



PLAN CLIMAT

AIR ÉNERGIE TERRITORIAL

de la Vire au Noireau

Cahier n° 2 : Diagnostic

Diagnostic

Etude des potentiels

(parties 17 et 18)

Mai 2019

Ce document a été réalisé par le SDEC ENERGIE, pour le compte et sous la responsabilité de la communauté de communes Intercom de la Vire au Noireau.

Rappel du sommaire général du PCAET

Le PCAET de l'Intercom de la Vire au Noireau se constitue de 5 cahiers, parfois eux-mêmes divisés en différentes parties. Les cahiers trop volumineux sont séparés en plusieurs fichiers, pour des raisons de facilité de lecture :

- **Cahier n° 1 / Le préambule**
- **Cahier n° 2 / Le diagnostic.**
 - Il se compose de 18 parties, regroupées en 6 fichiers :
 - Fichier 1 : profil énergie-air-climat du territoire (parties 1 à 6)
 - Fichier 2 : diagnostic sectoriel *population-habitat-mobilité* (parties 7 à 9)
 - Fichier 3 : diagnostic sectoriel *tertiaire-industrie* (parties 10 à 11)
 - Fichier 4 : diagnostic sectoriel *agriculture-réseaux-déchets* (parties 12 à 14)
 - Fichier 5 : diagnostic sectoriel *environnement-vulnérabilité* (parties 15 à 16)
 - **Fichier 6 : études des potentiels (parties 17 à 18)**
- **Cahier n° 3 / La stratégie**
- **Cahier n° 4 / Le plan d'actions**
- **Cahier n° 5 / Rapport environnemental (synthèse de l'évaluation environnementale stratégique)**

Sommaire

Diagnostic – étude des potentiels

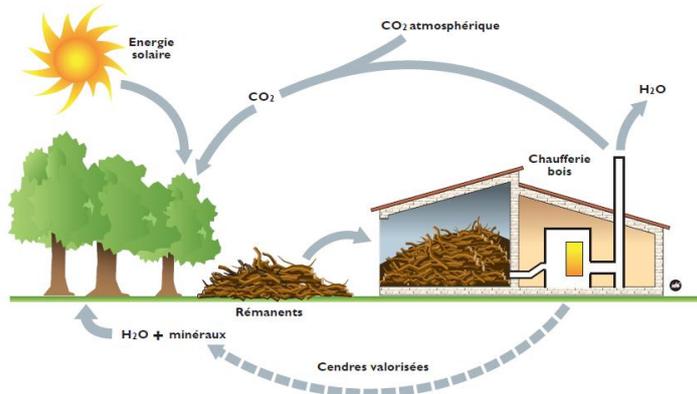
XVII. Potentiel de développement des énergies renouvelables.....	5
1. Potentiel en bois énergie.....	5
<i>Ressource en bois bocager.....</i>	<i>5</i>
<i>Potentiel bois énergie forestier.....</i>	<i>6</i>
<i>Potentiel de création de nouvelles chaufferies approvisionnées en bois local.....</i>	<i>7</i>
<i>Potentiel de substitution d'énergies fossiles par le bois énergie.....</i>	<i>9</i>
2. Potentiel éolien.....	12
<i>Grand éolien.....</i>	<i>12</i>
<i>Petit éolien.....</i>	<i>17</i>
3. Potentiel de méthanisation.....	17
<i>Ressources des activités économiques.....</i>	<i>17</i>
<i>Ressource des collectivités.....</i>	<i>20</i>
4. Biocarburants.....	20
5. Chaleur fatale.....	20
<i>Entreprises.....</i>	<i>21</i>
<i>Réseaux d'assainissements.....</i>	<i>23</i>
6. Combustibles Solides de récupération (CSR).....	23
7. Potentiel Solaire.....	24
<i>Solaire thermique.....</i>	<i>24</i>
<i>Solaire photovoltaïque.....</i>	<i>24</i>
8. Potentiel Géothermique.....	28
<i>Généralités, les types de géothermies et les ressources exploitables.....</i>	<i>28</i>
<i>Application au territoire.....</i>	<i>29</i>
9. Potentiel hydroélectrique.....	31
<i>Principe de l'hydroélectricité.....</i>	<i>31</i>
<i>Potentiel bas-normand et application au territoire.....</i>	<i>32</i>
10. Bilan.....	34
 XVIII. Potentiels de réduction des consommations d'énergie, des émissions de gaz à effet de serre, des polluants atmosphériques et potentiel de séquestration carbone.....	 37
1. Méthodologie.....	37
<i>Définition.....</i>	<i>37</i>
<i>Méthode de calcul.....</i>	<i>38</i>
<i>Hypothèses retenues pour la construction du scénario minimum.....</i>	<i>39</i>
2. Résultats des potentiels de réduction.....	41
<i>Tableau de synthèse.....</i>	<i>41</i>
<i>Potentiel d'économie d'énergie.....</i>	<i>42</i>
<i>Potentiel de réduction d'émissions de GES et potentiel de séquestration carbone.....</i>	<i>42</i>
<i>Potentiel de réduction des émissions de polluants atmosphériques.....</i>	<i>44</i>
 Annexes.....	 47
<i>Carte des SETBA en France.....</i>	<i>47</i>
<i>Outil de prospective énergétique PROSPER.....</i>	<i>48</i>
<i>Tableur Excel de la contribution carbone des constructions bois.....</i>	<i>54</i>

XVII. Potentiel de développement des énergies renouvelables

1. Potentiel en bois énergie

Ressource en bois bocager

Le bois énergie est une énergie renouvelable dès lors que la ressource est exploitée durablement. En effet, son bilan carbone est neutre car le CO₂ rejeté lors de sa combustion a été accumulé par l'arbre durant sa croissance et sera de nouveau piégé par les jeunes arbres. Le développement du bois énergie en tant de source d'énergie ne peut donc pas être séparé d'une politique volontariste de préservation durable de la ressource.



Cycle carbone de la ressource en bois, source : groupe Coriance

Quelques chiffres :

- Alors qu'il faut 1.1 litre de fioul pour en produire 1 L (bilan énergétique négatif), il suffit de 3 L de fioul pour produire 1 m³ de plaquettes (équivalent à l'énergie produite par 90 L de fioul, source : Etude de Gisement en bois énergie, Chambre d'Agriculture). Le bilan énergétique du bois est donc largement positif car on produit 30 fois plus d'énergie qu'on en consomme !
- La création d'emplois liée au développement de la filière est estimée à 1,1 ETP pour 1000 tonnes de bois consommé.

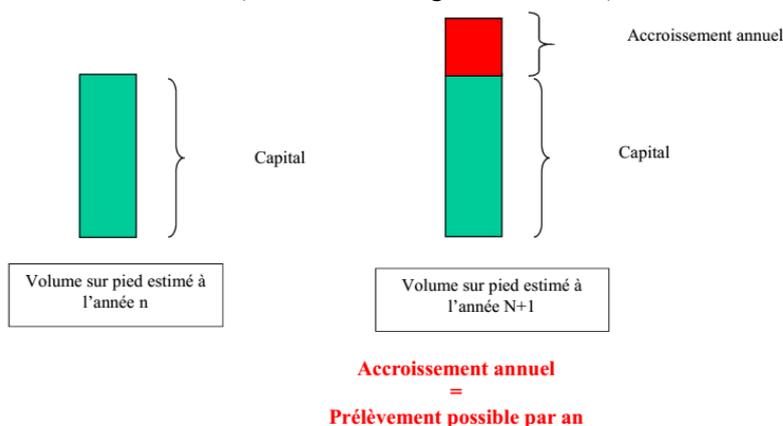
Le bois énergie est une énergie renouvelable tant que la ressource bocagère est gérée durablement. Sur la base de constat, le potentiel de production de bois énergie s'appuie sur les hypothèses suivantes :

- Les arbustes et les arbres de taillis sont orientés exclusivement vers la production de bois déchiqueté, tandis que les arbres de haut jet sont conservés et plutôt orientés vers la production de bois d'œuvre. La haie buissonnante, plutôt d'intérêt ornemental, n'a aucun potentiel de production
- production moyenne des haies : l'accroissement annuel moyen est de 9.2 (± 1.0) m³ pour 50 m exploités, **soit 46 T de bois sec par km exploité (± 5 T/km)** (source : étude Inventaire Forestier National « Haies Biomasse Basse-Normandie, HBBN », 2011)
- La haie est recépée tous les 15 ans environ et l'intégralité de la végétation prélevée est destinée à la production de plaquettes
- On définit le mètre cube apparent plaquette (MAP) de la manière suivante :
 - 1 m³ de bois plein équivaut à 2.5 MAP
 - 1MAP (bois vert) = 330kg
 - 1 MAP (bois sec) = 250 kg
 - 1 Tonne bois vert = 0.85 Tonne bois sec

- On estime qu'entre 50% et 80% de l'accroissement annuel total est disponible pour le chauffage au bois. Cela permet de « sécuriser » l'estimation en déduisant les parcelles non accessibles (fortes pentes, pas d'accès pour le matériel, souhait de conservation par l'exploitant...) et tendance actuelle de perte de linéaires.

Définitions :

Capital en bois et accroissement annuel (Source Chambre d'Agriculture de l'Orne) :



Calcul du potentiel mobilisable :

Le linéaire de bocage sur le territoire n'est pas précisément connu. Il est estimé à **4800 km (± 600 km)**, selon les sources. La DREAL tient compte d'une densité bocagère moyenne sur l'Intercom de la Vire au Noireau de 6.9 km/km², ce qui permet d'obtenir une estimation du linéaire total de haies sur le territoire de 788*6.9 = 5 437 km, quand la Chambre d'Agriculture estime le linéaire de haies à 4160 km sur le territoire (indicateurs : 70ml/ha de SAU).

Le potentiel annuel théorique se situe ainsi entre 280 et 360 km/an (exploitation tous les 15 ans), soit entre 140 et 288 km mobilisables par an (en estimant un potentiel exploitable entre 50% et 80% de la ressource). La productivité des haies est par ailleurs variable d'une haie à l'autre, 46 T de bois sec/km (± 5 T/km).

Le potentiel de productivité annuel théorique se situe ainsi dans une fourchette entre 11480T/an de bois sec et 18 360 T/an. Cela donne un **potentiel théorique moyen de 15 000 T/an, soit 52.5 GWh/an (± 12 GWh/an)**.

Le potentiel de productivité annuel mobilisable se situe dans une fourchette entre 5 740 et 14 688 T de bois sec par an. Cela donne un **potentiel mobilisable moyen de 10 200 T/an, soit 36 GWh/an (±16 GWh/an) bois**.

**Le potentiel d'approvisionnement local mobilisable moyen en bocager est de 36 GWh/an (±16 GWh/an).
Le potentiel théorique moyen (100% de l'accroissement annuel) est de 52.5 GWh/an (± 12 GWh/an)**

Ce potentiel pourrait être accru grâce à la plantation de nouvelles haies, notamment le long des routes ou en limite de propriété.

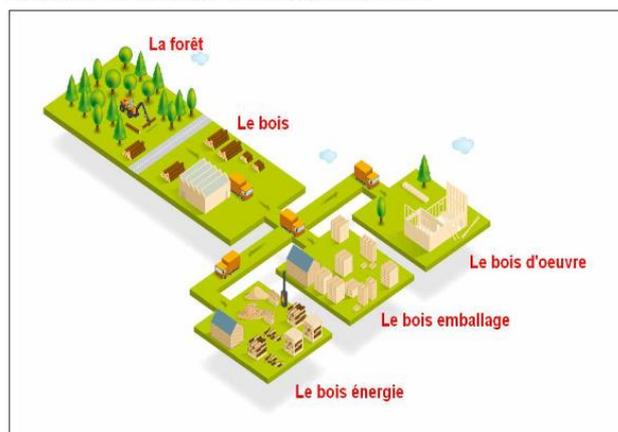
Potentiel bois énergie forestier

Les surfaces en forêt de l'Intercom de la Vire au Noireau en 2014 sont de 5000 ha¹.

¹ Calcul d'après les ratios utilisés par les données de l'ORECAN, tirées de la fiche territoire version 1.04, données ARBN 0.1, décembre 2017, qui utilise la base de donnée « Corine Land Cover »

D'après les Chiffres Clé Forêt de Normandie (Source DRAAF de NORMANDIE, Service Régional des Milieux Agricoles et de la Forêt, décembre 2016), l'accroissement moyen de la forêt normande est de 10,1m³/ha/an. Actuellement, la récolte du bois correspond à environ 50% de la production biologique annuelle. Les usages du bois forestier se répartissent entre le bois d'œuvre, le bois d'industrie et le bois énergie. La part du bois énergie dans la récolte totale a fortement augmenté, passant de 16% en 2010 à 38% en 2015.

Illustration de l'aspect « activité économique » Source "Abibois - ©Arnaud Vallée".



En comptabilisant une part d'usage de bois énergie augmentée à 40% et en prenant en compte le taux de récolte actuel de la production biologique annuelle

(=50% de l'accroissement annuel), le potentiel mobilisable de production de bois énergie forestier sur l'Intercom de la Vire au Noireau s'élève à 10 100m³ de bois plein/an, soit 6312 tonnes de bois. Cela équivaut à un potentiel de production de **22 GWh/an**. En augmentant le taux de récolte à 66% de l'accroissement annuel, la production potentielle en bois énergie forestier serait de 8332 tonnes/an, soit 29 GWh/an.

Le potentiel d'approvisionnement local actuellement mobilisable en bois énergie forestier est de 22 GWh/an.

Potentiel de création de nouvelles chaufferies approvisionnées en bois local

Au total (bois bocager plus bois forestier), le potentiel mobilisable en bois énergie s'élève à 58 GWh/an (± 16 GWh/an). Si on déduit des consommations actuelles en chaufferies collectives et industrielles (13 GWh), on obtient un potentiel en bois local de 45 GWh (± 16 GWh/an) supplémentaires pour alimenter de nouvelles chaufferies collectives. En considérant le ratio de Biomasse Normandie qui estime que les chaufferies forte puissance fonctionnent 2500 h à pleine puissance et seulement 1500 h pour les chaufferies de petite puissance, on déduit que le territoire pourrait alimenter en plus :

- deux chaufferies bois de 200 kW dans chacune des 15 communes qui définissent l'armature urbaine, en tant que pôle principal ou bourg relais.
- Entre 4 et 10 nouveaux réseaux de chaleur de forte puissance (2 MW).

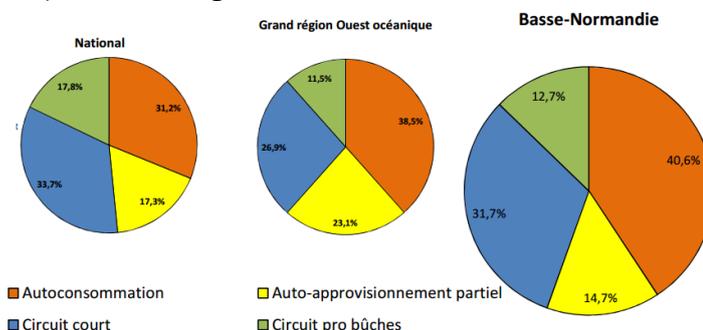
A noter qu'il faut prendre des précautions sur ces données. En effet, la consommation de bois bûche peut être un facteur déterminant pour estimer le potentiel de nouvelles chaufferies. En 2016, les données de l'ORECAN donnent une production de chaleur à partir de bois énergie domestique de 93 GWh, alors que le potentiel théorique moyen de production de bois énergie du territoire (bocage + forêt) est estimé à : 74.5 GWh (± 12 GWh/an).

La consommation actuelle de bois énergie serait donc ainsi déjà entre 7 et 50% excédentaire d'un par rapport au potentiel théorique, rien qu'avec la consommation domestique. Pour expliquer cet écart, plusieurs possibilités :

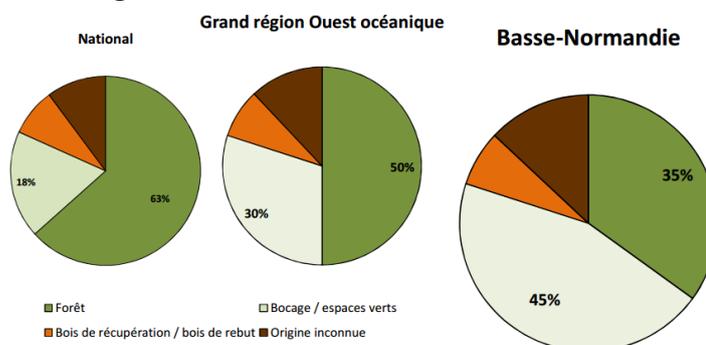
- ➔ Une partie de la consommation de bois domestique peut aussi provenir de territoires voisins
- ➔ Elle peut utiliser d'autres ressources que le bois bûche de la forêt et le bocage (granulés, déchets de bois...)
- ➔ les prélèvements actuels puisent peut-être dans le capital de bois sur pied, sans compensation à l'identique en plantation, et **on assisterait alors à une exploitation non durable de la haie.**

L'ADEME a fait réaliser une étude sur le chauffage domestique au bois en juillet 2013 (par SOLAGRO, Biomasse Normandie, BVA et Marketing Freelance), qui donnent les résultats suivants :

- La moitié des volumes consommés provient de l'autoconsommation et de l'auto-provisionnement. En Basse-Normandie, la part d'autoconsommation est plus élevée que la moyenne nationale et que dans les régions voisines



- Au niveau national, 63 % des bûches sont issues de la forêt, avec des disparités régionales notables. En Basse-Normandie, 35 % des bûches sont issues de la forêt et la part en provenance du bocage est de 45%.



En supposant que l'intégralité du bois consommé provient du territoire, appliqué à l'Intercom de la Vire au Noireau,

- les quantités de bois bûche domestique provenant du bocage seraient ainsi de 42 GWh. Cela correspondrait entre à une consommation située entre 80% et le double du potentiel bocager mobilisable.
- Les quantités de bois bûche domestique provenant de la forêt seraient de 32.5 GWh. Cela correspondrait à 148% du potentiel bois énergie mobilisable en forêt.

La réalisation d'études de gisement bocager et forestier serait une condition essentielle pour évaluer plus précisément le potentiel mobilisable en bois. La mise en place de plans de gestion de haies et plans de gestion de massifs sur tout le territoire, la promotion auprès des habitants d'achat de bois certifié provenant de gestion durable (label « Normandie Bois Bûche »), l'amélioration de la performance des installations et une politique forte de plantation seraient des actions déterminantes pour préserver le bocage et la forêt de la surexploitation.



Label «Normandie Bois Bûche : Des entreprises normandes qui s'engagent®». Mis en place par l'ADEME, la Région Normandie et la DRAAF, cette marque est reconnue par « France Bois Bûche » qui fédère et coordonne les marques régionales. Ce label concerne les producteurs et négociants normands de bois bûche. Basée sur le volontariat, elle repose sur un cahier des charges complet. L'objectif principal de cette marque est de donner aux consommateurs de bois de chauffage une meilleure lisibilité sur les produits achetés au travers de trois informations que le vendeur devra lui fournir : le volume vendu, la catégorie d'essences et l'humidité des bois. De plus, elle devra également permettre aux consommateurs de bois de chauffage d'identifier des professionnels du bois de chauffage respectant les règles légales, tout en étant inscrits dans **une démarche de promotion de la gestion durable des forêts.**

Potentiel de substitution d'énergies fossiles par le bois énergie

Ne pas confondre le potentiel de production de bois énergie du territoire avec le potentiel de substitution des énergies fossiles par des installations bois énergie, pouvant être approvisionnée par du bois provenant d'autres territoires, comme c'est le cas avec le réseau de chaleur de Vire. Afin d'optimiser le rendement énergétique de ces installations, on privilégiera un approvisionnement en bois restant à l'échelle régionale.

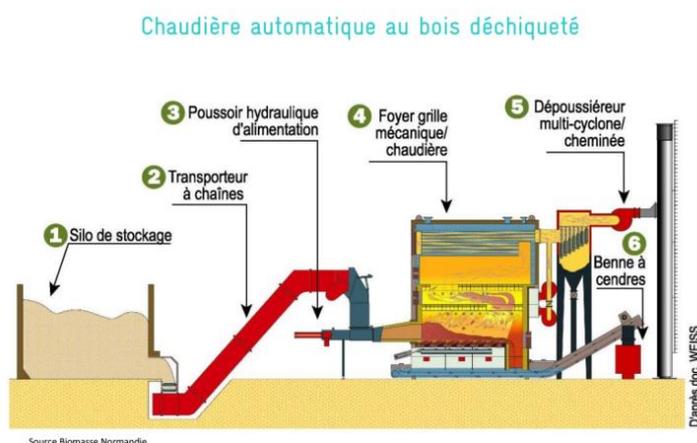
Le **potentiel de développement du bois énergie** basé sur la substitution des produits pétroliers (besoins en chauffage) consommés dans l'habitat et le tertiaire s'élève au maximum à $92 + 35 \text{ GWh} = 127 \text{ GWh}$.

