Consumo orario legna 30% umidità**	6.75	**kg/h**
			Consumo complessivo annuo	10,500.00	**kg legna al 30% umidità**
			Superficie minima di coltivazione di nocciolo per soddisfacimento fabbisogno con potatura	4.77	**Ha di noccioleto**

Outre la présence de TAR en phase liquide (selon le type d'installation), le seul résidu obtenu dans les installations de pyrolyse et de pyrogazéification est le BIOCHAR, une matière carbonée obtenue par dégradation thermique (pyrolyse) de la biomasse, tant d'origine animale que végétale.



La définition du certificat européen Biochar est la suivante : « Un matériau hétérogène riche en systèmes aromatiques et minéraux. Il doit être obtenu par pyrolyse de la biomasse produite de manière durable, dans des conditions contrôlées et en utilisant une technologie propre ; il doit avoir des propriétés qui lui permettent d'être utilisé à toutes fins autres que la

minéralisation rapide du dioxyde de carbone ; et il doit conserver des caractéristiques qui permettent de l'utiliser comme conditionneur de sol».

En ce qui concerne l'utilisation du biochar de noisetier dans les pépinières et les champs ouverts, il présente de très bonnes caractéristiques chimiques et physiques d'un point de vue agronomique. Le charbon bio produit à partir des tailles de noisetiers est considéré comme étant d'excellente qualité, il répond à tous les paramètres exigés par la législation européenne pour les amendements de sol, il n'a pas d'effets phytotoxiques sur les cultures, il ne modifie pas de manière significative la charge microbienne dans la rhizosphère et il augmente la capacité de stockage de l'air et de l'eau dans le sol, augmentant également la porosité du sol et agissant comme un décompacteur de sol.

En ce qui concerne la RENTABILITÉ ÉCONOMIQUE DES INSTALLATIONS DE PYROGASSIFICATION, même avec les nombreuses combinaisons possibles du type d'installation, de la taille et de la technologie utilisée, ainsi que les variables des incitations, de la vente de l'énergie produite et des économies dues à l'autoconsommation, on peut établir l'hypothèse de rentabilité suivante pour une installation de microcogénération électrique et thermique de 15 kWe utilisant la technologie de pyrogazéification avec récupération de la chaleur et production de biochar (cendres de charbon actif).

- Coût de la construction et de l'installation = 75 000 euros.
- Utilisation moyenne (après déduction du temps de maintenance ordinaire et extraordinaire) = 7 200 heures/an.
- Nombre de jours/équivalent annuel = 300 jours.
- Quantité de biomasse entrante (teneur en eau comme 30% de biomasse semi-sèche) = 100 tonnes/an.
- S.A.U. - équivalent d'une noiseraie au régime = 40,00 Ha.
- Production d'électricité = 108 000 kWhe/an.
- Production de chaleur récupérable = environ 125 000 kWht/an.
- Production de biochar = environ 32 tonnes/an.
- Prix unitaire de transfert de l'électricité = 0,25 euro/kWhe.

Performances économiques et financières :

- Revenu annuel de la production d'électricité = 27 000 euros.
- Revenu annuel de la production de chaleur = 6 250 euros.
- Revenu annuel de la production de biochar = 2 450 euros.
    - Total des recettes = 35 700 euros.
    - Bénéfice brut moyen global (EBITDA) = 54% = 19 280 €.
    - R.O.I. (retour sur investissement) = 25,71%.
    - Période de remboursement = 46,67 mois (environ 3,9 ans).

2.4.4 | b. Compte de profits et pertes pour la production secondaire de biomasse dans le secteur corilicole

Les variables économiques du secteur de la cerise doivent être analysées en tenant compte de la récupération possible de la valeur ajoutée de la valorisation de la biomasse non alimentaire (voir point 3.2.4), qui complète le rendement économique de la production de noisettes (voir tableaux du point 2.4.3).

Par conséquent, les deux scénarios économiques différents pour le système corilicole, déjà abordés dans la section 3.2.4, sont résumés ci-dessous.

2.4.4 | b.a. Hypothèse 1 : Transfert vers un centre de stockage et de traitement de la biomasse à courte distance (< 8 km)

- Coût réel de la biomasse séchée sur le terrain à un rendement de 30 % de teneur en eau, départ centre de stockage = 231,14 euros/tonne.
- Rendement en énergie électrique d'une tonne de biomasse avec 30 % d'eau par pyrogazéification = 0,91 tonne/kWhe = 1,1 kWhe/kg de biomasse.
- Rendement en énergie électrique de l'élagage de 1 ha de biomasse avec 30% d'eau par pyrogazéification = 2,420 kWhe/Ha de biomasse.
- Chiffre d'affaires-équivalent pour 1 Ha d'élagage corilicole comme production d'électricité avec vente concessionnaire (0,25 Euro/kWhe) = 605,00 Euro/Ha/an = 275,00 Euro/Tonne de biomasse à 30% de teneur en eau contre 231,14 Euro/Tonne de coût total de production.

Le solde total de la chaîne d'approvisionnement est positif. Le coût de la biomasse séchée comprend également le coût de l'élagage

2.4.4 | b.b. Hypothèse 2: Transfert vers un centre de stockage et de traitement de la biomasse à moyenne distance (<25 km)

- Coût réel de la biomasse séchée sur le terrain à un rendement de 30 % de teneur en eau, départ centre de stockage = 521,14 euros/tonne.
- Rendement en énergie électrique d'une tonne de biomasse avec une teneur en eau de 30% par pyrogazéification = 0,91 tonne/kWhe = 1,1 kWhe/kg de biomasse.
- Rendement en énergie électrique de l'élagage de 1 ha de biomasse avec 30% d'eau par pyrogazéification = 2,420 kWhe/Ha de biomasse.
- Chiffre d'affaires-équivalent pour 1 Ha d'élagage corilicole comme production d'énergie électrique avec vente concessionnaire (0,25 Euro/kWhe) = 605,00 Euro/Ha/an = 275,00 Euro/Tonne de biomasse à 30% de teneur en eau vs 251,14 Euro/Tonne de coût total de production.

Le bilan global de la chaîne est toujours positif.

2.4.4 | b.c. Résumé des indices pour les déchets de la biomasse corticole

- Production de bois d'élagage «tel quel» (moyenne) à 50% de teneur en eau = 3,38 tonnes/Ha/an.
- Production de bois d'élagage «tel quel» (moyenne) à 30% de teneur en eau = 2,20 tonnes/Ha/an.
- Production de noisettes séchées en coque à partir de coril groves en pleine production (moyenne des différents écosystèmes) = 2,00 tonnes/Ha/an.
- Production moyenne de coques de noisettes (variété TGL) = 55% en poids de noisettes entières séchées = 1,10 tonnes/ha/an.
- Le bois d'élagage à 30% de teneur en eau a un contenu énergétique moyen de 18,00 Mj/kg.
- Les coques de noisettes ont un contenu énergétique moyen de 15,12 Mj/kg.
- La valeur marchande du bois d'élagage vendu au bord du champ séché à 30% d'eau = Euro/tonne 20,00
- La valeur marchande de la coque de noisette vendue pour le chauffage dans le poêle au départ de l'usine de décorticage = 145,00 euros/tonne.
- La valeur nette totale de la biomasse résiduelle d'un hectare de noisetier est la suivante :
    - Valeur nette du bois d'élagage = Euro/Ha/an 44,00
    - Valeur nette de la coque de noisette = Euro/Ha/an 200,10
- Productivité en termes de biochar issu de la pyrogazéification du bois d'élagage = (rendement théorique de 9% de biochar sur du bois à 30% de teneur en eau) = kg/Ha (2.200 x 0,09) = 198 kg/Ha/an de biochar commercial.
- Valeur commerciale du biochar en granulés = 400,00 euros/tonne.
- Chiffre d'affaires de la biomasse d'élagage :
    - Option 1 : Chiffre d'affaires de la vente directe de bois d'élagage = Euro/Ha/an 44,00.
    - Option 2 : Chiffre d'affaires du biochar provenant du bois d'élagage = 79,20 euros/Ha/an.
- Chiffre d'affaires des coques de noisettes = 159,50 euros/Ha/an.
- Chiffre d'affaires maximum de la vente de biochar + coquilles de noisettes = Euro/Ha/an 238,70.

2.4.4 | b.d. Résumé de l'économie des déchets de la biomasse corilicole (livraison courte)

- Coût final réel de la biomasse issue de l'élagage avec une teneur en eau de 30 % et produite au centre de stockage = 231,14 euros/tonne.
- Coût final réel des coquilles de noisettes (départ usine et post-traitement sur le site de décorticage) = 0,00 euro/tonne.
- Quantité moyenne de biomasse issue de l'élagage (séchée à M = 30%) x Ha x année = 2,20 Tonnes/Ha.
- Quantité moyenne de biomasse en coque par Ha x année = 1,10 Tonnes/Ha (= 55% en poids de la production moyenne totale de 2,00 tonnes/Ha de noisettes en coque séchées à 5,5% d'eau).
- Prix de transfert de la biomasse issue de l'élagage (30% de teneur en eau au départ du site de broyage) = 20,00 Euro/Tonne.
- Prix de transfert de la biomasse à partir de la coquille (<10% de teneur en eau au départ du site de décorticage) = 145,00 Euro/Tonne.

- Chiffre d'affaires de la biomasse d'élagage :
  - Option 1 : Chiffre d'affaires de la vente directe de bois d'élagage = Euro/Ha/an 44,00.
  - Option 2 : Chiffre d'affaires du biochar provenant du bois d'élagage = 79,20 euros/Ha/an.
- Chiffre d'affaires de la vente directe de bois d'élagage = Euro/Ha/an 44,00.
- Chiffre d'affaires du biochar issu du bois d'élagage = 79,20 euros/Ha/an.
- Chiffre d'affaires total de la biomasse issue des coquillages = 159,50 euros/Ha/an.
- Chiffre d'affaires total maximal de la biomasse résiduelle = Euro/Ha/an (79,20 + 159,50) = Euro/Ha/an 238,70.
- Coût total du transport de la biomasse issue de l'élagage = (0,00déjà comptabilisé dans le coût de production)
- Coût total de la production de biomasse à partir de l'élagage effectué sur la plate-forme de traitement de la biomasse de f.co = [Euro/Ha/an 430,00 + 22,50 + (2,20 x 30)] = Euro/Ha/an 452,50.

Le chiffre d'affaires de 238,70 Euro/ha/an produit par la biomasse générée à partir de 1 Ha de noisetier en pleine production (taille + coques) permet de récupérer plus de 50% des coûts de gestion et de production de la biomasse (Euro/Ha/an 452,50)

Viabilité économique - La biomasse d'élagage, ainsi que la biomasse de coquille, présente un intérêt potentiel (également d'un point de vue économique) pour les utilisations énergétiques et la production de biochar.

2.4.4 c. Le criticità della pirogassificazione in contesto "Alta Langa"

Les enquêtes ont révélé que :

- les pyro-gazéifieurs actuellement sur le marché sont de grande taille ;
- À Alta Langa, il n'est pas imaginable de construire un seul centre de pyrogazéification en raison de problèmes logistiques, car la collecte et la livraison des branches détermineraient des coûts qui ne sont actuellement pas supportables pour l'agriculteur ;
- Il faudrait pour cela construire un petit pyrogazéificateur adapté à chaque entreprise, qui pourrait alors utiliser elle-même les déchets de production (chauffage des bâtiments).

Les coûts pour la construction d'un prototype de petit pyrogazeur sont d'environ 50 000 euros pour la conception et 150 000 euros pour la construction, des montants très élevés pour lesquels les ressources du projet Alcotra (environ 70 000 euros à la disposition de l'Unione Montana Alta Langa) ne sont pas suffisantes.

- Pour le DESIGN, des sujets compétents dans le domaine ont été identifiés au sein du Politecnico di Torino, capables de concevoir un pyrogazéificateur de petite taille à utiliser comme prototype.
- Pour la CONSTRUCTION DU PROTOTYPE, l'intérêt de partenaires privés a été sondé, parmi lesquels SIMIC (une entreprise de Camerana qui s'occupe de chaudronnerie, de cryogénie et de chambres à vide, d'usinage de précision, de montage et de maintenance d'installations industrielles) et EGEA (une entreprise

de services publics multiples particulièrement axée sur la requalification énergétique et les services environnementaux) ; La FONDAZIONE AGRION (Centre régional de recherche et d'innovation du Piémont dans le secteur des fruits et légumes et, surtout, de la culture des cerises), qui effectue des essais sur les noisettes à Cascina Nasio, à Cravanzana, a également manifesté son intérêt pour le sujet.

- MISMATCH DE TEMPS. Malheureusement, le temps nécessaire à l'élaboration d'un ACCORD-CADRE entre les organismes publics et privés impliqués (pour définir les activités, les coûts, les rôles, la propriété des brevets, les aspects juridiques) n'était pas compatible avec celui du projet Alcotra, de sorte que l'Unione Montana Alta Langa - tout en comprenant l'ampleur de l'innovation liée à la technologie de la pyrogazéification - ne pouvait pas investir les ressources Alcotra dans la conception d'un pyrogazéificateur à petite échelle sans avoir d'amples garanties sur la construction ultérieure du prototype.

La première approche n'étant pas réalisable, le GAL et l'Unione Montana Alta Langa, d'un commun accord, se sont orientés vers le développement d'une chaîne d'approvisionnement potentielle pour la production de matériaux de bioconstruction.

2.4.5 Deuxième orientation : matériaux de construction écologiques

Le GAL et UMAL se sont mis d'accord sur les actions à mener et, en particulier, l'accord suivant a été conclu :

- Le GAL est chargé de l'étude technique et scientifique et de la consultation des acteurs locaux, visant à identifier les utilisations possibles des sous-produits issus de la culture et de la première transformation des noisettes (ci-après dénommés «biomasse chorilicole») dans le secteur de la bio-construction ; En particulier, l'objectif est d'explorer la possibilité d'utiliser la biomasse chorilicole comme un composant à mélanger avec d'autres composants naturels pour la production de matériaux isolants pour la bio-construction (notamment des briques et des tuiles faites d'un mélange d'argile et/ou de chaux avec du chanvre et de la biomasse chorilicole) ;
- UMAL est chargée de la réalisation d'une intervention de bio-construction et, en particulier, de l'isolation thermo-acoustique de deux pièces de l'immeuble où se trouve son siège à Bossolasco, Piazza Oberto n. 1, en utilisant des objets de bio-construction réalisés en partie avec du chanvre et en partie avec de la biomasse corallienne, afin de tester la possibilité de leur utilisation concrète ; en outre, UMAL réalisera un show room à caractère didactique pour témoigner des résultats et de l'impact positif de la requalification en termes d'économie d'énergie.

Trois voies possibles ont été identifiées, dans trois domaines :

- dans le domaine de l'efficacité énergétique/construction/anti-sismique : combinaison du chanvre (matériau à fibres longues) avec des coquilles de noisettes et du bois (matériaux sans fibres et à faible pouvoir liant) dans la production de briques isolantes, brutes et cuites, et de tuiles creuses ;
- dans le domaine de l'efficacité énergétique/isolation/antisismique : production de matériaux composites pour la construction de murs préfabriqués en bois, réalisés à partir de matériaux agricoles et organiques (par exemple, matériel de taille de noisetier, paille pressée, balle de riz) ;

- dans le domaine de l'efficacité énergétique/de l'isolation : production d'enduits et de plâtres en combinaison avec la laine résiduelle provenant de la tonte des moutons Langa (lanoline) pour la production de matériaux composites, également avec un mélange de chaux et/ou d'argiles pour les mortiers, les enduits, les plâtres, le remplissage isolant des cavités.

L'intérêt s'est porté principalement sur le premier domaine, compte tenu de l'intention de réaliser une intervention de requalification énergétique de l'immeuble du siège de l'Unione Montana Alta Langa (UMAL), à Bossolasco (CN), en utilisant des briques et des dalles constituées d'un mélange d'argile et/ou de chaux avec des déchets de chanvre et de noisettes. Une recherche approfondie a montré qu'il n'existe pas dans le Piémont d'industrie produisant des briques isolantes avec des fibres naturelles (une recherche a également été effectuée sur le «Catalogue transfrontalier de produits de construction certifiés et éco-durables» réalisé par la Chambre de commerce de Cuneo sur le projet Alcotra N.1660 «Eco Bati»), car il s'agit de matériaux très innovants. Il n'y a pas assez d'opérateurs économiques sur le marché local pour être chargés de tester et de fabriquer des produits de bio-construction comme le demandent le GAL et l'UMAL.

Ce n'est qu'après des recherches approfondies que l'entreprise **SENINI SPA de Montichiari** (Brescia) a été identifiée comme l'une des rares entreprises en Europe à produire une bio-brique en chaux et chanvre, selon une technique totalement durable (à vibration). L'expérience de plusieurs dizaines d'années de Senini dans la fabrication de bio-briques s'est perfectionnée au fil du temps grâce à l'utilisation du chanvre hempapulo (c'est-à-dire le composant lignifié de la tige de la plante), grossièrement broyé (1 à 2 cm de longueur) et mélangé à 50% en poids avec du carbonate de calcium sans additifs synthétiques. Le résultat est une brique qui convient aux revêtements intérieurs et extérieurs, elle ne peut pas être endommagée, elle peut être remplie et enduite à volonté, avec de précieuses propriétés d'isolation thermo-acoustique (une épaisseur de 20 cm offre un coefficient Lambda de 0,03, comparable au polystyrène). La brique de chaux et de chanvre est également le premier matériau de construction dont l'empreinte carbone est «négative» : le cycle complet de sa production, grâce également à la technique de la «vibration de presse», aboutit à un bilan global négatif des émissions de CO2, car la quantité de CO2 captée et séquestrée est supérieure à celle émise pendant le cycle de vie du matériau. Il s'agit d'une technologie à très faible impact environnemental, qui a éliminé la combustion habituellement nécessaire pour obtenir les hautes températures de cuisson des briques de four classiques.

L'intention est donc d'expérimenter l'inclusion de biomasse dérivée du noisetier (coquilles, limon, sable siliceux), de chaux et/ou de gravier de moraine tamisé, de chanvre pour la production de briques et de tuiles creuses.

2.4.5 | a. Activités préliminaires

SENINI a manifesté son intérêt pour l'expérimentation de l'utilisation de la biomasse chorilicole (coques de noisettes, tailles broyées et tamisées) pour de nouveaux produits bioconstructeurs, en contribuant également à l'expérimentation d'un point de vue économique en effectuant des tests gratuits en laboratoire avant la production des machines et en prenant partiellement en charge les coûts de production des machines des prototypes de produits bioconstructeurs avec des additifs de la biomasse chorilicole.

Le GAL a également identifié l'exploitation fournissant la biomasse choricole : Azienda Agricola Giulio Bertone de Torre Bormida (CN), pour la fourniture de coques de noisettes hachées et de copeaux d'élagage hachés.

Le 30 septembre 2021, le GAL a envoyé à SENINI un échantillon de biomasse corallienne composé de 20 kg de coquilles et de 20 kg de bois provenant de l'élagage, convenablement haché et déchiqueté, afin que SENINI puisse

effectuer quelques essais en laboratoire en vue de l'utiliser comme composant de briques obtenues brutes par pression-vibration, après quoi la poursuite de l'expérience avec la production de machines serait envisagée.





L'expérimentation réalisée avec des coquilles de noisettes et des émondes de noisettes, fragmentées et réduites à une taille appropriée pour être amalgamées avec des matériaux naturels complémentaires (sols, carbonates, argiles cimentaires, etc.), avait pour but de développer une ou plusieurs formules de mélange de différents ingrédients naturels avec des coquilles de noisettes et/ou des émondes de noisettes, afin d'obtenir des briques brutes utilisables comme revêtements externes et/ou internes dans la bio-construction.

Les tests de laboratoire ont donné des résultats positifs, parmi lesquels le «Test 1 bis» a été identifié comme le mélange le plus performant.



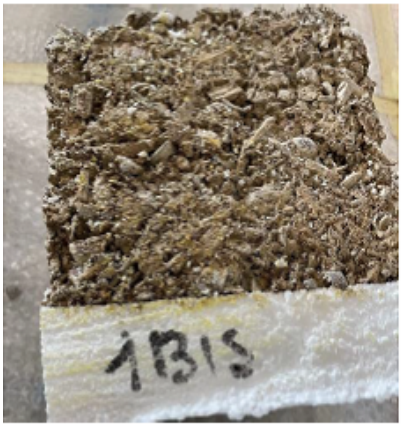
PROVA 1			
	[Kg]	[%]	
Cippato	5,00		25%
Nocciolino	5,00		25%
LDN	1,30	7%	13%
Cem 42,5	1,30	7%	
Terra cruda fluida	13,00		
Terra Cruda	7,02		36%
Peso totale	19,62		100%

Note:

data prova

11/10/2021

Materiale dall'aspetto compatto, ma si sbriciola completamente al contatto. È stato testato anche in macchina, con buona lavorabilità.



PROVA 1 bis			
	[Kg]	[%]	
Cippato	0,50		23%
Nocciolino	0,50		23%
LDN	0,26	12%	23%
Cem 42,5	0,26	12%	
Terra cruda fluida	1,30		
Terra Cruda	0,70		32%
Peso totale	2,22		100%

Note:

data prova

11/10/2021

Materiale ben compattato e all'apparenza molto resistente. Buona lavorabilità.



PROVA 2

	[Kg]	[%]	
Cippato	0,30		17%
Nocciolino	0,50		28%
LDN	0,20	11%	11%
Cem 42,5		0%	
Terra cruda fluida	1,50		
Terra Cruda	0,81		45%
Peso totale	1,81		100%

Note:

data prova

11/10/2021

Materiale all'apparenza ben compattata, ma al contatto si sbriciola



PROVA 3

	[Kg]	[%]	
Cippato	0,40		33%
Nocciolino	0,60		50%
LDN		0%	17%
Cem 42,5	0,20	17%	
Terra cruda fluida			
Terra Cruda	-		0%
Peso totale	1,20		100%

Note:

data prova

11/10/2021

Materiale ben compattato e risulta molto resistente al contatto. Buona lavorabilità.



PROVA 4			
	[Kg]	[%]	
Cippato	1,00		77 %
Nocciolino			0%
LDN	0,15	12%	23 %
Cem 42,5	0,15	12%	
Terra cruda fluida			
Terra Cruda	-		0%
Peso totale	1,30		100 %

Note:

data prova

11/10/2021

Materiale non legato adeguatamente, si sbriciola molto al contatto.



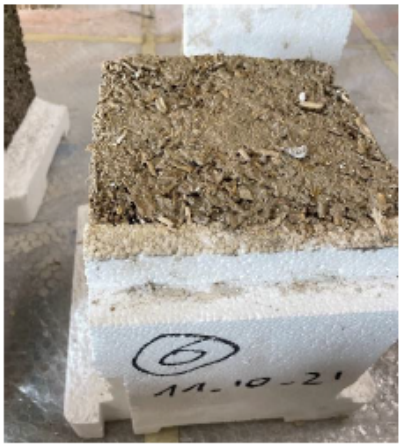
PROVA 5			
	[Kg]	[%]	
Cippato	1,00		87%
Nocciolino			0%
LDN		0%	13%
Cem 42,5	0,15	13%	
Terra cruda fluida			
Terra Cruda	-		0%
Peso totale	1,15		100%

Note:

data prova

11/10/2021

Materiale ben compattato, ma non legato in quanto manca granulometria per riempire i vuoti. Matrice molto aperta.



PROVA 6			
	[Kg]	[%]	
Cippato	0,50		10%
Nocciolino	0,50		10%
LDN	0,63	12%	25%
Cem 42,5	0,63	12%	
Pomice 0 - 3	2,00		39%
Terra cruda fluida	1,50		
Terra cruda	0,81		16%
Peso totale	5,07		100%

Note:

data prova

11/10/2021

Materiale ben compattao e molt chiuso. All'apparenza molto consistente. Troppi materiali per la produzione.



PROVA 7			
	[Kg]	[%]	
Cippato	1,00		16%
Nocciolino	1,00		16%
Argilla	1,00		16%
Cem 42,5	1,10		18%
Pomice 0 - 3	1,00		16%
Sabbia fine 0 - 1	1,00		16%
Terra cruda			
Peso totale	6,10		100%

Note:

data prova

11/10/2021

Materiale ben compattato, però si sbriciolano gli spigoli e ci sono troppo componenti per poter fare la produzione.






Les premiers tests effectués confirment la possibilité de réaliser des essais sur machine. Les différents granulats utilisés sont amalgamés entre eux et avec les liants utilisés, ainsi qu'avec la terre crue, et il est possible d'utiliser aussi bien des liants à base de ciment que des liants à base de chaux.

Le temps de maturation dépend des conditions environnementales (humidité et température), mais on peut affirmer avec une bonne approximation que ce temps varie de 3 à 4 semaines à 2 mois ; à la fin du processus de maturation, tous les échantillons ont présenté une certaine consistance et compacité, bien que qualitativement différente d'un échantillon à l'autre.

En conclusion, il a été estimé que les mélanges idéaux à tester dans la voiture étaient les mélanges **n° 3** et **n° 1 bis.**

Il s'agit d'un premier mélange «de base», un mélange de briques techniquement et économiquement viable pour l'isolation thermique. Ce mélange a été soumis à des essais préliminaires en laboratoire pour vérifier la compacité et la cohésion de la brique : étant donné qu'il est composé de matériaux organiques aux formes hétérogènes, les propriétés mécaniques peuvent ne pas être homogènes et un effritement de la brique sous l'effet d'actions mécaniques extérieures peut se produire.

2.4.5 | b. Mettre les briques en production

Ayant vérifié le résultat positif des essais préliminaires de laboratoire sur le mélange, qui a montré des qualités de résistance, de cohésion et de compacité, SENINI s'est rendu disponible pour mettre à disposition ses installations de production pour la réalisation de produits fabriqués à partir du mélange identifié.

Le GAL a demandé à SENINI de livrer la biomasse coricole, stockée dans des big8 bags (4de coquilles et de 4co-peaux) d'un volume total d'environ 7-8 mètres cubes, achetée à l'Azienda Agricola Giulio Bertone de Torre Bormida.







Le 14/12/2021, la production d'environ 7-10 mètres cubes de briques, de taille 12x20x50 cm, a été lancée en utilisant la ligne de production MASA. La recette «1 bis» a été utilisée, avec une augmentation de la quantité de chaux dans le mélange afin de rendre la partie organique inerte. Voici la composition finale du mélange (par mètre cube) :

- 100 kg de ciment (initialement prévu pour 78 kg/mc)
- 250 Kg de chaux aérienne (initialement prévue pour 78 Kg/mc)
- 150 kg de copeaux de bois
- 150 Kg de noisettes
- 210 kg de terre crue
- Eau (quantité à évaluer lors du mélange)

En excluant le composant eau, les pourcentages des différents matériaux utilisés étaient les suivants :

- Ciment = 11,63 %.
- Chaux = 29,07 %.
- Taille des noisettes séchées et broyées (taille moyenne 18x10x5 mm) = 17,44%.
- Coquilles de noisettes broyées (taille moyenne 6x6x2 mm) = 17,44%.
- Sol fin limono-sableux provenant du sous-criblage de graviers de Brescia = 24,42%.







Les produits obtenus à l'issue des expériences sont stockés pendant environ 2 mois dans des cellules de séchage à température ambiante.

2.4.5 | c. Analyses de laboratoire au Politecnico di Torino (déclaration d'intention)

Les analyses nécessaires de transmission thermique, d'absorption acoustique et de structure seront effectuées au Politecnico di Torino (en tant qu'évaluateur indépendant) afin d'obtenir des données scientifiques sur la qualité des matériaux produits.

Caractéristiques d'isolation thermique

Des tests de caractérisation seront effectués sur la capacité d'isolation thermique du bâtiment. En particulier, les valeurs de transmission thermique seront mesurées en fonction de l'évolution de l'humidité de la brique, afin d'évaluer plus précisément les propriétés isolantes même lorsque les conditions environnementales varient. En même temps, des essais de compression seront effectués à l'aide des machines d'essai pour la caractérisation mécanique du département d'ingénierie mécanique et aérospatiale du polytechnique de Turin. L'objectif de ces tests sera de corréler les propriétés isolantes avec les propriétés mécaniques afin de fournir une connaissance approfondie de la brique dès le stade de la conception.

Caractéristiques d'isolation sonore

Avec l'aide du groupe de recherche TEBE du département Énergie de l'École polytechnique de Turin, des tests spécifiques seront effectués pour déterminer la capacité d'absorption acoustique de la brique, afin de caractériser le résultat également d'un point de vue acoustique.

Caractéristiques structurelles

Le département d'ingénierie mécanique et aérospatiale évaluera la résistance à la compression des biolatéraux produits. Ces tests auront pour but de déterminer la capacité de résistance de la brique afin de comprendre la possibilité de pose et de superposition dans la construction du revêtement.

2.4.5 | d. L'utilisation par l'Unione Montana Alta Langa de biolatéraux contenant de la biomasse de noisettes

L'Unione Montana Alta Langa a identifié - comme l'un des domaines d'intervention du projet Pays-Ecogétiques - la possibilité d'utiliser les briques produites par l'entreprise SENINI et testées par le Politecnico di Torino, comme démonstration de l'utilisation possible des déchets de production agricole (en particulier la corilicola) dans la bioconstruction.

La motivation de ce choix réside dans la volonté de transformer un problème critique en opportunité : les coques de noisettes et les résidus de taille sont des déchets et représentent donc un coût pour les exploitations de l'Alta Langa, car ils ne peuvent pas être brûlés (sauf dans des périodes de plus en plus restreintes). Ce projet propose de réutiliser ces déchets comme matériau isolant, pour les transformer et les réutiliser, tout en réduisant la production de dioxyde de carbone. Le succès et la reproductibilité de l'initiative pourraient représenter une importante opportunité de développement pour l'ensemble du territoire. La possibilité de rendre concrets et directement visibles



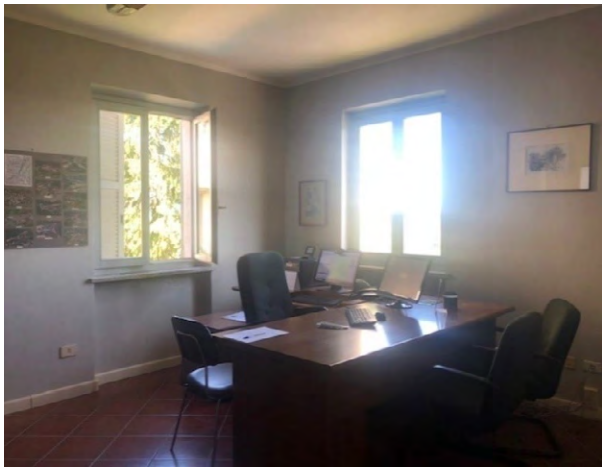
les résultats de ces analyses scientifiques apportera une valeur ajoutée à la «crédibilité» de l'intervention et à sa diffusion.

L'intervention sera mise en œuvre comme suit.

- Intervention matérielle de requalification énergétique consistant en l'isolation thermique de deux bureaux de l'édifice du siège de l'Unione Montana Alta Langa (Piazza Oberto 1 - Bossolasco - CN) : en détail, il s'agira de la réalisation du revêtement interne des deux bureaux pour une surface totale de plus de 40 mètres carrés. Le premier bureau sera recouvert d'un revêtement interne en bio-briques de chanvre et de carbonate de calcium, tandis que le deuxième bureau sera recouvert d'un revêtement interne en bio-briques à base des 4 composants mentionnés ci-dessus (coquillages, élagage, terre fine, ciment et chaux) ; le faux plafond sera réalisé avec les mêmes matériaux, réduits en épaisseur pour des raisons de légèreté.
- Exposition didactique des matériaux produits, avec l'utilisation d'environ 1 m^3 de matériaux pour la construction d'une «cabane à outils» avec un toit incliné à des fins de démonstration, qui sera placée dans la galerie d'exposition éducative permanente (composée d'installations et de panneaux d'information) en préparation du sous-sol de la même structure à Bossolasco.
- Installation dans les deux bureaux soumis à intervention de deux détecteurs/compteurs pour le suivi et l'enregistrement des données énergétiques (consommations, économies, etc...), afin de pouvoir comparer les données avant et après intervention (de décembre 2021 à décembre 2022) et évaluer l'efficacité de l'isolation.

La mise en œuvre du projet aidera UMAL à atteindre plusieurs objectifs :

- d'une part, comme objectif intermédiaire, réaliser une analyse scientifique de la possibilité de réutiliser les déchets de transformation des noisettes tels que les coques et les résidus d'élagage ;



- deuxièmement, transformer un coût en une petite composante de revenu pour les activités des exploitations agricoles, qui dans l'Alta Langa ont des coûts de production beaucoup plus élevés que ceux des plaines, de sorte que même une petite récupération économique devient significative ;
- troisièmement, accroître la durabilité de la production de noisettes en éliminant toute élimination des résidus de transformation ;
- Enfin, il est possible de créer une nouvelle «part de marché» pour des matériaux jusqu'ici non valorisables.

2.4.6 Aspects économiques de la construction éventuelle d'une chaîne d'approvisionnement pour la réutilisation de la biomasse corilicole dans les bioconstructions.

2.4.6 a. Résumé de l'économie des déchets de biomasse coricole (livraison à courte distance)

Quantité moyenne de biomasse issue de l'élagage (séchée à 30% de teneur en eau) x Ha x année = Tonnes/Ha	2,20 €	
Prix de transfert biomasse issue de l'élagage (30% de teneur en eau départ usine site de broyage) = Euro/Tonne	20,00 €	Tarif moyen par combustion
Chiffre d'affaires de la fourniture directe de bois d'élagage = Euro/Ha/an	**44,00 €**	**Récupération économique du producteur de corail à partir de l'élagage des noisettes**
Quantité moyenne de biomasse en coque par Ha x année = Tonnes/Ha (= 55% en poids de la production moyenne totale de 2,00 tonnes/Ha de noisettes en coque séchées à 5,5% d'eau).	1,10 €	
	0,00 €	
Coût final réel des coques de noisettes (départ usine et post-traitement sur le site de décorticage) = Euro/Tonne	145,00 €	
Prix de transfert de la biomasse issue de coquilles (< 10% de teneur en eau au départ du site de décorticage) = Euro/Tonne	**159,50 €**	Tarif moyen par combustion
Chiffre d'affaires total de la biomasse issue des coquilles = Euro/Ha/an	**518,50 €**	**Valorisation économique du producteur de coques de noisettes**
Coût total de la production de biomasse à partir de l'élagage rendu par la plateforme de traitement de la biomasse f.co =	203,50 €	
[Euro/Ha/an 430.00 + 22.50 + (2.20 x 30)] = Euro/Ha/an		
Récupération du coût total de l'élagage par le transfert de la biomasse résiduelle produite par 1 ha de noisetier en pleine production (transfert de l'élagage + coquilles).	**39,25%**	**Valorisation économique totale du producteur de cerises à partir de la biomasse pour la bio-construction**

Le chiffre d'affaires de Euro/ha/an de la203,50 biomasse générée par 1 Ha de noisetier en pleine production (taille + coques) permet de récupérer39.25 % du coût total de la taille (518,50 Euro).

MÉLANGE DE MATÉRIAUX NATURELS pour 1 MC de biolatériau "Mix 1-bis" obtenu par pression-vibration sur le mix final (hors eau) pour 1 MC final de biolaterizi. kg x MC	% poids/poids sur le mixage final (hors eau)	Poids des matériaux utilisés pour 1 MC final de biolatériaux (hors eau) kg x MC
100 Kg de ciment (sans additifs chimiques)	11,63%	100,00
250 kg de chaux aérienne	29,07%	250,00
150 kg de copeaux de bois provenant de l'élagage des noisetiers	17,44%	150,00
150 Kg hazelnut shells	17,44%	150,00
210 kg de terre crue	24,42%	210,00
POIDS FINAL DE 1 MC (matériaux seulement, eau non comprise)	100,00%	860,00
Coût de la vente à Senini Srl de 1 MC de biomatériaux (devis pour l'achat de biomatériaux "Mix 1-bis" destinés à la bioconstruction dans la région de Langhe-Roero), départ usine Montichiari (Bs) - Euro x MC	400,00 €	
Transport de Montichiari (Bs) à Bossolasco (Cn) - Euro x MC	28,00 €	
Coût final rendu Bossolasco - Euro x MC	**428,00 €**	

		COUT DE LA COUCHE X M2 DE SURFACE
Surface de revêtement de 8 cm d'épaisseur en bio-matériau MCs ""Mix 1-bis"" /// MQ	12,50	34,24 €
Surface de revêtement de 10 cm d'épaisseur de MCs de biolaterizi ""Mix 1-bis"" /// MQ	10,00	42,80 €
Surface d'une couche de 12 cm d'épaisseur provenant de MCs de biolatériaux ""Mix 1-bis"" /// MQ	8,33	51,36 €
Surface de revêtement de 16 cm d'épaisseur en bio-matériau MCs ""Mix 1-bis"" /// MQ	6,25	68,48 €
Surface de revêtement de 20 cm d'épaisseur en bio-matériau MCs ""Mix 1-bis"" /// MQ	5,00	85,60 €

2.4.6 | b. Conclusions

Les rendements économiques les plus cohérents pour la valorisation des biomasses des déchets coricoles (coquilles et tailles) sont obtenus, pour les producteurs du secteur, par la cession de leurs propres biomasses à des transformateurs industriels spécialisés dans les bio-latéraux (Senini SpA pour l'expérimentation en cours), en récupérant ensuite les produits à des prix réglementés par contrat et en utilisant les mêmes matériaux de construction sur le territoire de Langhe-Roero pour les travaux de rénovation des bâtiments (pour l'isolation thermo-acoustique, dans les différentes combinaisons possibles). En pratique, Senini SpA peut agir en tant qu'opérateur/transformateur dans le cadre de la sous-traitance au producteur corilicole.

En revanche, il n'est pas économiquement viable de gérer les déchets de la biomasse (coquilles et élagage) sic et simpliciter en les «vendant» à des acheteurs industriels, car la chaîne d'approvisionnement dans son ensemble ne peut pas rémunérer la valeur de la biomasse en tant que telle (la valeur est annulée par les coûts logistiques).

Toutefois, un nouveau chapitre important de la performance économique s'ouvre «en temps réel» (au début de 2022) avec les possibilités d'exploiter les soi-disant «crédits de durabilité», à travers la rémunération de l'»additionnalité» dérivant des applications au corileto des BPA (bonnes pratiques agricoles) qui conduisent à des résultats dans la réduction de l'»empreinte carbone» (c'est-à-dire la réduction des émissions de CO2 dans l'atmosphère), avec la possibilité très récente et innovante d'introduire l'»empreinte carbone» (c'est-à-dire la réduction des émissions de CO2 dans l'atmosphère). (bonnes pratiques agricoles) qui conduisent à la réduction de l'»empreinte carbone» (c'est-à-dire la réduction des émissions de CO2 dans l'atmosphère), avec la possibilité très récente et innovante de placer ces crédits sur le marché volontaire national et international des crédits de durabilité.

2.4.7 | Diffusion des résultats

Il sera fondamental - à la fin du projet et au-delà des résultats purement économiques - de diffuser les résultats de l'expérimentation sur le territoire d'Alta Langa, pour la promotion d'une potentielle chaîne d'approvisionnement durable sur l'utilisation des sous-produits corilicoles à des fins d'économie d'énergie.

À cette fin, le GAL a prévu les actions suivantes :

- rédaction, à la fin de l'expérience, d'un ou deux articles technico-scientifiques par les chefs de projet de l'école polytechnique, Carlo Rosso et Alessandro Arioli ;
- partager les résultats de l'expérimentation avec les acteurs locaux et les impliquer activement dans le processus de diffusion des résultats aux opérateurs économiques ;
- une communication plus large des résultats de l'expérimentation, tant par le biais de communiqués de presse que par l'organisation à Alta Langa d'un séminaire public à caractère technico-divulgatif, en collaboration avec UMAL et avec la participation d'experts techniques du secteur.

2.5 Transition energetique des territoires

Transition énérgetique et d'économie circulaire des territoires: le cas de la région PACA en France

Pour atteindre les objectifs de limiter la hausse de températures de 2 °C, voire 1.5 °C, il faut un massif et rapide développement de solutions durables. Dans ce sens, l'économie circulaire (EC) est une stratégie décisive pour concilier développement économique et environnement. Cela résonne particulièrement avec le développement des systèmes énergétiques qui doivent évoluer, non seulement pour sécuriser l'approvisionnement énergétique, mais aussi pour réduire son impact sur l'environnement et le climat. En France, l'EC a été introduit dans la loi en 2015 avec l'objectif de boucler la boucle. La législation décline également la politique énergétique envers ses territoires en leur donnant les compétences pour les permettre de s'approprier la planification énergie-climat de leur territoire et pour développer leurs ressources énergétiques. Ainsi, la région PACA a redéfini ses objectifs et vise à l'horizon 2050, la neutralité carbone et une transition vers une EC. Ainsi, pour analyser la transition énergétique et d'EC de la région, un modèle d'optimisation prospective « TIMES-PACA » a été développé, avec l'objectif de comprendre les implications et les impacts de l'application d'une perspective d'EC pour la décarbonation du système énergétique. Les résultats montrent que suivre une telle perspective, peut contribuer à réduire significativement les émissions de CO2 à travers une meilleure allocation de ressources disponibles.

Partner:

Chambre de Commerce et de l'Industrie
Nice Côte d'Azur

Chambre de Commerce Italienne
Nice, Sophia Antipolis, Côte d'Azur

Document réalisé par Carlos Andrade, Sandrine Selosse MINES ParisTech, PSL University, Centre for Applied Mathematics, Sophia Antipolis

Index du Chapitre

2.5.1 Introduction *259*

2.5.2 La zone d'étude: la région SUD Provence-Alpes-Côte d'Azur – région PACA *262*

a. Panorama de la région PACA *262*

b. La politique énérgetique et d'économie circulaire de la Région PACA *262*

c. Contexte énergétique *264*

2.5.3 Economie Circulaire 267

a. L'émergence du concept d'économie circulaire 267

b. Concepts et disciplines qui ont servi de base à la construction du concept d'économie circulaire 268

c. Débats autour du concept d'économie circulaire 269

c.a. Les objectifs de l'économie circulaire 269

c.b. Principes 272

c.c. Proposition de définition de l'économie circulaire 274

d. Économie circulaire pour une transition bas carbone des systèmes énergétiques 275

2.5.4 Methodology 276

a. Représentation de l'économie circulaire dans le modèle TIMES-PACA 279

b. Scenarios 281

b.a. La demande de services énergétiques 281

b.b. Scénario de référence (REF) 281

b.c. Scénario économie circulaire (SEC) 283

b.d. Scénario neutralité carbone (SNC) 283

2.5.5 Résultats et débats 284

a. Production d'électricité 284

b. Demand d'énergie final 287

c. Une transition énergétique bas carbone 290

2.5.6 Conclusion 290

2.5.7 Références 292

2.5.1 | Introduction

Selon le dernier rapport du groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), si l'humanité veut limiter la hausse des températures à 1,5 °C voire 2 °C, elle doit engager immédiatement un déploiement rapide et massif de solutions ciblant la réduction des émissions de gaz à effet de serre (Masson-Delmotte et al., 2021), en particulier, il faut arrêter de brûler des combustibles fossiles et commencer à utiliser d'autres types d'énergies dont l'utilisation est plus respectueuse de l'environnement, autrement dit, il faut une transition énergétique bas carbone. Dans l'absence de telles actions, il ne sera pas du tout possible d'atteindre ces objectifs. En ce sens, la réalisation d'une telle transition énergétique bas carbone est l'un des plus grands défis auxquels l'humanité est confrontée de nos jours, car elle ne dépend pas seulement du déploiement de solutions technologiques, mais elle exige également un changement complet dans la façon dont la société se relationne avec l'environnement et comment elle gouverne les systèmes énergétiques. En effet, les transitions énergétiques passées ont surtout reposé sur l'innovation technologique, comme le passage vers une plus grande utilisation du charbon avec l'invention de la machine à vapeur, ou la transition à l'utilisation des produits pétroliers avec l'invention du moteur à combustion interne. La

transition énergétique actuelle est avant tout portée par la prise de conscience des enjeux environnementaux et elle est en ce sens beaucoup plus complexe, car il ne s'agit pas seulement de promouvoir de nouvelles technologies ou ressources, mais de mettre en place un ensemble de nouveaux modes de gouvernance avec la promotion des technologies, le changement des comportements de consommation, qui sera mis en œuvre à travers des actions politiques et sociales (Millot & Maïzi, 2021). A cet égard, la mise en place de la politique énergétique doit passer d'un modèle centralisé vers un modèle plus participatif, incluant différents acteurs, notamment celle des territoires, car ils sont responsables d'une part importante des émissions et des consommations énergétiques, et par leurs actions ils peuvent contribuer massivement à la transition énergétique bas carbone à travers le déploiement d'actions suivant la réalité et caractéristiques de leur territoire.

En effet, les territoires peuvent contribuer à la décarbonation des systèmes énergétiques en mobilisant leurs ressources énergétiques décentralisées locales, par exemple, à travers la valorisation de la chaleur fatale via les réseaux de chaleur, ou le développement des ressources solaires. De plus, les collectivités locales peuvent déployer des actions transversales à travers différents secteurs et contribuer davantage à la transition énergétique bas carbone, par exemple, à travers la mise en œuvre d'actions pour le secteur de transport et de l'urbanisation. De cette manière, ils peuvent favoriser l'utilisation d'énergies décarbonées pour les transports privés et publics, et à travers une meilleure organisation du territoire, ils peuvent favoriser le passage à l'utilisation de véhicules moins énergivores, comme les vélos électriques. En ce sens, ils peuvent également accroître l'efficacité énergétique en favorisant la rénovation des bâtiments et en incluant les citoyens dans les stratégies énergétiques du territoire, il peut être favorisé de meilleurs comportements de consommation d'énergie et la mise en œuvre d'autres stratégies visant à réduire l'impact environnemental des activités des territoires comme celle de l'économie circulaire (EC).

Dans ce sens, pour permettre les territoire contribuer aux objectifs environnementaux du pays, la France, à travers de nombreuses lois différentes, a progressivement décliné sa politique énergétique envers leurs territoires. Cette déclinaison a franchi une étape importante avec la loi de « Programmation fixant les orientations de la politique énergétique (dite Loi POPE) », laquelle accorde de nouvelles compétences aux collectivités territoriales en termes de maîtrise de la demande et accorde de nouveaux moyens aux territoires pour exploiter des centrales de production d'énergie dans le cas où ces nouvelles centrales permettent des économies d'énergie ou une réduction des émissions. Ensuite, les lois Grenelle I et II de 2009 et 2010, renforcent les objectifs de transition énergétique des territoires en les exigeant le développement d'un « Schéma régional climat air énergie » (SRCAE) où ils doivent se fixer des ambitions de long terme pour décarboner leur système énergétique en cohérence avec les objectifs énergie-climat nationaux et européens. En 2015, la loi relative à la transition énergétique et à la croissance verte (LTECV) rénove en profondeur les outils de gouvernance nationale et territoriale pour permettre une définition plus partagée des politiques et des objectifs. Les moyens d'action des collectivités locales sont clarifiés et renforcés. Cette loi introduit pour la première fois le concept d'EC dans la législation française, qui s'énonce comme un modèle économique visant à réduire l'empreinte environnementale des activités humaines, mais assurant la croissance économique ou croissance verte. Par ailleurs, la « Stratégie nationale bas carbone » (SNBC) a également été mise en place et définit pour tous les secteurs d'activité les différentes orientations stratégiques qui guideront la France vers une économie durable et bas carbone. La loi portant « Nouvelle organisation territoriale de la République » (NOTRe) a également été adoptée en 2015. Elle vise à modifier les compétences territoriales en confiant aux régions françaises la responsabilité de l'énergie, de l'air, de l'environnement, et d'adaptation au changement climatique, et demande aux collectivités territoriales d'adopter le « Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET) lequel permet de rationaliser le nombre de documents existants en fusionnant plusieurs plans sectoriels, dont le SRCAE. Par ailleurs, en avril 2020, la dernière version révisée du (SNBC) a été publiée fixant l'objectif d'atteindre la neutralité carbone d'ici 2050, ce qui signifie une réduction des émissions de carbone d'un facteur six par rapport à 1990. Toutes ces directives doivent être prises en compte dans le SRADDET. De cette façon, la région PACA a mis à jour son SRADDET en 2019 et se propose un territoire neutre en carbone et circulaire d'ici 2050.