Principe de fonctionnement d'une chaufferie bois :

Un réseau de chaleur bois comprend ;

- un local chaufferie abritant la chaudière bois et généralement une chaudière d'appoint,
- un silo de stockage,
- un réseau de distribution (dans le cas des réseaux techniques et réseaux de chaleur)

La chaufferie



Chaudière de Dozulé

Deux types de chaudières bois peuvent être utilisés, correspondant à deux types de combustibles :

- Le bois déchiqueté (ou plaquettes) : Le bois déchiqueté est produit à partir de branches ou d'arbres de toutes essences passés dans un broyeur forestier adapté. Il est un sous-produit de l'exploitation forestière ou bocagère et ne saurait en être le produit principal, pour des raisons économiques et environnementales. Le bois déchiqueté peut également être issu des déchets des scieries.
- Les granulés de bois (ou pellets) : Les granulés de bois sont produits à partir de sciures compressées et déshydratées. Aucun liant n'est utilisé pour le maintien en forme cylindrique : c'est la lignine, composant naturel du bois qui, en chauffant, agglomère la sciure.

	BOIS DECHIQUETE	GRANULE DE BOIS
ASPECTS TECHNIQUES	Moins d'autonomie à volume de stockage égal	Densité énergétique du combustible plus élevée
ASPECTS ENVIRONNEMENTAUX	Obligation d'avoir le silo à proximité de la chaudière	Implantation plus souple de la chaufferie
ASPECTS ECONOMIQUES	Filière locale d'approvisionnement, avec une faible consommation d'énergie pour la production de bois déchiqueté	Filière industrielle de fabrication, plus de consommation d'énergie pour la fabrication et le transport du combustible
ASPECTS ECONOMIQUES	Investissement important, et coût de fonctionnement très faible	Investissement moins élevé, mais coût de fonctionnement plus important



Bois déchiqueté



Granulés ou pellets

Les chaudières bois sont généralement automatiques : l'amenée de combustible depuis la réserve jusqu'au foyer de la chaudière est réalisé mécaniquement. Ce système permet une plus grande souplesse d'utilisation (autonomie, régulation) et une maîtrise de la combustion en contrôlant en permanence le couple combustible / air comburant (= air entrant).

Si la chaudière bois peut couvrir l'ensemble des besoins de chaleur, on parle de chaufferie « mono-énergie ». Si la chaudière bois est complétée d'une chaudière d'appoint fonctionnant avec une énergie fossile (fioul ou gaz), on parle alors de chaufferie « bi-énergie ».

Le silo de stockage

Le silo de stockage constitue la réserve de combustible. Il peut être de différents types selon le combustible et la configuration du site ou du bâtiment dans lequel il est implanté.

Un silo à granulés de bois peut être soit textile avec un système d'amenée du combustible dans la chaudière par aspiration, soit maçonné avec un système d'amenée par vis sans fin.



Silo enterré, chaufferie bois de Dozulé

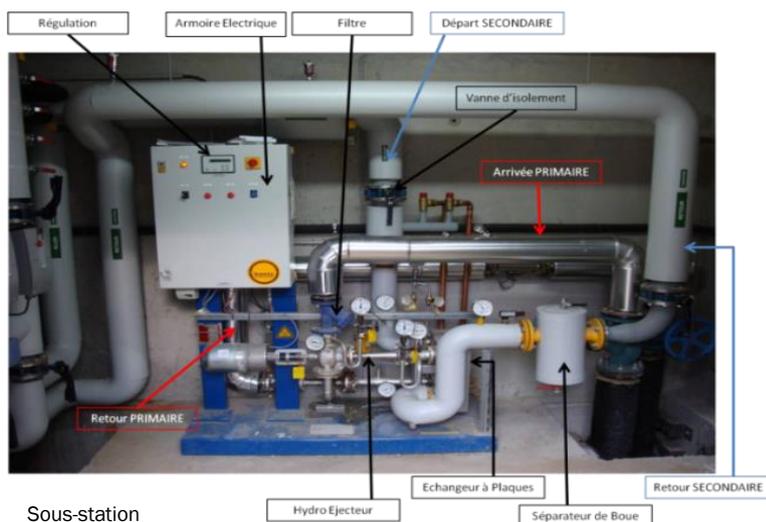


Silo textile (source : CG25)

Un silo à bois déchiqueté est maçonné avec un système d'amenée soit par vis sans fin (petites puissances) soit par fond racleur (moyenne et forte puissance). Le silo peut être enterré ou non.

Le réseau de distribution (lorsque la chaudière alimente plusieurs bâtiments)

Il se compose d'un double réseau de canalisations (aller et retour), enterrées à environ 80 cm de profondeur. L'utilisation de tubes pré-isolés permet de minimiser les déperditions (environ 1°C par kilomètre). La chaleur est délivrée par le réseau par l'intermédiaire de sous-stations situées au pied des bâtiments.



Sous-station



Canalisations de réseau de chaleur

Suite au travail de diagnostic énergie intercommunal réalisé, certains bâtiments publics les plus consommateurs ont été identifiés comme propices au bois énergie, suivant l'âge de leur chaudière, les projets de rénovation/extension en cours, l'énergie de chauffage et l'intermittence de leur usage. Les résultats sont présentés ci-dessous (liste non exhaustive) :

Identification de chaufferies bois déchiqueté potentielles (chaufferies dédiées ou réseau technique):

commune	bâtiment, quartier	autres bâtiments à relier
Saint-Denis-de-Méré	Mairie	réseau technique avec l'école (faibles consommations avec la mairie seule)
Soulevre-en-Bocage	Mairie déléguée Le Bénay-Bocage	réseau technique avec la Mairie Soulevre-en-Bocage, la Galerie d'Arts et la Médiathèque
	groupe scolaire de Campeaux	chaufferie dédiée

Condé-en-Normandie	Ecoles Sévigné et Fontaine	chaufferie dédiée (en complément d'une réhabilitation globale)
Vire Normandie	Groupe scolaire Jean- Moulin	chaufferie dédiée

Les consommations d'énergie fossiles qui seraient substituées seraient d'environ **684 MWh/an** pour ces bâtiments.

Identification de réseaux de chaleur bois déchiqueté potentiels (vente à des tiers):

commune	bâtiment, quartier	autres bâtiments à relier
Condé-en-Normandie	autour du complexe Gossart	complexe Gossart, salle Dumont d'Urville, école et collège du Sacré Cœur
Valdallière	Gymnase de Vassy	gymnase de Vassy, collège et EHPAD
	bourg de Vassy, rue principale	ancienne Mairie de Vassy et habitations
Soulevre-en-Bocage	Salle des fêtes de Bény-Bocage	salle des fêtes, école primaire et collège
	bourg de La Graverie	salle polyvalente, groupe scolaire, projet de cantine et habitations
Vire Normandie	hyper-centre/La Halle	La Halle, Espace Henri Lesage, médiathèque, cinéma/théâtre, conservatoire de musique, école primaire castel, lycée Marie-Curie et clinique Notre Dame
Vire Normandie	Bourg de Saint-Germain-de-Tallevende	écoles, mairie déléguée, salle multivalente, EHPAD et habitations

Les consommations d'énergie fossiles qui seraient substituées seraient d'environ **2 898 MWh/an** pour ces bâtiments (consommation des bâtiments municipaux uniquement).

A défaut de résultats technico-économiques favorables au bois énergie, d'autres sources d'énergies renouvelables pourront être étudiées.

D'autres chaudières vieillissantes appartenant aux communes ont été identifiées sur le territoire ; toutefois, le bois déchiqueté ne semble pas opportun du fait :

- de consommations peu élevées
- ou d'une forte intermittence pour le chauffage du bâtiment
- ou de projets importants de rénovation globale

Dans ce cas, une étude technico-économique de différentes sources d'énergie entre une chaudière (ou poêle) à granulé bois, une pompe à chaleur (aérothermie ou géothermie) ou une installation de chauffage solaire, permettrait de faire le choix le plus approprié. Les projets incriminés sont les suivants :

commune	bâtiment
Condé-en-Normandie	Ecole Jules Verne à St-Germain du Crioult
Saint-Denis-de-Méré	Salle polyvalente/vestiaires de foot
Soulevre-en-Bocage	Salle des Fêtes de Carville Mairie déléguée de Le Tourneur
Terres de Druance	école de St-Jean-le-Blanc Mairie et logement de Lassy
Valdallière	Mairie déléguée de Bernières-le-Patry Eglise de Vassy

Noues de Sienne	Ecole élémentaire de Saint-Sever Ancienne salle des fêtes de Saint-Sever Mairie Piscine Salle des fêtes de Courson Salle des fêtes de Fonténermont Ecole de Mesnil Clinchamp
Vire Normandie	Ecole de Vaudry Mairie déléguée de Vaudry

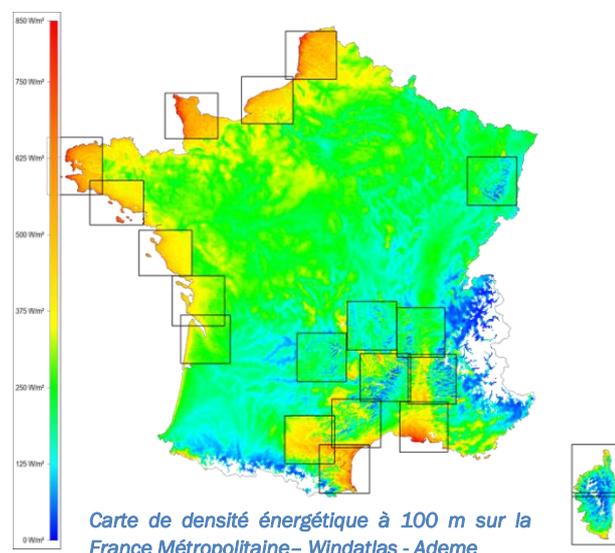
Les consommations d'énergie fossiles qui seraient substituées seraient d'environ **544 MWh/an** pour ces bâtiments.

Au total, le diagnostic énergie intercommunal a mis en évidence un **potentiel de substitution d'énergies fossiles d'environ 4 126 MWh/an** pour les bâtiments communaux.

2. Potentiel éolien

Les différentes tailles de machines (source : SRE Basse-Normandie)

- le micro-éolien : machines d'une puissance de quelques dizaines de kilowatts et inférieures à 12m qui sont soumises uniquement à déclaration de travaux. L'usage du micro-éolien est essentiellement domestique (autoconsommation)
- le petit éolien : machines d'une puissance comprise entre quelques dizaines et quelques centaines de kilowatts, inférieures à 50m et qui d'un point de vue réglementaire ne sont soumises ni à étude d'impact (mais à simple notice d'impact) ni à enquête publique. La taille de ces machines rend possible leur développement proche des milieux urbains et dans des zones où les grandes éoliennes sont confrontées à des problèmes de visibilité.
- le grand éolien : machines d'une puissance comprise entre quelques centaines de kilowatts et quelques mégawatts, d'une taille de plus de 50 m et composées majoritairement d'un rotor tripale. A l'heure actuelle, les machines type « grand éolien » représentent, en terme de puissance installée, la quasi-totalité du marché éolien.



L'Intercom de la Vire au Noireau et plus globalement tout le Calvados est dans un secteur très venté propice à l'énergie éolienne. Le gisement de vent est relativement uniforme. Ce n'est donc pas un paramètre déterminant pour l'identification de secteurs favorables dans une première approche. D'autres études sont nécessaires pour identifier les lieux propices.

Aucune étude de Zone de Développement Eolien n'a été conduite sur le territoire.

Grand éolien

Une première approche de l'opportunité de nouveaux parcs éoliens peut être conduite en croisant :

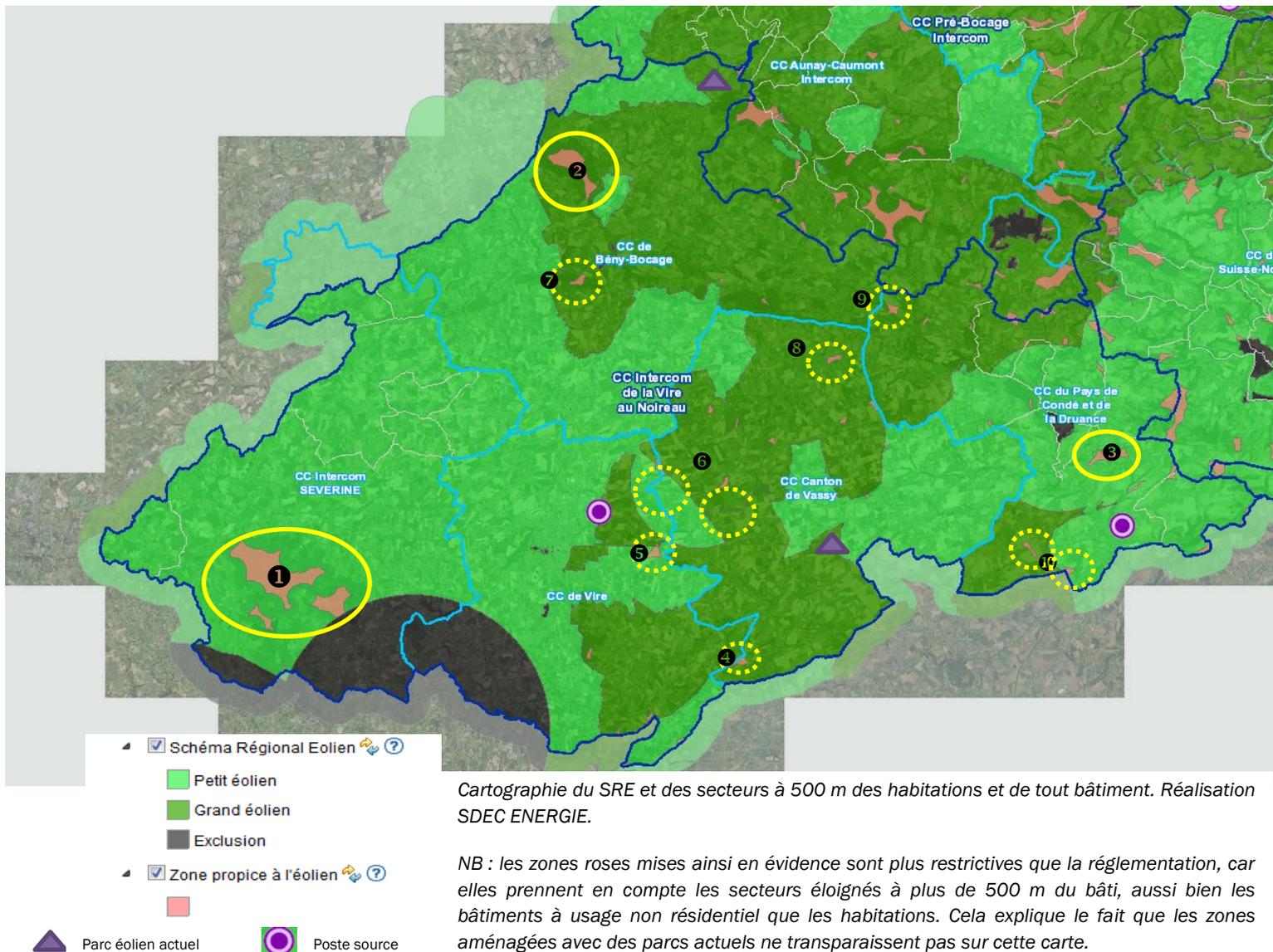
- Les contraintes réglementaires recensées dans le Schéma régional éolien (SRE)² de Basse-Normandie (2012). Attention : le Schéma régional éolien n'est actuellement plus en application. Cependant, les contraintes réglementaires qu'il recense sont toujours valables.
- Les secteurs distants de plus de 500 m par rapport aux bâtiments. Attention, c'est la distance des éoliennes par rapport aux habitations (minimum 500m) qui est réglementaire. Cependant,

² Contraintes réglementaires et sensibilités environnementales, patrimoniales, architecturales, culturelles et paysagères

faute de données cartographiques précises, on a considéré ici la distance par rapport au bâti en général. Le potentiel réel peut donc être plus important.

- La localisation des postes sources. La proximité du poste source est un facteur économique favorable pour une installation. 2 postes sources se situent sur le territoire, à proximité des communes déléguées de Vire et Condé-en-Normandie. A noter que les secteurs sur Souleuvre-en-Bocage sont plus proches du poste source situé à Caumont-sur-Aure, en dehors du territoire.

Les résultats sont donnés sur la carte ci-dessous.



On voit tout d'abord que le sud-ouest du territoire est impacté par une zone d'exclusion autour d'un radar, ainsi que par la zone d'exclusion définie pour la préservation du paysage autour du Mont Michel (périmètre d'exclusion UNESCO lié à une étude de sensibilité paysagère sur les abords élargis du Mont). Ensuite, il apparaît que peu de secteurs sont propices, l'habitat étant très dispersé sur le territoire.

- Une zone ressort particulièrement, au niveau de la forêt de Saint-Sever. Cette forêt domaniale en proximité directe avec le barrage du Gast est de très forte sensibilité environnementale (ZNIEFF de type II pour toute la forêt et de type I au barrage du Gast). Le guide méthodologique de la DREAL Bretagne donne les ZNIEFF de type 1 en zone à très forte tendance à l'exclusion et en vigilance accrue pour les ZNIEFF de type 2. Ces secteurs en forêt de Saint-Sever sont clairement des

secteurs « de dernier recours » pour le développement de l'éolien. Ils seront exclus dans un premier temps pour cette approche de potentiel (cf encadrés ci-après).

- Deux autres secteurs sont de taille moins importante, à l'extrême Nord du territoire et à l'Est (secteurs 2 et 3).

On note également un certain nombre de très petites zones dispersées sur Valdallière, Souleuvre-en-Bocage, Vire-Normandie et Condé-en-Normandie (secteurs 4 à 10).

Impact environnemental des éoliennes en forêt

EOLIENNES INTERDITES EN FORET DE LANOUEE

Le tribunal administratif de Rennes a annulé les permis de construire de 16 éoliennes en forêt de Lanouée (Morbihan), deuxième massif forestier breton, invoquant la richesse écologique du milieu et les dimensions « hors d'échelle » du projet.

La justice a tranché, a-t-on appris le 11 juillet 2017: sous réserve d'un éventuel appel, il n'y aura pas de parc éolien en forêt de Lanouée (Morbihan). Le projet, porté par la société Les Moulins de Lohan, filiale du groupe canadien Boralex, visait à construire 16 éoliennes d'une emprise au sol de 16 ha pour un périmètre total de 331 hectares et une puissance installée de 50 MW.

Le juge administratif a annulé les permis de construire délivrés en février 2014 par le préfet du Morbihan, suivant l'avis du rapporteur public et du juge des référés. Il a également annulé l'autorisation d'exploiter, de défricher, et de déroger à l'interdiction faite par le Code de l'Environnement de détruire des espèces protégées. Reporterre précise que l'installation des 16 ou 17 éoliennes impliquerait le défrichement de plus de 11 hectares. Deux secteurs sont classés ZNIEFF dans cette forêt. Les associations Bretagne Vivante et le Groupe mammologique breton (GMB) ont fait front commun lors de l'enquête publique afin de dénoncer l'atteinte que ce déboisement représenterait à l'encontre de plusieurs espèces protégées, notamment des chauves-souris. Outre les chiroptères, la destruction de cet habitat pourrait nuire à des populations d'oiseaux et d'amphibiens.

Les forêts et boisements ne sont pas systématiquement à exclure des zones propices à l'éolien. Toutefois, ces sont des espaces qui assurent des fonctions importantes pour la gestion de l'eau, le maintien d'un micro-climat tempéré et participe au fonctionnement paysager du territoire. Au-delà de ces fonctions, qu'un parc éolien ne viendrait que peu perturber (notamment le temps de la construction, du fait du défrichement et le temps de la repousse), ce sont surtout ses fonctions biologiques et de biotope d'accueil de biodiversité que les parcs éoliens peuvent dégrader. La faisabilité de l'installation d'un parc éolien en forêt dépendra de son « indice biologique » et de son degré de protection.

Le guide méthodologique « le développement de l'éolien en forêt » de la DREAL Bretagne donne des clés d'analyse pour définir de l'opportunité d'installer des éoliennes en forêt.