Ainsi, le concept d'EC est de plus en plus évoqué et adopté par différents décideurs publics en Europe et dans le monde, car il se présente comme une option de développement qui permet de contribuer pas seulement à la réduction de la consommation de ressources mais, par là-même fortement à la réduction des émissions de gaz à

effet de serre. Si bien l'idée derrière du concept d'EC est le passage d'une économie linéaire où les ressources sont extraites, transformées, consommées et finalement jetées, vers une économie qui cherche à réduire la consommation des ressources, en réintégrant ceux considérés comme des déchets dans la chaîne de production ou de consommation, il est encore loin d'avoir un consensus autour de ses principes, caractéristiques, objectifs et définition. Cela s'explique par une partie aux nombreuses disciplines et concepts qui ont influencé sa conception. De plus, concernant le secteur de l'énergie, l'EC présente plusieurs options pouvant contribuer à une production énergétique faible en carbone à travers la récupération de ressources qui autrement auront été jetés, tout en sécurisant l'approvisionnement en énergie dans un monde où l'accès aux ressources devient de plus en plus difficile en raison d'enjeux géopolitiques et à la surconsommation de ressources. L'étude des solutions de circularité en relation aux systèmes énergétiques a été réalisée, pour la plupart, isolément, c'est-à-dire que ces différentes options sont étudiées sans tenir compte de leur interaction avec d'autres solutions de circularité dans un même système énergétique. En outre, l'EC est une stratégie qui résonne particulièrement au niveau territorial, car son mise en œuvre dépend fortement de la proximité entre ressources à récupérer et les potentiels utilisations. De plus, les potentiels de récupération de ces ressources sont fortement concentrées dans les grands pôles urbains qui présentent une consommation plus marquée de ressources. Par conséquent, la recherche de l'EC et de systèmes énergétiques territoriales devienne une échelle d'étude incontournable dans la mise en place d'actions visant à réduire l'empreinte environnemental des activités humaines.

Face à ces enjeux, l'objectif de cet article réside dans l'étude du système énergétique d'une région française, la région PACA, afin de discuter des stratégies et des orientations de cette dernière en matière de transition énergétique bas carbone et d'économie circulaire. En particulier, il est envisagé d'étudier les effets de l'application d'une stratégie d'EC sur l'évolution du système énergétique régional. Pour cela, un modèle de prospective représentant le système énergétique de cette région est construit sur la base du paradigme TIMES, une famille de modèles bottom up d'optimisation linéaire développée à l'origine dans le cadre de l'Agence Internationale de l'énergie pour investir ces questions. L'analyse sera effectuée à travers l'implémentation de différents scénarios qui apportent de possibles trajectoires contrastées selon les objectifs que pourraient viser ce territoire.

Cette étude est structurée comme suit. La section 2 décrit la région PACA et comment elle a intégré les directives nationales dans sa politique énergétique locale. Base sur une revue de littérature, la section 3 discute autour du concept d'EC en termes de son origine, principes, et définition, et il présente la perspective de son application dans le contexte d'un système énergétique. La section 4 explique la méthodologie utilisée, avec les scénarios à analyser. La section 5 présente les résultats et leur analyse. Enfin, la section 6 donne la conclusion.

2.5.2 La zone d'étude : la région SUD Provence-Alpes-Côte d'Azur – région PACA

2.5.2 | a. Panorama de la région PACA

La région PACA est un territoire français qui se trouve au sud-est du pays. Elle est limitée au sud par la mer Méditerranée, à l'est par l'Italie, au nord par la région Auvergne-Rhône-Alpes et à l'ouest par la région Occitanie.

La région est formée de six départements. Trois sont localisés au nord de la région, les Alpes-de-Haute-Provence (AHP), les Hautes-Alpes (HA) et le Vaucluse (VAUC) ; les trois restants se situent sur la zone littoral : les Alpes-Maritimes (AM), les Bouches-du-Rhône (BDR) et le Var (VAR). Elle compte environ 5 200 000 habitants en 2017 (INSEE, 2017), 80 % des habitants sont situés dans les départements du littoral, les Bouches-du-Rhône regroupant 40 % de la population. Les principales villes sont Marseille dans les Bouches-du-Rhône, Nice dans les Alpes-Maritimes, Toulon dans le Var et Avignon dans le Vaucluse.

En 2017, avec 166 000 M€ de PIB, la région se positionne à la sixième place de toutes les régions françaises mais en troisième position s'agissant du PIB par habitant (32 215 €/habitant) (Insee, 2021). Depuis l'année 2005, la région connait une croissance économique de 0,8 % en moyenne, une croissance similaire à celle que la France a eue sur la même période, de 0,9 % en moyenne (INSEE, 2018).

La région PACA se caractérise par une économie forte, avec des activités variées qui présentent une trajectoire historique bien positionnée sur le marché. Le secteur tertiaire se démarque cependant, environ 75 % de la valeur ajoutée venant du secteur des services marchands et non marchands, et 8 emplois sur 10 étant concentrés dans ces activités. Ces services concernent principalement le tourisme, les services aux entreprises et les commerces. En 2017, la région PACA est la troisième industrie manufacturière en France ayant eu la croissance la plus importante parmi les régions françaises, de 6,4%. Les activités industrielles se situent principalement dans les Bouches-du-Rhône, avec une présence importante de l'industrie chimique et de la sidérurgie, tandis que le département des Alpes-Maritimes compte la présence importante de l'industrie du ciment. Dans le reste de la région, il s'agit principalement de l'industrie chimique, de la parfumerie et de l'industrie pharmaceutique.

2.5.2 | b. La politique énergétique et d'économie circulaire de la Région PACA

L'intégration plus marquée de politiques relatives à l'environnement et l'énergie de la part de la région PACA se regarde avec la loi POPE, qui s'engage davantage pour favoriser la maitrise de la demande et l'efficacité énergétique dans le territoire (Région PACA, 2011). À ce propos, le plan « Energie 2010 » approuvé en 2005 amorce cette étape, ciblant des objectifs pour promouvoir la maîtrise de la demande et le développement des énergies renouvelables (Pascal, 2005). Ce plan inclut des actions pour sensibiliser les citoyens à des comportements moins énergivores et aide financièrement des projets d'économies d'énergie et de développement de technologies propres, notamment

à travers des « chèques énergies renouvelables » (700€ pour l'installation d'un équipement solaire thermique, 7 000€ pour l'installation d'un équipement de solaire photovoltaïque et 100€ pour l'acquisition d'un appareil individuel au bois). La région cherche ainsi alors à booster le développement de la production solaire thermique et le solaire photovoltaïque en toiture. Des subventions et du soutien technique sont mis en place pour les installations de chauffage collectif utilisant du bois. Ce plan n'a finalement pas eu la portée attendue : un nouveau plan est lancé en 2006 pour la période 2006 -2010, appelé AGIR « Action Globale Innovante Régionale » puis un second plan AGIR + en 2010 pour la période 2010 - 2015. Ceux-ci déclarent des actions plus ambitieuses en matière de maîtrise de la demande et de développement des énergies renouvelables (RSE&Innovation, 2010). Ils ont principalement comme objectif de consolider le financement des divers projets. Il en résulte le financement de la production de 22 GWh provenant des énergies renouvelables. Cette production ne représente même pas 1 % de la consommation électrique de la région à l'époque (Degremont, 2018).

En matière de rénovation des bâtiments, la région rénove 10 % des habitations à loyer modéré, ce qui correspond aux objectifs établis. La région décline ensuite sa politique à travers une contractualisation de la mise en place de la politique énergétique régionale sur ses territoires, avec un accompagnement conditionné aux directrices déterminées, ainsi qu'à travers un suivi de la mise en œuvre des divers dispositifs (Degremont, 2018). Ces plans ont donné un élan important à la politique énergétique régionale, démontrant la volonté de prendre en main l'évolution du système énergétique régional.

Le SRCAE de la région PACA est adopté en juin 2013 et a comme objectif principal d'intégrer les objectifs européens et français au niveau régional (Région Provence-Alpes-Cote d'Azur, 2013). Ce schéma représente l'opportunité d'affirmer la volonté de devenir un territoire propre, sobre en carbone, de développer davantage les ressources renouvelables présentes sur le territoire, de bien maîtriser la demande énergétique, ainsi que de faire face aux défis énergétiques présents sur le territoire. La région se donne donc comme ambition la recherche de solutions innovantes qui la distingueraient des autres collectivités (Degremont, 2018). Le soutien qui s'ensuit des projets Flexgrid qui vise le déploiement à grande échelle des systèmes énergétiques ou encore plus tard Jupiter 1000, le premier démonstrateur industriel français de power-to-gas en sont des illustrations. Cette volonté est présente dans les objectifs établis, qui envisagent une consommation énergétique couverte à 30 % par les énergies renouvelables avec une réduction de la consommation finale d'énergie de 25 % en 2030 par rapport à 2007. Cette réduction de la demande visée nécessite d'inciter les citoyens à prendre conscience de leurs comportements énergivores et à mettre en place des actions de réduction des consommations. Pour le secteur du transport par exemple, la région souhaite couvrir 50 % des déplacements dans les centres urbains par des modes actifs comme le vélo ou la marche. D'autres actions proposées dans le SRCAE cherchent à exploiter les solutions technologiques pour réduire la consommation énergétique comme dans l'industrie ou dans le secteur résidentiel avec la rénovation thermique des bâtiments. En termes de production d'énergie, la région cible principalement le développement des technologies solaires abondantes (notamment pendant la période estivale) pour la production d'électricité et l'utilisation du bois pour la production de chaleur. Il faut noter que la définition des objectifs ne suit pas d'étude de potentiels mais plutôt l'ambition de la région d'établir des priorités politiques et dessiner une vision qui appelle à l'action et à la mobilisation de tous les acteurs locaux. Les autorités régionales espèrent ainsi générer une coalition territoriale autour de l'énergie et de l'environnement et à augmenter l'attractivité de leur territoire (Degremont, 2018).

En 2015, suite à la loi NOTRe qui met en place le SRADDET, la région saisit cette opportunité pour renforcer son engagement, prendre des actions en faveur de l'environnement, du climat et de l'épanouissement de son territoire, ainsi que pour montrer sa volonté de contribuer à la transition énergétique du pays. Fin 2017, après l'entrée en vigueur de l'Accord de Paris sur le climat, la région adopte un plan climat contenant des objectifs et des ressources financières visant à placer la région comme un exemple en matière d'environnement à l'intérieur du pays et au niveau européen (Région SUD, 2017). Ce plan a tout d'abord un sens opérationnel et agit sur le transport, l'énergie, le développement des entreprises ayant comme objectif de travailler pour l'environnement, la protection de la biodiversité et le bien-être. Ce plan inclut aussi des initiatives appliquant des principes d'économie circulaire, telle que la promotion du recyclage, de l'écoconception et de l'écologie industrielle. Un bilan des actions réalisées à travers ce plan climat est présenté en 2019 et établit que la région a fortement mobilisé toutes ses ressources et qu'une grande partie des objectifs a vu leur développement avancer considérablement (REGION-SUD, 2019).

En 2019, le SRADDET est adopté en région PACA. Dans ce schéma, la région PACA déploie sa stratégie ambitieuse pour « bâtir un nouveau modèle d'aménagement du territoire » et expose précisément ses orientations en matière d'économie circulaire et les politiques proposées pour y parvenir. Elle indique que l'économie circulaire est une stratégie qui va aider à la gestion des ressources, à la prévention des déchets, ainsi qu'à la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Pour la région, l'application d'une « économie de la ressource » doit aussi permettre la création d'activités économiques non délocalisables conduisant à des emplois durables. Les principales stratégies d'économie circulaire de la région favorisent des actions pour changer la manière de produire et de consommer, notamment à travers la mise en place de l'écoconception, le déploiement de l'écologie industrielle et l'offre de nouvelles options de consommation, particulièrement l'application d'une économie de la fonctionnalité. Les politiques mentionnées pour améliorer la gestion de déchets passent entre autres par une augmentation du recyclage et sa valorisation. La trajectoire vers une économie circulaire comprend également la réduction de 10 % de la production de déchets non dangereux en 2025 par rapport à 2010, et l'augmentation de 10 % de la quantité des déchets faisant l'objet de prévention dans le secteur du bâtiment et des travaux publics.

L'application d'actions d'économie circulaire de la région sont surtout des initiatives venant de différentes entreprises : même si la région est de plus en plus présente sur ces démarches d'EC par exemple avec le soutien des Chambres de Commerce et de l'Industrie (CCI) de la région, elle n'est généralement pas à l'origine des actions et projets. Un exemple d'initiative d'économie circulaire consiste en la récupération et l'utilisation des déchets provenant d'un fabriquant des vitres par une entreprise de voiries pour la construction de routes, ou encore, la substitution d'énergies fossiles par des déchets pour la production d'énergie dans les cimenteries. Les initiatives déployées dans le territoire répondent bien évidemment à des motivations économiques : cependant, le manque d'une réglementation claire et d'aides financières suffisantes conduit parfois à l'abandon de certaines d'entre elles.

Plus récemment, la région a adopté en 2020 le Plan régional hydrogène (Region SUD, 2020) sur lequel elle voudrait s'appuyer pour renforcer son engagement à arriver à la neutralité carbone. Elle trouve dans le déploiement de l'hydrogène une opportunité pour pousser le développement de la filière dans la région mais aussi favoriser le celui de la production solaire, et la décarbonation de sa consommation énergétique. Elle cherche principalement à introduire l'hydrogène dans le secteur du transport et de l'industrie et se fixe des objectifs à l'horizon 2027 et 2032.

2.5.2 | c. Contexte énergétique

Concernant sa situation énergétique, la région PACA se place dans la quatrième position en termes de consommation d'énergie finale en France, avec 509 PJ en 2017, soit 8 % de la consommation nationale d'énergie finale. Cette consommation se caractérise par la prédominance des énergies fossiles et une part importante des produits pétroliers qui représentent plus de 50 % de la demande énergétique finale régionale. Ceci s'explique par des caractéristiques structurelles, à savoir un secteur industriel plus important que dans le reste de la France (consommant 32 % de l'énergie régionale), et la consommation énergétique du secteur du transport, qui est aussi particulièrement élevée, même si elle reste comparable au niveau national (environ 37 % de la consommation énergétique régionale totale). Avec un tiers de la consommation d'énergie de la région, les secteurs résidentiel et tertiaire sont également importants, la plus grande consommation d'énergie étant caractérisée par le chauffage (53 %), principalement au gaz naturel. En analysant les territoires de la région PACA – celle-ci composée de six départements (collectivité locale) : Alpes-de-Haute-Provence, Hautes-Alpes, Alpes-Maritimes, le Var, la Vaucluse et les Bouches-du-Rhône, il y a une différence significative entre les besoins énergétiques de chacun de ses départements. Le plus gros consommateur, les Bouches-du-Rhône, représente 50 % de l'énergie finale consommée dans la région en raison de la présence d'une grande industrie très énergivore et de sa forte population. L'écart de consommation avec le deuxième gros consommateur, les Alpes-Maritimes, est d'environ 195 PJ, soit 20 %. Les secteurs du bâtiment

et du transport de chaque département représentent des parts similaires de la consommation totale, avec une moyenne de 25 % pour les bâtiments et 45 % pour le secteur du transport. Malgré cela, chaque département a des demandes contrastées dues aux variations saisonnières, notamment dues aux activités touristiques, et à une forte concentration d'activités économiques et démographiques sur le littoral. En effet, ces zones représentent 90 % de la consommation énergétique de chaque département. Cela peut se regarder dans les Alpes-Maritimes, le Var et les Bouches-Du-Rhône.

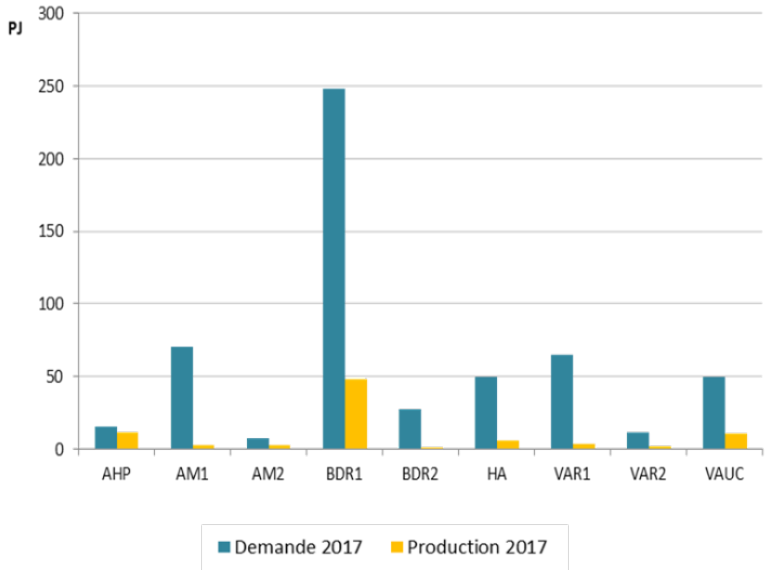


Figure 1 - Demande énergétique vs production d'énergie de la région PACA en 2017

Par rapport à son niveau de consommation élevé, la région ne produit que 18 % de l'énergie qu'elle consomme Figure 1. Les productions locales d'électricité et de chaleur sont majoritairement issues de ressources primaires renouvelables, 43 % d'origine hydraulique et 13 % de biomasse, dont le bois. Concernant l'électricité, la région produit près de la moitié de ses besoins, important le reste du réseau de transport électrique provenant du reste de la France. La région n'a pas d'accès dans son territoire aux combustibles fossiles et la production d'électricité basée sur ces matières premières représente 36 % de la production totale, principalement à partir du gaz naturel Figure 2.

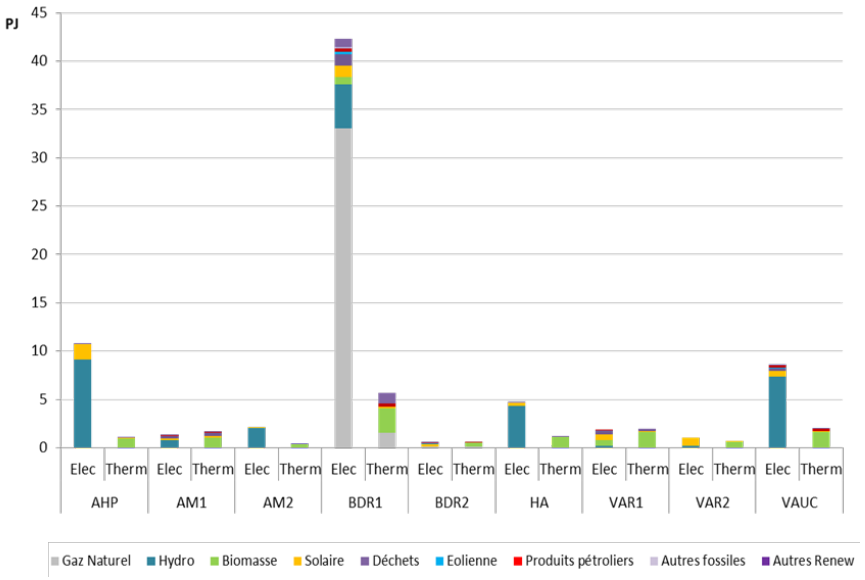


Figure 2 - Production d'énergie de la région PACA par département et par type d'énergie

La consommation totale d'énergies fossiles, principalement de produits pétroliers pour les secteurs du transport et de l'industrie, produit considérables émissions de gaz à effet de serre, atteignant 36 Mt CO2 eq, majoritairement concentrées sur le littoral (Observatoire Régional de l'Energie du Climat et de l'Air de Provence-Alpes-Côte d'Azur, 2018). De plus, l'électricité produite à partir des ressources hydrauliques, qui en elle-même est faible par rapport à la consommation électrique (20 % de la demande totale d'électricité), peut être affectée par de longues périodes d'absence de pluie. Ainsi, par exemple, avec 1 % de capacité installée en plus en 2017 par rapport à 2007, la production hydroélectrique était inférieure de 1 % (Région SUD, 2018b). La production d'énergie finale est également inégale dans chaque département. Le premier producteur, les Bouches-du-Rhône représentent 58 % de la production totale d'énergie. Cette production est basée à plus de 80 % sur la combustion d'énergies fossiles. Le deuxième plus grand producteur de la région est les Alpes-de-Haute-Provence avec une production électrique de 10 PJ, basée sur l'utilisation des ressources hydrauliques à plus de 80 %.

2.5.3 | Economie Circulaire

L'EC veut se différencier du modèle économique actuel lequel repose principalement sur un fonctionnement linéaire allant de l'extraction de matières premières – ressources destinées à être utilisées comme intrants et qui seront ensuite transformées (avec des technologies et de la main d'œuvre) en produits ou pièces – à la transformation en produits intermédiaires ou finaux jusqu'à la distribution (la vente) aux usagers (clients) finaux. Ces produits seront utilisés tout au long de leur vie utile et seront remplacés dès que l'objet aura accompli son usage ou qu'un nouveau produit apparaîtra sur le marché avec de meilleures fonctionnalités remplaçant ainsi ceux devenus obsolètes. Les produits obsolètes sont alors jetés dans des décharges ou incinérés, aggravant ainsi les répercussions sur l'environnement en polluant les sols et en émettant des gaz à effet de serre (quand ils restent accumulés dans les décharges ou par la production d'émissions lors de leur combustion), mais aussi en obligeant l'extraction de nouvelles matières premières pour produire d'autres biens (Andersen, 2007). A cela s'ajoute, les déchets et les polluants produits tout le long du processus de production, ce qui aggrave là-encore les répercussions sur l'environnement. Ainsi, pour réduire les impacts de la croissance économique sur l'environnement, il convient notamment de réfléchir à une meilleure gestion non seulement des ressources tout le long du processus de production et de consommation, mais aussi des stocks, en évitant d'augmenter les flux de ressources.

2.5.3 | a. L'émergence du concept d'économie circulaire

La première évocation des principes d'EC, sans forcément mentionner les termes « économie circulaire » ni un nouveau cadre économique, est attribuée à Kenneth E. Boulding dans les années 1960. Dans son article «The economics for the coming Spaceship Earth» (Boulding, 1966), il fut ainsi le premier à suggérer l'idée d'un « système écologique cyclique qui est capable de reproduire en continu des matériaux » (Ellen MacArthur Foundation, 2013; Winans et al., 2017). Boulding énonce alors que la Terre ayant des réservoirs limités de ressources et que la pollution ne pouvant pas être totalement absorbée par la nature, nous devons prendre des mesures pour prévenir la pénurie de matières premières et réduire la pollution de l'environnement, qui pourraient causer de plus grands problèmes à la société à l'avenir. Le rapport du Club de Rome, « Halte à la croissance » (Meadows et al., 1972), précise lui-aussi quelques années plus tard qu'au taux de croissance actuel, le monde sera confronté à des problèmes pour répondre aux besoins de l'humanité car les ressources se raréfieront et l'environnement ne suffira pas à absorber toute la pollution produite. Les auteurs présentent alors l'idée d'un « état d'équilibre de croissance », où la pollution est limitée et les matériaux recyclés plus souvent, diminuant ainsi leur taux d'épuisement. Plus tard, (Stahel, W.R. and Reday, 1976) présentent dans leur rapport pour la Commission européenne « The Potential for Substituting Manpower for Energy », une économie en boucle qui augmenterait l'efficacité de l'utilisation des ressources et empêcherait la production de déchets. Quelques années plus tard, ils suggèrent l'idée de vendre l'usage des produits plutôt que la possession de ces derniers et d'augmenter la durée de vie des biens, afin d'avoir des revenus durables et de diminuer les déchets ultimes produits par la consommation de biens.

Le terme d'économie circulaire est quant à lui mentionné pour la première fois par Pearce et Turner en 1990 dans leur ouvrage « Économie des ressources naturelles et de l'environnement » où ils déclarent que le système économique actuel menace l'environnement en le transformant en un réservoir de déchets, car les activités de production produisent continuellement des déchets et pollutions. Le système devrait alors être transformé en un système circulaire en considérant les déchets comme une source de ressources à exploiter (Geissdoerfer et al., 2017; Ghisellini et al., 2016). Ainsi, l'EC est née comme une solution qui aiderait à réduire les tensions sur les ressources et les effets néfastes sur l'environnement. Pour autant, sa définition se complexifie au grès des influences venant de nombreuses autres disciplines, des différentes parties prenantes privées et publiques (Wautelet, 2018).

2.5.3 b. Concepts et disciplines qui ont servi de base à la construction du concept d'économie circulaire

Malgré une inspiration initiale commune sur la nécessité d'une meilleure gestion des ressources naturelles et de réduire la pollution, qui fait émerger les bases d'un modèle économique alternatif, l'économie circulaire a évolué dans son périmètre et ses principes jusqu'à aboutir à différentes définitions et principes. Le manque de consensus quant à la définition de l'EC s'explique dans un premier temps par les nombreuses disciplines qui ont été prises comme base pour sa création (Bocken, Olivetti, et al., 2017; Ellen MacArthur Foundation, 2013). Dans cet esprit, l'EC peut être considérée comme un concept parapluie, c'est-à-dire qu'elle peut créer une relation entre différents concepts préexistants qui n'étaient pas liés directement, en concentrant l'attention sur une qualité ou une caractéristique partagée particulière des concepts qu'elle englobe (Blomsma & Brennan, 2017; Murray et al., 2017). En ce sens, l'EC a une fonction catalytique car elle crée une plateforme qui permet une discussion sur l'application appropriée des disciplines visant à concilier environnement et activités économiques en contribuant aussi à combler le manque de connaissances sur ce qui constitue des pratiques de gestion des ressources significatives et exploitables (Blomsma & Brennan, 2017).

Ainsi, de nombreuses disciplines ont contribué à la construction du concept d'EC. (Yuan et al., 2006), parmi les premiers auteurs à avoir fait une critique de l'EC, précisent qu'en Chine, l'EC a été fondée à partir de différentes disciplines ou approches telles que l'économie industrielle, l'ingénierie des systèmes, la bionique, la production propre et la physique, et son application reposait sur trois approches : production propre, écologie industrielle et modernisation écologique. (Andersen, 2007) ont quant à eux cité l'écologie industrielle comme discipline fondatrice de l'EC. La Fondation Ellen Macarthur (FEM) (Ellen MacArthur Foundation, 2013), l'un des plus grands promoteurs de l'EC dans le secteur privé, a identifié sept concepts ou disciplines qui ont été utilisés pour construire le concept d'EC : l'écologie industrielle, du berceau au berceau (plus connu sous son appellation anglaise cradle to cradle, C2C), le biomimétisme, l'économie de la performance, l'économie bleue, la conception régénératrice et la permaculture. Plusieurs autres auteurs ont réaffirmé l'influence de l'écologie industrielle et des écoles de pensée proposées par la FEM comme (Ghisellini et al., 2016). Un autre concept qui s'ajoute pour créer celui d'EC est le capitalisme naturel (Ezzat, 2016; Lewandowski, 2016). Plus récemment, d'autres auteurs ont rassemblé d'autres disciplines qui ont été utilisés pour construire le concept d'EC, comme (Masi et al., 2017) qui donnent une liste exhaustive de disciplines et de concepts utilisés comme antécédents de l'EC. Cette liste comprend la production plus propre, la dynamique du système, la pensée systémique, le zéro émission, l'économie industrielle, la symbiose industrielle, l'économie écologique, l'économie environnementale et l'économie en régime permanent. Il existe également d'autres disciplines mentionnées dans la littérature comme les sciences de l'environnement (Merli et al., 2018), le réseau éco-industriel (Winans et al., 2017), la bioéconomie (D'Amato et al., 2017) et les écosystèmes industriels (Korhonen et al., 2018). Ces derniers concepts sont moins présents dans la littérature et peuvent être regroupés dans le concept détaillé par la FEM. Par exemple, les réseaux éco-industriels et les écosystèmes industriels sont des concepts qui correspondent à la discipline de l'écologie industrielle (Roberts, 2004). Finalement (Wautelet, 2018) énonce cinq principales écoles de pensée qui ont influencé le concept d'EC, notamment l'écologie industrielle, le berceau au berceau, l'économie de la performance, l'économie bleue et le biomimétisme.

Ainsi, les principaux concepts et comment ils ont influencé l'EC se détaille à continuation :

- L'écologie industrielle, le métabolisme industriel, la symbiose industrielle et la production plus propre ont comme objectifs communs de chercher, dans le secteur de la production, des alternatives qui permettent une maximisation de l'utilisation des ressources, de diminuer la production des déchets et la contamination, réduisant de cette manière les impacts négatifs envers l'environnement et en poursuivant une croissance économique.
- Le concept de « berceau au berceau » qui fait référence à la transformation de la manière dont les processus industriels et les biens sont conçus, de sorte qu'à la fin de leur cycle de vie, il soit possible de récupérer les matériaux utilisés et de les utiliser soit comme nutriments biologiques pour les réinsérer

dans l'environnement, soit comme ressources techniques pouvant être utilisées pour produire de nouveaux produits.

- L'économie de la performance qui est une transformation complète du paradigme entourant la vente de produits vers la vente de services (performance) qu'un produit fournit (Stahel, 2010). La principale stratégie derrière ce concept est le système produit-service, qui signifie que les producteurs conservent la propriété du produit et les consommateurs payent seulement pour le service qui est rendu (Baines et al., 2009). Ainsi, si le producteur conserve la propriété du produit, il souhaitera récupérer les matériaux utilisés pour produire le bien, afin d'éviter de s'en procurer de nouveaux, et de les réutiliser dans un autre processus de production.

Si nous regardons les concepts qui ont été utilisées pour construire celle d'EC, il est possible de convenir qu'elles ont des principes communs. Tout d'abord, toutes les propositions cherchent à concilier les activités humaines et l'environnement. Deuxièmement, elles encouragent le changement de paradigme consistant à appeler un bien ou une ressource non pas déchet mais plutôt ressource, ainsi, celle-ci pourra être utilisée en continu, ce qui impose alors des transformations dans la façon dont nous produisons et consommons. De plus, ces concepts partagent l'idée d'une vision systémique et considèrent comment chaque solution possible peut avoir un impact global sur l'ensemble du système, même si elles ne s'accordent pas sur l'extension du système, c'est-à-dire même s'il n'y a pas d'accord sur l'extension de l'application de l'EC. En ce qui concerne l'objectif principal de ces concepts, tous partagent l'objectif de croissance économique. Certains cherchent à obtenir également un développement durable. Ce dernier serait crucial pour le succès de l'EC car il intègre des variables sociales. D'ailleurs, (Baas, 2008) recommande que les différentes stratégies impliquent davantage d'acteurs, y compris les citoyens pour obtenir de plus grands progrès dans le domaine de la production plus propre et de l'écologie industrielle. Il devient plus difficile d'appliquer une nouvelle politique de protection de l'environnement si la société et les personnes qui la composent n'ont pas les connaissances suffisantes pour comprendre l'importance de telles politiques. Par exemple, si les individus ne coopèrent pas pour des tâches simples comme le tri et la classification des déchets, il est très difficile d'atteindre une bonne performance dans le recyclage des ressources (Knickmeyer, 2020). Ce manque de coopération pourrait venir du manque d'informations dont disposent les individus et du manque de confiance dans les stratégies politiques. De plus, si ces derniers ne disposent pas assez des ressources pour couvrir leurs besoins de base, ils ne seront pas disposés à coopérer avec des stratégies de protection de l'environnement, comme on l'a vu avec les émeutes des gilets jaunes en France. Par conséquent, la prise en compte des seules contraintes environnementales conduirait à l'échec de ces nouvelles stratégies et une focalisation sur le développement durable devrait être l'objectif principal de toute solution possible aux problèmes économiques actuels

2.5.3 | c. Débats autour du concept d'économie circulaire

2.5.3 | c.a. Les objectifs de l'économie circulaire

Dans un premier temps, les débats autour de l'EC portent sur le fait que les premières actions mises en œuvre dans cette perspective visent principalement à « fermer la boucle » - autrement uniquement se concentrer sur la gestion des déchets, c'est-à-dire utiliser les déchets comme ressources d'un autre processus par exemple principalement à travers le recyclage et des initiatives d'écologie industrielle – au lieu de chercher également à « ralentir la boucle », à travers une augmentation de la durée de vie et d'utilisation des produits, permettant à l'EC de se placer dans une approche plus globale de réduction de la consommation des ressources (Ghisellini et al., 2016; Merli et al., 2018). En effet, si on se concentre sur les premiers déploiements de l'EC, ceux-ci encouragent principalement l'application des 3R (Heshmati, 2015), et en particulier l'application du recyclage. Les stratégies suivies par plusieurs pays en matière d'EC sont établies dans cette perspective et négligent largement la réduction de l'utilisation des ressources.

Plus précisément, les critiques formulées sont alors que si les stratégies d'économie circulaire se concentrent principalement sur le développement d'une industrie du recyclage, cela ne motivera pas forcément une réduction des déchets, dans la mesure où elle pourrait encourager à produire au moins la même quantité et continuer avec un fonctionnement en continu de l'industrie du recyclage (Lemille, 2019). En outre, se centrer principalement sur le recyclage ne permet pas de fermer complétement la boucle en raison des pertes de ressources dans les différents processus de transformation.

Le manque d'attention portée à la réduction de la consommation dans une perspective d'EC s'explique d'abord par le fait que la réduction de la consommation est associée à une faible performance économique puis car l'EC est associée dans ses origines à une stratégie de gestion de déchets. Ainsi, pour mettre en œuvre des initiatives d'EC plus efficaces et complètes, il sera nécessaire d'établir des stratégies claires, à travers une normalisation sur l'utilisation et l'application de chaque « R » qui optimiserait ainsi l'utilisation des ressources et maximiserait leur valeur tout au long du cycle de production et de consommation (Winans et al., 2017). Cela doit être suivi par des évaluations de performance qui permettraient d'améliorer le cas échéant la performance de l'application des « R ».

D'autres mesures davantage explorées dans la mise en œuvre d'une EC sont celles liées à une production plus propre, visant à réduire l'impact environnemental de la production et à optimiser les performances et l'efficacité des processus (Merli et al., 2018; Tomić & Schneider, 2017). Ainsi, l'EC ne viserait pas à atteindre une croissance économique plus forte, car une consommation plus importante impliquerait une production elle-aussi plus importante, pouvant surcompenser l'efficacité plus élevée de la production et conduire à des effets rebond, ne répondant ainsi pas aux défis à relever tels que l'épuisement des ressources (qui est considéré comme un des principes clés de l'EC) (Korhonen et al., 2018). Ainsi, mettre l'accent sur une croissance économique continue ne permettrait pas de s'attaquer aux enjeux environnementaux actuels, car cela ne remettrait pas en cause le système économique et conduirait à l'élaboration d'instruments politiques inefficaces pour sortir du consumérisme (Hobson, 2019). De plus, penser qu'une économique en boucle fermée conduirait à une croissance économique constante ne semble pas très réaliste car, à un moment donné, le coût supplémentaire de l'amélioration du flux circulaire de matières dépasserait les avantages pour la société. Cela s'applique à tout type de protection de l'environnement (Ekins et al., 2019). Par conséquent, certains chercheurs recommandent qu'une EC vise une économie à l'état stationnaire (Ghisellini et al., 2016). Cela contraste avec d'autres études qui trouvent dans l'EC un moyen d'avoir une croissance économique écologiquement soutenable (Sauvé, Normandin, et al., 2016). En effet, si l'EC s'est démarquée des autres concepts qui cherchent à concilier économie et environnement c'est parce qu'elle s'insère « aisément dans les habits de l'économie » (Bourdin & Maillefert, 2020), c'est-à-dire qu'elle permet de continuer avec cette logique de croissance économique infinie. Ainsi, cela apparaît être une des principales raisons pour laquelle l'EC a attiré particulièrement l'attention des gouvernements et des entreprises, comme une stratégie à suivre pour réduire les impacts environnementaux causés par l'activité économique (Merli et al., 2018). Cet objectif de croissance économique est présent dans les stratégies d'adoption d'une EC adoptés par les différents pays européens ainsi que dans la plupart des définitions d'EC proposées dans les travaux académiques (Kirchherr et al., 2017). Ces derniers examinent 114 définitions d'EC et en déduisent les objectifs poursuivis (Kirchherr et al., 2017). L'objectif le plus mentionné est la recherche d'une croissance économique (46 % des définitions mentionnent cet objectif).

L'EC est ainsi davantage perçue comme un moyen de prendre en compte l'environnement sans affecter la croissance économique. Pour y parvenir, des solutions permettant la transformation du consumérisme quotidien devront être mises sur place, à travers des business models innovants (Hobson, 2019). Pour autant, la façon d'intégrer l'EC et ses principes dans des business models n'a pas été étudiée de manière approfondie (Lewandowski, 2016). (Lieder & Rashid, 2016) critiquent que la non inclusion de perspectives de business models pourrait entraver la mise en œuvre de l'EC car les avantages pour chacune des parties prenantes ne seraient pas explicites. Dans cette perspective de business models, (Lahti et al., 2018) constate qu'il y a d'énormes incertitudes lors d'une transition des entreprises vers une EC, en particulier au niveau des relations à développer avec les clients et des attributs que les nouveaux produits devront inclure, par exemple, lors d'une application de servitisation. Ils constatent également qu'il n'y a pas de transparence en ce qui concerne la création de valeurs dans ce nouveau type de business models qui favoriserait alors un changement par rapport à un modèle linéaire, présentant ainsi des incertitudes plus marquées.

Enfin, les recherches sur l'EC se sont focalisées sur le traitement des problèmes environnementaux, notamment la récupération des matériaux, la gestion des déchets et la réduction des émissions, et sur l'objectif de surmonter des défis économiques (Geissdoerfer et al., 2017) mais ont largement négligé les questions sociales, qui devraient être étudiées avec beaucoup plus d'attention (Sauvé et al., 2016). Ce manque de considération pour ces questions peut s'expliquer par le fait que l'EC se positionne principalement dans un contexte industriel, notamment à travers l'application des principes d'écologie industrielle, de symbiose industrielle ou de métabolisme industriel (D'Amato et al., 2017). Lorsque des aspects sociaux sont considérés dans les études d'EC, il s'agit principalement de créations d'emplois car il n'y a pas de compréhension claire sur la façon dont l'EC peut y contribuer (Ekins et al., 2019; Geissdoerfer et al., 2017; Wijkman & Skanberg, 2014). L'ADEME considère notamment que l'EC peut contribuer au bien-être des individus notamment à travers la création d'emplois (ADEME, 2014). Une solution pour inclure d'autres aspects sociaux dans la mise en œuvre de l'EC est l'éducation et la participation citoyenne. Par l'éducation en EC, les citoyens pourraient être sensibilisés sur l'impact de leurs actions quotidiennes sur l'environnement et sur la manière de contribuer à la préservation des ressources et à la protection de l'environnement, à travers des comportements de consommation plus durables (Suárez-Eiroa et al., 2019). Ce point est d'autant plus important que le succès de l'EC dépend du changement de paradigme de la production mais aussi des comportements de consommation, ce qui nécessite des acteurs mieux informés et impliqués dans la transformation du système (Bonciu, 2014). Ainsi, l'intégration des aspects humains aux business models d'EC serait essentielle pour parvenir à une société plus durable (Chiappetta Jabbour et al., 2019; Schöggl et al., 2020) car les consommateurs, en demandant des produits et services plus respectueux de l'environnement, pousseraient aussi la transformation du système. Les autres notions sociales que l'EC devrait inclure portent sur les dimensions législative, institutionnelle et culturelle (Homrich et al., 2018). Il s'agit alors de mettre en place des réglementations transparentes qui favorisent la transition du système et des institutions solides qui contribuent la consolidation de ce nouveau système ainsi que l'implication de toute la société. La dimension législative fait aussi référence à la dimension politique qui est un aspect fondamental pour permettre le déploiement de l'EC (Ekins et al., 2019).

Dans un contexte d'EC, il est proposé de ne pas se concentrer seulement sur l'analyse des avantages économiques et l'augmentation de l'efficacité des systèmes mais de plutôt étudier l'EC du point de vue de la durabilité (Türkeli et al., 2018). De même, (Murray et al., 2017) concluent que l'EC peut contribuer au développement durable s'il inclut les questions sociales dans son analyse, sinon, avec des objectifs mal définis, l'EC pourrait donner des résultats trompeurs. Dans ce sens, l'EC est perçue comme un paradigme plus opérationnel que le concept de développement durable, lequel est considéré comme très diversifié qui manque de moyens mise en œuvre plus opérationnels (Geissdoerfer et al., 2017). L'EC doit donc trouver des moyens pour financer ses projets, avoir des données facilement accessibles qui permettent une prise de décisions plus informées, motiver l'utilisation des technologies de l'information qui facilitent les analyses des initiatives en faveur d'une EC et créer des relations plus étroites avec les différentes parties prenantes si elle veut s'imposer comme une discipline plus opérationnelle (Fan et al., 2019).

Ainsi, au regard de toutes ces discussions, la croissance économique devrait être conservée comme un objectif clé de l'EC, du moins dans un premier temps, car actuellement c'est seulement à travers la croissance économique que la société mesure la performance de son économie. Cette croissance pourrait apporter les moyens financiers nécessaires pour établir les bases de la transformation du système et permettre ainsi de poursuivre la recherche d'autres solutions de développement. Dans cette optique, il convient d'envisager comment les ressources générées à travers une EC pourraient être redistribuées vers d'autres initiatives en faveur d'un développement durable (Korhonen et al., 2018). Quant à la préservation de l'environnement, l'EC l'envisage à travers une meilleure gestion des ressources tant au niveau de la production que de la consommation. Dans cette perspective, elle cherche à ne pas produire de déchets ni de pollution ; les ressources dans ce cas doivent être soit réutilisées, soit réintégrées dans la nature comme nutriments. Un point de convergence entre les chercheurs réside dans l'idée que le but ultime de l'EC doit être de contribuer au développement durable (Geissdoerfer et al., 2017; Heshmati, 2015). (Schroeder et al., 2019) concluent d'ailleurs que la mise en œuvre de l'EC peut contribuer directement à 21 des objectifs de développement durable fixés par les Nations Unies et peut indirectement aider à en atteindre 28 supplémentaires. Certains auteurs voient l'EC comme une condition pour atteindre la durabilité.

2.5.3 | c.b. Principes

Le concept d'EC émane de plusieurs disciplines, ce qui n'a pas permis d'aboutir à un consensus quant à son objectif, ses principes et sa définition. Dans cette section, il se condense ce qui a été établi dans la littérature concernant les principes de l'EC.

Les premières publications sur le concept d'EC considèrent comme principes principaux les 3 R, autrement dit « Réduire, Réutiliser et Recycler » (Yong, 2007; Yuan et al., 2006). D'autres auteurs ont ajouté un 4e R avec le principe de « Récupérer » (Reh, 2013), principalement en raison du fait que les lois relatives à l'EC proposées en 2002 par la Chine promouvaient notamment ces activités de récupération et que la plupart des publications avant 2013 proviennent principalement d'auteurs chinois (Geissdoerfer et al., 2017; Kirchherr et al., 2017). Le principe de réduction fait référence à la diminution de l'utilisation des matériaux dans la consommation et la production, le principe de réutilisation implique de donner une autre vie à un bien ou un matériau qui, dans l'économie actuelle, serait jeté dans les décharges. Une idée évoquée précédemment qui peut être associée au principe de réduction consiste à « ralentir la courbe » (Bocken, Ritala, et al., 2017). Ralentir la courbe signifie réduire la vitesse à laquelle les ressources primaires sont réintroduites dans le cycle de production, en conservant dans le temps au maximum la valeur qu'ont les produits. Cette idée a été négligée dans la littérature car, d'un point de vue commercial, le ralentissement du cercle est principalement associé à la vente de moins de produits, ce qui est considéré comme une réduction des profits. L'idée de ralentir le cercle va de pair avec de nouvelles pratiques commerciales telles que les modèles de système produit-service et d'autres pratiques qui, grâce à la remise à neuf, prolongent le cycle de vie des produits. Le principe de recyclage essaie de traiter les matériaux (qui autrement seraient jetés et qui ne peuvent pas entrer dans l'action des principes précédents) afin de produire une autre unité d'elle-même avec des propriétés identiques ou inférieures. Il est également lié à l'idée de fermer la boucle (Bocken, Ritala, et al., 2017), ce qui signifie que la valeur doit être préservée tout au long de la chaine de production et de consommation. Enfin, le principe de récupération fait référence à l'utilisation de produits, qui autrement seraient jetés, comme intrants pour produire de l'énergie. Si ce n'est pas possible de les utiliser de nouveau dans la chaine de production, il faut les intégrer dans la nature de façon à être absorbés et utilisés comme nutriments. Dans cette optique, les produits doivent être conçus en utilisant des ressources qui pourraient être facilement absorbées par la nature et de sorte que tous les matériaux puissent être récupérés, vers la fin de sa vie, ce qui appelle fortement à l'innovation. D'autres auteurs ont inclus d'autres « R » aux principes d'EC, tels que refuser, réparer, la remise à neuf, refabriquer ou encore réutiliser (Korhonen et al., 2018; van Buren et al., 2016). Certains auteurs soutiennent que ces derniers principes peuvent être couverts par les 4 principes initiaux. Par exemple, refuser, ce qui signifie empêcher l'utilisation des ressources, peut être inclus dans le principe de réduction. Quant à la réparation, la remise à neuf, le reconditionnement et la réutilisation, ils peuvent être inclus dans le principe de récupération (Anastasiades et al., 2020).

Depuis 2013, la FEM propose divers nouveaux principes pour l'EC . Ces principes complètent ceux des 4 R, d'abord parce qu'ils créent un lien entre eux, en réfléchissant d'un point de vue de système ; ils motivent l'utilisation des sources renouvelables et la préservation de la nature et de la biodiversité ; enfin, ils incitent à la mise en place de nouveaux mécanismes de production qui permettent l'application des R. Selon (Homrich et al., 2018), les principes édictés par la FEM ont davantage été utilisés par les entreprises. Les 4 R ont été constamment utilisés par la plupart des revues de littérature comme (Anastasiades et al., 2020; Liu et al., 2018; Prieto-Sandoval et al., 2018). En fait, (Kirchherr et al., 2017), après leur examen des 114 définitions du concept d'EC, identifient les principes fondamentaux utilisés par ces définitions, incluant les 4 R. D'autres principes identifiés dans cette revue sont la hiérarchie des déchets et l'approche systémique, principe qui a été utilisé par 42 % des définitions examinées. L'approche systémique comprend trois niveaux différents pour l'application de l'EC, les niveaux micro, méso et macro. Le niveau micro fait référence aux consommateurs et aux entreprises ; le niveau méso aux régions et aux parcs éco-industriels ; tandis que le niveau macro correspond à l'échelle nationale et mondiale. Certains auteurs affirment que cette désagrégation des niveaux néglige un lien important, le niveau de la chaîne d'approvisionnement, correspondant à l'intersection entre les niveaux micro, méso et macro (Masi et al., 2017; Merli et al., 2018). De cette manière, le niveau de la chaîne d'approvisionnement devrait avoir sa place en tant que principe de l'économie circulaire, car il est nécessaire de penser en termes de systèmes et de coordonner son déploiement sous toutes les perspectives différentes.

D'autres auteurs ont discuté du principe de hiérarchie des déchets et soulignent que si elle n'est pas analysée de façon holistique autour la création de valeur des ressources ou des produits tout au long de la chaîne d'approvisionnement, des conséquences indésirables peuvent survenir, en particulier si la création de valeur est simplement analysée à partir d'un point de vue environnemental (Iacovidou et al., 2017). Il est donné à titre d'exemple que la co-combustion du charbon avec de la biomasse implique la réduction du rendement des chaudières et produit comme déchet un type de cendre inadapté à d'autres types d'applications. Un autre exemple cité est celui de l'UE où environ 46 % du plastique post-consommé a été exporté vers l'est où il a été traité dans des installations de faible qualité produisant des émissions dangereuses, avec des travailleurs mal payés, donnant par conséquent des externalités qui auraient pu être évitées si une analyse et une application optimale et holistique de l'EC tout au long de la chaîne d'approvisionnement avaient été effectuées (Kalmykova et al., 2018) ont identifié d'autres principes que l'EC doit prendre en compte et que sont cités précédemment, l'éco-efficience (minimiser les ressources et les polluants d'un système) et l'éco-efficacité (la production des biens et leurs activités associées doivent être conformes au système environnemental). (Masi et al., 2017) dans leur revue soulignent pour leur part quatre principes fondamentaux de l'EC. D'abord, l'EC doit suivre un approche régénératrice et réparatrice, ensuite elle doit dissocier la croissance économique de la dégradation de l'environnement et doit chercher à préserver la valeur économique, sociale et environnementale, et contribuer à la résilience du système. Les principes opérationnels qui contribueraient à une meilleure application de l'EC. Proposés par (Suárez-Eiroa et al., 2019) incluent l'ajustement des entrées du système aux taux de régénération, l'ajustement des sorties du système aux taux d'absorption, la fermeture du système, le maintien de la valeur des ressources dans le système, la réduction de la taille du système, la conception de l'économie circulaire, l'éducation à l'économie circulaire. On peut soutenir que la plupart de ces principes peuvent être inclus dans les principes détaillés précédents (les 4 R), mais ce qu'il est important de relever est que l'aspect social de l'EC doit être pris en compte car cette transformation ou transition vers une économie circulaire est basée autant sur l'innovation que sur la volonté de la société à soutenir et mettre en œuvre ces idées. Avec la préservation de la valeur économique, sociale et environnementale, et l'éducation à l'EC, les auteurs essaient de souligner que l'EC est un changement complet de paradigme à tous les points de vue de la société, et que sans changement de comportement des clients et des individus plus largement, la plupart des principes d'EC seront très difficiles à respecter. En fait, (Elia et al., 2017) soulignent que les stratégies d'écoconception pour le développement de produits ne peuvent être réalisées sans un changement de comportement du client. De même, (Anastasiades et al., 2020) ont identifié qu'un changement de comportement de l'utilisateur serait nécessaire pour fermer la boucle. (Esmaeilian et al., 2018) font quelques remarques sur le fait que l'interaction des personnes est nécessaire même pour accomplir les concepts de base de la récupération et du recyclage, car les ménages doivent être prêts à pré-trier les déchets avant de disposer des ressources dans des conteneurs spécifiques.