	Interdit réglementaire Exclusion	Degré des enjeux		
		Très forte tendance à l'exclusion	Violence Accrue	Sensibilité à expertiser
Caractéristiques de la forêt				
Boisements classés (EBC)				
Boisements protégés				
Milieux naturels et biodiversité				
Arrêtés préfectoraux de protection de biotope (APPB)				
Sites Natura 2000 (ZPS, ZSC)				
Réserves naturelles nationales				
Réserves naturelles régionales				
Réserves biologiques intégrales ou dirigées				
Espaces naturels sensibles des Départements ou propriétés du Conservatoire du littoral				
ZNIEFF de type 1				
ZNIEFF de type 2				
Zones humides				
Autres protections spécifiques pouvant influencer la faisabilité du projet				
Forêts sensibles aux incendies				
Périmètres de protection de captage immédiat				
Périmètres de protection de captage rapproché				
Périmètres de protection de captage éloigné et autres périmètres (sensibles, ...)				

Des éoliennes en forêt ?

Source : DREAL Bretagne : GUIDE METHODOLOGIQUE « LE DEVELOPPEMENT DE L'ÉOLIEN EN FORÊT ». http://www.bretagne.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/14_10_27- Eolien_en_foret_Valide_cle72471c.pdf

Les impacts de l'éolien en forêt sont donc particulièrement sensibles, notamment sur les oiseaux et les chauves-souris.

Les oiseaux

Selon les espèces, les effets sur les oiseaux sont de deux types :

- la mortalité directe par collision avec les pales d'éoliennes ;
- les perturbations (détériorations naturelles ou anthropiques, temporaires ou durables, d'un milieu naturel) et dérangements (pour le nourrissage, la reproduction, le repos, la migration...), qui se traduisent par un «**effet barrière**», un éloignement voire parfois, dans les situations critiques, une perte d'habitats.

Les espèces d'oiseaux sensibles aux éoliennes se répartissent globalement en deux catégories (sans occulter l'existence de cas particuliers) :

- les espèces peu sensibles au dérangement, qui exploitent facilement le secteur des éoliennes et sont donc davantage concernées par le risque de collision. Il s'agit des rapaces, des laridés (famille des mouettes et goélands), etc. ;
- les espèces plus farouches qui gardent leurs distances vis-à-vis d'un parc éolien et réduisent ainsi le risque de collision mais augmentent celui de la perte d'habitat. C'est le cas des oies, pigeons, échassiers, oiseaux d'eau, etc.

Les migrateurs qui survolent la canopée à faible hauteur tels que les passereaux sont particulièrement sensibles au risque de collision.

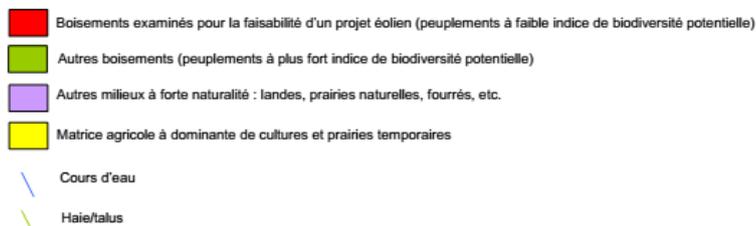
Les chauves-souris (chiroptères)

Les forêts sont les lieux de vie de certaines espèces de chauves-souris dont une part figure à l'annexe II de la Directive « habitats » : leur conservation doit être assurée sur l'ensemble du territoire national. De plus, les lisières forestières constituent des lieux de chasse pour bon nombre d'espèces. Les raisons pour lesquelles les chauves-souris heurtent les éoliennes ne sont pas encore clairement établies. Il semblerait que la mortalité soit due, selon les cas, à des collisions directes avec les pales ou à des barotraumatismes, c'est-à-dire des lésions internes provoquées par des variations brutales de pression.

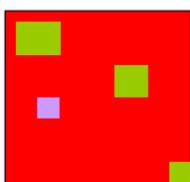
Le guide oriente les choix d'étude de développement éolien fonction de la sensibilité des boisements :

Des cas de figure possibles (représentation simplifiée) :

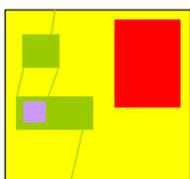
Légende :



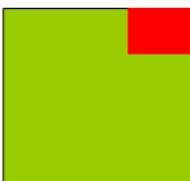
Cas d'étude potentielle



Boisement dominant
 Dans ce massif forestier de grande taille (plusieurs centaines voire milliers d'hectares), le boisement examiné est majoritaire, associé à des peuplements forestiers à plus fort indice de biodiversité. Il est a priori possible de concevoir un projet éolien en minimisant ses impacts et en mettant en place des mesures compensatoires favorables à une certaine biodiversité, portant notamment sur la gestion globale du massif (en plus d'opérations plus ponctuelles telles que création nouveaux boisements ou restauration de milieux ouverts).
 → Cas de figure pour lequel il est possible de poursuivre la réflexion d'un projet éolien (en dehors des peuplements à fort indice de biodiversité potentielle)

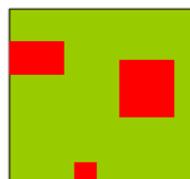


Boisement dissocié
 Dans ce contexte de milieux agricoles, d'autres milieux proches (bosquets, landes...) revêtent un plus grand intérêt pour la biodiversité et constituent une continuité écologique locale.
 → Cas de figure pour lequel il est possible de poursuivre la réflexion d'un projet éolien dans le boisement

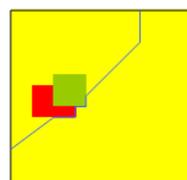


Boisement en lisière
 Dans ce massif forestier de grande taille (plusieurs centaines voire milliers d'hectares), le boisement examiné est minoritaire par rapport à des peuplements forestiers à plus fort indice de biodiversité. Les impacts d'un projet éolien affecteraient la biodiversité spécifique de l'intégralité du massif, influencée notamment par sa grande taille.
 Dans certaines conditions reposant notamment sur la mise en place de mesures portant sur la gestion durable de l'intégralité du massif (en plus d'opérations plus ponctuelles telles que création de nouveaux boisements ou restauration de milieux ouverts), il est toutefois possible dans ce cas de figure de poursuivre la réflexion d'un projet éolien.

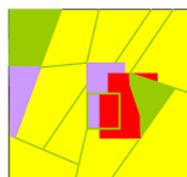
Cas à exclure



Boisement intégré
 Dans ce massif forestier de grande taille (plusieurs centaines voire milliers d'hectares), le boisement examiné pour la faisabilité d'un projet éolien correspond à un type de peuplement minoritaire et intriqué avec des peuplements forestiers à fort indice de biodiversité potentielle. Les impacts d'un projet éolien affecteraient la biodiversité spécifique de l'intégralité du massif, influencée notamment par sa grande taille.
 → éolien non souhaitable



Boisement associé
 Dans ce contexte de matrice agricole artificialisée, le boisement est associé à un bosquet de feuillus (le tout pouvant s'étendre sur quelques centaines d'hectares) et un cours d'eau pour former une continuité écologique. Il joue un rôle de refuge pour la biodiversité.
 → éolien non souhaitable



Boisement associé
 Dans ce contexte de milieux agricoles bocagers, le boisement est en mosaïque avec des milieux naturels (bosquets, landes...). A l'échelle du paysage, la richesse écologique est forte. Les impacts d'un projet éolien dans le boisement affecteraient cette richesse.
 → éolien non souhaitable

Estimation du potentiel éolien de ces zones et impact environnemental :

Afin d'éviter la provocation de turbulences, il est indispensable d'espacer les éoliennes d'une distance de :

- ❖ 4 à 6 fois le diamètre du rotor entre deux éoliennes d'une même rangée
- ❖ 6 à 9 fois le diamètre du rotor entre deux éoliennes de rangées successives³

En comptant des éoliennes de 2 MW, avec un rotor de 80m de diamètre, il faut donc environ 400m entre chaque éolienne et 600 m entre deux rangées. Cela nous donne le nombre d'éoliennes potentiel suivant :

Zones identifiées	impact environnemental et paysager	Nombre potentiel d'éoliennes de 2 MW
secteur 1 - Forêt de Saint-Sever	très fort proximité immédiate ZNIEFF de type I et II	0
secteur 2 - Forêt l'Evêque	moyen boisement	7
secteur 3 - Les Monts /Proussy	fort proximité immédiate ZNIEFF de type II et site classé	5
secteur 4 - Bernières-le-Patry	faible	3
secteur 5 - Roullours	faible	3
secteur 6 - Burcy (2 zones)	faible	2 & 3
secteur 7 - Vallée de la Souleuvre /Carville	fort proximité immédiate ZNIEFF de type II	2
secteur 8 - Montchamp/Estry	faible	2
secteur 9 - St-Jean-le-Blanc	fort proximité immédiate ZNIEFF de type II	3
secteur 10 - St-Germain-du-Crioult & Condé-en-Normandie	faible	2 & 3

Au regard des contraintes environnementales et paysagères, on voit que le potentiel éolien sur le territoire est relativement restreint, les zones à faible impact étant de petite surface.

Par ailleurs, il est important d'éviter l'essaimage et la co-visibilité des parcs, c'est pourquoi la zone 2 serait à exclure, étant proche du parc de Saint-Martin-des-Besaces.

Les secteurs 4/5/6/8/10 sont les plus propices et à proximité des postes source. Ils sont toutefois également proches des éoliennes de Rully. Un choix serait nécessairement à faire pour entre ces possibilité pour l'installation de nouvelles éoliennes. En conservant deux secteurs sur l'ensemble, le potentiel pourrait monter à 8 éoliennes de 2 MW, soit un total de **16MW supplémentaires, qui pourrait produire 37 GWh/an**. Une étude de faisabilité approfondie serait nécessaire pour déterminer le meilleur choix et préciser ce potentiel.

Additionné aux parcs déjà présents, on définit ainsi un potentiel total de grand éolien d'environ **34 MW**, pour une production de **72 GWh/an**

Par ailleurs, la contrainte militaire pèse notamment de plus en plus fortement sur l'implantation des projets éoliens, avec un projet d'extension de la zone tampon autour des radars militaires de 30 km (norme

³ Source : les éoliennes, aspects techniques et environnementaux, Christel TERMOL, Conseiller en environnement.

actuelle) à 70km (source : *Le Monde*, 14/10/2017) ; cela viendrait mettre fin à tout nouveau projet de grand éolien sur le territoire. Le territoire est également soumis aux SETBA, secteurs d'entraînement très basse altitude (carte en annexe). **La concertation de l'armée est ainsi une priorité dans toute étude de nouveau projet.**

Petit éolien

Le SRE donne une place importante au petit éolien (cf zone en vert clair sur la carte précédente).

Hypothèses :

- fonctionnement moyen à pleine puissance de 900 heures par an en Normandie (source Biomasse Normandie).
- éoliennes de 25 kW (20m de haut, pour exemple selon le modèle CF25 de chez C&F Green Energy)

→ Production : 22 500 kWh/an par éolienne



Si la moitié des exploitations agricoles professionnelles en bovins lait et polyculture élevage s'équipait (728), le potentiel de production serait de $728/2 * 22,5MWh = 8 GWh/an$.

Cela couvrirait presque la moitié des besoins en consommation électrique du secteur agricole.

3. Potentiel de méthanisation

Ressources des activités économiques

Calcul à partir d'une étude du CEREMA

Le potentiel énergétique pouvant être exploité par méthanisation sur l'ex territoire du Pays du Bessin au Virois a été étudié par le CEREMA, dans le cadre d'une étude commandée par la DDTM du Calvados, et réalisée en 2016. Les analyses ont été réalisées à l'échelle des 13 EPCI constituant le territoire du Pays auxquels ont été ajouté l'ex Communauté de communes du Pays de Condé et de la Druance pour le calcul des effluents d'élevage. Cette étude nous permet ainsi de connaître une estimation du potentiel énergétique méthanogène de l'Intercom de la Vire au Noireau, en additionnant les résultats obtenus sur les territoires concernés. La différence de périmètre lié à la commune de Pont-Farcy est considérée comme négligeable.

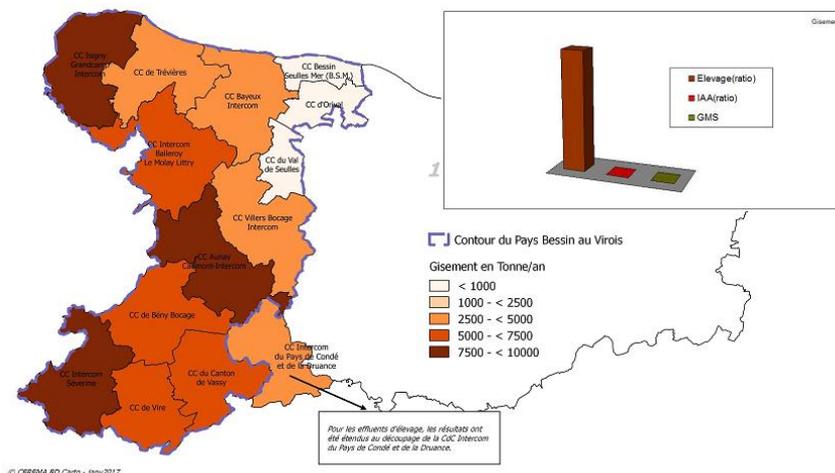
En matière de ressources mobilisables, trois groupes de substrats ont étudiés :

- Les ressources issues de l'activité agricole : prise en compte uniquement des effluents d'élevages (bovin, caprin, ovin, volaille et équins). Les résidus de cultures (pas facilement mobilisables d'après la Chambre d'agriculture), ainsi que les cultures intermédiaires piège à nitrate -CIPAN- (pour lesquels il n'y a pas d'information), ne sont pas pris en compte.
- Les déchets issus des industries agro-alimentaires et des grandes et moyennes surfaces (données CCI)
- Les déchets des collectivités (boues de station d'épuration > 5000 EH et biodéchets des ordures ménagères).

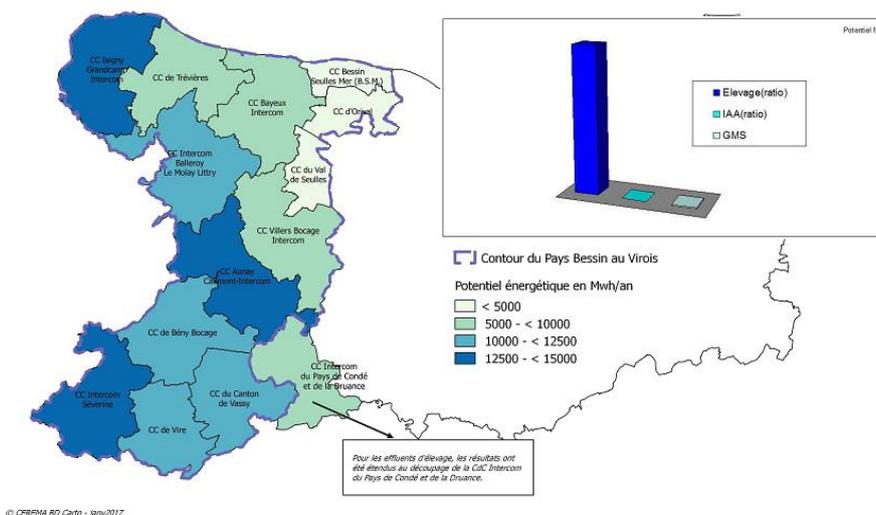
Les boues de station d'épuration étant traitées par épandage et les ordures ménagères valorisées par les syndicats de traitement, ces substrats ne seront finalement pas comptabilisés dans cette étude. En se concentrant sur les déchets agricoles et des entreprises, le **potentiel mobilisable** identifié par le CEREMA sur le territoire d'étude, **à savoir 50% du potentiel total (hypothèse choisie)**, est de 71 000 T de matière sèche par an, pour un potentiel d'énergie renouvelable d'un peu plus de 121 GWh. 99% de ce potentiel est issu de la valorisation des déchets d'effluents d'élevage.

La zone Ouest de l'Intercom de la Vire au Noireau a un gisement particulièrement important en effluents d'élevage, ainsi que la partie centrale. Sur l'ensemble du territoire de l'intercom, le gisement mobilisable est évalué entre 25 000 et 37 500 T de matière sèche par an de déchets fermentescibles.

Département du Calvados - Pays du Bessin-au-Virois
Gisement des Matières Organiques, en Tonne issu des Effluents d'élevage, des IAA et des GMS, par EPCI



Département du Calvados - Pays du Bessin-au-Virois
Potentiel Énergétique en Mwh pour les Elevage -IAA -GMS, par EPCI



Valorisé par méthanisation, **ce gisement mobilisable** (50% des déjections animales) conduit à un potentiel de production d'énergie renouvelable sur l'Intercom de la Vire au Noireau compris entre **47,5 et 62.5 GWh/an**.

Dans le cadre d'une valorisation par cogénération, le rendement énergétique est de 35% pour la production électrique et 45% pour la production de chaleur. La puissance électrique installée potentielle peut ainsi être estimée entre 2 et 2.7 MW. Cela représente environ 4 à 7 installations à la ferme de moyenne puissance (environ 250 kW) et une installation collective de forte puissance (1MW).

Un projet de méthanisation territoriale d'envergure, sur une zone d'activité de Vire Normandie (« pôle Environnemental »), est en cours de construction pour l'injection de biométhane dans le réseau de distribution de gaz naturel. Ce projet est conduit par une quarantaine d'exploitants agricoles et un industriel (La Normandie).

Calcul à partir des données de la Chambre d'Agriculture (ressources agricoles)

Hypothèses :

	lisier	fumier
Production annuelle par animaux	20m3/vache laitière/an	15m3/génisse laitière /an 15m3/vache allaitante/an
Temps d'hébergement en stabulation	80%	40% pour les génisses laitières 66% pour les vaches allaitantes
Nombre d'animaux	31 500 vaches laitières	31 500 génisses laitières 7500 vaches allaitantes + suite d'au moins un an (7000 animaux)
Production totale sur le territoire	504 000 m3	332 550 m3

Menue paille : on compte 1T de menue paille /ha de culture de céréale à paille, soit **14 488 T/an**

Production de biométhane (bioCH4) :

- 15 m3 bioCH4/m3 lisier
- 50 m3 bioCH4/m3 fumier
- 250 m3 bioCH4 / T menue paille
- Pouvoir énergétique du biométhane : 9.94 kWh/m3

On en déduit les données suivantes :

	lisier	fumier	menues pailles	total	Total mobilisable (estimation à 50%)
potentiel énergie primaire en MWh/an	75 146	165 277	36 003	276 427	138 214 MWh/an
hypothèse 100% cogénération Rdt élect 35 % (en MWh/an)	26 301	57 847	12 601	96 750	48 375 MWh/an
Puissance elect cogé (KW elect)	3 288	7 231	1 575	12 094	6 047 kW
hypothèse 100% injection Rdt 85% Nm3h (NM3 CH4/an)	6 426 000	14 133 375	3 078 764	23 638 139	11 819 069 nm3
hypothèse 100% injection Rdt 85% Nm3h (MWh/an)	63 874	140 486	30 603	234 963	117 482 MWh/an

En comptant des lisiers à 6% de matière sèche et des fumiers à 25% de matière sèche, le gisement total estimé par la Chambre d'Agriculture est de 30 240 TMS de lisier et 83 137 TMS de fumier. **Si on considère que seul 50% des déjections animales et menues paille sont mobilisables**, cela donne un potentiel de 15 120 TMS de lisier et 41 568 TMS de fumier, soit 56 688 T de MS, quand l'étude du CEREMA estime un gisement mobilisable (50%) d'au maximum 37 500 T de MS.

Au final, le potentiel d'énergie primaire mobilisable est de 138 GWh avec les données de la Chambre d'Agriculture. C'est très supérieur au chiffre donné par le CEREMA (62.5 GWh). Cela s'explique par plusieurs facteurs :

- Le CEREMA tient compte de temps de séjour en stabulation de 5 mois, c'est beaucoup plus court que ce qui se fait en pratique sur le territoire, d'où des quantités de déjections animales mobilisables beaucoup plus faibles.
- La répartition entre la production de fumier et lisier n'est pas la même (60% de lisier d'après les données de la Chambre d'Agriculture, comparé à 29% de lisier dans l'étude CEREMA)

- L'étude du CEREMA ne tient pas compte des menues paille et les gisements des GMS et entreprises agroalimentaires considérées par le CEREMA sont négligeables par rapport au gisement strictement agricole.

Conclusion : En s'attachant aux données de la Chambre d'Agriculture, plus précises par rapports aux pratiques locales, on arrive à un potentiel d'énergie primaire de valorisation des sous-produits agricoles mobilisables par méthanisation de 138 GWh.

- En injection dans le réseau gaz, elle permettrait l'utilisation de **117 GWh d'énergie renouvelable**
- En co-génération, elle permettrait la production de **48 GWh électriques** et correspondrait à un total de puissance installée de 6 MWé.