À partir de cette revue de principes, une proposition de ceux qui devraient être appliqués afin d'avoir un meilleur déploiement d'une stratégie d'EC. Premièrement, comme la plupart des publications d'EC le reconnaissent, les 4 R (réduire, réutiliser, recycler et récupérer) font partie des principes fondamentaux d'EC. Ces principes englobent la plupart des philosophies promulguées par l'idée d'EC en termes de diminution de l'utilisation des ressources, d'allongement de la durée de vie des produits et des ressources, de fermer la boucle grâce au recyclage. Ensuite, le principe de l'approche système est retenu, ce qui inclut les niveaux micro, méso, macro et celui de la chaîne d'approvisionnement qui permet l'analyse des effets possibles de l'application de l'EC à l'ensemble du système. De plus, le principe de redesigner est proposé. Ce principe fait référence à la nécessité de changer la façon dont l'économie produit, pour faire durer les biens plus longtemps et pour faciliter le recyclage ou la récupération de ses composants, en évitant ainsi la production de déchets indésirables ou tout type d'émissions qui nuirait à l'environnement et / ou à la santé des personnes. (Haupt et al., 2017) discutent de la façon dont une conception spécifique de produits permet une meilleure ou une pire performance dans le processus de recyclage. Ils font également référence au fait qu'il faut changer la façon dont les personnes sont prises en compte dans le système économique, non seulement en tant qu'unité de travail, mais aussi en tant que paramètre pouvant modifier le fonctionnement de l'économie, en transformant de cette façon tous les aspects de la société pour une meilleure et plus efficace application d'une EC.

De cette façon, l'EC apparait comme une stratégie prometteuse car elle a attiré l'attention des entreprises, des académiques et des décideurs politiques, et fait remarquer que toutes les ressources avaient de la valeur qu'il fallait

tenter de conserver tout au long du cycle de production (Korhonen et al., 2018). Aussi, l'EC cherche à réduire les effets indésirables des activités économiques sur l'environnement, en promouvant une croissance économique, ce qui la démarque des autres disciplines environnementales. Pour autant, le chemin est encore long à parcourir pour bien découvrir le potentiel d'EC qui reste encore largement inexploré (Marrucci et al., 2019; Ruiz-Real et al., 2018). Ainsi, la recherche doit continuer en trouvant d'abord un consensus de ce qu'est l'EC, ce qui s'avère une tâche compliquée car sa compréhension continue à diverger plutôt que converger (Homrich et al., 2018). En outre, en plus d'identifier comment les concepts qui ont servi de base à sa création ont influencé sa compréhension actuelle, il faut comprendre comment les disciplines comme l'ingénierie et les sciences sociales influencent son évolution. Il faudra aussi bien identifier ses limites d'application, afin de prévenir de possibles effets rebond, et pouvoir définir des stratégies inter et intra organisationnelles plus efficaces en faveur d'un développement durable.

2.5.3 | c.c. Proposition de définition de l'économie circulaire

D'après la revue de littérature développé dans cet étude, il se proposé une définition d'EC, qui présent d'éléments clés trouvés dans cette recherche :

« L'économie circulaire est un **système économique** qui cherche à contribuer au **développement durable** (couvrir les besoins actuels sans compromettre ceux de demain), en dissociant la croissance économique de l'impact environnemental et **des inégalités sociales**, en **redesignant** la façon de consommer, de produire, d'interagir avec l'environnement et avec la société elle-même, à travers des business models innovants et une **politique publique soutenue** cherchant une mise en œuvre optimale des 4 R à savoir « **réduire, réutiliser, recycler et récupérer** », visant toujours à minimiser la consommation des ressources, avec **une approche systémique** au moment de son déploiement au niveau micro (entreprises et ménages), méso (synergies industrielles, régions), macro (pays et global) et de la chaîne d'approvisionnement (interaction entre les niveaux précédents).»

Ainsi, cette définition veut montrer qu'il ne faut pas considérer la croissance économique comme un ennemi ou un mal à combattre pour sauver l'environnement, mais plutôt comme un allié qui peut motiver l'innovation dans toutes les activités de la société et la mise en place des solutions qui peuvent aider tant à la conservation de l'environnement et les ressources, qu'à contribuer à lutter contre certains problèmes sociaux affectant notre société aujourd'hui, notamment la lutte contre le chômage et, enfin, à inclure davantage de personnes dans cette période de transition. Pour y parvenir, il est impératif de redesigner la façon dont on consomme (à savoir à préférer le partage des biens plutôt que les en posséder), dont on produit (appliquer l'écoconception pour une meilleure gestion des ressources tout au long du cycle de vie) et dont on interagit les uns avec les autres, car le système économique est un système où chacun de ses composants interagit, au point où si une partie reste isolée, la transition vers une économie moins nocive pour l'environnement et pour la société elle-même va s'avérer très compliquée à mener.

Ainsi, l'action doit être menée au niveau de tous les secteurs et acteurs de la société, car l'économie circulaire exige un engagement complet, y compris au niveau mondial, sans quoi, des effets indésirables pourraient survenir. Le but ultime de l'EC est de contribuer au développement durable, comme le proposent de plus en plus les chercheurs et comme la plupart des concepts associés à la construction du concept d'EC l'ont affirmé. Enfin, cette définition tente d'intégrer également l'utilisation des 4 R qui ont largement été promus par de nombreux chercheurs et décideurs, toutefois suivis de la notion d'optimalité dans le but de remplacer le principe de hiérarchie des déchets proposé par d'autres acteurs. Comme indiqué précédemment, la hiérarchie des déchets n'est peut-être pas le guide le plus utile pour l'application de ces principes car elle peut conduire à des résultats non souhaités et il faudrait une analyse systémique lors de son application. De plus, son application devrait se faire aux différents niveaux de l'économie, le micro, le méso et la macro, y compris à l'intersection de ces derniers, en gardant également à l'esprit un approche systémique. Dans la Figure 3, il se présente une représentation graphique de la définition d'économie circulaire.

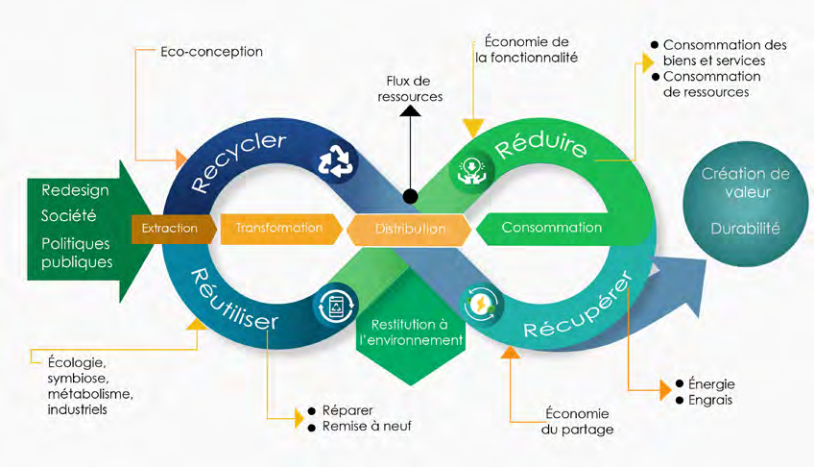


Figura 3 - Représentation graphique du concept d'EC

2.5.3 | d. Économie circulaire pour une transition bas carbone des systèmes énergétiques

La vision d'un système énergétique circulaire (SEC) impliquerait de dissocier la dégradation de l'environnement de l'activité du système énergétique en repensant la façon de consommer, et de produire, à travers l'application des 4 R (mentionnées dans la section précédente), en cherchant toujours à minimiser la consommation de ressources énergétiques, et viser à produire zéro déchet et pollution, avec une approche systémique au moment de sa mise en œuvre.

Dans le cadre de l'atteinte d'un SEC, le principe de réduction implique l'application d'actions cherchant à augmenter l'efficacité du système, par l'intégration de technologies plus performantes (IEA, 2020a), et par l'intégration de pratiques de consommation plus efficaces comme le covoiturage qui réduira la consommation d'énergie (Taranic et al., 2016). Le principe de réutilisation quant à lui, cherche la réintroduction d'un produit dans le système énergétique, soit en réutilisant les émissions de CO2 (IEA, 2020b), soit en réutilisant d'autres produits énergétiques comme les batteries des véhicules électriques (Bonsu, 2020). Le principe de recyclage impliquerait l'utilisation de la biomasse, car elle capte le carbone de l'atmosphère lorsqu'elle est cultivée, le libère à nouveau lorsqu'elle est décomposée ou brûlée, et capte à nouveau le carbone lorsque la même quantité de biomasse est cultivée, recyclant ainsi les émissions de carbone (IRENA, 2020). Enfin, le principe de récupération favoriserait la valorisation des ressources considérées comme des déchets car elles ne pourraient pas être réintroduites dans le système économique par d'autres usages (Morseletto, 2020). L'économie circulaire pousse cependant plus loin ses principes et va au-delà de la simple récupération de matériaux en exigeant également un changement dans la façon dont l'ensemble du système consomme et se comporte (Prieto-Sandoval et al., 2018). En ce sens, un SEC analysera également comment le choix d'une mobilité plus durable pourra impacter l'évolution du système énergétique. Ces choix consistent notamment à passer à un niveau de remplissage de voiture particulier plus important (covoiturage) et l'utilisation de vélos et trottinettes à assistance électrique. Par conséquent, un SEC considère qu'un système énergétique est capable de produire de l'énergie à partir de matériaux et d'énergies (fatales) qui n'ont pas pu être réintégrés à d'autres processus de production. Un SEC favorise ainsi le développement de solutions renouvelables et durables visant la réduction des émissions polluantes.

2.5.4 | Methodology

La modélisation du système énergétique de la région PACA est développée dans le cadre du paradigme TIMES. TIMES est un outil de prospective développé dans le cadre du « Energy Technology Systems Analysis Program » (ETSAP) de l'Agence Internationale de l'Energie (AIE) et construit sur la base du modèle « Market Allocation » (MarkAl) combiné avec le modèle « Energy Flow Optimisation Model » (EFOM) (Loulou & Goldstein, 2016). TIMES n'est pas un modèle per se mais plutôt un générateur de modèles bottom-up, c'est-à-dire, un ensemble d'équations génériques (décrites dans le langage GAMS) qui définissent les relations par lesquelles les données fournies par l'utilisateur seront liées, créant ainsi un modèle mathématique cohérent. Aujourd'hui, le générateur TIMES est largement utilisé dans des études de prospective à différentes échelles spatiales, mondiales (Didelot et al., 2017; Kang et al., 2017), régionales (Postic et al., 2017), nationales (Assoumou, 2006; Kang et al., 2018; Millot, 2020) et infranationales (Bouckaert, 2014; Drouineau, 2012; Selosse et al., 2018). Des modèles TIMES sont développés par plus de 150 équipes de recherche dans 50 pays différents. Le générateur et ses applications bénéficient d'un grand soutien de la part de la communauté de modélisateurs de l'ETSAP qui se réunit plusieurs fois par an pour échanger sur des résultats des différents travaux de prospective et sur des possibles évolutions des approches et des modèles.

TIMES repose sur un équilibre partiel suivant un paradigme d'optimisation linéaire, il cherche ainsi à minimiser le coût total actualisé de l'ensemble du système énergétique étudié tout en satisfaisant la demande exogène et en respectant les diverses contraintes établies par l'utilisateur (économiques, techniques et environnementales). En outre, TIMES permet une représentation fine du système énergétique étudié, au regard de ses caractéristiques technico-économiques détaillées, et de l'interaction des différentes commodités avec les procédés d'extraction, de transformation, de transport et de distribution, particulièrement en signalant les flux de commodités entre technologies de transformation et de consommation. L'objectif reste de trouver un équilibre offre-demande, c'est-à-dire de maximiser le surplus sur tout l'horizon temporel au moindre coût actualisé.

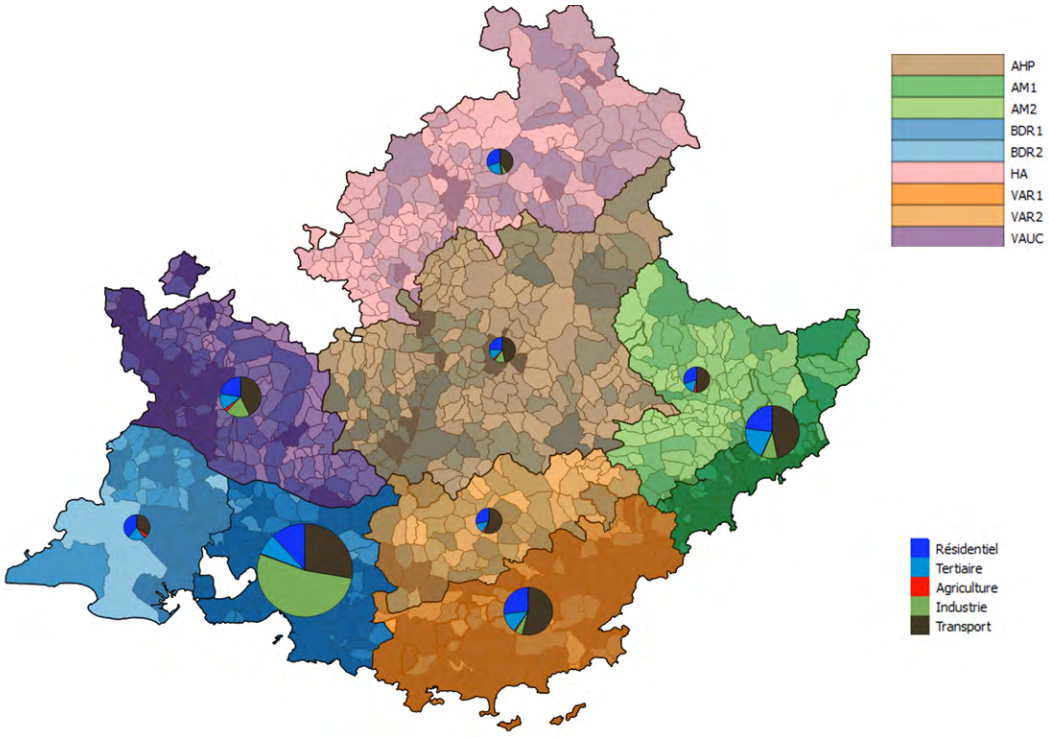


Figure 4 - zones d'études de la région PACA

Pour mieux intégrer les caractéristiques énergétiques de la région dans notre modèle de prospective, celle-ci est donc découpée en neuf zones. Les départements présentant une forte concentration de leurs activités et de la population sur le littoral sont séparés en deux zones, une à haute consommation correspondant à la côte et l'autre pour les parties plus éloignées de la mer. Aux trois départements Hautes-Alpes (HA), Alpes-de-Haute-Provence (AHP) et Vaucluse (VAUC), il s'ajoute donc les zones à forte consommation des Bouches-du-Rhône (BDR1), des Alpes-Maritimes (AM1) et du Var (VAR1), et les zones à faible consommation des mêmes départements, respectivement BDR2, AM2 et VAR2. On notera que les zones à haute consommation représentent près de 80 % de la consommation de la région PACA Figure 4.

Une dixième zone « fictive » est aussi implémentée et appelée « PACA ». L'intégration de cette zone dans notre modèle répond au besoin de représenter les réseaux gazier et électrique, pour permettre aux neuf autres zones d'utiliser l'électricité provenant des réseaux, de vendre leur production électrique ou d'en acheter. Ces échanges sont calibrés pour l'année de base. Une autre fonction de cette zone « PACA » est de représenter les consommations sur lesquelles les politiques énergétiques de la région PACA n'ont pas d'influence directe. En premier lieu, cela s'applique par exemple aux activités des raffineries, car ce secteur est stratégique dans l'approvisionnement énergétique de la France toute entière et il reste donc un peu à la marge des politiques régionales. En second lieu, c'est le cas pour les consommations des véhicules (véhicules particuliers, utilitaires et poids lourds) et du secteur aérien qui passent par la région mais qui viennent du reste de la France ou de l'étranger. Pour les véhicules particuliers, il s'établi que 15 % correspondent aux véhicules qui proviennent de l'extérieur de la région PACA (7 % étrangers, 9 % autres régions). Pour les poids lourds, 22 % des consommations énergétiques correspondent aux transports des marchandises entrant et sortant de la région PACA (L'Observatoire Régionale des Transports, 2016). Les consommations de l'aviation sont quant à elles modélisées dans leur globalité au niveau de la zone PACA.

TIMES-PACA permet une représentation riche et détaillée de chaque système énergétique de chaque zone de la région afin de décrire les enjeux spécifiques qui affectent chaque système. De plus, cette représentation comprend, pour chaque zone : les ressources énergétiques primaires disponibles ; les procédés de transformation, de transport et de distribution avec leurs coûts technico-économiques respectifs, (pour la région PACA cela inclut l'interconnexion électrique entre la région et le reste de la France en termes d'électricité et de gaz) ; et la demande d'énergie finale.

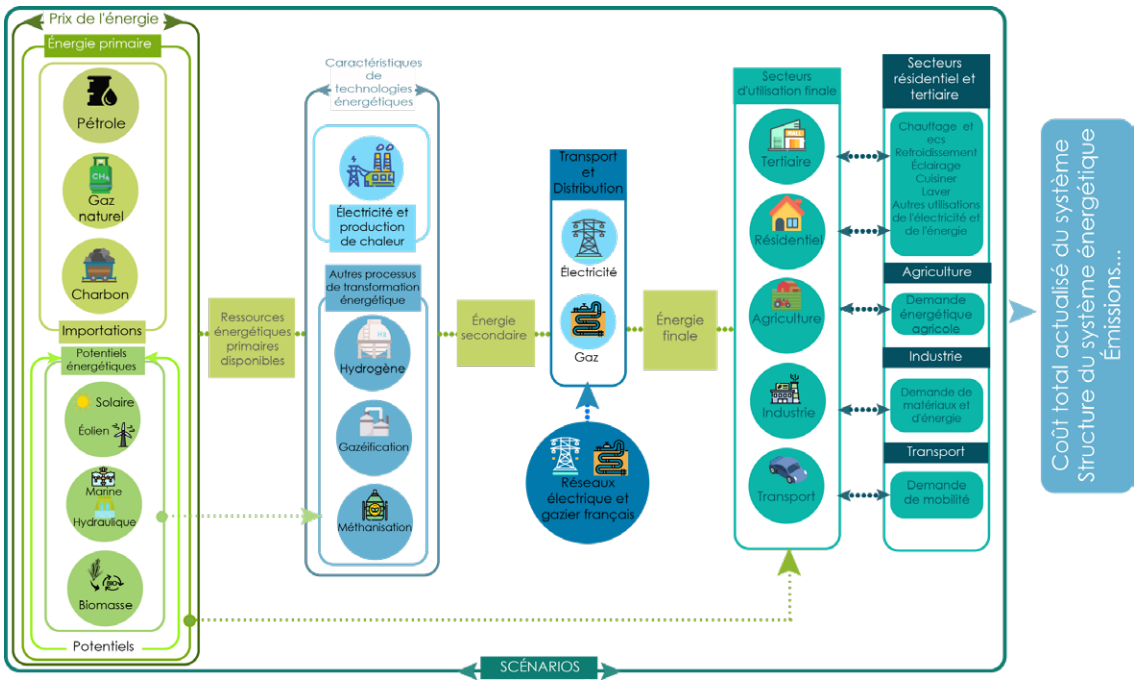


Figure 5 - Système énergétique de référence de la région PACA

La demande est représentée dans cinq secteurs différents avec leurs services énergétiques associés respectifs : transports, bâtiments résidentiels, bâtiments tertiaires, industrie et agriculture. Pour le secteur du bâtiment, les services énergétiques sont : l'éclairage, le chauffage, le refroidissement, la cuisson, les appareils électriques spécifiques, etc. Par ailleurs, pour le secteur tertiaire, la demande énergétique se décompose en huit activités économiques différentes : bureaux, tourisme, commerce, recherche, habitat communautaire, les bâtiments de transport, la santé et l'action sociale, le sport, la culture et les loisirs. Concernant le secteur du transport, il a été décomposé en demandes de mobilité pour les véhicules individuels, le transport de marchandises, les bus, les voitures utilitaires, etc. Enfin, le secteur de l'industrie a été représenté selon les différentes activités industrielles présents dans la région. L'objectif de cette représentation détaillée est d'identifier des politiques plus précises pour la décarbonation des différents secteurs. Par exemple, le tourisme est une activité que dans certaines zones représente environ la moitié des émissions totales comme dans la zone AM1 (ADEME, 2012) ce qui rend intéressant d'étudier l'impact de certaines activités économiques sur la demande d'énergie et les émissions. La représentation de ces demandes se base sur la base de données d'AtmoSud. AtmoSud est l'association agréée par le Ministère en charge de l'Environnement pour le suivi de la qualité de l'air de la région PACA. Par ailleurs, le modèle TIMES-PACA inclut des technologies potentielles pouvant être développées dans chaque zone et d'autres technologies dont le développement dépend de la localisation géographique de chaque zone, comme l'éolien offshore. Les technologies d'utilisation finale sont basées sur le modèle français TIMES développé par le Centre de Mathématiques Appliquées de MINES ParisTech. Cette représentation détaillée permet de montrer le flux de commodités à travers les différents processus de transformation et il détaille comment ils vont satisfaire la demande d'énergie finale. Avec cela, il est possible de représenter le Système Énergétique de Référence (SER) de la région PACA. Une représentation simplifiée des SER du système énergétique TIMES-PACA est donnée sur la Figure 5. Le modèle donne comme résultats l'évolution de la structure du système énergétique pour chaque département, les investissements nécessaires à cette évolution, le coût d'exploitation des technologies, les flux d'énergie entre les technologies représentées, l'énergie consommée par type de produit, les émissions associées, entre autres. L'horizon temporel du modèle est 2050 et l'année de référence est 2017.

2.5.4 | a. Représentation de l'économie circulaire dans le modèle TIMES-PACA

La région a accès à importants potentiels de ressources énergétiques dont le développement s'inscrit dans une perspective EC. Ces potentiels ont été estimés par différentes études développées pour la région PACA par différentes institutions (Observatoire Régional de l'Energie du Climat et de l'Air de Provence-Alpes-Côte d'Azur, 2017) et sont détaillés dans le Tableau 1.

Energie	Potentiels	Source
Chaleur d'eaux usées	2.36	(Antea Group, 2011)
Chaleur fatale de l'industrie	33.10	(ADEME, 2017)
Hydrogène fatale	1.28	(ADEME, 2018)
Photovoltaïque au sol	54.81	(Cerema Méditerranée, 2019)
Photovoltaïque au toiture	92.80	(ADEME & Armines PERSEE, 2015)
Eolien	21.48	(Valorem-Conexia Energy, 2010)
Géothermie	136.79	(BRGM, 2013)
Hydraulique	14.73	(CEREMA, 2015)
Déchets agricoles	9.71	(Hélianthe, 2015)
Déchets verts	1.36	
Déchets municipaux	13.52	
Bous de step	1.52	
Bois	27.73	(ADEME, 2018)
Total	411.19	

Tableau 1 - Potentiels énergétiques de la région PACA pouvant être mobilisés dans un contexte d'EC

La totalité de ces potentiels peut couvrir environ 80 % de l'énergie totale consommée par la région PACA en 2017. Dans une perspective d'EC, ces ressources peuvent être employées à travers différentes technologies. La chaleur fatale peut être récupérée et utilisée pour couvrir la demande de chauffage et de production d'eau chaude dans le secteur de l'habitat et/ou pour couvrir la demande de chaleur des activités industrielles. L'investissement nécessaire pour développer de nouveaux réseaux de chaleur est de 39,18 € / GJ (141 € / MWh) et les coûts fixes sont de 16,94 € / GJ pour les zones à forte consommation d'énergie et de 16,11 € / GJ pour les zones à faible consommation d'énergie (ADEME et al., 2019). L'hydrogène fatale peut être utilisé dans les procédés de méthanation, qui utiliseront le CO2 issu des procédés de purification du biogaz ou du gaz de synthèse, ainsi que le CO2 des activités industrielles, afin de produire du biométhane pouvant être injecté dans le réseau de transport ou de distribution de gaz. Dans le cas où le CO2 a une source biogénique (méthanisation, gazéification de la biomasse, ou issu de centrales électriques à biomasse), le niveau d'émissions produites lors de la consommation finale du biométhane sera nul (car neutre en carbone) dans le Modèle TIMES-PACA. En revanche, si le CO2 provient de sources non renouvelables (CO2 industriel ou gazéification MSW), le niveau d'émissions après consommation sera de 48 g CO2/MJ (Meylan

et al., 2017) contre 56 g CO2/MJ pour gaz naturel. Bien identifier l'origine du CO2 permettra de mieux identifier le potentiel de décarbonation des différentes technologies. Les options disponibles pour récupérer le CO2 des activités industrielles passent par le développement de technologies de capture du carbone dans les industries de la sidérurgie et du ciment, suivant le travail de (Griffin et al., 2013), et à partir de centrales électriques basées sur le pétrole, le gaz ou la biomasse. Une autre option de méthanation consiste à utiliser de l'hydrogène produit à partir d'électrolyseurs et à le mélanger avec du CO2 (suivant une logique similaire à celle exprimée précédemment) pour produire du biométhane.