Ressource des collectivités

Les déchets ménagers, non comptabilisés dans cette étude du CEREMA, sont néanmoins une ressource potentielle de biodéchets. Ils ne sont pas valorisables sur le seul périmètre de l'Intercom de la Vire au Noireau mais peuvent l'être par des syndicats de traitement, à une échelle plus importante.

En 2017, 8038 tonnes d'ordures ménagères résiduelles ont été collectées par le SEROC et le SIRTOM sur le territoire. La part fermentescible de ces déchets pouvant être traitée par méthanisation est estimée à 27% (donnée ADEME tirée de l'étude CEREMA sur le potentiel d'un territoire, le Pays du Bessin au Virois, DDTM14, 2017), soit 2170 tonnes pour le territoire de l'Intercom de la Vire au Noireau. Cela correspond à une production potentielle de 282 134 m3 de biométhane (130 Nm3 de CH4/T), soit **2.8 GWh/an** (1MWh/100Nm3).

4. Biocarburants

1 ha de colza donne 1T d'huile et 2 T de tourteau (donnée Chambre d'Agriculture). Le territoire produit actuellement 1885.5 tonnes d'huile de colza (donnée PAC 2014). L'huile de colza ayant un pouvoir calorifique de 9.9 MWh/T, si on mobilise l'ensemble de cette production pour de l'huile végétale pure en carburant, on obtient un potentiel de **18.7 GWh**.

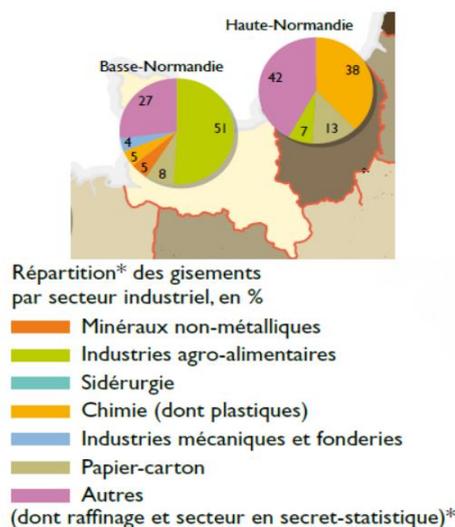
Sachant que l'agriculture consomme 76 GWh de produits pétroliers et sachant que l'huile végétale pure peut être incorporée jusque 30% au diesel sans nécessiter de modification des motorisations, si toute l'huile de colza était utilisée par le secteur agricole, celui-ci pourrait être autonome à 82% de ses capacités d'autoconsommation, sans modification de l'assolement.

Le potentiel de production de biocarburant pourrait être supérieur en augmentant les surfaces cultivées en colza.

5. Chaleur fatale

Définition (source ADEME, dossier de presse 24 mars 2016) : La chaleur fatale peut se définir comme de la chaleur résiduelle issue d'un procédé et non utilisée pour celui-ci (fumées, buées de séchage...). Lors du fonctionnement dudit procédé de production ou de transformation, la chaleur produite grâce au combustible n'est pas utilisée en totalité. Une partie de la chaleur est inévitablement rejetée. C'est en raison de ce caractère inéluctable qu'on parle de «chaleur fatale» ou «chaleur perdue». Cependant, il s'avère que cette chaleur fatale peut tout à fait être récupérée. La récupération de la chaleur fatale peut répondre à des besoins de chaleur propres à l'entreprise comme à d'autres structures ou plus largement, d'un territoire, via un réseau de chaleur. Elle peut aussi être transformée en électricité.

La répartition des gisements par secteur d'activité chaleur fatale



Source : Chaleur fatale, une opportunité en Normandie pour les industriels et les réseaux de chaleur des collectivités. ADEME, 2016

Entreprises

Les entreprises agroalimentaire sont tout particulièrement concernées (génération de froid, stérilisation...). La présence d'entreprises d'envergure sur le territoire (La Normandie, la Compagnie des Fromages & Richemonts, Amand Terroir, Triperie Ruault...), dont certaines sont regroupées au sein d'une même zone d'activité préfigure une opportunité de création de réseau de chaleur pour valoriser ces pertes d'énergie.

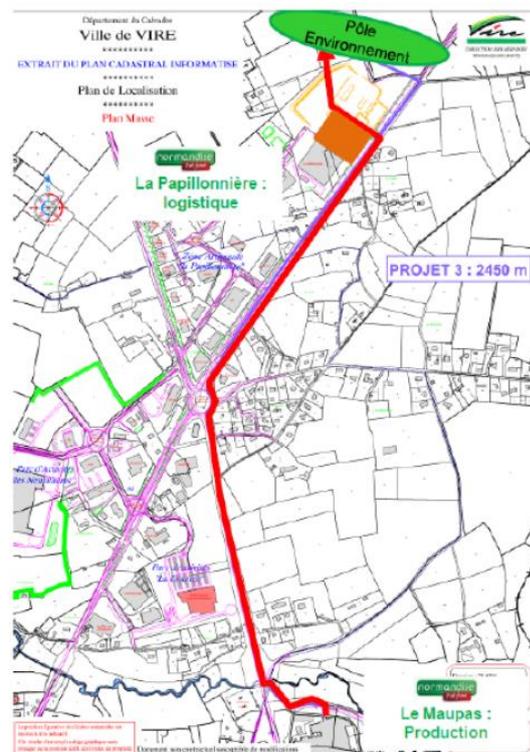
➤ A Vire

○ Parc Industriel de la Papillonnière

L'Intercom de la Vire au Noireau souhaite aménager 25 ha de zone d'activités sur le secteur de la Papillonnière. Cette zone comprend une première tranche d'aménagement d'un pôle environnement de 7 ha qui accueille notamment une usine de méthanisation, une déchetterie, une unité de compostage et un quai de transfert. Le projet d'unité de méthanisation est porté par 40 agriculteurs et la société La Normandie, fabricant d'aliments pour chien et chat. La Normandie fournira de la chaleur issue de ses process industriels afin de réchauffer le mélange du méthaniseur. Les process industriels de la Normandie se situent à environ 2,4 km du Pôle Environnement et le gisement de chaleur fatale est évalué à 60 m³/h au min à 55 °C.

La Normandie va créer un réseau de chaleur enterré reliant son site de production au futur pôle environnement et va également desservir en chaleur ses 30 000 m² de locaux de stockage (Normandise Logistique, actuellement non chauffés). Cf projet de réseau de chaleur en rouge sur le schéma ci-contre.

Pour alimenter ces deux projets, les besoins en chaleur sont estimés entre 40 et 50 m³/h à 50 °C, soit une valorisation de chaleur fatale maximale de⁴ : **4.64 GWh**

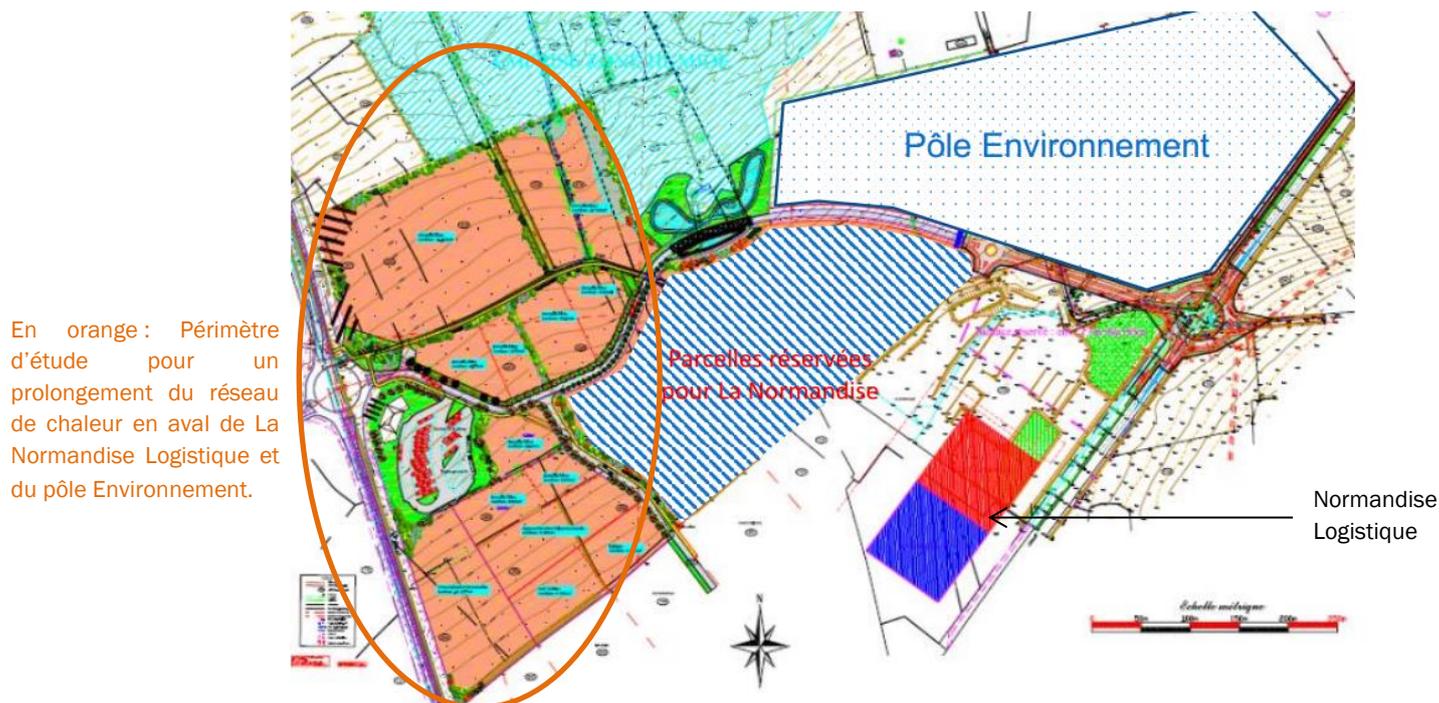


⁴ Energie [Wh]= volume d'eau [L] x C x ΔT, avec C=1.16 Wh/kg °C ; ΔT = 10°C (chauffage du méthaniseur et des locaux à 40°C), énergie = 50*1000L*8000h*10*1.16 = 4640x10⁶ Wh.

La zone d'activité va se développer également de l'autre côté de la Normandise Logistique, (zone PIPA), pour 13 parcelles, sur un peu plus de 106 000 m². La collectivité a missionné en 2016 le cabinet d'étude « Kalice » pour évaluer la faisabilité technique, économique et juridique de création d'un réseau desservant en chaleur cette future zone d'activités à partir de la chaleur industrielle restant disponible en aval de l'unité de méthanisation et de Normandise Logistique. Les besoins thermiques pour cette zone PIPA sont évalués à 1 100 MWh/an. L'étude est dimensionnée pour alimenter 95% des besoins à partir de chaleur réseau de La Normandise, soit un potentiel de valorisation supplémentaire de 1045 MWh/an.

Au total, La Normandise pourrait ainsi valoriser jusque 5.7 GWh de chaleur fatale.

Résultats technico-économiques de l'extension de ce réseau de chaleur : Le réseau devrait mesurer 1100m (aller simple). Les besoins de puissance sont estimés à 900 kW. Le projet nécessiterait 2 PAC à compression de 2 x 480 kW et 1 chaudière gaz naturel de 1200 kW. L'investissement a été calculé à



1 124 000 €HT. Le coût de la chaleur réseau a été évaluée entre 79 et 125 € HT/MWh suivant la quantité de chaleur à distribuer. Une solution gaz de référence annonce un prix de la chaleur à 66€ HT/MWh. Toutefois, ce projet de chaleur réseau permettrait d'éviter les émissions de 158 à 323 TeqCO₂/an : ce projet émet 85% de GES en moins par rapport à une solution de référence au gaz naturel.

L'équilibre économique de ce projet de valorisation de la chaleur fatale dépend des besoins thermiques sur la future zone d'activités et des performances d'exploitation des pompes à chaleur ; il peut s'équilibrer, en première approche, par la bonification des subventions à l'investissement, par l'achat d'une chaleur fatale bon marché sur le retour du réseau de chaleur et dépend aussi de l'évolution de la taxe carbone.

o Zone d'Activité du Maupas

Cette zone accueille La Normandise, entreprise à fort potentiel en fatale. Au-delà des projets de valorisation de cette chaleur fatale vus précédemment sur le Pôle Environnement et le projet de zone PIPA, un certain potentiel pourrait également être valorisé au sein de la zone du Maupas, notamment avec la plate-forme bois de Rivières-et-Bocage, fonction du développement prévu pour cette activité.

➤ **A Condé-sur-Noireau**

La zone d'activité Charles Tellier concentre notamment 5 grandes entreprises pour lesquelles il conviendrait d'étudier la production de chaleur fatale et son utilisation auprès des infrastructures tertiaires actuelles (lycée, salle multisports) ou à venir.

Réseaux d'assainissements

Les réseaux d'assainissement sont également des sources potentielles de chaleur actuellement non valorisés⁵. Les débits d'eau usées doivent être suffisamment importants et les buses suffisamment hautes pour l'intégration d'échangeurs de chaleur. Quatre types de sources ont été identifiés :

➤ Sur les rejets directs de bâtiments ;

Les eaux usées sont alors dérivées depuis le réseau de canalisations principal vers un échangeur thermique et une pompe à chaleur. Il est possible de récupérer une énergie équivalente à 75 % des besoins d'ECS, avec un taux de perte pris en compte de 2/3 pour les immeubles construits entre 1975 et 2005, et 1/4 pour les plus récents. Le dispositif ne peut aujourd'hui être installé qu'avec une séparation eaux noires (= eaux de vannes)/eaux grises, ce qui n'est pas le cas dans les logements construits avant 1975. Il est cependant probable qu'un dispositif de récupération de chaleur pourra être installé sur les réseaux non séparatifs d'ici à 2030. Pour ces raisons de faisabilité techniques, le potentiel sera estimé pour les immeubles HLM supérieurs à 2 lots. D'après l'INSEE, seules les communes déléguées de Vire, Saint-Germain-de-Tallevende et Condé-sur-Noireau sont concernées. On comptabilise au total 1263 appartements HLM en 2011. Sachant que le territoire comporte 23000 logements en 2014, pour une consommation totale d'énergie de 414 GWh, la consommation moyenne par logement est de 18 MWh. Cela représente une consommation moyenne d'ECS de 2.2 MWh (12.1% des consommations d'une habitation ; source : ADEME 2017). Le potentiel de récupération de chaleur fatale sur l'ECS peut donc être estimé à : $2.2 \times 1263 \times 0.75 \times 1/3 = 694 \text{ MWh}$.

➤ Sur les collecteurs d'assainissement

Beaucoup de communes du territoire sont en assainissement autonome. Les seules communes ayant en assainissement collectif suffisamment important sont Vire et Condé-sur-Noireau. Cette solution ne sera pas retenue dans le calcul du potentiel car la technologie est encore peu mature.

➤ Sur les postes de relevage

La récupération des calories se fait via un échangeur thermique mis en place au niveau de la canalisation de sortie du poste. À savoir que cette option est très peu usitée à l'heure actuelle.

➤ En fin de cycle d'assainissement.

La chaleur des eaux usées est récupérée au niveau des Stations de Traitement dans lesquelles les eaux usées sont traitées avant d'être rejetées dans le milieu naturel. Aujourd'hui, le processus y est moins bien maîtrisé (aucune opération recensée en Île-de-France). Ces systèmes ne sont envisageables qu'à partir d'une certaine taille, estimée à 10 000 équivalents habitants. Cela pourrait concerner les stations d'épuration des communes déléguées de Vire et de Condé-sur-Noireau. Une étude spécifique serait nécessaire pour chacune, sachant que la valorisation de ce potentiel nécessiterait la proximité avec un gros consommateur d'énergie.

6. Combustibles Solides de récupération (CSR)

Les CRS sont des combustibles provenant des déchets ménagers (OMr, refus de tri des recyclables secs) à fort pouvoir calorifique. Les OMr se composent d'une fraction fermentescible, valorisée en compostage ou par méthanisation, et d'une fraction « sèche », 73% des OMr, mais dont seule une partie est valorisable en CRS. La séparation entre les deux fractions est réalisée par tri mécano-biologique (TMB).

D'après l'ADEME, (« *Caractérisation des combustibles solides de récupération – Synthèse, 2010*), les CSR à haut rendement énergétique (qui répondent aux critères des cimentiers) ne représentent que 10 à 15 %

⁵ Les données proviennent de l'ÉTUDE DES POTENTIELS DE PRODUCTION ET DE VALORISATION DE CHALEUR FATALE EN ÎLE-DE-FRANCE, ADEME, mai 2017.

des OMr et 7% des refus de tri de recyclables secs. Les CRS à moyen PCI permettent de valoriser jusque 30% des OMr (pour des chaufferies dédiées) et 21% des refus de tri.

Biomasse Normandie (*Bilan départemental du Calvados - Année 2013*) chiffre un taux de refus moyen de tri des recyclables secs, hors verre (part d'indésirables sur les flux entrants) de 17%. Sur la base d'une collecte de 2417 T de recyclables/an par le SEROC et le SIRTOM sur l'Intercom de la Vire au Noireau, on en déduit une production de près de 411 T/an de refus de tri/an.

On peut donc calculer le potentiel de production de CSR Haut PCI suivant :

$8038 \text{ T d'OMr} \times 0.15 + 411 \text{ T de refus de tri} \times 0.07 = 1235 \text{ T/an}$. A raison de 20 à 25 MJ/kg, soit 5.5 à 6.9 kWh/kg, le potentiel énergétique du territoire en CRS est compris entre **6.8 et 8.5 GWh**.

7. Potentiel Solaire

L'usage de l'énergie solaire est double. Il peut être thermique ou électrique.

Solaire thermique

Les installations thermiques sont des chauffe-eau solaires simples ou des systèmes combinés, qui associent production d'eau chaude sanitaire et chauffage du logement. Diverses technologies existent. On trouve par exemple des panneaux solaires thermiques plans ou tubulaires. En Normandie, les chauffe-eau solaires avec 4 à 5 m² de panneaux peuvent couvrir jusque 60% des besoins en eau-chaude sanitaire d'une maison. L'eau chaude sanitaire, c'est 12.1% des consommations d'une habitation (ADEME 2017). Autrement dit, si toutes les habitations étaient équipées, **le solaire thermique pourrait produire l'équivalent de 30 GWh/an, soit 2.3% de l'énergie consommée sur l'Intercom de la Vire au Noireau**, sans compter le potentiel de contribution au chauffage des habitations.

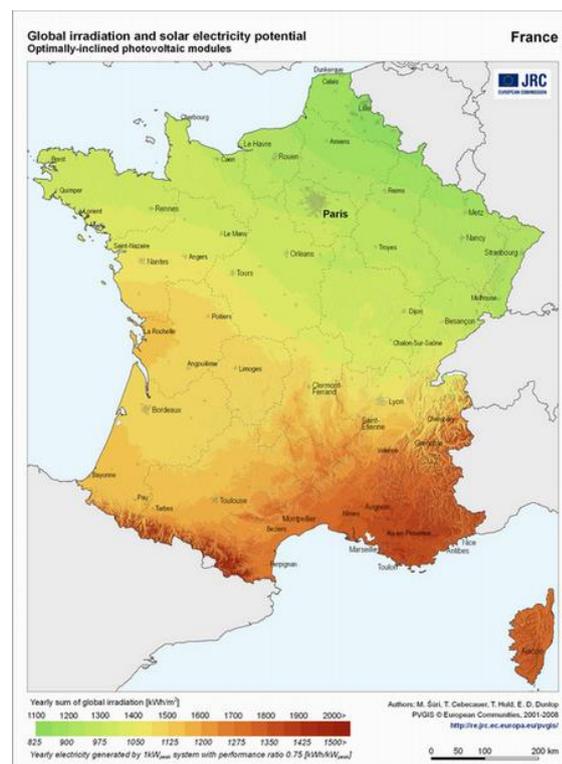
Projets potentiels :

- équipement des campings (notamment à St-Denis-de-Méré)
- équipements sportifs et vestiaires de sport
- EHPAD et résidences de personnes âgées
- équipements techniques (SDIS, ateliers municipaux et de collecte des déchets...)
- piscines

Solaire photovoltaïque

Les installations solaires photovoltaïques produisent de l'électricité, d'abord sous la forme d'un courant continu, puis ensuite converti en courant alternatif grâce à un onduleur, pour l'usage domestique ou l'injection dans le réseau.