Les modélisations de la production d'hydrogène, de biogaz et de méthane sont basées sur les travaux développés par (Blanco et al., 2018; Doudard, 2019; Sgobbi et al., 2016) et adaptées au cas de l'analyse du système énergétique de la region PACA. Les déchets verts et agricoles, ainsi que les boues d'épuration peuvent être utilisés pour la production de biogaz à travers la digestion anaérobie (ENEA Consulting, 2017). Le biogaz peut être utilisé directement pour produire de l'électricité ou de la chaleur ou il peut être épuré en produisant ainsi du biométhane qui peut être injecté dans le réseau de transport de gaz. L'étape de purification peut être suivie de techniques de captage du CO2, qui pourra être utilisé dans les procédés de méthanation comme évoqué précédemment. L'hydrogène peut être injecté dans le réseau gazier français jusqu'à 6 % (en volume) en 2030 et 20 % en 2050 selon (GRTgaz, 2019). Les déchets municipaux peuvent être utilisé pour produire du gaz de synthèse par gazéification, qui ensuite pourra être utilisé comme dans les cas précédents. Une version simplifiée du SEC envisagé dans cette étude est présentée à la Figure 6.

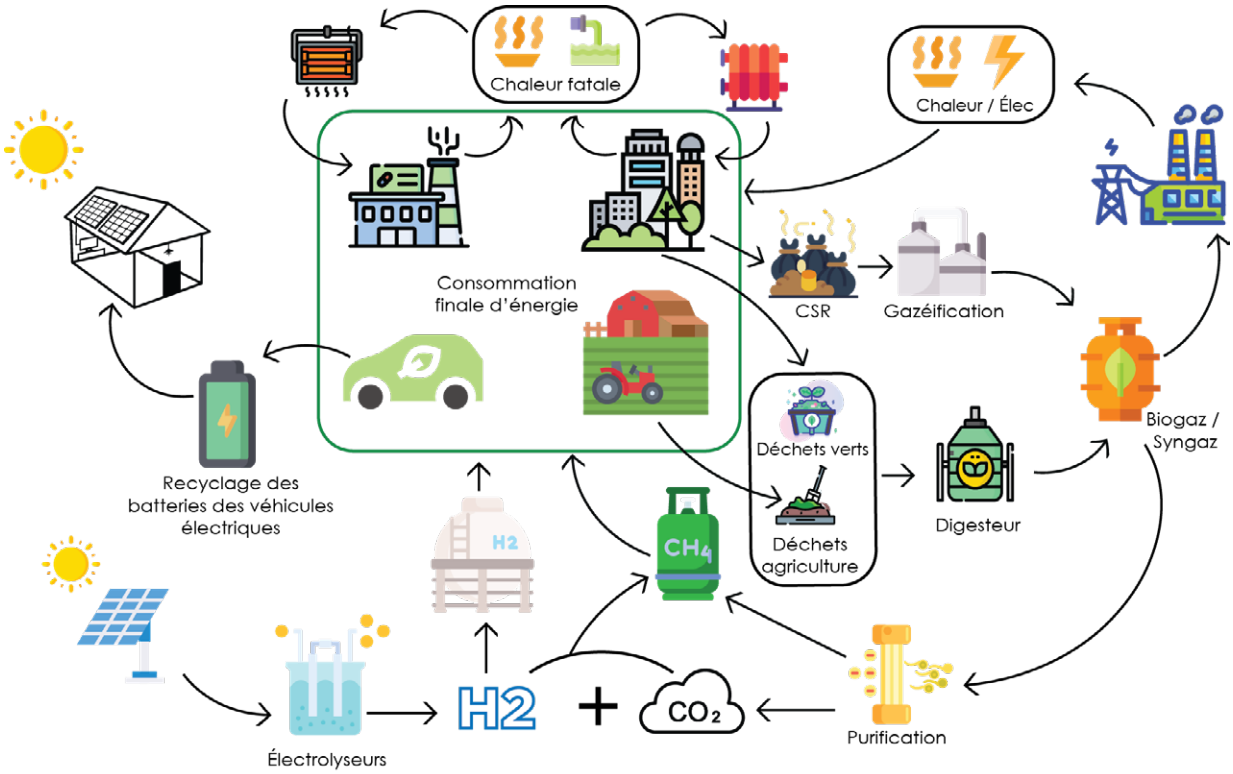


Figure 6 - Vision of the circular energy system for the SUD PACA region

Dans cette étude, l'analyse d'un changement en termes de consommation d'énergie portera sur l'intégration du report modal c'est-à-dire de passage d'un mode de transport à un autre, comme l'usage de la voiture vers l'usage du vélo et un niveau de remplissage de voiture plus important. L'intégration de ces hypothèses est exogène et elles seront détaillées dans la section suivante.

2.5.4 | b. Scenarios

2.5.4 | b.a. La demande de services énergétiques

Pour tous les différents scénarios à étudier dans le présent article, la demande a été projetée à l'aide de différents facteurs externes. Pour le secteur de l'habitat, la demande de chauffage est calculée à partir du besoin de chaleur par m2 de bâtiments existants et neufs. Pour projeter le nombre de nouveaux bâtiments, il est utilisé les données de (INSEE, 2019) qui ont calculé le besoin de bâtiments dans la région à l'horizon 2030. Pour trouver le besoin de nouveaux bâtiments en 2050, la tendance observée jusqu'en 2030 a été utilisée. La consommation de chaleur des bâtiments existants est d'environ 50 kWh/m2, et pour les nouveaux bâtiments, il est utilisé la valeur indiquée dans la réglementation nationale 12 kWh/m2 (Marcheteau, 2020).

La demande de climatisation suit les hypothèses détaillées par (ADEME, 2015) qui stipule que cette demande pourra être multiplié par quatre d'ici 2050. Cela s'applique particulièrement à la région PACA qui présente des températures plus tempérées au cours de l'année. Pour le reste de la demande de services énergétiques du secteur de l'habitat, il est utilisé comme driver, la croissance démographique depuis (INSEE, 2017). La demande de mobilité a été projetée à partir de l'évolution des kilomètres parcourus par chaque type de véhicule au cours des dix dernières années. Pour le secteur de l'industrie, il est pris comme hypothèse un taux de croissance de 0,5 % par an, ce qui signifie une augmentation de l'activité industrielle de 16 % en 2050 par rapport à 2017.

2.5.4 | b.b. Scénario de référence (REF)

Ce scénario veut considérer les actions que la région a mises en œuvre (jusqu'en 2017) et qui affectent directement le secteur énergétique régional. Il s'intègre davantage les tendances passées pour les différents secteurs et services énergétiques dans chaque zone étudiée au cours des dix dernières années, il est alors considéré comme le Plan Territorial Climat Air Énergie que la région a déployé en 2017 (Région SUD, 2017). Ce plan soutient notamment le développement des projets power-to-gas (PtG) en cours qui ont été mis en place dans la région Tableau 2.

Projets P2G			
Jupiter 1000	1 GW	2020	Electrolyseurs
HYGREEN	12 MW	2025	Electrolyseurs
	435 MW	2030	
Valhydate	7500 t/an	2025	Valorisation de l'hydrogène fatale
HynoVAR	7	2030	Bus à hydrogène
	404 kg/j	2030	Production d'hydrogène
HyAMMED	8	2025	Poids lourds

Tableau 2 - Projets P2G de la région PACA

Ces projets seront développés dans tous les scénarios étudiés. Il se considère que les effets des politiques énergétiques de la région depuis 2005 sont visibles dans les données de consommation des dix dernières années. Dans ce contexte, il ne se prend pas en compte les objectifs que la région a établis plus récemment dans le SRADDET (Schéma régional d'aménagement et de développement durable du territoire). Dans le bilan des objectifs régionaux publié en 2018, on constate que la région est loin d'atteindre la plupart d'entre eux et si certains objectifs ont été atteints, cela n'est pas dû aux actions de la région, mais à des effets externes, tels que la fermeture de sites industriels à forte consommation (Région SUD, 2018a). Ce scénario reflète aussi finalement la faible contribution aux enjeux climatiques des acteurs politiques et économiques de la région PACA, ce qui est d'ailleurs pointé par le Haut Conseil pour le Climat, « les acteurs politiques et économiques n'apparaissent pas encore suffisamment sensibilisés au sujet [d'appropriation des enjeux climatiques] » et les objectifs ambitieux déclarés dans le SRADDET apparaissent « comme une déclaration d'intention relevant d'une logique d'affichage, mais sans véritables engagements concrets » (Haut Conseil Pour le Climat, 2020). Enfin, dans cette logique, il ne s'intègre pas dans ce scénario de référence les objectifs du SNBC et de la PPE, ni du plan national hydrogène et du Plan Régional d'hydrogène. Ce scénario est donc peu ambitieux en termes de décarbonation et met en évidence les efforts énormes à faire pour parvenir à une transition énergétique bas carbone voire à une économie circulaire. Il sert de base à la construction d'autres scénarios et à la définition des actions à mettre en œuvre pour mieux guider la région. Les principales hypothèses considérant la production d'électricité sont détaillées en annexes.

2.5.4 | b.c. Scénario économie circulaire (SEC)

L'objectif principal de ce scénario est d'évaluer comment l'intégration d'une perspective ambitieuse d'économie circulaire peut faire évoluer le développement du système énergétique de la région PACA. En ce sens, il se maximise la réutilisation des ressources qui autrement auront été jetées, prioriser le principe de récupération afin d'augmenter l'efficacité du système, réutiliser les produits en leur donnant une seconde vie, et en cherchant toujours à réduire les émissions de CO2. Les principales hypothèses intégrées dans ce scénario sont détaillées dans le Tableau 3. Par ailleurs, il sera mis en œuvre les objectifs fixés dans le plan régional hydrogène de la région PACA (Région SUD, 2020).

Objectifs proposé dans un SEC	
100%	Chaleur fatale
100%	Chaleur d'eaux usées
100%	Boues de STEPS
100%	CSR, déchets Agricoles, et déchets verts
100%	Rénovation des bâtiments
15%	Captage de carbone
Personne par véhicule particulier	1,7 personne par véhicule
Pompes à chaleur	15 % de plus que dans le scénario de référence
Energie marine	3 GW
Eolien	3 fois le scénario de référence
Pas de nouvelles centrales fossiles	

Tableau 3 - Principales hypothèses appliquées pour le scénario circularité

2.5.4 | b.d. Scénario neutralité carbone (SNC)

Ce scénario propose de suivre certaines des orientations fixées par la Stratégie Bas Carbone Française (Stratégie Nationale Bas Carbone SNBC), notamment en adoptant le budget carbone (Tableau 4) et en portant l'électrification des activités industrielles jusqu'à 70 % en 2050 (Ministère de la Transition Écologique et Solidaire, 2020). Le budget carbone fixe des plafonds d'émission à ne pas dépasser, exprimés par période de 5 ans jusqu'en 2050. Ils sont ventilés par secteur économique et par gaz à effet de serre. Il sera également mis en œuvre les objectifs fixés dans le plan régional hydrogène. En ce sens, l'objectif principal de ce scénario est de comparer les évolutions du système énergétique de la région PACA en mettant en place un bilan carbone, et de le comparer au comportement considéré dans un SEC. Une synthèse de toutes les hypothèses mises en œuvre dans tous les scénarios est donnée en annexes.

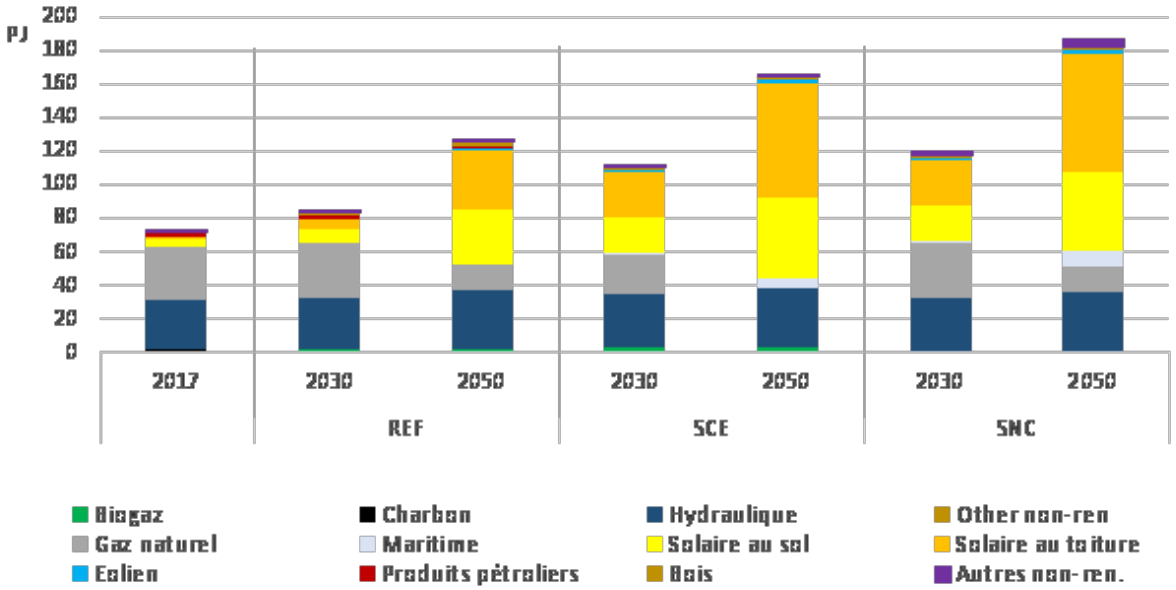
	2030	2050
Bâtiments	-49%	-100%
Transport	-28%	-100%
Industrie	-35%	-81%

Tableau 4 - Carbon budget targeted in the SNBC

2.5.5 | Résultats et débats

2.5.5 | a. Production d'électricité

La production totale d'électricité atteint le niveau le plus élevée dans le SNC avec 187 PJ contre 127 PJ dans le REF et 165 PJ dans le SEC (Figure 7). Les produits pétroliers ne sont pas utilisés pour la production d'électricité dans le SEC et sont légèrement utilisés dans le SNC, par contre dans le REF, les produits pétroliers sont toujours utilisés avec un niveau similaire à celle de 2017. Le gaz naturel est en revanche plus présent dans le mix énergétique des trois scénarios. Dans le REF, son utilisation a été réduite de près de 55 %, tandis que dans le SEC son utilisation a été réduite de 99 %. Dans le SNC, l'utilisation du gaz naturel pour produire de l'électricité a atteint la limite supérieure établie comme contrainte (maximum la moitié de la production observée en 2017, mais avec des techniques de captage du carbone). Cette hypothèse a été établie afin d'observer s'il est possible pour la région de sortir de sa dépendance aux énergies fossiles et d'observer le rôle des techniques de captage du carbone dans la transition énergétique bas carbone. L'utilisation du gaz naturel pour couvrir la production d'électricité dans le SNC est due au fait qu'il y a une demande croissante d'électricité du secteur industriel, suivant les ambitions établies dans la SNBC d'augmenter l'électrification des activités industrielles à 70 % en 2050 (sauf pour les industries de la sidérurgie et du ciment où l'électrification reste complexe). Le besoin d'électricité dans le SNC est très important que la production électrique en 2030 est presque aussi élevée que celle atteinte dans REF en 2050. L'utilisation de centrales électriques au gaz naturel dans le SNC est suivie de technologies de capture du carbone qui prennent lieu en 2050 capturant 1,4 Mt de CO2. En général, le SEC présente le moins d'émissions de CO2, avec seulement 8 kt de CO2 contre 119 kt de CO2 dans le SNC et 1,6 Mt de CO2 dans le REF. Le SEC aboutit ainsi une production électrique quasi décarbonée.



Anche lo sviluppo delle risorse rinnovabili è stato molto significativo in tutti e tre gli scenari. Le risorse solari mostrano gli sviluppi più significativi e il loro uso è leggermente più alto (+1%) nel CNS rispetto al SEC, questa produzione raggiunge circa il %90 del limite superiore fissato come vincolo per questa risorsa. Gli sviluppi più importanti riguardano il fotovoltaico sui tetti. Le tecnologie marittime mostrano il più alto sviluppo nel CNS, raggiungendo una capacità installata di quasi 1 GW nel 2050 rispetto a soli 300 MW nel SEC. Inoltre, l'eolico onshore è sviluppato nella misura massima possibile nel CNS e SEC, il che dimostra che questa tecnologia dovrebbe ricevere più attenzione da parte dei responsabili politici e dovrebbero cercare di superare le attuali barriere che influenzano la sua diffusione nella regione e nel paese (International Energy Agency, 2017). Infine, le centrali a biogas mostrano una maggiore attività nel 2050 nel SEC con una produzione di quasi 3 PJ contro quasi 1 PJ nel SNC. L'elettricità della rete elettrica francese è stata ridotta in tutti e tre gli scenari. Nel 2040, questa elettricità è stata ridotta quasi interamente nel SEC e nel REF. Tuttavia, nel CNS, l'uso di elettricità dal resto della Francia mostra solo una riduzione del 4% nel 2050, nonostante la possibilità di sviluppare maggiori capacità di tecnologie solari fotovoltaiche sui tetti. Questo dimostra che la regione ha un'importante opportunità di sviluppare le risorse locali disponibili per coprire la sua domanda di elettricità.

Per quanto riguarda l'evoluzione della produzione di elettricità per ciascuno dei territori della regione PACA, essa rimane concentrata nella zona BDR1 per i tre scenari (Figure 8). Questa concentrazione è più importante nel CNS, perché le centrali a gas naturale possono essere sviluppate principalmente in questa zona. Questo perché lo sviluppo ad alta capacità di queste tecnologie in altre aree, principalmente nell'est della regione, non è possibile a causa della difficoltà di trasporto del gas e della mancanza di acqua di raffreddamento (Mirakyan et al., 2009). Le risorse idroelettriche sono utilizzate a livelli massimi in tutti e tre gli scenari, il che dimostra l'importanza di queste risorse per l'approvvigionamento elettrico della regione. Tuttavia, il suo sviluppo dovrebbe essere cauto, poiché il cambiamento climatico potrebbe avere un impatto significativo sulla disponibilità delle risorse. Infatti, con l'1% in più di capacità installata nel 2017 rispetto al 2007 per le risorse idroelettriche, la regione ha prodotto l'1% in meno di elettricità (Région SUD, 2018a). Inoltre, la generazione supplementare di elettricità basata sul biogas nella SEC proviene dall'area AHP, mentre la generazione supplementare dalle tecnologie marine proviene dalle aree VAR1 e AM1.

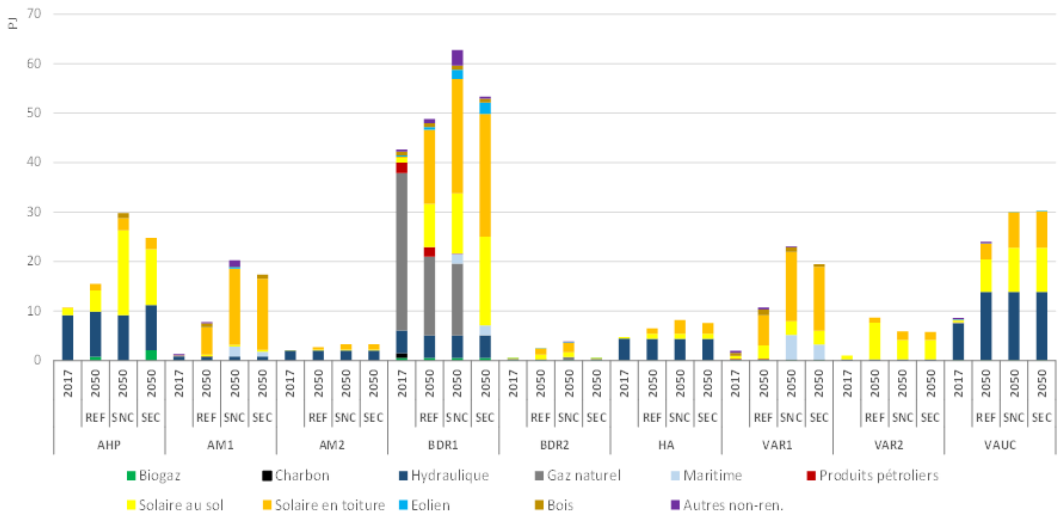


Figure 8 - Production électrique par zone et par scénario à l'horizon 2050

L'augmentation de la production d'électricité, dans tous les différents scénarios, a été suivie d'un développement important du stockage d'électricité. À partir de 2025, le stockage hydroélectrique a eu lieu dans les trois scénarios dans la zone AHP Figure 9. La forte demande en électricité dans le SNC nécessite le déploiement de batteries pour accompagner la production solaire photovoltaïque en toitures à partir de 2025, tandis que dans les autres scénarios l'utilisation des batteries démarre en 2030. L'utilisation de batteries de véhicules électriques dans le SEC remplace l'utilisation de batteries dans le SNC, donc le SEC montre une voie plus durable, car moins de matériaux seront nécessaires pour construire de nouvelles batteries.

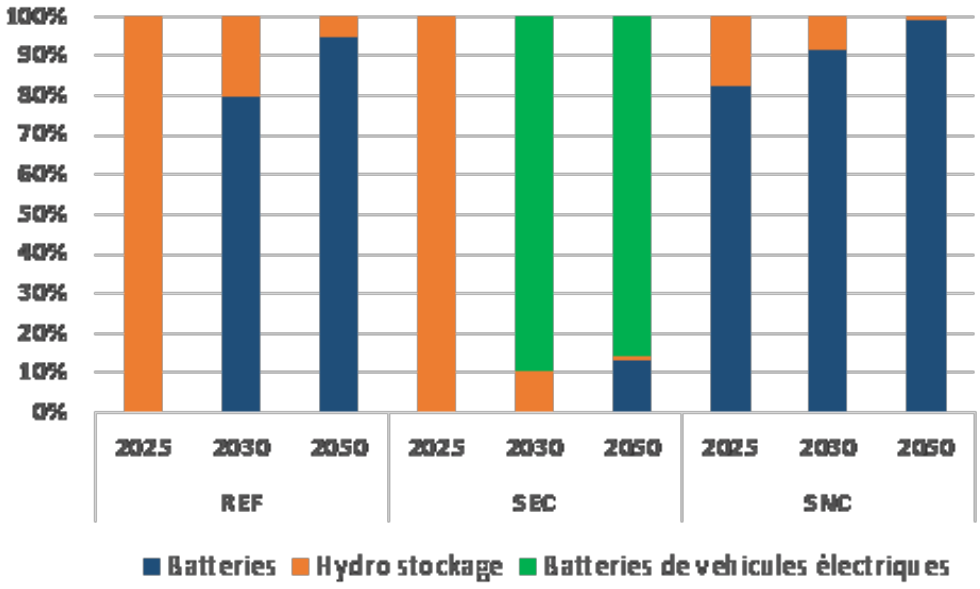


Figure 9 - Stockage d'électricité par scénario à l'horizon

En général, l'application d'une perspective d'EC montre un système électrique plus durable pour la région, car il a considérablement réduit l'utilisation de combustibles fossiles, augmentant ainsi la sécurité d'approvisionnement et a atteint une production d'électricité presque décarbonée. De plus, il semble qu'augmenter massivement l'utilisation de l'électricité dans le secteur industriel pourrait conduire à continuer à utiliser les combustibles fossiles, restant dépendant aux importations de gaz naturel qui place le système énergétique régional (et aussi français) sous des risques géopolitiques dans le cas d'une éventuelle rupture d'approvisionnement du gaz naturel. De plus, les batteries des véhicules électriques ont quasiment remplacé l'usage des batteries vis-à-vis de SNC, ce qui montre le potentiel important que ce marché peut avoir dans la région.