Le gisement solaire est fonction de l'intensité du rayonnement solaire. Celui-ci est variable selon la localisation et les conditions météorologiques. Le sud de la France est clairement plus propice, car la production y sera plus importante pour une même puissance installée. Ainsi quand 1kW de modules photovoltaïques idéalement implantés en Normandie produisent entre 900 à 1000 kWh d'énergie solaire, 1kW dans le sud de la France en produira autour de 1250. Les investissements sont donc plus rapidement rentabilisés. Toutefois, une contrainte supplémentaire est à prendre en compte pour les installations photovoltaïques, à savoir la chaleur. En effet, la surchauffe des panneaux peut entraîner la réduction du rendement de production. La Normandie est ainsi une



zone géographique qui reste propice au développement de l'énergie solaire photovoltaïque. La rentabilité économique des projets est toutefois à étudier au cas par cas.

L'intensité du rayonnement est un facteur pour déterminer le potentiel solaire. Les surfaces exploitables en est une autre. Les surfaces à usage agricole sont délibérément exclues des surfaces exploitables pour l'énergie solaire afin qu'il n'y ait pas de concurrence entre la production énergétique et la production alimentaire (sauf exception, si les deux sont possibles ou dans le cas de surfaces agricoles en friche).

Identification du potentiel sur toiture

Les toitures des maisons, des bâtiments agricoles, industriels et tertiaires sont le premier « gisement » potentiel.

- ❖ Potentiel domestique : si on ainsi considère l'équipement de la moitié des maisons individuelles en panneaux photovoltaïques, soit 10183 habitations, avec des installations de 3kWc (20m²) qui produisent 2800 kWh par an⁶, on obtient un **potentiel photovoltaïque domestique de 28.5 GWh/an**. Le productible potentiel pour ces surfaces en toiture peut être évalué beaucoup plus précisément grâce à la réalisation de **cadastres solaires**. C'est une cartographie qui tient compte des pentes et orientations (pour l'exposition) des toitures, de l'emprise des masques ou ombres portées par les points hauts (constructions, relief, végétation...) et de l'irradiation solaire (en kWh/m²/an), croisé aux données climatiques locales.
- ❖ Potentiel commercial : le Diagnostic du SCoT du Bocage dénombre 36 établissements de plus de 300m² pour 43 805 m² de surfaces commerciales (dont 8000 m² de GMS, pour 7 établissements). On compte également 4 GMS sur Condé-en-Normandie. Par ailleurs, un grand projet d'hypermarché sur Vire, pour 10 000 m² de surface commerciale, est en cours (quartier du bourg Lopin, échéance 2021). On peut ainsi chiffrer un potentiel de surfaces commerciales pouvant s'équiper d'installations photovoltaïques **de 55 000 m²**. Ces équipements peuvent également s'équiper en ombrières de parking. Cette surface correspond à une puissance installée de **8 MWc**, pour une production potentielle commerciale de **7.9 GWh**.
- ❖ Potentiel public : les bâtiments publics peuvent également être équipés. L'enquête menée dans le cadre du diagnostic énergie intercommunal auprès des communes et groupements intercommunaux du territoire a montré que les élus portaient un intérêt pour le développement photovoltaïque sur **11 toitures qui seraient propices** à une installation, pour un total de 2200 m², soit 331 kWc, pour une production estimée de **304 MWh/an**.
- ❖ Potentiel agricole : les bâtiments agricoles sont autant de toitures pouvant être valorisées. En estimant une centrale de 150 kWc sur 50% des installations professionnelles (soit 430 exploitants de moins de 60 ans), on détermine un potentiel de 65 MWc, pour une production estimée à **61 GWh** (orientation 10°Sud et inclinaison de 30°)

⁶ Valeur moyenne calculée à partir du logiciel libre en ligne Tecsol sur www.pv.tecsol.fr, pour des toitures au sud, inclinées entre 30 et 45°.

PHOTOVOLTAÏQUE et URBANISME

Toute installation photovoltaïque doit au minimum faire l'objet d'une déclaration préalable en mairie. La loi n°2010-788 dite Grenelle II a instauré l'article L111-6-2 du code de l'urbanisme qui a pour objectif de faciliter le développement des dispositifs de production d'énergie renouvelable domestiques et de limiter les possibilités d'opposition de la mairie :

« Le permis de construire ou d'aménager ou la décision prise sur une déclaration préalable ne peut s'opposer à [...] la production d'énergie renouvelable correspondant aux besoins de la consommation domestique des occupants de l'immeuble ou de la partie d'immeuble concernés. »

Un arrêté daté du 19 décembre 2014 est venu préciser ce qui est entendu par "les besoins de la consommation domestique" pour le cas particulier du photovoltaïque en l'encadrant à un **maximum de 3 kWc par tranche de 100 m² de surface de plancher**.

Cette disposition n'est pas applicable :

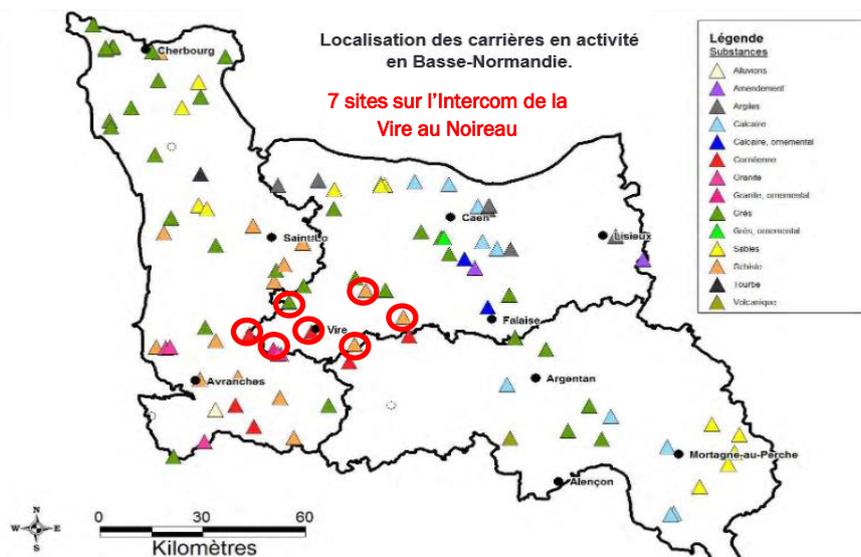
- ▶ dans un secteur sauvegardé
- ▶ dans une zone de protection du patrimoine architectural, urbain et paysager,
- ▶ dans le périmètre de protection d'un immeuble classé ou inscrit au titre des monuments historiques,
- ▶ dans un site inscrit ou classé,
- ▶ à l'intérieur du cœur d'un parc national,
- ▶ aux travaux portant sur un immeuble classé ou inscrit au titre des monuments historiques ou adossé à un immeuble classé, ou sur un immeuble protégé.
- ▶ dans des périmètres délimités, après avis de l'architecte des Bâtiments de France, par délibération du conseil municipal ou de l'organe délibérant de l'établissement public de coopération intercommunale compétent en matière de plan local d'urbanisme, motivée par la protection du patrimoine bâti ou non bâti, des paysages ou des perspectives monumentales et urbaines.

Pour ces secteurs, l'installation est très difficile, voire impossible sauf si les panneaux ne sont pas visibles de l'espace public ou s'ils sont parfaitement intégrés au bâti (couleur, ...). Il est indispensable d'échanger au préalable avec l'Architecte des Bâtiments de France.

Identification du potentiel en centrale au sol

Les espaces inexploités tels que les laissés de bords de route, les espaces aménagés non utilisés (autour des stations d'épuration par exemple), les friches industrielles, les anciennes carrières ou d'anciens centres d'enfouissement de déchets (CET), les plans d'eau (installations photovoltaïques flottantes) etc. sont des surfaces à référencer pour en étudier la faisabilité, au cas par cas.

- **La friche industrielle dans le parc d'activité Jean Monnet** à Condé-en-Normandie est un site de 6.6 ha dont une partie (ou l'intégralité) pourrait accueillir jusque 22 000 m² de panneaux photovoltaïques. Le potentiel serait ainsi d'environ **3.3 MWc**, pour une production de **3.2 GWh/an**.
- **futur site en friche de la déchetterie de Canvie**, d'une surface de 3.5 ha, pourrait accueillir 11800 m² de panneaux, pour un potentiel de **1.8 MWc**. La production estimée serait alors de **1.7GWh/an**
- **surface en herbe non exploitées** : les parcelles utilisées pour le traitement des eaux usées (station d'épuration, lagunage...) ou pour la production ou la distribution d'eau potable contiennent des zones actuellement non valorisées qui pourraient ainsi être utilisées pour produire de l'électricité photovoltaïque. 12000 m² de surfaces enherbées sont dans ce cas, répartis sur 4 sites propices (station d'épuration de Vassy et Vire, station de pompage de Le Tourneur et réservoir Giltière à St-Germain-de-Tallevende). 4000 m² de panneaux pourraient y être installés, pour une production estimée à **600 kWc**, pour une production de **0.6 GWh/an**
- **anciennes carrières**



Source : Schéma départemental des carrières du Calvados, UNICEM, avril 2015

carrière	fin d'autorisation d'exploitation	réaménagement prévu initialement
Saint-Aubin-des-Bois	2025	à l'arrêt depuis 2008. Surface remblayée en pente orientée sud avec plan d'eau en fond de carrière
Vire (Saint-Martin-de-Tallevende)	2018	plan d'eau (modification possible pour comblement)
Le Gast	2014	plan d'eau
Sainte-Marie-Outre l'Eau	2011. renouvellement obtenu en 2012 pour 30 ans	paysager
Montchauvet	2012	réaménagement écologique
Bernières-le-Patry	2019	zone agricole
Proussy	2013	paysager

Il existe également une ancienne carrière en friche à Périgny.

Saint-Aubin-des-Bois et Périgny semblent les plus propices (relativement au réaménagement prévu et à la distance à un poste de transformation). A eux deux, ces sites pourraient accueillir 22000m² de panneaux, pour une puissance installée totale de près de **3.3 MWc**, et une production estimée de **3.1 GWh/an**.

Une étude plus approfondie serait intéressante à mener pour ces 2 sites, ainsi que pour Montchauvet et Proussy pour confirmer ou non leur potentiel photovoltaïque.

Zoom sur la carrière à Saint-Martin de Tallevende : Etude en cours menée par Vire Normandie pour équiper en centrale solaire le haut du site, **entre 6 et 8 ha** (environ **4 MWc**). La production d'électricité annuelle de l'installation serait d'environ **3.8 GWh/an**. L'investissement porte sur un montant estimé entre 2,8 et 3,7 M€.

Synthèse du potentiel en centrale au sol : au total, on identifie sur ce territoire un potentiel de 26 ha de surfaces pouvant être valorisées, pour une puissance installée totale de **13 MWc** et une production estimée à **12.4 GWh/an**



8. Potentiel Géothermique

La géothermie est une énergie créée et emmagasinée dans la terre sous la forme de chaleur. Elle peut servir à produire de l'électricité, à rafraîchir ou à chauffer. C'est une source d'énergie permanente, sa production ne dépend pas des conditions naturelles ou climatiques.

Généralités, les types de géothermies et les ressources exploitables

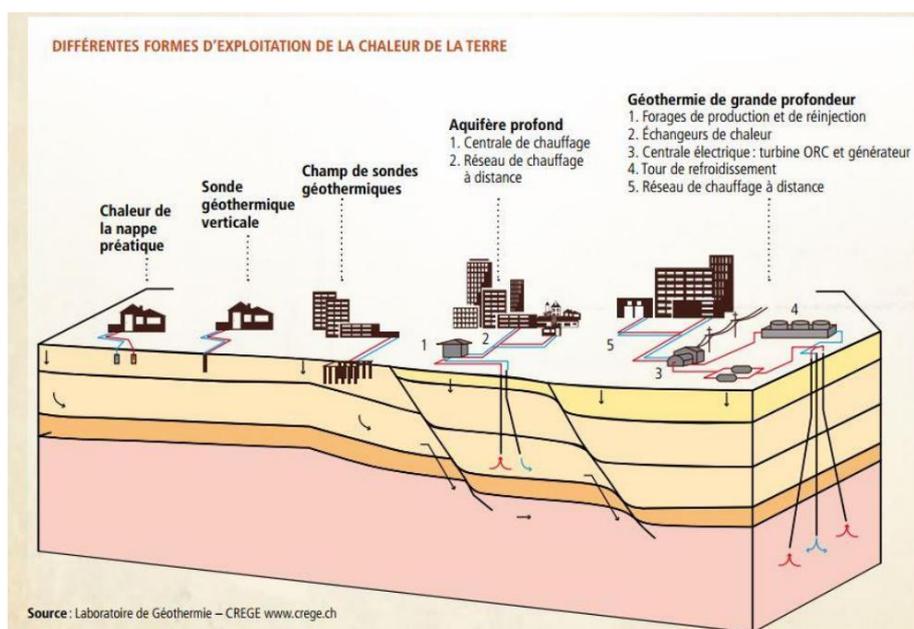
Certaines technologies exploitent l'eau du sous-sol :

Les nappes superficielles possèdent une température, constante sur l'année, entre 12 et 15 °C. En général, plus les nappes sont profondes, plus elles sont "chaudes" : on appelle cela le gradient géothermal. La géothermie sur aquifère consiste à pomper l'eau d'une nappe souterraine par l'intermédiaire d'un ou de plusieurs forages pour l'acheminer (via un échangeur) jusqu'à la pompe à chaleur afin d'en prélever les calories, avant de la réinjecter dans l'aquifère par l'intermédiaire d'un second ou de plusieurs forages. On parle de boucle ouverte. Le même principe est appliqué en sens inverse pour le rafraîchissement. On distingue différentes technologies :

- La **géothermie haute énergie** exploite l'eau à l'état vapeur (entre 120°C à 350°C), pour une production électrique. C'est le cas pour des zones volcaniques essentiellement.
- La **géothermie basse température** exploite l'eau entre 60°C et 80°C, pour une utilisation directe de la chaleur.
- La **géothermie très basse température** utilise de l'eau entre 10°C et 30°C, assistée d'une pompe à chaleur (PAC) ou utilisée en géo-rafraîchissement (géo-cooling). Cette technologie peut aussi être utilisée en exploitant l'eau de mer, des eaux lacustres, et même des eaux usées, en queue de réseau, sur des collecteurs dimensionnés pour au moins 10 000 équivalents habitants.

D'autres formes de géothermie sont possibles, sans source d'eau :

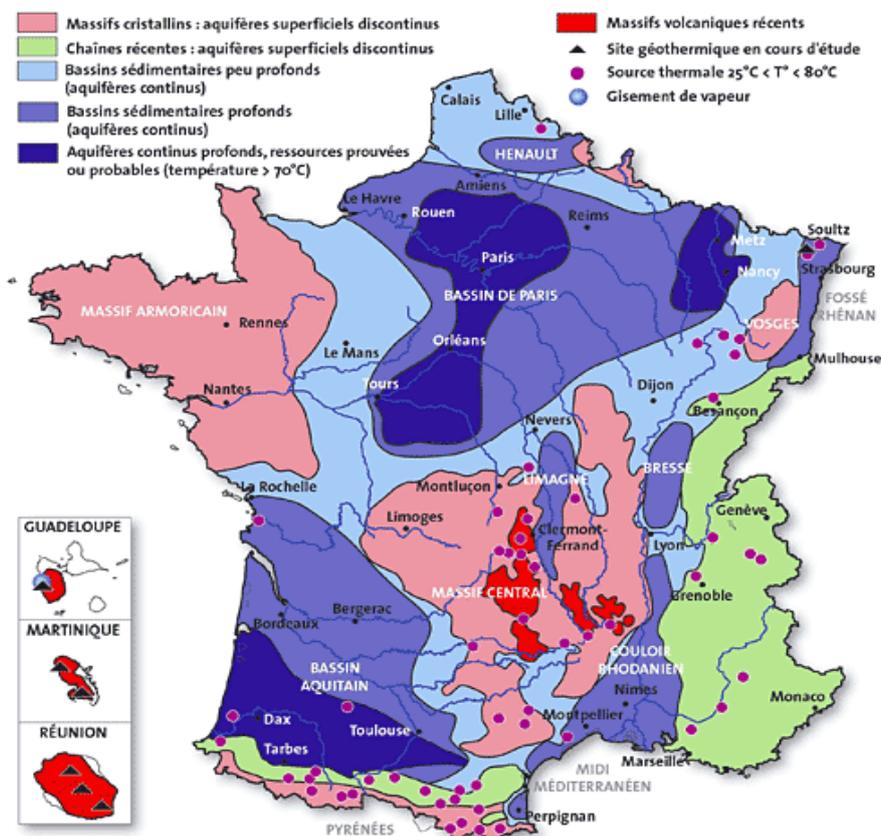
- Les **systèmes géothermiques stimulés** (EGS) en géothermie profonde, produisent de l'électricité et de la chaleur. Pour cela, on injecte de l'eau en profondeur (jusque 5000m !).
- La **géothermie très basse température** assistée de PAC, peut également fonctionner en circuit fermé pour n'exploiter que la chaleur du sol. Dans le cas de forage verticaux, un même projet est alimenté par une ou plusieurs **sondes** profondes. Elle peut aussi être horizontale ; on parle dans ce cas de **capteurs géothermiques**.
- les pieux des fondations peuvent aussi être géothermiques. On parle de **géostrucure**.



Application au territoire

La technologie choisie est déterminée par les caractéristiques géologiques et hydrologiques du territoire. La carte ci-dessous (source BRGM) montre que le sous-sol de la Basse-Normandie est partagé entre des massifs cristallins aux aquifères superficiels discontinus et des bassins sédimentaires peu profonds.

Cartographie géologique de la France (source : BRGM).
Les principales zones géothermiques en France sont les bassins parisien et aquitain, et les espaces montagneux (Massif Central, Pyrénées et Alpes).

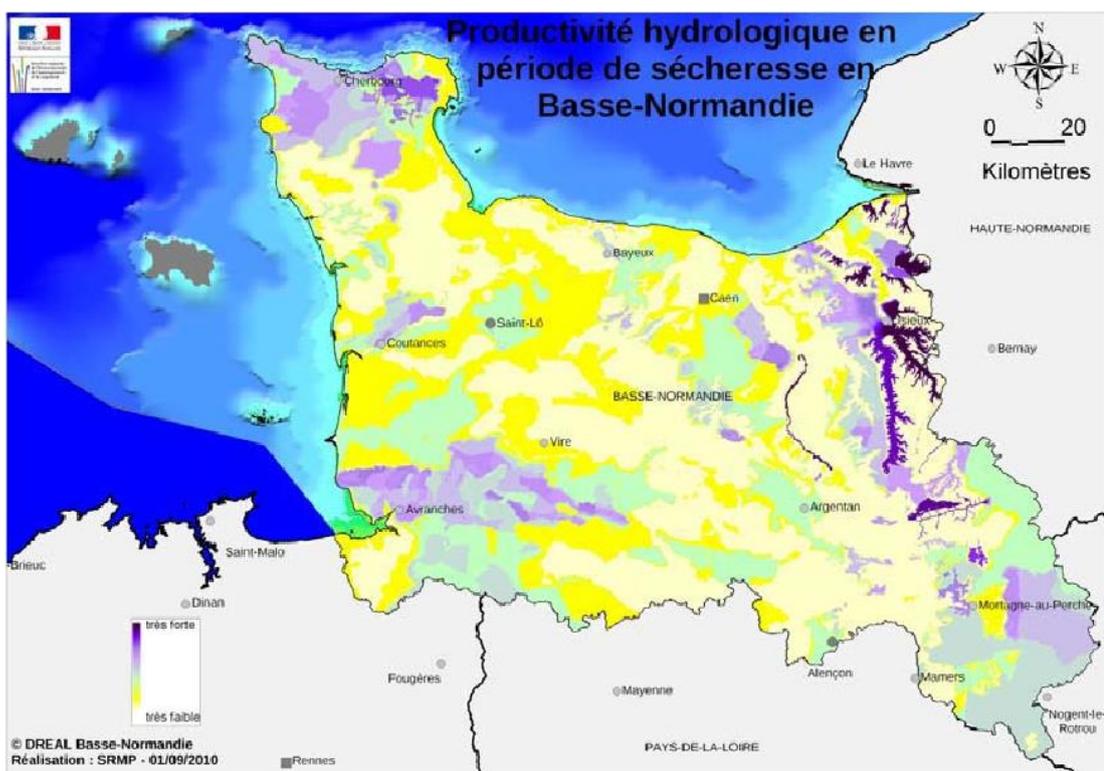
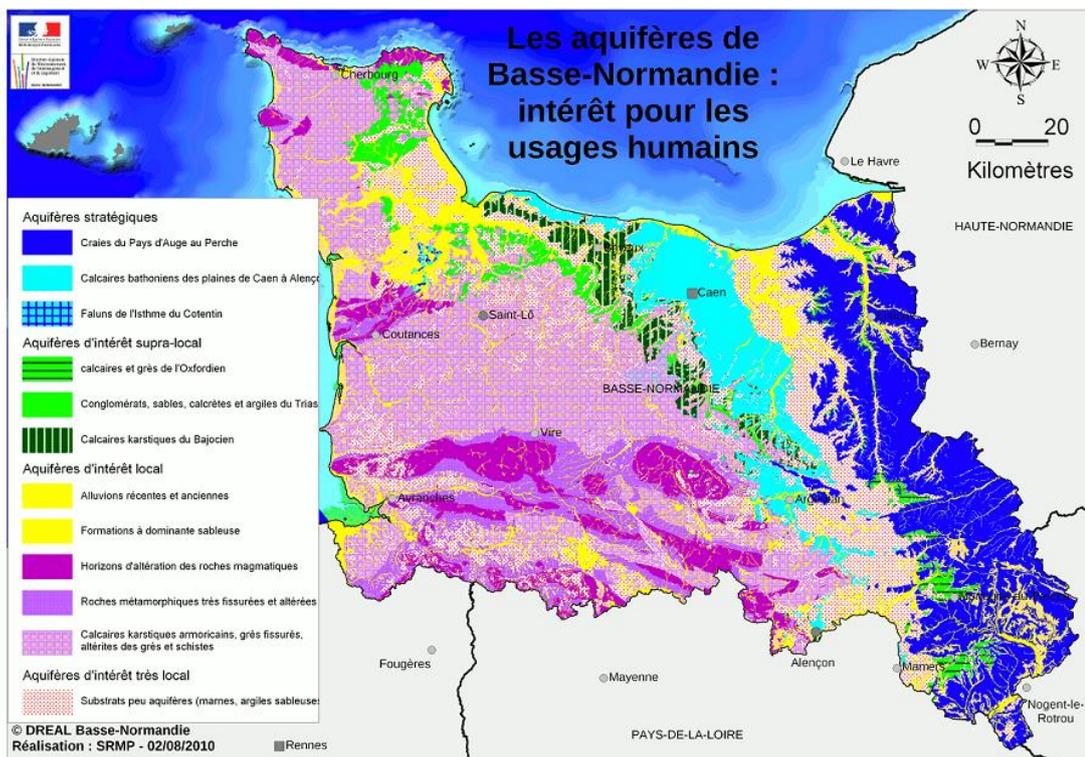


Une étude de potentiel géothermique en Basse-Normandie a été réalisée par les 7 Vents du Cotentin et Explicit en 2011 pour la DREAL. Elle se base sur les caractéristiques géologiques et partage la Basse-Normandie par une diagonale NO/SE.