2.5.5 | b. Demand d'énergie final

La demande finale d'énergie a diminué dans les trois scénarios, -13 % dans le SEC, -12 % dans le SNC et seulement -2 % dans le REF. La réduction plus importante de la demande d'énergie final dans le SEC est atteinte dans le secteur de l'habitat (Figure 10) où l'application d'une perspective d'EC a significativement contribué à la réduction de la demande d'énergie de -18 % par rapport à 2017, contre -13 % dans le SNC. Ainsi, l'application d'une économie circulaire a contribué à la décarbonisation de ce secteur, réduisant ainsi les émissions de gaz à effet de serre de 65 % par rapport à 2017. Ceci s'observe principalement par l'augmentation de la chaleur délivrée par les réseaux de chaleur qui représente 16 % de l'énergie consommée par le secteur et 60 % de la demande de chauffage de toute la région. Cette utilisation accrue de la chaleur du réseau réduit l'utilisation de la biomasse et de la chaleur ambiante qui présentent la plus faible utilisation parmi tous les scénarios. L'utilisation restante de combustibles fossiles correspond à l'utilisation du gaz pour la cuisson et la demande de chauffage. Ces utilisations ont été décarbonées par l'utilisation de biométhane dans le SNC. Dans ce dernier, la chaleur délivrée via les réseaux de chaleur a été doublée par rapport à 2017, mais cela ne représente que près de 20 % des évolutions atteintes en SEC. Les technologies de récupération de chaleur (chaleur ambiante, géothermie et récupération de chaleur fatale) dans un SEC représentent environ 42 % de l'énergie consommée dans le secteur du bâtiment (28 % dans la NCS), couvrant la demande de chauffage, de production d'eau chaude et de climatisation, ce qui montre la rôle important que ces énergies ont pour la décarbonation de ce secteur, en particulier le développement de la géothermie, a atteint la limite supérieure des contraintes établies dans le SNC et SEC.

Dans le secteur du transport, l'hydrogène a été utilisé à hauteur de 15 PJ dans les scénarios SNC et SEC, suivant la contrainte établie. Dans SEC, l'hydrogène est utilisé à 41 % pour les véhicules utilitaires, le transport de marchandises à 31 % et les bus à 27 %, le reste est utilisé pour les véhicules particuliers. Dans SNC, l'hydrogène est utilisé pour les véhicules utilitaires à 59 %, pour les véhicules de fret à 2 %, pour les bus à 30 % et les véhicules particuliers à 10 %. Les émissions restantes dans le SNC proviennent de véhicules provenant de hors de la région et de l'aviation. Dans le SEC, les combustibles fossiles sont toujours utilisés et représentent environ 38 % de l'énergie utilisée par le secteur (sans tenir compte de l'utilisation de combustibles fossiles provenant de véhicules du reste de l'Europe et de la France et de l'aviation). Le modèle n'inclut pas de lien direct entre l'utilisation des batteries de véhicules électriques en fin de vie et son coût, ce qui limite ses véritables potentiels dans le présent étude. Cependant, on observe que l'électrification des véhicules particuliers et utilitaires joue un rôle important dans la décarbonation du secteur, où l'électricité couvre 17 % de la demande énergétique finale du SNC en 2050, et 12 % du SEC. Cela pourrait suggérer que le développement et le soutien d'un marché des batteries de véhicules électriques de seconde vie, permettraient une plus grande utilisation de ces voitures, d'où un effet positif de la mise en œuvre d'une stratégie de EC pour le secteur du transport.

De plus, pour compléter la décarbonation du secteur, il peut être possible d'inciter davantage à l'utilisation de l'hydrogène pour les bus et le transport de marchandises, ce qui poussera également le développement d'une

production d'électricité solaire plus importante. Concernant les véhicules individuels à mobilité électrique (vélos et scooters), ils représentent 9 % de la demande de mobilité des passagers dans le SNC contre 7 % dans le SEC ce qui contribue à diminuer la demande d'énergie. Une autre énergie utilisée qui aide la décarbonation du secteur du transport dans le SNC est le biométhane qui couvre 37 % de la demande énergétique finale du secteur et a été utilisé pour couvrir 57 % du transport de marchandises et 25 % de la demande énergétique des véhicules privés dans 2050. Ensuite, afin d'atteindre une neutralité carbone pour le secteur du transport de la région, il est nécessaire, de favoriser l'utilisation de véhicules à carburant propre, principalement à favoriser l'utilisation de l'hydrogène pour les poids lourds, d'augmenter l'électrification des véhicules privés et utilitaires et de favoriser le report modal vers l'utilisation de véhicules à mobilité individuelle électriques pour le transport de passagers.

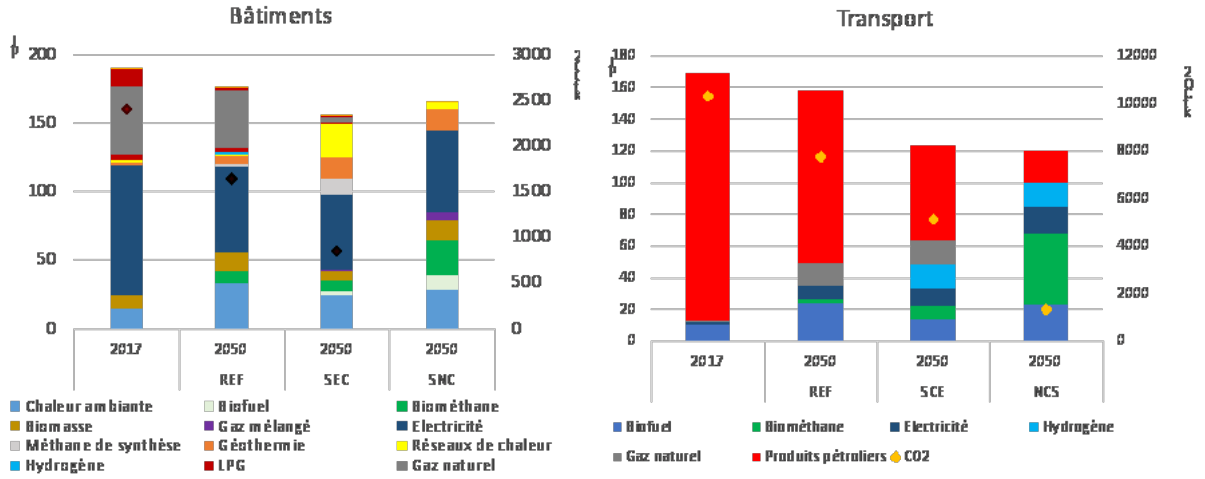


Figura 10 - Consumo finale di energia ed emissioni2 di CO per scenario fino al 2050

Pour le secteur industriel (Figure 11), les émissions de gaz à effet de serre ont été réduites de 42 % dans le SEC, de 24 % dans le REF, et suivant les orientations établies, le SNC a atteint une décarbonisation de 80 % par rapport à 2017. Les produits pétroliers ont presque été exclue du SNC et SEC. La diminution de l'utilisation des produits pétroliers dans le SEC fait suite à une utilisation croissante de l'électricité, du gaz naturel et du méthane de synthèse. Il y a aussi une contribution des technologies de récupération de chaleur qui ont été utilisées pour couvrir une partie de la demande de chaleur dans l'industrie du papier. La décarbonation du SNC s'explique par l'utilisation accrue d'électricité qui couvre 49 % de la demande énergétique finale et par l'utilisation accrue de méthane de synthèse qui représente 24 % de la demande énergétique finale de ce secteur. Pour produire le méthane de synthèse, des techniques de captage et d'utilisation du CO2 ont été mises en œuvre dans la cimenterie de la zone AM1 qui représente 20 % du CO2 capté, dans la cimenterie et l'industrie de la sidérurgie de la zone BDR1 représentant 41% des émissions de CO2 captées et à la centrale électrique au gaz naturel qui représente 39%. En revanche, dans le SEC les techniques de captage du CO2 ont eu lieu à 42 % à la cimenterie de la zone AM1 et à 58 % sur l'industrie de la sidérurgie de la zone BDR1.

Ainsi, tout le CO2 capté des centrales électriques au gaz naturel et des activités industrielles, a été utilisé pour produire, par méthanation, du méthane de synthèse. Il est important de rappeler que ce gaz utilise du CO2 d'origine fossile, il produit donc encore des émissions à la consommation finale, environ 14 % de moins que le gaz naturel (Meylan et al., 2017), donc limité pour être utilisé dans l'habitat et dans le secteurs du transport pour le SNC. Ce méthane de synthèse a été utilisé à 58 % dans le secteur de l'industrie, le reste est utilisé dans le secteur de l'habitat dans le SEC, alors qu'il a été utilisé que pour le secteur de l'industrie dans le SNC, car il permet de réduire

certaines émissions. La modélisation du réseau de gaz permet au modèle de choisir librement la composition des différents types de gaz pouvant être utilisés afin de conformer le gaz mélangé, en limitant seulement la quantité d'hydrogène pouvant être injectée dans le réseau de gaz jusqu'à 20 % (en volume) en 2050. Ainsi, en 2050, le gaz mélangé est composé dans le SNC à 48 % de biométhane provenant du réseau français, 3 % d'hydrogène et le méthane de synthèse représente le reste, tandis que pour le SEC le biométhane venant du reste de la France a été remplacé par du biométhane produit localement. La production de biométhane dans aucun des scénarios n'a pas été accompagnée de techniques de capture du CO2 au stade de la purification, ce qui ouvre une opportunité de réduire davantage les émissions dans la région, car ce CO2 peut être capturé et mélangé avec de l'hydrogène pour produire du biométhane supplémentaire, ce qui peut remplacer une partie de l'utilisation du gaz naturel restant.

Dans le SEC, l'hydrogène est issu à 13 % du reformage de la biomasse, 31 % de la gazéification des déchets et 56 % des électrolyseurs, tandis que dans le SNC l'hydrogène est produit principalement par l'utilisation d'électrolyseurs qui représentent 86 % de la production totale. L'utilisation du bois pour la production d'hydrogène a été limitée à utiliser 20 % du potentiel total du bois dans tous les scénarios, cela double les estimations établies par (S3D, 2018). Ils ont estimé qu'avec les pratiques et législations actuelles, une mobilisation de 10 % du potentiel total est raisonnable. Ainsi, pour le présente étude, il se considère qu'il est possible d'intégrer de meilleures pratiques dans la région qui permettront de capter un plus grand potentiel. Dans le SEC et SNC, l'utilisation de ce bois pour produire de l'hydrogène a été utilisée au maximum, ce qui suggère qu'encourager l'utilisation de déchets de bois pour la production d'hydrogène pourrait favoriser de meilleures pratiques et aider à capter une plus grande partie des potentiels. De plus, le taux de mobilisation de potentiels de déchets municipaux pour la production d'hydrogène est de 20 % pour le SNC, tandis que pour le SEC cette ressource peut être utilisé au maximum pour la production d'hydrogène. Ainsi, dans ces deux scénarios, l'utilisation d'hydrogène a été utilisé au maximum possible suivant les hypothèses mentionnées. Toutefois, l'utilisation des déchets doit être soigneusement analysée, car il faut mettre en œuvre des actions pour empêcher la production de déchets et récupérer des matériaux pour leur utilisation dans d'autres activités de production, donc s'appuyer sur cette ressource pour une transition énergétique bas carbone pourrait ne pas être fiable. Enfin, le gaz du réseau français dans le SNC a diminué de 33 %, 62 % de ce gaz est du biogaz (ce qui représente 28 % du biogaz consommé dans ce scénario) et le reste correspond au gaz naturel. Dans le SEC l'utilisation de gaz provenant du réseau français est réduite à près de 70 %, et il ne s'agit que du gaz naturel.

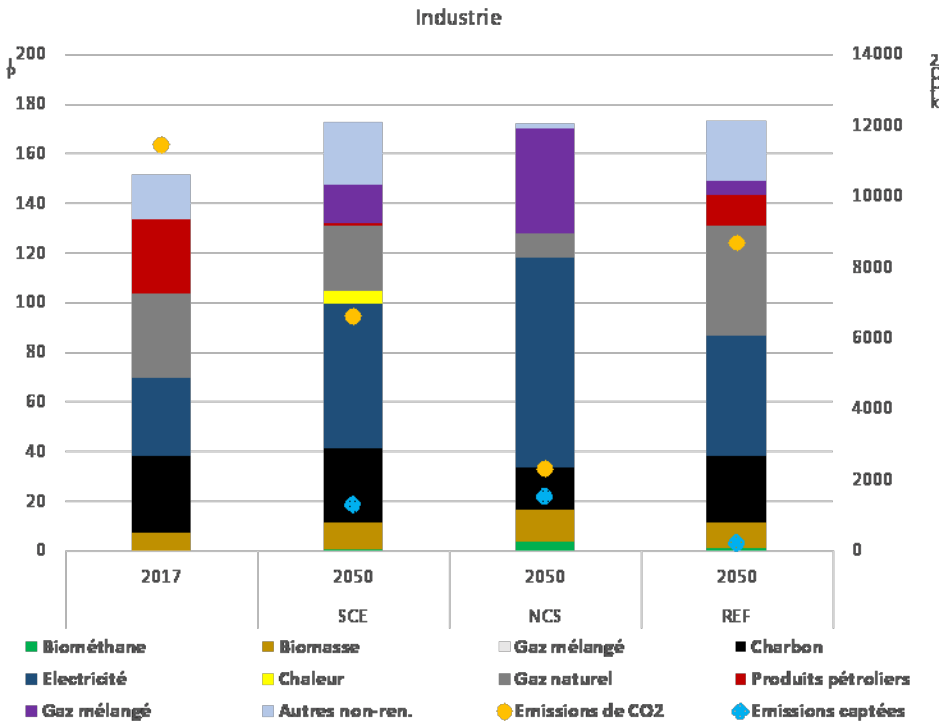


Figure 11 - Consommation d'énergie final et production d'émissions de CO2 du secteur de l'industrie par scénario à l'horizon 2050

2.5.5 | c. Une transition énergétique bas carbone

La mise en œuvre d'une stratégie EC a montré de nombreux bénéfices pour la transition vers un scénario bas carbone en 2050, mais elle devrait s'accompagner d'une meilleure allocation des ressources. En effet, le biométhane devrait être privilégié pour remplacer la demande de gaz naturel de l'industrie et réduire son utilisation pour le secteur du transport, car l'hydrogène a encore un grand potentiel pour aider la décarbonation de ce secteur. Une utilisation accrue de l'hydrogène pousserait davantage le développement de la production solaire et la mobilisation d'autres ressources. De plus, le captage du carbone doit être développé pour les activités industrielles et non pour les centrales électriques à combustibles fossiles, car la région peut encore pousser le développement des énergies renouvelables pour la production d'électricité. De plus, la région présente d'importants potentiels de captage du carbone (CC), en particulier pour la sidérurgie (qui représente 55 % de l'ensemble des potentiels de CC), mais manque d'options de stockage (ADEME, 2020). Ensuite, d'autres alternatives devraient être trouvées afin de bénéficier de ce potentiel, principalement par des techniques de captage et d'utilisation du carbone, qui résonnent également dans une perspective d'EC. En ce sens, la méthanation s'avère être une option intéressante pour réduire les émissions de carbone, car elle capte le CO2 et produit du méthane de synthèse en le mélangeant avec de l'hydrogène, ce qui permet de remplacer l'utilisation des combustibles fossiles et d'obtenir des réductions d'émissions plus importantes, car le méthane de synthèse émet moins de CO2 que le gaz naturel. Cependant, il existe de nombreuses incertitudes concernant l'utilisation de CO2 non biogénique pour la méthanation et des recherches supplémentaires devraient être développées pour chaque cas d'application (Meylan et al., 2017). De plus, le méthane de synthèse utilisant du CO2 non biogénique devrait être utilisé uniquement pour le secteur de l'industrie, car dans le secteur du bâtiment sa combustion produit encore des émissions et son utilisation peut freiner le développement d'autres énergies renouvelables comme l'utilisation de la chaleur ambiante ou de la géothermie. De plus, il reste un potentiel important pour capter le CO2 issu de l'épuration du biogaz afin de produire du biométhane qui peut encore contribuer à l'objectif de décarbonation du système énergétique de la région PACA.

2.5.6 | Conclusion

La présente recherche explore l'évolution du système énergétique de la région PACA en France à l'horizon 2050. L'analyse se fait à travers trois scénarios différents, un scénario de référence qui considère principalement les tendances passées pour l'évolution du système énergétique, le scénario d'économie circulaire (SEC) qui consiste à mobiliser les ressources qui autrement auront été jetées, afin de récupérer de l'énergie et d'atteindre une transition énergétique bas carbone et un scénario de neutralité carbone (SNC) qui met en œuvre un budget carbone pour les émissions de CO2 à la consommation énergétique finale.

Les résultats ont montré que la mise en place d'une perspective d'EC pour le développement du système énergétique de la région peut aider massivement à sa décarbonation puisqu'elle a atteint une réduction des émissions de CO2 d'environ 45 %. Mais pour parvenir à une réduction plus importante des émissions dans la région PACA, la perspective d'EC doit s'accompagner d'une allocation stratégique des ressources. D'abord, il faut donner la priorité à la récupération de la chaleur fatale qui, à travers les réseaux de chaleur, peut aider à couvrir la demande de chauffage et d'eau chaude sanitaire, ainsi que la demande de chaleur des activités industrielles. Le captage du carbone doit être utilisé dans les activités industrielles et non dans les centrales électriques à combustibles fossiles, car la région a encore des potentiels renouvelables à exploiter, elle présente également des potentiels intéressants de captage du carbone et il est possible de capter le CO2 issu de la purification du biogaz. Le CO2 capté devrait être utilisé pour produire du biogaz et du méthane de synthèse qui pourront remplacer une partie de la demande

de gaz naturel de l'industrie, permettant ainsi une plus grande réduction des émissions. Le biométhane doit être privilégié pour être utilisé dans le secteur de l'habitat et pour les activités industrielles. L'épuration du biogaz doit s'accompagner d'un captage du CO2 qui doit être mélangé avec de l'hydrogène pour produire du biométhane, dont l'utilisation peut encore contribuer à la décarbonation de la région, les émissions produites par sa combustion étant neutres en carbone.

Pour le secteur du transport, favoriser l'utilisation des véhicules électriques contribue non seulement à la réduction des émissions, mais peut favoriser également la récupération des batteries des véhicules électriques qui s'utilisent pour soutenir la production solaire en toiture. L'électrification du secteur devrait s'accompagner d'un report modal principalement pour favoriser l'usage des vélos et trottinettes électriques. En outre, il faudrait accorder moins d'attention à l'utilisation du biométhane pour le secteur du transport, car il peut couvrir la demande de gaz naturel du secteur de l'industrie et de l'habitat, et il faudrait mettre davantage l'accent sur l'utilisation de l'hydrogène pour les véhicules. Favoriser l'utilisation de l'hydrogène peut aider, d'une part, à accélérer le développement de la production solaire, mais aussi motivera de meilleures pratiques pouvant augmenter la mobilisation de la biomasse résiduelle pouvant être utilisée pour produire de l'hydrogène. De plus, l'hydrogène peut également motiver l'utilisation du CO2 pour produire d'autres gaz et contribuer à la décarbonation de la région. La mise en œuvre d'une perspective d'EC pour le développement du système énergétique dans la région montre de grands potentiels pour réduire son impact environnemental, sécuriser l'approvisionnement et augmenter l'efficacité dans l'utilisation des ressources, avec tout cela, la région contribuera également à la décarbonation du système énergétique de la France.

L'analyse de la transition énergétique de la région PACA est un exemple de la manière dont un territoire peut développer ses ressources énergétiques locales disponibles afin de décarboner son système énergétique et comment il peut contribuer à l'atteinte des objectifs nationaux climat-énergie. Cependant, au début de cet article, il a été signalé que les options de décarbonation doivent être déployées dès maintenant et le plus rapidement possible. En ce sens, les territoires locaux doivent comprendre leur rôle incontesté dans la réalisation de cette transition énergétique, ils doivent donc s'approprier de leurs compétences faisant preuve d'engagements réels, et apprendre à surmonter les différents défis affectant le déploiement d'actions liées au climat sur ses territoires, trouver des pistes pour déployer des actions coordonnées impliquant tous les différents acteurs du territoire. C'est notamment le cas pour la région PACA, car les objectifs ambitieux fixés au SRADDET ont été déclarés suivant une logique d'affichage, mais sans véritables engagements concrets, principalement parce que les acteurs politiques et économiques n'apparaissent pas encore suffisamment responsabilisés sur le sujet de la transition énergétique (Haut Conseil Pour le Climat, 2020). Ceci explique aussi l'absence d'engagements des acteurs industriels, ceux qui semblent peu intéressés par la décarbonation de leurs activités dans la région et dans le manque d'actions de leur part, la neutralité carbone dans la région semble peu probable. De plus, il y a un manque de travail conjoint entre la région et ses autorités locales, car le rôle de leadership de la région n'est pas assez fort, alors certains départements ne sont pas intéressés à travailler à son côté (Ibid). Par conséquent, la France doit chercher aussi à bien renforcer les moyens que les territoires possèdent pour agir sur le déploiement de la transition énergétique, car la qualité de leur réponse dépendra largement des moyens dont ils disposent.

2.5.7 | Références

ADEME. (2014). Economie Circulaire : Notions. Ademe, 1–10. https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/fiche-technique-economie-circulaire-oct-2014.pdf

ADEME. (2015). L'exercice de prospective de l'ADEME « Vision 2030 - 2050 ». 297.

ADEME. (2018). Un mix de gaz 100 % renouvelable en 2050? Etude de faisabilité technico-économique. 22. http://www.ademe.fr/synthese-etude

ADEME. (2020). Le captage et stockage géologique de CO2(CSC) en France :un potentiel limité pour réduire les émissions industrielles.

ADEME, A. de l'Environnement et de la M. de l'Énergie. (2012). Impact énergétique du tourisme dans la région PACA (Vol. 33, Issue 0).

ADEME, A. de l'Environnement et de la M. de l'Énergie. (2017). La chaleur fatale.

ADEME, & Armines PERSEE. (2015). Un mix électrique 100% renouvelable? Analyses et optimisations Simulation de la production renouvelable et évaluation des gisements Le cas des filières éoliennes terrestre et en mer, PV au sol, PV sur toitures et solaire thermodynamique. Ademe, 1–51. www.ademe.fr

ADEME, IN NUMERI, Carpenè, L., & Haeusler, L. (2019). Les réseaux de chaleur et de froid, état des lieux de la filière -Marchés, emplois, coûts. 1–89.

Anastasiades, K., Blom, J., Buyle, M., & Audenaert, A. (2020). Translating the circular economy to bridge construction : Lessons learnt from a critical literature review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 117(October 2019), 109522. https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109522

Andersen, M. S. (2007). An introductory note on the environmental economics of the circular economy. Sustainability Science, 2(1), 133–140. https://doi.org/10.1007/s11625-006-0013-6

Antea Group. (2011). Evaluation du potentiel de récupération d ' énergie thermique dans les réseaux d ' assainissement de la région Provence-Alpes- Côte d ' Azur.

Assoumou, E. (2006). Modélisation MARKAL pour la planification énergétique long terme dans le contexte français.

Baas, L. (2008). Cleaner Production and Industrial Ecology : A Dire Need for 21st Century Manufacturing.

Baines, T. S., Lightfoot, H., & Benedettini, O. (2009). The servitization of manufacturing : A review of literature and reflection on future challenges The servitization of manufacturing : A systematic literature review of interdependent trends 1 Introduction. June. https://doi.org/10.1108/17410380910960984

Blanco, H., Nijs, W., Ruf, J., & Faaij, A. (2018). Potential of Power-to-Methane in the EU energy transition to a low carbon system using cost optimization. Applied Energy, 232(April), 323–340. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.08.027

Blomsma, F., & Brennan, G. (2017). The Emergence of Circular Economy: A New Framing Around Prolonging Resource Productivity. Journal of Industrial Ecology, 21(3), 603–614. https://doi.org/10.1111/jiec.12603

Bocken, N. M. P., Olivetti, E. A., & Cullen, J. M. (2017). Taking the Circularity to the Next Level A Special Issue on the Circular Economy. 21(3). https://doi.org/10.1111/jiec.12606

Bocken, N. M. P., Ritala, P., & Huotari, P. (2017). The Circular Economy: Exploring the Introduction of the Concept Among S&P 500 Firms. Journal of Industrial Ecology, 21(3), 487–490. https://doi.org/10.1111/jiec.12605

Bonciu, F. (2014). The European economy: From a linear to a circular economy. Romanian Journal of European Affairs, 14(4), 78–91.