L'étude présente des grandes réserves en eau souterraine sur l'Est régional. Le plus important est l'aquifères crayeux du Pays d'Auge au Perche. D'autres aquifères d'intérêt secondaire sont présents. Ce sont les aquifères calcaires bathoniens, bajociens, du trias et de l'Oxfordien.

Le territoire de l'Intercom de la Vire au Noireau est caractérisé au nord, par des calcaires karstiques armoricains, grès fissurés et altérites de grès et de schistes ; et plus au sud, par des roches magmatiques et métamorphiques altérées. Ainsi, le territoire n'a pas de potentiel géothermique très significatif, ce qui n'empêche pas le **recours à de la géothermie très basse température**, qu'elle soit sur aquifères ou sur champs de sondes.

- La géothermie très basse température **sur champs de sonde** est à privilégier sur les sols granitiques du sud du territoire. Elle est adaptée **pour les bâtiments tertiaires à fortes consommations** (bureaux, bâtiments culturels, piscines, hôpitaux, maisons de retraite...) et les logements collectifs, sur des grandes parcelles. Cette technologie réversible est particulièrement intéressante pour les bâtiments qui ont des besoins de chaleur et de rafraîchissement.



- La géothermie très basse énergie **sur nappe** pourra être développée localement. Les terrains les plus favorables pour la géothermie sur nappe se situent **en fond de vallée**, avec une ressource en eau moins profonde et donc des coûts de forage plus restreints que sur les plateaux (aquifères plus en profondeur, avec des besoins en forages plus grands, plus coûteux). Les débits et la productivité hydrologique en période de sécheresse sont les contraintes majeures pour ces projets. Cette technologie est adaptée pour les petits et grands collectifs. On estime qu'un forage d'1m³/h permet d'alimenter un logement de 100m².

La faisabilité des projets géothermiques et le choix de la technologie à utiliser doit ainsi tenir compte des contraintes suivantes :

- La nature du terrain, qui définit la distance d'écartement des sondes
- La présence d'éléments physiques perturbateurs (présence d'autres infrastructures ...)
- L'utilisation du/des bâtiments à chauffer (éviter l'intermittence) et les besoins énergétiques.
- La présence de captage d'eau potable
- Les variations d'hauteur d'eau (remontées de nappes ou à l'inverse baisse des niveaux d'eau, turbidité pour l'exploitation des eaux portuaires, diamètres des collecteurs en place pour les eaux usées...

Pour toutes ces raisons, il est difficile de donner un potentiel géothermique global. C'est une étude de faisabilité au cas par cas qui permettra d'estimer la production géothermique envisageable. Sur le même principe que pour l'énergie solaire, le potentiel géothermique passe avant tout par l'identification des bâtiments et infrastructures à équiper.

La géothermie est particulièrement adaptée pour la conversion d'un ancien système au fioul ou au gaz. Elle peut être étudiée pour toute construction neuve avec de fortes consommations et pour les mêmes cas que des projets de conversion au bois énergie. La solution géothermale peut être mieux adaptée dans certaines conditions (ressource en bois local limitée, manque de place pour la chaudière ou le silo bois énergie, problématique d'accès pour la livraison)...

9. Potentiel hydroélectrique

Principe de l'hydroélectricité (source : France Hydroélectricité)

Une petite centrale hydroélectrique est composée de quatre éléments principaux :

- les ouvrages de prise d'eau (digues, barrages),
- les ouvrages d'amenée et de mise en charge (canal d'amenée, conduite forcée),
- les équipements de production (turbines, générateurs, systèmes de régulation),
- les ouvrages de restitution

Selon la longueur des ouvrages d'amenée on pourra distinguer :

- la centrale en dérivation, où une partie du débit du cours d'eau est dérivée sur quelques dizaines de mètres jusqu'à plusieurs kilomètres, puis turbinée sous une hauteur de chute supérieure à la hauteur du barrage,
- la centrale de pied de barrage qui utilise uniquement le dénivelé créé par le barrage.

Une partie du cours d'eau est acheminée vers la centrale via un canal d'amenée et, selon les installations, une conduite forcée. En sortie de la conduite forcée ou du canal d'amenée, l'eau entraîne la rotation de la turbine avant d'être restituée dans le canal. La turbine entraîne alors un générateur électrique le plus souvent via un multiplicateur de vitesse. Le générateur, couple à un transformateur produit de l'électricité qui est mise en circulation sur le réseau de distribution électrique. La puissance d'une centrale dépend principalement de deux paramètres : la hauteur de chute et le débit turbine.

On distingue généralement 3 grandes familles d'ouvrages : les ouvrages de production au fil de l'eau, les ouvrages de lac ou d'éclusée et les stations de transfert d'énergie par pompage (STEP), essentiellement en montagne.

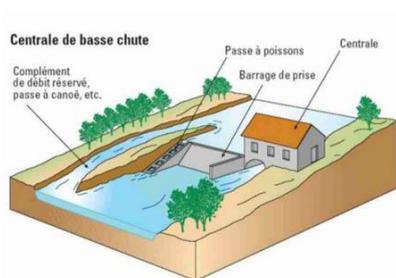


Schéma d'un barrage au fil de l'eau (*France Hydroélectricité*) et illustration avec du barrage de prise d'Heudreville-sur-Eure (*photos Pays du Bessin au Virois*). Cette centrale est équipée d'une vis d'Archimède.

Potentiel bas-normand et application au territoire

La version 2007 du rapport des 7 Vents du Cotentin « Inventaire et potentiel de la petite hydroélectricité en Basse Normandie » écrit le 14 septembre 2006 donne une analyse du potentiel en micro-hydroélectricité sur le territoire régional :

« Le potentiel hydroélectrique dépend de la géographie et de la pluviométrie, mais également de l'évolution des techniques de production et surtout de la place que la société entend donner à l'utilisation de l'eau à des fins énergétique parmi tous les autres usages : eau laissée « sauvage » pour la préservation de l'environnement et des sites, eau pour la pêche, eau pour l'agriculture, eau pour le tourisme, etc. »

Le potentiel en petite hydroélectricité de la Basse Normandie a été déterminé par les 7 Vents du Cotentin en conjuguant deux approches différentes. La première se focalise sur les centrales existantes, et vise à évaluer le potentiel de réhabilitation des sites en fonctionnement. Les moulins ne produisant pas d'électricité, les centrales abandonnées, les ouvrages et les seuils ont été écartés de cette démarche faute de données exploitables. Selon cette méthode, le rapport indique que le potentiel de réhabilitation est important pour les micro-centrales hydrauliques comprises entre 100 et 500 kW, il pourrait permettre de doubler la production électrique sur ces sites. Sur le territoire, aucune centrale ancienne à rénover n'est dans ce cas.

La deuxième approche se base sur les données hydro-morphologiques des cours d'eau. Mais la création de nouvelles centrales hydroélectriques s'oppose clairement à la directive Cadre sur l'Eau, d'atteinte du bon état écologique des cours d'eau. L'hydroélectricité est ainsi très encadrée réglementairement. Les principaux cours d'eau de l'Intercom de la Vire au Noireau, à savoir le Noireau, la Druance, la Souleuvre, la Vire, la Sienne et leurs affluents, font partie de la liste 1 « sur lesquels aucune autorisation ou concession ne peut être accordée pour la construction de nouveaux ouvrages s'ils constituent un obstacle à la continuité écologique » ; toutefois, les obstacles actuels peuvent être aménagés, ce qui n'est pas le cas pour les cours d'eau en liste 2. Cette liste 2 est encore plus restrictive : toute nouvelle construction est interdite et l'aménagement des ouvrages présents est rendu obligatoire pour assurer la circulation des sédiments et des poissons.

Des avancées technologiques réduisent pourtant l'impact de la production hydroélectrique :

- La vis d'Archimède : Elles sont ichtyo-compatibles, c'est-à-dire qu'elles laissent les poissons passer sans les blesser. Les propriétaires économisent ainsi le coût d'une rampe de dévalaison. Elles laissent passer les sédiments. Une simple barre de surface est nécessaire pour trier les gros encombrés, comme des branches ou arbres tombés. Pas besoin de grilles, et donc l'entretien est restreint. L'investissement est cependant relativement élevé, et il est conseillé d'avoir une hauteur de chute >2m pour qu'elles soient efficaces, avec un débit déjà important, de plus de 10 m³/s (*données pour la solution d'Alisma-ER3I mise en place à Heudreville s/Eure*). De nouvelles vis d'Archimède, plus petites, commencent cependant à être commercialisées pour l'autoconsommation, et qui conviendraient à des sites de moindre importance.

- Les hydroliennes fluviales, sans hauteur de chute, elles n'ont aucun impact sur la faune et la flore. Les plus petites font 40 à 80 kW, pour une profondeur minimale du cours d'eau de 2,2 m et un débit minimal $> 3\text{m}^3/\text{s}^7$

Le classement des cours d'eau pour la continuité écologique

Avec la Loi sur l'eau et les milieux aquatiques du 30 décembre 2006 (art. L214-17-1 du CE), un nouveau dispositif est en place dans l'objectif d'assurer la continuité écologique des cours d'eau introduite par la directive cadre sur l'eau.

En 2012, deux arrêtés des préfets coordonnateurs de bassin ont instauré deux nouveaux classements :

Liste 1 : une première liste de cours d'eau ou parties de cours d'eau, sur lesquels une protection complète des poissons migrateurs vivant alternativement en eau douce et en eau salée est nécessaire ; aucune autorisation ou concession ne peut être accordée pour la construction de nouveaux ouvrages s'ils constituent un obstacle à la continuité écologique (Arrêté du 4 décembre 2012 établissant la liste des cours d'eau mentionnée au 1° du I de l'article L. 214-17 du code de l'environnement sur le bassin Seine-Normandie)

Liste 2 : une seconde liste dans lesquels il est nécessaire d'assurer le transport suffisant des sédiments et la circulation des poissons migrateurs ; les ouvrages existants doivent être gérés, entretenus et équipés dans cet objectif. Pour les nouvelles obligations, un délai de 5 ans est accordé pour les mises en conformité. (Arrêté du 4 décembre 2012 établissant la liste des cours d'eau mentionnée au 2° du I de l'article L. 214-17 du code de l'environnement sur le bassin Seine-Normandie)

A ne pas confondre avec le classement des rivières en 1ère ou 2ème catégorie, qui correspond à un classement piscicole, en fonction des populations de poissons, et qui n'entraîne pas d'obligation particulière pour les ouvrages.

Sur l'Intercom de la Vire au Noireau, les deux retenues (**barrage du Gast et Lac de la Dathée**) ont des hauteurs d'eau significatives. Des études pourraient être menées pour estimer la faisabilité technique et économique de leur équipement hydroélectrique, d'autant plus que ces barrages, servant de ressource pour l'eau potable, ont vocation à être maintenus en l'état. Le gisement potentiel de production électrique serait à confirmer par des études de faisabilité.

Seuls le Noireau et la Vire ont des débits médians supérieurs à $3\text{m}^3/\text{s}$. Toutefois, leur hauteur d'eau est inappropriée à la technologie des hydroliennes fluviales (environ 50 à 60 cm de hauteur d'eau en hiver pour les deux cours d'eau). La morphologie des cours d'eau du territoire ne permet donc pas d'installer des hydroliennes. L'intérêt de l'hydroélectricité est extrêmement limité pour le territoire, comparativement au risque de dégradation écologique (les principaux cours d'eau sont sur les listes 1 et 2).

A l'échelle de la France, l'hydroélectricité est toutefois indispensable dans un contexte énergétique en changement, au regard de ses nombreux atouts : sans rejets de CO₂, fiable et surtout extrêmement réactive grâce aux STEP qui servent de « stockage » de l'énergie et permettent de répondre aux pics de consommation en hiver. Elles sont importantes dans un contexte de développement des énergies alternatives que sont la photovoltaïque et l'éolien.

Pour autant, la production d'électricité par l'utilisation des ressources hydrauliques, si elle est mal maîtrisée, est susceptible de générer des impacts importants sur l'environnement, notamment vis-à-vis de la préservation de la biodiversité ou de la qualité des eaux. Aussi, l'utilisation de ce potentiel doit se faire dans un contexte de transversalité et de réflexion partagée. Par ailleurs, l'hydro-électricité est impactée par le changement climatique, avec une baisse des capacités de production lors des épisodes de sécheresse.

⁷ <http://www.hydroquest.net/atouts-hydrolienne-fluviale/>

10. Bilan

Ce bilan quantitatif présente le **potentiel local de production** d'énergies renouvelables, de façon durable. Pour le bois énergie, il s'appuie sur le potentiel de production de biomasse et n'intègre pas le potentiel de substitution des énergies fossiles par le bois.

La colonne « puissance potentielle d'installations, en MW » est présentée pour faciliter l'appropriation de ces chiffres. Elle permet de convertir les données de production (en GWh) en nombre d'installations.

<i>Différence entre puissance installée et production d'énergie</i>	
La puissance installée, c'est ce que peut fournir l'équipement à pleine puissance pendant une heure.	
➔ Une installation de 1MW fournira 1MWh si elle fonctionne à pleine puissance pendant une heure.	
Les installations ne fonctionnent à pleine puissance qu'une partie de l'année.	
-	Pour l'éolien terrestre, on estime que son fonctionnement moyen équivaut à 2500 h à pleine puissance à l'année. Une éolienne de 2MW produira donc en moyenne 5000MWh
-	Pour le bois énergie, on estime qu'une petite chaudière collective a un fonctionnement moyen équivalant à 1500 h à pleine puissance à l'année. 4 chaudières de 500 kW (=2MW en tout) produiront donc en moyenne $4 \times 0.5 \times 1500 = 3000$ MWh

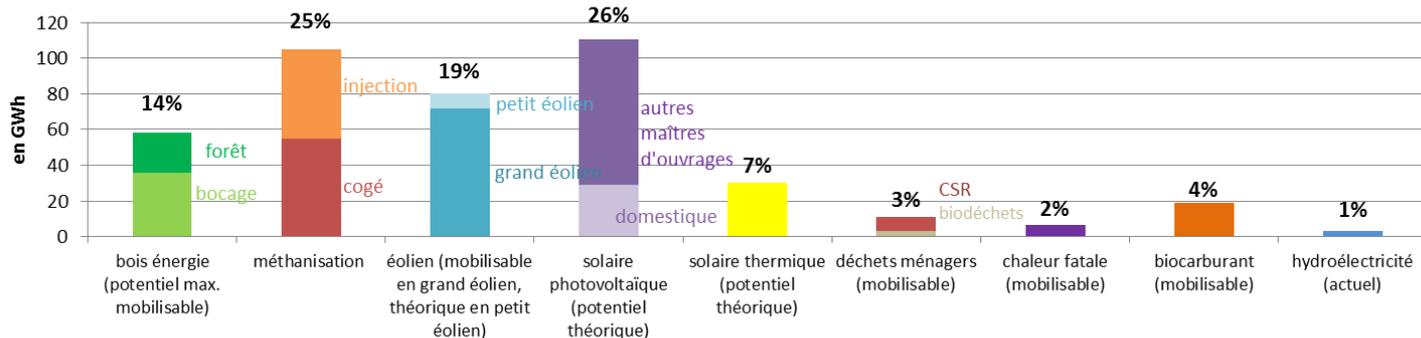
Le tableau de synthèse est celui-ci :

ressource	Potentiel production annuel
TOTAL BOIS ENERGIE <i>bocage (théorique)</i> <i>forêt (mobilisable)</i>	58 GWh (± 16 GWh) 36 (± 16 GWh) 22 GWh
TOTAL METHANISATION déchets agricoles et agro-industriels (potentiel mobilisable) <i>cogénération(50% du potentiel)</i> <i>injection biométhane (50% du potentiel)</i>	105 GWh 24 GWh électrique et 31 GWh thermique 50 GWh
TOTAL EOLIEN <i>Grand éolien</i> <i>Petit éolien</i>	80 GWh 35 GWh (actuel) + 37 GWh (supplémentaire) 8 GWh
TOTAL SOLAIRE Sous total solaire thermique (chauffe-eau individuel) Sous total PV <i>toiture (domestique)</i> <i>toiture (agricole)</i> <i>toiture (autres)</i> <i>sol</i>	141 GWh 30 GWh 111 GWh 29 GWh 61 GWh 8.2 GWh 12.4 GWh
TOTAL DECHETS MÉNAGERS <i>Sous-total méthanisation</i> <i>Sous total CSR</i>	Entre 10 et 12 GWh 3 GWh entre 7 et 9 GWh
TOTAL CHALEUR FATALE	6 GWh
Biocarburant (HVP)	19 GWh
Géothermie	fonction des projets identifiés
Hydroélectricité	3 GWh (actuel) étudier la faisabilité d'équipement des 2 barrages
POTENTIEL TOTAL :	423 GWh (± 17 GWh)

Le potentiel total de production d'énergie renouvelable correspond au maximum à 423 GWh/an. C'est environ **33% des consommations de 2014**.

→ Pour aller vers un maximum d'autonomie énergétique, le territoire devra nécessairement réduire très fortement ses consommations, quel que soit son niveau de développement de son potentiel en énergies renouvelables.

Potentiel local moyen de production d'énergie renouvelable sur le territoire l'Intercom de la Vire au Noireau



Ce potentiel théorique en énergies renouvelables repose principalement sur le **photovoltaïque** et la **méthanisation**. A noter que le potentiel photovoltaïque déterminé ici s'appuie à plus de 80% sur des potentiels théoriques (potentiels domestique et agricole). En deuxième position, on trouve l'**éolien**, dont une part assez significative a déjà été développée. On trouve en 3^{ème} position le bois énergie, mais pour lequel il existe un fort soupçon pour que la quasi-totalité soit déjà mobilisée par les consommations en bois domestique.

Le potentiel solaire thermique, déterminé à partir d'un potentiel théorique, est relativement faible, tout comme le potentiel en biocarburant, basé sur la production actuelle de colza. La valorisation des déchets ménagers est faible, mais entièrement mobilisable. Le potentiel hydroélectrique a une part faible au regard des autres sources d'énergie.

<p>ATOUTS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Des installations d'EnR déjà présentes en exemple (chaufferies bois, éolien, méthanisation) - Un territoire venté - Une ressource locale importante en biomasse énergie (bois énergie, matières méthanogènes d'effluents d'élevage et déchets agroalimentaires) - Des exploitants agricoles et industriels mobilisés - Des filières bois énergie locales développées à Vassy et à Vire, avec une plate-forme de production, conditionnement et de vente de bois énergie labellisé Normandie Bois Bûche. 	<p>CONTRAINTES</p> <p>Pour développer le grand éolien :</p> <ul style="list-style-type: none"> - dispersion de l'habitat et contraintes de survol militaire - Contraintes paysagères et environnementales <p>Pour l'hydroélectricité : rivières principales de catégorie 1 (enjeu biodiversité) et sur liste 1 et 2</p>
<p>OPPORTUNITES</p> <ul style="list-style-type: none"> - Projet de méthanisation collective d'envergure sur 	<p>MENACES</p> <p>Durcissement des tolérances militaires envers</p>

<p>Vire et possibilités de développer des installations de méthanisation à la ferme grâce à un tarif de rachat de l'énergie attractif</p> <ul style="list-style-type: none"> - Développement des zones d'activités permettant de valoriser la chaleur fatale des entreprises agroalimentaires - Des opportunités de substitution d'énergies fossiles par du bois énergie (en chaufferies dédiées ou réseau de chaleur) - Développement de nouveaux parcs éoliens en investissement participatif - Des espaces en friche (anciennes carrières, délaissés...) et de grandes surfaces de toiture (commerciales, agricoles...) à valoriser en photovoltaïque - Développement de la géothermie très basse température (champs de sonde notamment) en rénovation ou sur des constructions neuves - Renforcer les filières bois énergie actuelles (communiquer sur le label Normandie Bois Bûche et l'offre d'Arbor & Sens pour les particuliers), confirmer les filières locales bocagères actuelles dans des pratiques de gestion durable de la ressource (plan de gestion des haies) - Politiques publiques de soutien à la plantation de haies - Possibilité de soutien technique pour une gestion durable de la ressource forestière grâce à la présence d'acteurs comme l'ONF (Office national des forêts), le CRPF (Centre Régional de la Propriété Forestière) et l'Union régionale des collectivités forestières de Normandie (URCFN) 	<p>l'éolien</p> <p>Le recours quasi-systématique d'associations et d'habitants contre l'éolien</p> <p>Surexploitation du bocage en bois bûche</p> <p>Vieillessement du bocage (productivité réduite) et l'arrachage des haies</p> <p>Les difficultés économiques de l'élevage</p> <p>Le morcellement de la propriété forestière</p>
---	---

XVIII. Potentiels de réduction des consommations d'énergie, des émissions de gaz à effet de serre, des polluants atmosphériques et potentiel de séquestration carbone

1. Méthodologie

Définition

Les potentiels de réduction considérés ici sont définis comme des **gisements maximum d'économies d'énergie, d'émissions de gaz à effet de serre et d'émissions de polluants atmosphériques pouvant être évités**. Ce sont des estimations théoriques strictement techniques, qui ne tiennent pas compte des contraintes économiques.

Le calcul des potentiels s'appuie sur l'utilisation de l'outil PROSPER⁸, par la construction d'un scénario type, constitué d'actions-types dont les impacts théoriques sur les consommations d'énergie, les émissions de GES et les émissions de polluants atmosphériques sont estimés sur la base :

- des caractéristiques du territoire (taille du parc de bâtiments, mix énergétique, mobilité des habitants et usagers...)
- des données climat air énergie fournies par l'ORECAN et complétées le cas échéant par l'outil PROSPER (notamment pour le secteur de la mobilité)

Les potentiels de réduction des consommations d'énergie, des émissions de GES et des émissions de polluants atmosphériques ont été évalués de façon plus ou moins exhaustive selon les secteurs, faute de donnée ou de méthodologie d'évaluation. Le total des potentiels représente donc un **potentiel de réduction minimum**.

Le tableau suivant précise le niveau d'évaluation réalisé selon les secteurs et les indicateurs. Le terme « exhaustif » signifie qu'une grande partie des leviers d'actions ont été considérés. Cependant, il n'est pas impossible que des leviers d'actions complémentaires existent.

	Evaluation du potentiel de réduction des...		
	Consommations d'énergie	Emissions de GES	Emissions de polluants
Résidentiel	Exhaustif	Exhaustif	Exhaustif
Tertiaire	Exhaustif	Exhaustif	Exhaustif
Industrie	Partiel	Non évalué	Non évalué
Agriculture	Non évalué	Exhaustif	Non évalué
Transports	Partiel	Partiel	Partiel
Déchets	Non évalué	Partiel	Partiel

Toutefois, le potentiel de réduction des polluants atmosphériques a été évalué uniquement pour les polluants issus de sources énergétiques (ex : combustion d'énergies fossiles dans les bâtiments ou les véhicules) ou liés à des usages énergétiques (ex : usure des freins et pneus des déplacements). L'impact sur les polluants pour des actions non énergétiques comme la couverture des fosses à lisier n'a pu être estimée.

Ces potentiels de réduction sont établis selon les caractéristiques actuelles du territoire sans estimation d'évolution tendancielle de long terme. Ils sont également établis sans modifier les caractéristiques structurelles du territoire, ni notamment, son activité économique (pas d'action de fermeture d'industrie, de pertes de surfaces agricoles exploitées au bénéfice de la forêt ou encore de baisse de cheptel bovin par exemple).

⁸ Description du fonctionnement de PROSPER en annexe

Le potentiel de séquestration carbone est également estimé dans cette partie, car les actions unitaires qui permettent de l'évaluer interagissent également sur les aspects de consommation énergétique et d'émissions de GES.

Méthode de calcul

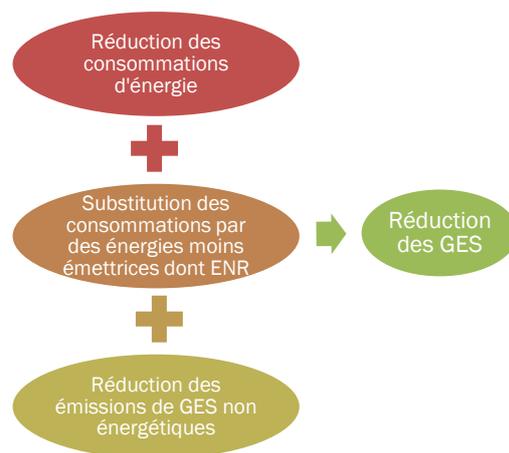
Le **potentiel de réduction des consommations d'énergie** est calculé en appliquant des actions d'économies d'énergie poussée à leur maximum sur un maximum de cibles, fonction des caractéristiques actuelles du territoire, dans chacun des secteurs d'activité.

Les **potentiels de réduction des émissions de gaz à effet de serre et des polluants atmosphériques** correspondent à la somme des 3 potentiels suivants :

- le potentiel de réduction des consommations d'énergie
- le potentiel de substitution des énergies les plus émettrices, en particulier le fioul, par des énergies moins émettrices. Pour maximiser le potentiel de réduction des polluants, on choisit la substitution par des pompes à chaleur

Ces deux potentiels contribuent à la réduction des émissions de GES énergétiques

- le potentiel de réduction des émissions de GES hors combustion (inclue une partie de potentiel de séquestration), qui provient presque exclusivement de l'agriculture sur IVN. Le potentiel de réduction des émissions de polluants hors combustion est non estimé.



NB : Les émissions évitées par la production locale d'énergies renouvelables injectées dans les réseaux de distribution d'énergie (électricité, gaz et chaleur) ne sont pas prises en compte dans les PCAET car elles viennent se substituer à des émissions produites à l'échelle de la France entière, dans les différentes régions ayant des unités de production énergétique et pas seulement à des émissions locales (localement, cela reviendrait à compter une compensation de GES non émis).

La page suivante présente les actions types incrémentées dans l'outil PROSPER qui servent à construire le scénario type de consommations et émissions minimales pour le territoire (« scénario minimum »). Ces actions types sont incrémentées au niveau de l'année 2014, pour correspondre au plus près possible à « l'état initial », mais les résultats pris en compte sont ceux des estimations en 2020. En effet, les actions types s'ajoutent au scénario de référence (« tendanciel ») construit pour intégrer dans PROSPER les projets d'EnR développés entre 2010 et 2018, ainsi que les projets en cours connus et prévus pour aboutir d'ici 2020, dont le scénario minimum doit aussi tenir compte.

Le secteur des déchets, par l'action-type de mise en place d'une politique incitative à la levée ou au poids, n'est pas présenté ici. L'impact calculé par PROSPER, portant uniquement sur les GES non énergétiques, est minime. Par ailleurs, une partie du territoire est déjà concernée par cette mesure. Le secteur des déchets n'est pas, en outre, un secteur à fort enjeu pour les facteurs énergie, GES ou qualité de l'air.

Hypothèses retenues pour la construction du scénario minimum

secteur d'activité	actions-types sélectionnée parmi celles proposées dans l'outil PROSPER	nombre d'unités considérées pour la définition du potentiel de réduction théorique	impact de l'action unitaire		
			énergie	GES	air
HABITAT	Rénovation au niveau BBC de l'ensemble du parc de logement permet des diminutions de 70% des besoins de chauffage (78% pour le collectif), de 20% des besoins en ECS, de 5% des besoins en climatisation, de 10% des besoins pour les autres usages (cuissons, électricité spécifique..).	18430 résidences principales datant d'avant 2000 (Filocom 2015) rénovées en BBC : - 14744 maisons (80% des RP) - 2786 logements HLM ayant un DPE de classe G à D (inclus) - 900 logements collectifs	X	X	X
	Chauffage bois performant : Substitution de tous les foyers ouverts à bois par des installations bois performantes	714 foyers ouverts 4199 logements chauffés au bois en chauffage principal (source insee 2011) et 17% de foyers ouverts parmi les installations bois-énergie dans l'habitat en France en 2012, selon une étude ADEME	X		X
	Substitution des chaudières fossiles émettrices par une pompe à chaleur.	4713 substitutions de systèmes - 3957 logements chauffés au fioul - 756 logements chauffés au propane (insee 2011)	X	X	X
TERTIAIRE	Rénovation au niveau BBC de l'ensemble des bâtiments tertiaires	100 % du bâti public rénové BBC, à savoir : - 81 200 m ² pour l'enseignement (14%) - 18 000 m ² pour la santé et l'action sociale publique (3%) - 27 200 m ² pour l'administratif (5%) - 86 000 m ² d'autres bâtiments publics locaux (15%) - 359 700 m ² d'autres bâtiments tertiaires (privés et hors local) (63%)	X	X	X
	Eclairage public	extinction nocturne de 3814 foyers (80% des 4767 foyers en éclairage permanent) 846 foyers passés en LED (foyers sur les communes dont la puissance moyenne par foyer est supérieure à 150 W)	X	X	
	Substitution des chaudières fossiles émettrices par une pompe à chaleur	100% du tertiaire public local concerné, soit 167 000 m ² 100% des autres bâtiments tertiaires concernés, soit 286 000 m ² (données Prosper)	X	X	X
MOBILITE	Mobilité locale : Diminution du nombre de voyageur.km selon les hypothèses du scénario NegaWatt, réalisé par : - Le développement du covoiturage induisant une réduction des km parcourus par des véhicules particuliers (=véhicules conducteurs) afin de tendre vers une hypothèse haute en termes de taux d'occupation des véhicules (2,4) pour les	100 371 milliers de voyageurs.km en moins (29% du potentiel actuel en mobilité locale), avec la création de : - 33.3 km de pistes cyclables - 18.9 km de nouvelles lignes de bus - 3.2 km de nouvelles lignes de tranway	X	X	X

	déplacements quotidiens - Le développement de l'usage des transports en commun et mode doux en substitution des déplacements en voiture afin d'atteindre des parts modales volontaristes adaptées aux caractéristiques moyennes du territoire				
INDUSTRIE	Substitution d'énergie comptée sous la forme de la valorisation de chaleur fatale	Gisement potentiel de 6 GWh/an (= potentiel estimé pour La Normandise)	X	X	X
	Diminution de consommation (taux correspondant aux objectifs fixés par certaines opérations collectives de l'ADEME)	20% d'efficacité énergétique pour toutes les industries (à partir des estimations de consommation par Prosper), soit une économie de 46 GWh/an: - 30% de consommations électriques en moins - 25% de consommations de gaz en moins	X	X	X
AGRICULTURE	Diminuer les apports de fertilisants minéraux azotés - Substitution de l'azote minéral de synthèse par l'azote des produits organiques sur toutes les surfaces de grandes cultures (sauf surfaces de protéagineux) - Accroissement et maintien des légumineuses dans l'ensemble des prairies temporaires - Augmentation de la surface en légumineuses à graines en grande culture de façon à couvrir les besoins de l'ensemble des vaches laitières	- 25391 ha de SAU exploitées en grandes cultures (hors surfaces en protéagineux) - 10458 ha de prairies temporaires - 5539 ha de légumineuses nécessaires à l'autonomie alimentaire de 31 389 vaches laitières	X	X	X
	stockage des effluents d'élevage : Couverture des fosses à lisier et installation de torchères pour l'ensemble des exploitations laitières	31 389 vaches laitières		X	X
	Développement du stockage de carbone dans la biomasse et les sols : - Développement des techniques culturales sans labour et introduction des cultures intermédiaires dans les systèmes de grande culture - Implantation d'arbres au sein des parcelles agricoles ou à leur périphérie (haies) pour tous les îlots de plus de 10 ha, à raison de 60 ou 100 mètres linéaires de haies par ha, soit de l'équivalent de deux haies de 400 ml de long (environ 80ml/ha) - Optimisation de la gestion des prairies permanentes et temporaires en accroissant la durée d'exploitation des prairies temporaires et en intensifiant de façon modérée les prairies permanentes	- 30930 ha de SAU exploitées en grandes cultures - au moins 13600ha de SAU constitués par des îlots de plus de 10 ha (estimation fournie par la Chambre d'agriculture), pour un potentiel de 1088km de haies supplémentaires - 28424ha de prairies permanentes et temporaires	X	X	

2. Résultats des potentiels de réduction

Tableau de synthèse

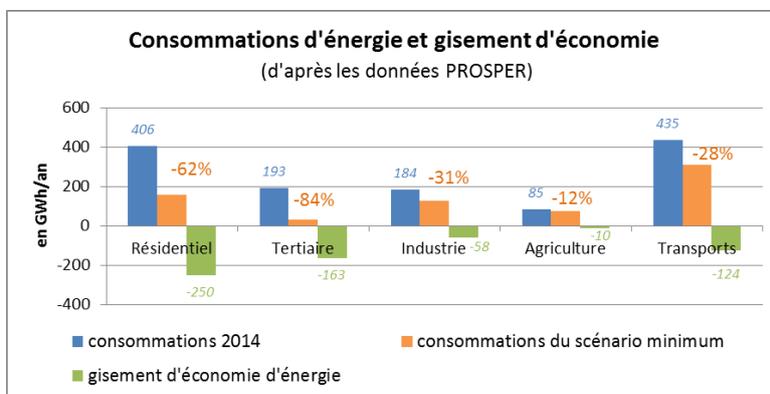
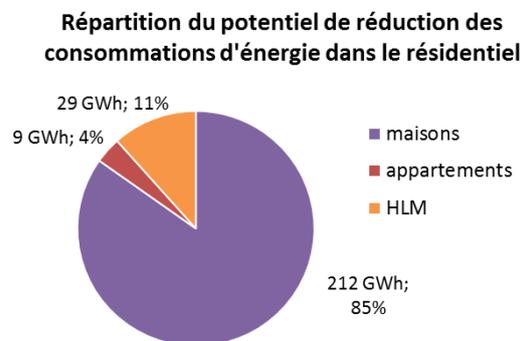
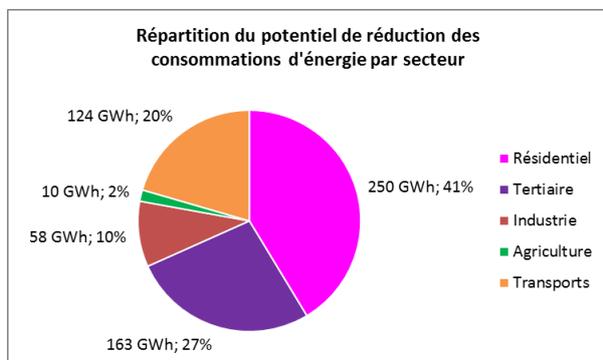
Les données d'état initial indiquées dans ce tableau sont des données de consommation ou d'émissions annuelles estimées sur le territoire par PROSPER. Les données de potentiels de réduction sont les résultantes d'une différence entre les données d'état initial et les estimations des consommations et émissions annuelles modélisées par PROSPER suite à l'application des hypothèses ci-dessus.

Ces valeurs potentielles sont positives, car elles définissent un gisement d'économies.

Secteur d'activités	Consommations d'énergie		Emissions de GES		Emissions de polluants atmosphériques	
	état initial 2014	Potentiel de réduction théorique	état initial 2014	Potentiel de réduction théorique	état initial 2014	Potentiel de réduction théorique
Habitat	406 GWh 349 GWh dans les maisons 21 GWh dans le collectif privé 36 GWh dans le logement social	250 GWh (-62%) 212 GWh dans les maisons 9 GWh dans le collectif privé 29 GWh dans le logement social	59 kteqCO2	40 kteqCO2 (-68%)	COVNM 232t NH3 12t NOX 52t PM10 106t PM2.5 104t SO2 15t	COVNM 157t (-68%) NH3 0t NOX 39t (-74%) PM10 91t (-85%) PM2.5 89t (-86%) SO2 15t (100%)
Tertiaire	193 GWh 66 GWh dans les bâtiments publics 3 GWh dans l'éclairage public 124 GWh dans le tertiaire privé et hors local	163 GWh (-84%) 59 GWh dans les bâtiments publics 1 GWh dans l'éclairage public 103 GWh dans le tertiaire privé et hors local	30 kteqCO2	27 kteqCO2 (-91%)	COVNM 10t NOX 31t PM10 4t PM2.5 2t SO2 1t	COVNM 1t (-9%) NOX 31t (-100%) PM10 4t (-100%) PM2.5 2t (-100%) SO2 1t (-100%)
Mobilité	435 GWh	124 GWh (-28%)	109 kteqCO2	34 kteqCO2 (-31%)	COVNM 40t NH3 6t NOX 450t PM10 51t PM2.5 36t SO2 1t	COVNM 34t (-86%) NH3 2t (-29%) NOX 28t (-6%) PM10 3t (-5%) PM2.5 3t (-7%) SO2 <1t (-45%)
	Transports routiers				COVNM 40t NH3 6t NOX 449t PM10 51t PM2.5 36t SO2 1t	COVNM 34t NH3 2t NOX 28t PM10 3t PM2.5 3t SO2 <1t
	Transports non routiers				COVNM 0t NOX 1t PM10 0t PM2.5 0t SO2 0t	Non évalué
Industrie	184 GWh	58 GWh (-31%)	53 kteqCO2	7 kteq CO2 (-14%)	COVNM 494t NOX 37t PM10 49t PM2.5 11t SO2 5t	COVNM 0t NOX 6t (-17%) PM10 0t (-1%) PM2.5 0t (-1%) SO2 1t (-16%)
Agriculture (inclut les autres sources et puits)	85 GWh	10 GWh (-12%)	364 kteqCO2	138 kteq CO2 (-38%) dont 125 kteq CO2 de séquestration	COVNM 44t NH3 3028t NOX 413t PM10 187t PM2.5 67t	COVNM 4t (-9%) NH3 0t NOX 24t (-6%) PM10 1t (-1%) PM2.5 1t (-2%)
TOTAL	1303 GWh	604 GWh (-46%)	640 kteqCO2	247 kteqCO2 (-40%)	COVNM 827t NH3 3048t NOx 985t PM10 404t PM2.5 227t SO2 22t	COVNM 196t (-24%) NH3 2t NOX 128t (-13%) PM10 100t (-25%) PM2.5 96t (-42%) SO2 17t (-77%)

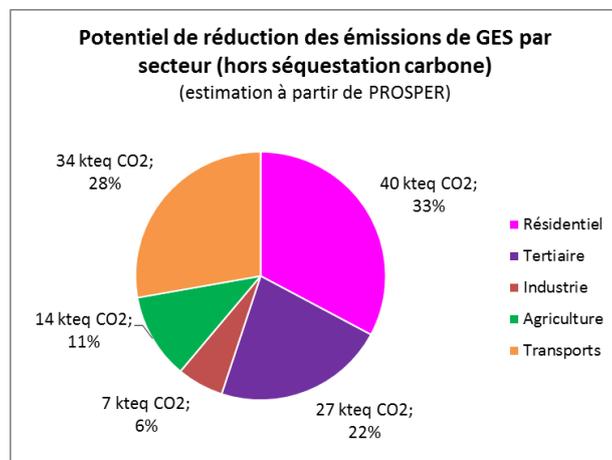
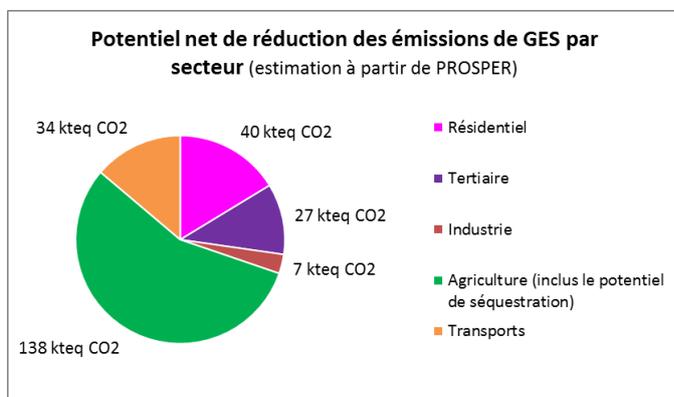
Potentiel d'économie d'énergie

Le potentiel d'économie d'énergie est estimé à **604 GWh**, soit une baisse de **46% des consommations** de 2014. En valeur absolue, le secteur ayant le plus fort potentiel de réduction est celui du résidentiel. Mais c'est le tertiaire qui a le plus fort taux de réduction potentiel (-84%).