Bonsu, N. O. (2020). Towards a circular and low-carbon economy: Insights from the transitioning to electric vehicles and net zero economy. Journal of Cleaner Production, 256, 120659. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120659

Bouckaert, S. (2014). Contribution des Smart Grids à la transition énergétique : évaluation dans des scénarios long terme.

Boulding, K. E. (1966). The Economics of Spaceship Earth. Ariadne's Thread, 65–97. https://doi.org/10.1007/978-1-349-20077-1_3

Bourdin, S., & Maillefert, M. (2020). Introduction – L'économie circulaire : modes de gouvernance et. 28.

BRGM. (2013). Etude des potentialités géothermiques en région Provence-Alpes-Côte d'Azur. 41(4), 919–926. https://doi.org/10.3406/ridc.1989.1865

CEREMA. (2015). Mise à jour 2015 du potentiel hydroélectrique en région PACA.

Cerema Méditerranée. (2019). Évaluation macroscopique du potentiel photovoltaïque mobilisable au sol en région Provence-Alpes-Cote d'Azur.

Chiappetta Jabbour, C. J., Sarkis, J., Lopes de Sousa Jabbour, A. B., Scott Renwick, D. W., Singh, S. K., Grebinevych, O., Kruglianskas, I., & Filho, M. G. (2019). Who is in charge? A review and a research agenda on the 'human side' of the circular economy. Journal of Cleaner Production, 222, 793–801. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.038

D'Amato, D., Korhonen, J., Leskinen, P., Matthies, B. D., & Toppinen, A. (2017). Green , circular , bio economy : A comparative analysis of sustainability avenues. 168, 716–734. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.053

Degremont, M. (2018). transition énergétique Transitions énergétiques et politiques à l'orée du XXI e siècle L'émergence en France d'un modèle territorial de transition.

Didelot, A., Maïzi, N., Mazauric, V., Assoumou, E., & Selosse, S. (2017). Balancing Energy Efficiency and Fossil Fuel: The Role of Carbon Pricing. Energy Procedia, 105, 3545–3550. https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.03.814

Doudard, R. (2019). Flexibilité et interactions de long terme dans les systèmes multi-énergies : analyse technico-économique des nouvelles filières gazières et électriques en France HAL Id : tel-02352009 de l ' Université de recherche Paris Sciences et.

Drouineau, M. (2012). Modélisation prospective et analyse spatio-temporelle : intégration de la dynamique du réseau électrique To cite this version : HAL Id : pastel-00731894 THÈSE l ' École nationale supérieure des mines de Paris Modélisation prospective et analyse spatio-tem.

Ekins, P., Domenech, T., Drummond, P., Bleischwitz, R., Hughes, N., & Lotti, L. (2019). The Circular Economy: What, Why, How and Where. Background Paper for an OECD/EC Workshop on 5 July 2019 within the Workshop Series "Managing Environmental and Energy Transitions for Regions and Cities" Paris, 1–89. https://www.oecd.org/cfe/regionaldevelopment/Ekins-2019-Circular-Economy-What-Why-How-Where.pdf

Elia, V., Gnoni, M. G., & Tornese, F. (2017). Measuring circular economy strategies through index methods : A critical analysis. Journal of Cleaner Production, 142, 2741–2751. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.10.196

Ellen MacArthur Foundation. (2013). Towards the circular economy : Economic and business rationale for an accelerated transition. 62(4), 247–252.

ENEA Consulting. (2017). État des lieux du biométhane en France.

Esmaeilian, B., Wang, B., Lewis, K., Duarte, F., Ratti, C., & Behdad, S. (2018). The future of waste management in smart and sustainable cities : A review and concept paper. Waste Management, 81, 177–195. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.09.047

Ezzat, A. M. (2016). Sustainable Development of Seaport Cities Through Circular Economy: a Comparative Study With Implications To Suez Canal Corridor Project. European Journal of Sustainable Development, 5(4), 509–522. https://doi.org/10.14207/ejsd.2016.v5n4p509

Fan, Y. Van, Lee, C. T., Lim, J. S., Klemeš, J. J., & Le, P. T. K. (2019). Cross-disciplinary approaches towards smart, resilient and sustainable circular economy. Journal of Cleaner Production, 232, 1482–1491. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.266

Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017). The Circular Economy – A new sustainability paradigm? Journal of Cleaner Production, 143, 757–768. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048

Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. Journal of Cleaner Production, 114, 11–32. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007

Griffin, P., Hammond, G., & Norman, J. (2013). Industrial Energy Use from a Bottom-Up Perspective: Developing the Usable Energy Database (Beta version). UK Energy Research Centre (UKERC/WP/ED/2013/002).

GRTgaz. (2019). Conditions techniques et économiques d'injection d'hydrogène dans les réseaux de gaz naturel. Présence Africaine, 46. https://doi.org/10.3917/presa.181.0441

Haupt, M., Vadenbo, C., & Hellweg, S. (2017). Do We Have the Right Performance Indicators for the Circular Economy?: Insight into the Swiss Waste Management System. Journal of Industrial Ecology, 21(3), 615–627. https://doi.org/10.1111/jiec.12506

Haut Conseil Pour le Climat. (2020). Etude qualitative sur la prise en compte des politiques climat par les Régions. 1–70.

Hélianthe. (2015). Evaluation du potentiel énergétique des sources de méthanisation de Provence-Alpes-Côte d'Azur.

Heshmati, A. (2015). A review of the circular economy and its implementation. International Journal of Green Economics, 11(3/4), 251. https://doi.org/10.1504/ijge.2017.10010876

Hobson, K. (2019). Closing the loop or squaring the circle ? Locating generative spaces for the circular economy. January 2015. https://doi.org/10.1177/0309132514566342

Homrich, A. S., Galvão, G., Abadia, L. G., & Carvalho, M. M. (2018). The circular economy umbrella: Trends and gaps on integrating pathways. Journal of Cleaner Production, 175, 525–543. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.064

Iacovidou, E., Velis, C. A., Purnell, P., Zwirner, O., Brown, A., Hahladakis, J., Millward-hopkins, J., & Williams, P. T. (2017). Metrics for optimising the multi-dimensional value of resources recovered from waste in a circular economy : A critical review. Journal of Cleaner Production, 166, 910–938. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.07.100

IEA. (2020a). Reduce: Energy Efficiency. August.

IEA. (2020b). Reuse: Carbon Reuse. August.

IEA, I. E. A. (2021). National Hydrogen Strategy Preliminary Guidelines. https://www.iea.org/policies/13087-national-hydrogen-strategy-preliminary-guidelines

Insee. (2021). Produit intérieur brut en 2018. https://www.insee.fr/fr/statistiques/2012723#tableau-TCR_062_tab1_regions2016

INSEE. (2017). Projections de population 2013-2050 pour les départements et les régions. https://www.insee.fr/fr/statistiques/2859843

INSEE. (2018). Produits intérieurs bruts régionaux et valeurs ajoutées régionales de 1990 à 2015. https://www.insee.fr/fr/statistiques/1893220

INSEE. (2019). Entre 29 000 et 35 000 résidences principales à produire chaque année d'ici 2030. https://www.insee.fr/fr/statistiques/4185973

International Energy Agency. (2017). France 2016 Review. Energy Policies of IEA Countries, 207.

IRENA. (2020). Recycle: Bioenergy. August.

Kalmykova, Y., Sadagopan, M., & Rosado, L. (2018). Circular economy - From review of theories and practices to development of implementation tools. Resources, Conservation and Recycling, 135(February 2017), 190–201. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.10.034

Kang, S., Selosse, S., & Maïzi, N. (2017). Is GHG mitigation policy enough to develop bioenergy in Asia: A long-term analysis with TIAM-FR. International Journal of Oil, Gas and Coal Technology, 14(1–2), 5–31. https://doi.org/10.1504/IJOGCT.2017.10002111

Kang, S., Selosse, S., & Maïzi, N. (2018). Contribution of global GHG reduction pledges to bioenergy expansion. Biomass and Bioenergy, 142–153. https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2017.05.017

Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. Resources, Conservation and Recycling, 127(September), 221–232. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005

Knickmeyer, D. (2020). Social factors in fl uencing household waste separation : A literature review on good practices to improve the recycling performance of urban areas. Journal of Cleaner Production, 245, 118605. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118605

Korhonen, J., Honkasalo, A., & Seppälä, J. (2018). Circular Economy: The Concept and its Limitations. Ecological Economics, 143, 37–46. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.06.041

Lahti, T., Wincent, J., & Parida, V. (2018). A definition and theoretical review of the circular economy, value creation, and sustainable business models: Where are we now and where should research move in the future? Sustainability (Switzerland), 10(8). https://doi.org/10.3390/su10082799

Lemille, A. (2019). To move to a circular economy, we need to stop recycling. https://www.weforum.org/agenda/2019/11/build-circular-economy-stop-recycling/

Lewandowski, M. (2016). Designing the business models for circular economy-towards the conceptual framework. Sustainability (Switzerland), 8(1), 1–28. https://doi.org/10.3390/su8010043

Lieder, M., & Rashid, A. (2016). Towards circular economy implementation : a comprehensive review in context of manufacturing industry. Journal of Cleaner Production, 115, 36–51. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.12.042

Liu, Z., Adams, M., Cote, R. P., Chen, Q., Wu, R., Wen, Z., Liu, W., & Dong, L. (2018). How does circular economy respond to greenhouse gas emissions reduction: An analysis of Chinese plastic recycling industries. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 91(April), 1162–1169. https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.04.038

Loulou, R., & Goldstein, G. (2016). Documentation for the TIMES Model : Part I. April, 1–78.

Marcheteau, G. (2020). Tout savoir sur la réglementation thermique 2020. https://www.lenergietoutcompris.fr/actualites-conseils/tout-savoir-sur-la-reglementation-thermique-2020-48152

Marrucci, L., Daddi, T., & Iraldo, F. (2019). The integration of circular economy with sustainable consumption and production tools: Systematic review and future research agenda. Journal of Cleaner Production, 240, 118268. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118268

Masi, D., Day, S., & Godsell, J. (2017). Supply Chain Configurations in the Circular Economy : A Systematic Literature Review. https://doi.org/10.3390/su9091602

Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pirani, A., Connors, S. L., Péan, C., Berger, S., Caud, N., Chen, Y., Goldfarb, L., Gomis, M. I., Huang, M., Leitzell, K., Lonnoy, E., Matthews, J. B. R., K., T. M., Waterfield, T., Yelekçi, O., Yu, R., & B. Zhou (eds.). (2021). IPCC, 2021: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. In Cambridge University Press. In Press. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/

Meadows, D., Meadows, D., Randers, J., & Behrens, W. (1972). The limits to growth. 65(9), 3944–3946.

Merli, R., Preziosi, M., & Acampora, A. (2018). How do scholars approach the circular economy? A systematic literature review. Journal of Cleaner Production, 178, 703–722. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.112

Meylan, F. D., Piguet, F. P., & Erkman, S. (2017). Power-to-gas through CO2 methanation: Assessment of the carbon balance regarding EU directives. Journal of Energy Storage, 11, 16–24. https://doi.org/10.1016/j.est.2016.12.005

Millot, A. (2020). Faire la transition énergétique bas-carbone ou comment réaliser l ' avènement d ' un mythe ? Ariane Millot To cite this version : HAL Id : tel-02897919 Faire la transition énergétique bas-carbone ou comment réaliser l ' avènement d ' un mythe ? Ariane Mil.

Millot, A., & Maïzi, N. (2021). From open-loop energy revolutions to closed-loop transition: What drives carbon neutrality? Technological Forecasting and Social Change, 172(June), 121003. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121003

Mirakyan, A., Lelait, L., Khomenko, N., & Kaikov, I. (2009). Methodological Framework for the analysis and development of a sustainable, integrated, regional energy plan – A French region case study.

Morseletto, P. (2020). Targets for a circular economy. Resources, Conservation and Recycling, 153(October 2019), 104553. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104553

Murray, A., Skene, K., & Haynes, K. (2017). The Circular Economy: An Interdisciplinary Exploration of the Concept and Application in a Global Context. Journal of Business Ethics, 140(3), 369–380. https://doi.org/10.1007/s10551-015-2693-2

Observatoire Régional de l'Energie du Climat et de l'Air de Provence-Alpes-Côte d'Azur. (2017). Catalogue Des Études.

Observatoire Régional de l'Energie du Climat et de l'Air de Provence-Alpes-Côte d'Azur. (2018). Bilan 2018.

Pascal, B. (2005). Energie 2010 : un Plan ambitieux pour la région PACA. http://www.ecologie-pratique.org/article.php/20050615111807673

Postic, S., Selosse, S., & Maïzi, N. (2017). Energy contribution to Latin American INDCs: Analyzing sub-regional trends with a TIMES model. Energy Policy, 101, 170–184. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.11.023

Prieto-Sandoval, V., Jaca, C., & Ormazabal, M. (2018). Towards a consensus on the circular economy. Journal of Cleaner Production, 179, 605–615. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.224

REGION-SUD. (2019). SCHÉMA RÉGIONAL D'AMÉNAGEMENT, DE DÉVELOPPEMENT DURABLE ET D'ÉGALITÉ DES TERRITOIRES (SRADDET).

Région PACA. (2011). La Région se mobilise pour la maîtrise de la consommation énergétique. 50–51.

Région Provence-Alpes-Cote d'Azur. (2013). Schéma Régional Climat Air Energie - Provence-Alpes-Côte-d'Azur. Partie 3, Scénarios et objectifs. https://doi.org/10.4267/2042/52064

Region SUD. (2020). Plan Régional Hydrogène. 1–59.

Région SUD. (2017). Une COP d'avance: Le plan climat de a région SUD Provence-Alpes-Cote-d'Azur.

Région SUD. (2018a). Annexe, Bilan du Scéhma régionale climat air énergie SRCAE de Provence-Alpes-Côte d ' Azur.

Région SUD. (2018b). Bilan du Schéma régional climat air et énergie.

Reh, L. (2013). Process engineering in circular economy. Particuology, 11(2), 119–133. https://doi.org/10.1016/j.partic.2012.11.001

Roberts, B. H. (2004). The application of industrial ecology principles and planning guidelines for the development of eco-industrial parks: An Australian case study. Journal of Cleaner Production, 12(8–10), 997–1010. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2004.02.037

RSE&Innovation. (2010). Le Conseil Régional fait le bilan du programme AGIR qui a financé, sur l'ensemble du territoire, des projets exemplaires, innovants et durables en matière d'économie d'énergie et d'énergies renouvelables. http://www.rse-innovation.fr/le-conseil-regional-fait-le-bilan-du-a363.html

Ruiz-Real, J. L., Uribe-Toril, J., Valenciano, J. D. P., & Gázquez-Abad, J. C. (2018). Worldwide research on circular economy and environment: A bibliometric analysis. International Journal of Environmental Research and Public Health, 15(12). https://doi.org/10.3390/ijerph15122699

S3D, S. D. & D. D. (2018). Etude du potentiel de production de biométhane de 2nd génération en région Provence Alpes Côte d ' Azur. 1–67.

Sauvé, S., Bernard, S., & Sloan, P. (2016). Environmental sciences, sustainable development and circular economy: Alternative concepts for trans-disciplinary research. Environmental Development, 17, 48–56. https://doi.org/10.1016/j.envdev.2015.09.002

Schöggl, J. P., Stumpf, L., & Baumgartner, R. J. (2020). The narrative of sustainability and circular economy - A longitudinal review of two decades of research. Resources, Conservation and Recycling, 163(July), 105073. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105073

Schroeder, P., Anggraeni, K., & Weber, U. (2019). The Relevance of Circular Economy Practices to the Sustainable Development Goals. Journal of Industrial Ecology, 23(1), 77–95. https://doi.org/10.1111/jiec.12732

Selosse, S., Garabedian, S., Ricci, O., & Maïzi, N. (2018). The renewable energy revolution of reunion island. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 89, 99–105. https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.03.013

Sgobbi, A., Nijs, W., De Miglio, R., Chiodi, A., Gargiulo, M., & Thiel, C. (2016). How far away is hydrogen? Its role in the medium and long-term decarbonisation of the European energy system. International Journal of Hydrogen Energy, 41(1), 19–35. https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2015.09.004

Spanish Government. (2020). Hydrogen Roadmap: a commitment to renewable hydrogen (in spanish). https://www.miteco.gob.es/es/ministerio/hoja-de-ruta-del-hidrogeno-renovable.aspx

Stahel, W.R. and Reday, G. (1976). Jobs for tomorrow: The potential for substituting manpower for energy. Report to the Commission of the European Communities., April.

Stahel, W. R. (2010). The performance economy.

Suárez-Eiroa, B., Fernández, E., Méndez-Martinez, G., & Soto-Onate, D. (2019). Operational principles of circular economy for sustainable development : Linking theory and practice. 214, 952–961. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.271

Taranic, I., Behrens, A., & Topi, C. (2016). Understanding the Circular Economy in Europe , from Resource Efficiency to Sharing Platforms : The CEPS Framework. 143.

Tomić, T., & Schneider, D. R. (2017). Municipal solid waste system analysis through energy consumption and return approach. Journal of Environmental Management, 203, 973–987. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.06.070

Türkeli, S., Kemp, R., Huang, B., Bleischwitz, R., & McDowall, W. (2018). Circular economy scientific knowledge in the European Union and China: A bibliometric, network and survey analysis (2006–2016). Journal of Cleaner Production, 197, 1244–1261. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.118

Valorem-Conexia Energy. (2010). Etude du potentiel de production d électricité d'origine eolienne terrestre en Provence-Alpes-Côte d'Azur.

van Buren, N., Demmers, M., van der Heijden, R., & Witlox, F. (2016). Towards a circular economy: The role of Dutch logistics industries and governments. Sustainability (Switzerland), 8(7), 1–17. https://doi.org/10.3390/su8070647

Wautelet, T. (2018). The Concept of Circular Economy : its Origins and its Evolution. January, 30. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.17021.87523

Wijkman, A., & Skanberg, K. (2014). The Circular Economy and Benefits for Society: Jobs and Climate Clear Winners in an Economy Based on Renewable Energy and Resource Efficiency. Club of Rome, 1–55. https://www.clubofrome.org/wp-content/uploads/2016/03/The-Circular-Economy-and-Benefits-for-Society.pdf

Winans, K., Kendall, A., & Deng, H. (2017). The history and current applications of the circular economy concept. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 68(October 2015), 825–833. https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.09.123

Yong, R. (2007). The circular economy in China. Journal of Material Cycles and Waste Management, 9(2), 121–129. https://doi.org/10.1007/s10163-007-0183-z

Yuan, Z., Bi, J., & Moriguichi, Y. (2006). The Circular Economy:A New Development Strategy in China. 10(1).

3

Annexes

Tableau 5 : Résumé des hypothèses retenues pour les différents scénarios pour le secteur de l'habitat

				Référence		Economie Circulaire		Neutralité carbone	
HABITAT	Rénovation de bâtiments	Résidentiel	ZFC-	40%	2050	100%	mobilisation de potentiels	80%	mobilisation de potentiels
			ZFC+	50%	2050	100%		80%	
		Tertiaire		30%	2050	100%		80%	
	Electricité	Cuisson		-SAB	2050	-SAB	2050	-SAB	2050
		Chauffage ECS		garder la part de l'année de base					
	Biomasse	Chauffage ECS	Résidentiel	max 12PJ	2050	12PJ	2050	13 PJ	2050
			Tertiaire	max 1 PJ		2 PJ		2 PJ	
	Gaz	Gaz Naturel, Biogaz, Gaz mélangé	Quantité de ressource disponibles-consommation finale	+10%	Par rapport à l'année de base en 2050	+10%	Par rapport à l'année de base	+10%	Par rapport à l'année de base
			Part du gaz dans la cuisson	La part du gaz put être réduite de -30%					
		Biogaz		max 20%	Du gaz disponible total pour consommation	peut remplacer la part du gaz naturel			
		Gaz mélangé		max 60%	Du gaz disponible total pour consommation	peut remplacer la part du gaz naturel			
	Biofuel			0%		Peut-être utilisés pour remplacer les usages d'autres usages énergétiques (la part fossile)			
	Géothermie	Habitat		+2% (4PJ)	Par an (suivant la croissance du marché)	16 PJ	en 2050 4 fois l'année de base	8 PJ	Doublé par rapport au REF
		Résidentiel		min +10%	en 2050	min +15%	en 2050	min +15%	en 2050
	Aérothermie			53000	Unités par an	60950	Unités par an (15% plus que le REF)	53000	Unités par an (10% plus que le REF)
	solaire	Chauffage Eau chaude sanitaire	Résidentiel	min +10%	Par rapport à l'année de base	min +20%	Par rapport à l'année de base	min +20%	Par rapport à l'année de base
			Tertiaire	1.26	En PJ - max : 10% Vision ADEME en 2030 doublé en 2050 par rapport à 2030	2.51	En PJ - max : 20% Vision ADEME en 2030 doublé en 2050 par	2.51	En PJ - max : 20% Vision ADEME en 2030 doublé en 2050 par
	Produits pétroliers	Quantité de ressource disponibles - consommation final		=2017	en 2050	-80%	Par rapport à l'année de base		
	Réseaux de chaleur	Quantité d'énergie livrée	Résidentiel	max x 2 min +10%	Par rapport à l'année de base	25 PJ	max 15 PJ min +20%	20 PJ	
			Tertiaire	Max +10% Min + 10%	Max : Croissance annuelle Min : +10% par rapport à 2017		Max 10 PJ Min + 10%		

Tableau 6 : Résumé des hypothèses retenues pour les différents scénarios pour le secteur du transport

				Référence		Economie Circulaire		Neutralité carbone	
			Croissance	2017	2050	2050			
Production Électrique (PJ)	Biogaz	Max	6%	0.84	4.9	Max 30 PJ	Peut substituer la part du gaz naturel dans le mix de production d'électricité	Max 30 PJ	Peut substituer la part du gaz naturel dans le mix de production d'électricité
		Bas	1%		1.16	2.32	Doublé par rapport au scénario de base	2.32	Doublé par rapport au scénario de base
	Biomasse	Max	2%	1.43	2.75	2.75		2.75	
		Bas	0%		1.43	1.43		1.43	
	Éolien	Max	2%	0.42	0.81	1.62		1.62	
		Bas	1%		0.59	0.59		0.59	
	Hydroélectricité	Max	1%	28.65	35	35		35	
		Bas	0%		29.13	29.13		29.13	
	Déchets Ménagers (VE)	Max	1%	1.53	2.3	2.3		2.3	
		Bas	0%		1.53	1.53		1.53	
	Solaire photovoltaïque	Sol	UP 10%	1.47	47.52	54.00		54.00	
			LO 5%		30.26	30.26		30.26	
		Toiture	UP 10%	0.77	80.46	92.80		92.80	
			LO 5%		3.85	3.85		3.85	
	Energie maritime	GW				3		3	
	Fossiles	Max	0%	35.54	35.54	Pas de nouvelles centrales/ max la moitié de la production de gaz naturel en 2017 mais avec du CCS		Pas de nouvelles centrales/ max la moitié de la production de gaz naturel en 2017 mais avec du CCS	

Tableau 7 : Résumé des hypothèses retenues pour les différents scénarios pour la production électrique

				Référence		Economie Circulaire		Neutralité carbone	
			Croissance	2017	2050	2050			
Production Électrique (PJ)	Biogaz	Max	6%	0.84	4.9	Max 30 PJ	Peut substituer la part du gaz naturel dans le mix de production d'électricité	Max 30 PJ	Peut substituer la part du gaz naturel dans le mix de production d'électricité
		Bas	1%		1.16	2.32	Doublé par rapport au scénario de base	2.32	Doublé par rapport au scénario de base
	Biomasse	Max	2%	1.43	2.75	2.75		2.75	
		Bas	0%		1.43	1.43		1.43	
	Éolien	Max	2%	0.42	0.81	1.62		1.62	
		Bas	1%		0.59	0.59		0.59	
	Hydroélectricité	Max	1%	28.65	35	35		35	
		Bas	0%		29.13	29.13		29.13	
	Déchets Ménagers (VE)	Max	1%	1.53	2.3	2.3		2.3	
		Bas	0%		1.53	1.53		1.53	
	Solaire photovoltaïque	Sol	UP 10%	1.47	47.52	54.00		54.00	
			LO 5%		30.26	30.26		30.26	
		Toiture	UP 10%	0.77	80.46	92.80		92.80	
			LO 5%		3.85	3.85		3.85	
	Energy maritime	GW				3		3	
	Fossiles	Max	0%	35.54	35.54	Pas de nouvelles centrales/ max la moitié de la production de gaz naturel en 2017 mais avec du CCS		Pas de nouvelles centrales/ max la moitié de la production de gaz naturel en 2017 mais avec du CCS	