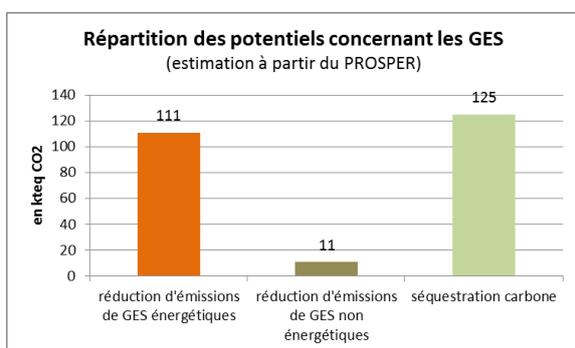
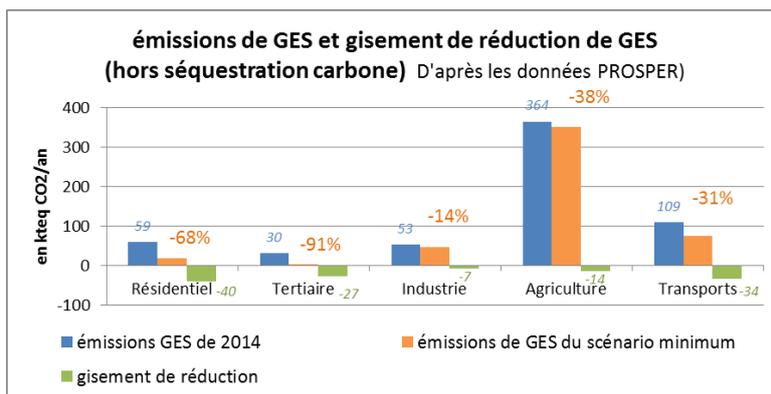
Potentiel de réduction d'émissions de GES et potentiel de séquestration carbone

Le potentiel net de réduction de GES est estimé à **247 kteq CO2**, soit une baisse de **40% des émissions** de GES de 2014. Le secteur ayant le plus fort potentiel est l'agriculture. Plus de 90% de ce potentiel agricole est lié à la création de nouveaux puits de carbone. En effet, **le potentiel de séquestration sur le territoire est estimé à 125 kteq CO2/an**.



Si on traite la séquestration carbone séparément, le potentiel de réduction de GES n'est que de **122 kteq CO2**, soit **20% des émissions totales de GES**. C'est le résidentiel qui a le plus fort potentiel de réduction de

GES en valeur (un tiers du potentiel), mais c'est le tertiaire qui a le plus fort taux de réduction potentiel (-91%).



91% du potentiel de réduction de GES estimé par PROSPER porte sur des émissions énergétiques. Le potentiel de réduction de GES non énergétique provient uniquement de l'agriculture. Ainsi, le potentiel de réduction des GES non énergétiques de l'agriculture est seulement de 3%

Le potentiel de séquestration carbone est équivalent au potentiel de réduction de GES estimé.

Résultats bruts du potentiel sur les GES	données GES			
	situation initiale 2014 en kteq CO2	scénario min 2020 en kteq CO2	potentiel de réduction	
			en %/2010	en kteq CO2
Résidentiel	59	19	-68%	40 kteq CO2
<i>énergétique</i>	53	13		40
<i>non énergétique</i>	6	6		0
Tertiaire	30	3	-91%	27 kteq CO2
<i>énergétique</i>	27	0		27
<i>non énergétique</i>	3	3		0
Industrie	53	46	-14%	7 kteq CO2
<i>énergétique</i>	26	18		7
<i>non énergétique</i>	27	27		0
Agriculture	364	350	-4%	14 kteq CO2
<i>énergétique</i>	20	17		3
<i>non énergétique</i>	344	333		11
Autres sources et puits	0	-125	0%	125 kteq CO2
<i>énergétique</i>	0			0
<i>non énergétique</i>	0	-125		125
Transports	109	75	-31%	34 kteq CO2
<i>énergétique</i>	109	75		34
<i>non énergétique</i>	0	0		0

Un territoire au potentiel de réduction de GES insuffisant pour atteindre le facteur 4

Le SRCAE élaboré en 2012 par la région Basse Normandie indique une baisse des émissions de GES de -7% à l'échelle régionale entre 1990 et 2009. Appliqué à l'Intercom de la Vire au Noireau, cela nous permet d'estimer la quantité d'émissions de GES en 1990 sur le territoire, à savoir environ 735 kteq CO₂.

Si on applique le facteur 4 sur le territoire (réduction par 4 des émissions de GES entre 1990 et 2050, c'est-à-dire une baisse de 75%), on obtient un objectif d'émissions de GES qui doit plafonner à 184 kteq CO₂/an en 2050, ce qui équivaut à une réduction de 456 kteq CO₂. Le potentiel de réduction des émissions de GES sur l'Intercom de la Vire au Noireau étant estimé à 247 kteq CO₂, en incluant le potentiel de séquestration, on déduit que **le potentiel de réduction de GES du territoire ne représente que 50% du facteur 4.**

Potentiel d'augmentation des capacités de stockage de carbone grâce à la construction bois

Aucune action type de PROSPER n'existe pour la séquestration carbone liée à la construction bois. Pour évaluer ce potentiel, nous utilisons le tableur Excel créé par Energies Demain pour l'ADEME Basse-Normandie, estimant les quantités de GES stockées⁹ et évitées¹⁰ en fonction de 3 niveaux de contenance en bois des constructions (extrait des résultats et références utilisées par l'outil **en annexe**).

Hypothèses pour quantifier le nombre potentiel de nouvelles maisons individuelles :

Les éléments de prospective présentés dans la partie « Habitat » du diagnostic, constitués à partir des objectifs du PADD du SCoT du Bocage, donnent un potentiel de nouveaux logements de 220 logements par an entre 2020 et 2030. En conservant les ratios actuels, à savoir 89% de maisons individuelles, cela donnerait un potentiel de **196 maisons individuelles supplémentaires par an.**

Résultats :

Comparativement à la même quantité de surface SHON produite avec une contenance moyenne en bois, la construction de 196 maisons individuelles de 100m² avec un fort niveau de contenance en bois permet de stocker 1176 teq CO₂ supplémentaires et d'éviter les émissions de 941 teq CO₂. **Augmenter la contenance en bois des nouveaux logements permettrait donc potentiellement d'éviter 2117 teq CO₂/an.** Ce potentiel correspond à 3.4% des émissions de GES 2014 du secteur de l'habitat. Ce potentiel de séquestration carbone dans l'habitat reste négligeable comparativement au potentiel de séquestration carbone dans l'agriculture. Toutefois, les actions de promotion de l'éco-construction et du bois construction en particulier restent des actions à promouvoir, dans la mesure où elles contribuent à réduire les émissions de GES, à l'amélioration de la qualité de l'air intérieur en utilisant des matériaux sains et que ces filières contribuent à l'autonomie des territoires et à l'emploi local.

Potentiel de réduction des émissions de polluants atmosphériques

Les potentiels de réduction en polluants atmosphériques portent principalement sur le SO₂ (-77%), les PM_{2.5} (-42%), PM₁₀ (-25%) et COVnm (-24%).

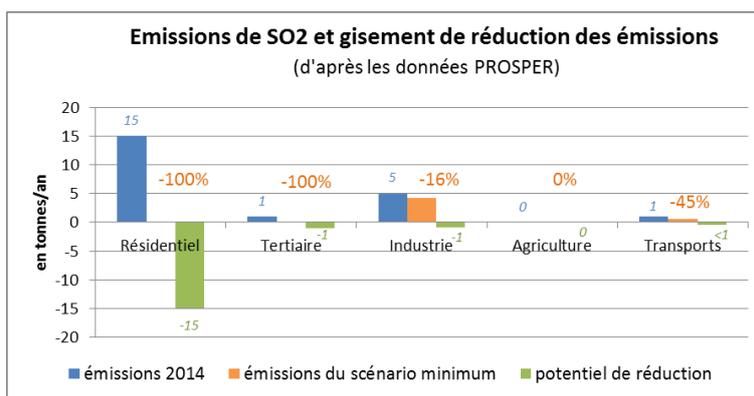
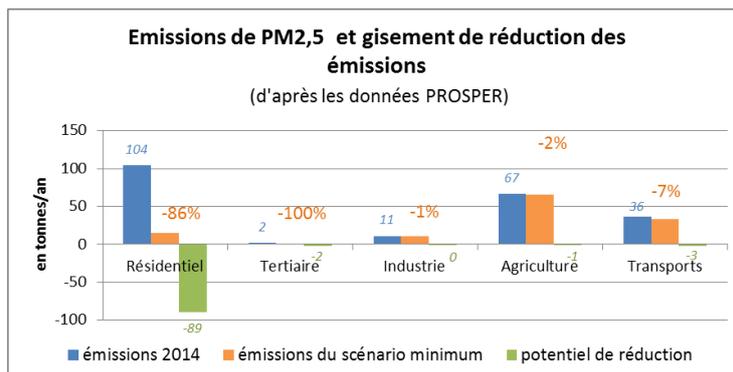
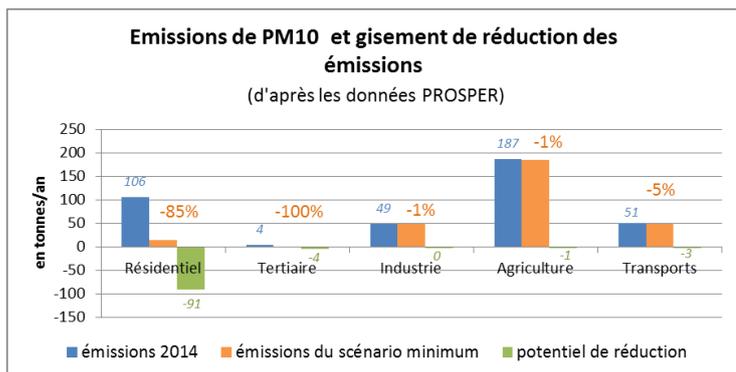
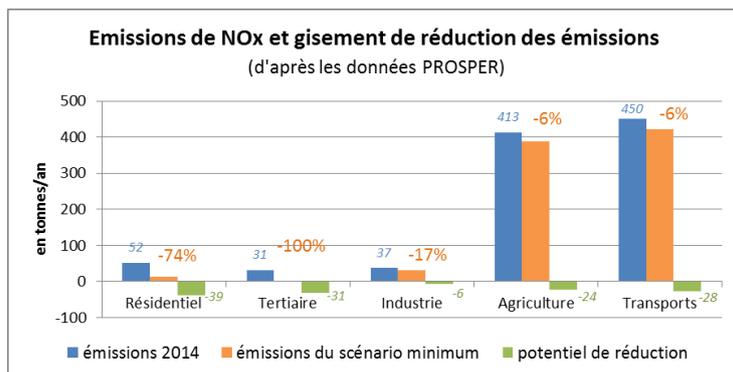
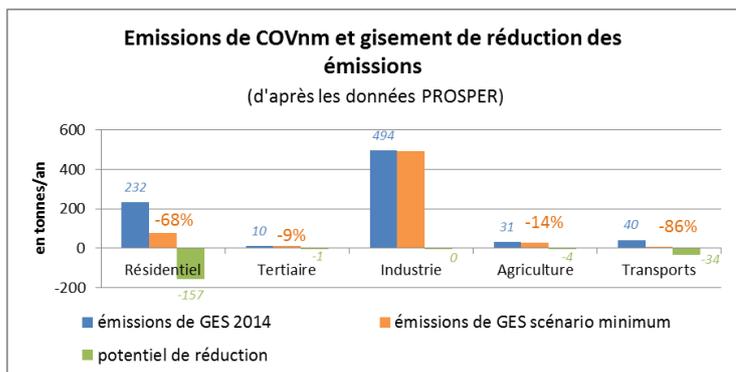
⁹ émissions de GES stockées dans bois constitutif des bâtiments, c'est à dire, le carbone qui a été absorbé par les arbres lors de leur croissance afin de fabriquer leur bois. Il est considéré qu'un mètre cube de bois de construction a absorbé 1 tonne de CO₂

¹⁰ émissions de GES « non émises » ou « évitées » par les économies d'énergie générées par la substitution du bois à d'autres matériaux de construction plus consommateurs d'énergie (en considérant qu'1 m³ de bois représente une économie de 0,8 tonne de CO₂)

L'ammoniac est le polluant pour lequel le potentiel de réduction calculé ici est le plus faible. Cela s'explique par le fait que l'impact sur les polluants pour des actions non énergétiques n'est pas évalué dans ce calcul, alors que cela représente plus de 99% des émissions de NH3.

Les potentiels de réduction des émissions de certains polluants, notamment le NH3 (>99% des émissions sont d'origine non énergétique), les COVnm (65% des émissions sont d'origine non énergétique) et les PM10 (59% des émissions sont d'origine non énergétique) sont, de fait, sous-estimés.

On remarque que les taux potentiels de réduction des polluants ne sont pas corrélés aux taux potentiels de réduction des consommations d'énergie.



Comparaison avec les objectifs du PREPA :

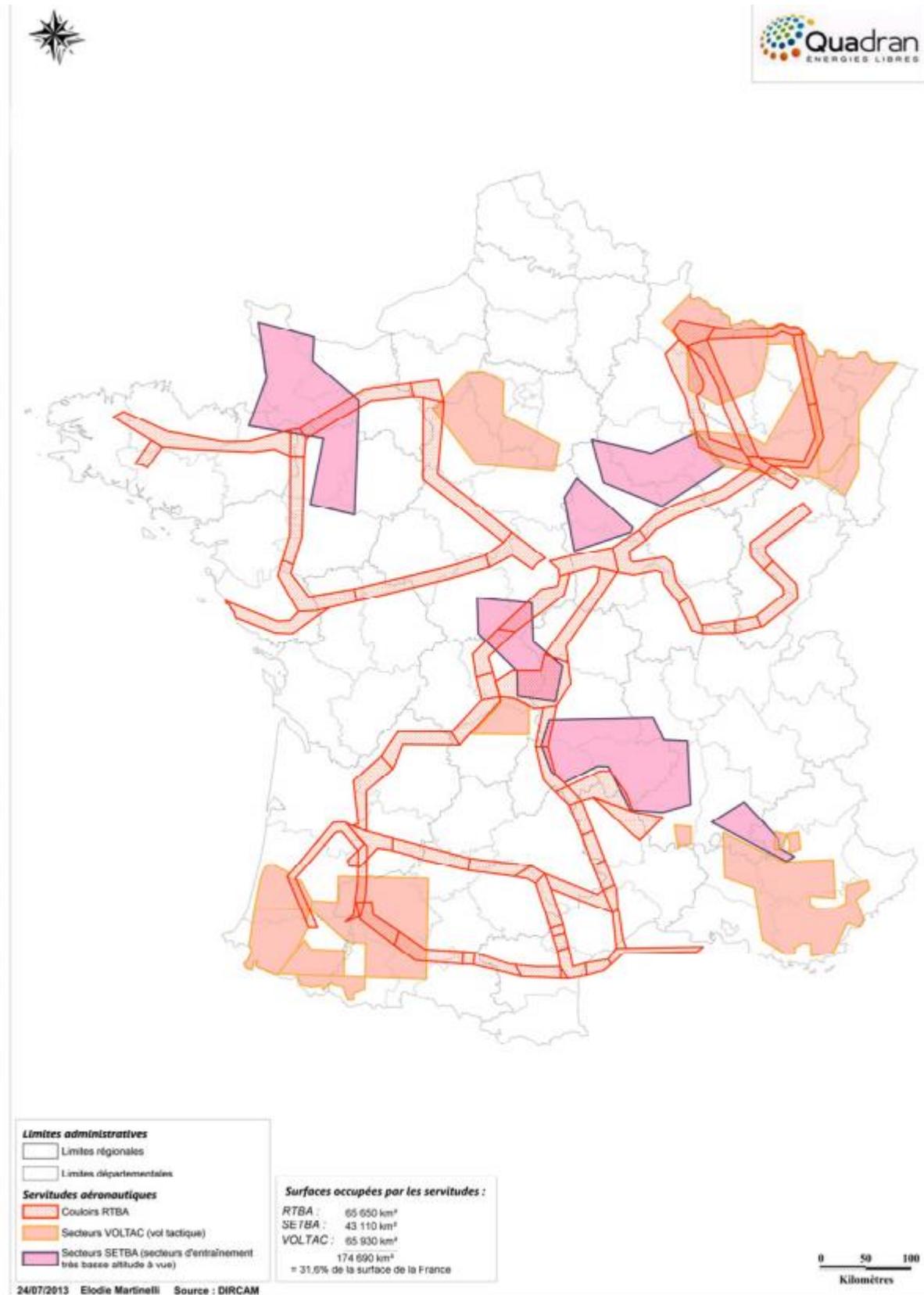
type de polluant	émissions 2005 sur IVN	émissions scénario minimum	évolution	Objectif 2005/2030 PREPA
	en tonnes (données ORECAN)	en tonnes (données PROSPER)		
SO2	216	5	-98%	-77%
NOx	1683	857	-49%	-69%
COVnm	2836	631	-78%	-52%
PM2.5	346	131	-62%	-57%
NH3	3251	3046	-6%	-13%

Le potentiel de réduction estimé ici montre que les objectifs du PREPA ne pourront en aucun cas être atteints pour les NOx sur le territoire de l'Intercom de la Vire au Noireau, même avec une action importante sur les émissions non énergétiques (non évaluées dans ce scénario minimum), puisque celles-ci ne représentent que 23% des émissions de NOx.

L'atteinte des objectifs pour les PM2.5 ou le NH3 est par contre dépendante de mesures importantes de réduction des émissions non énergétiques.

Annexes

Carte des SETBA en France



Outil de prospective énergétique PROSPER

L'outil de prospective énergétique PROSPER est un outil co-édité par le bureau d'étude Energies Demain et par le syndicat d'énergie de la Loire (SIEL42). Il a été acquis par les 5 syndicats d'énergie normands et mis à disposition des EPCI à fiscalité propre en vue de l'élaboration des PCAET.

1. Principes de fonctionnement de l'outil

PROSPER permet d'évaluer l'impact de plans d'actions qui seraient mis en œuvre sur un territoire donné jusqu'en 2050, sur les indicateurs suivants :

- consommations d'énergie,
- production d'énergies renouvelables,
- émissions de gaz à effet de serre
- émissions de polluants atmosphériques
- facture énergétique du territoire
- coûts d'investissement et d'exploitation et recettes générés sur le territoire
- création d'emplois ponctuels ou pérennes.

Pour cela PROSPER tient compte de 3 types de données :

- **l'état des lieux climat air énergie** du territoire considéré: consommations d'énergie, émissions de gaz à effet de serre, émissions de polluants atmosphériques et production d'énergie renouvelable actuelles.
- les **caractéristiques du territoire** considéré : population, taille du parc de bâtiments, mix énergétique, mobilité des habitants et usagers...
- **l'évolution tendancielle des caractéristiques du territoire** : évolution démographique, évolution des usages, évolution des réglementations et des filières...

Ces plans d'actions prennent la forme de scénarios constitués d'un ensemble d'actions-types saisies par l'utilisateur, par exemple « rénovation thermique niveau BBC de maisons individuelles », « création de km de pistes cyclables » ou encore « création d'installations photovoltaïques sur grande toiture ». Il est aussi possible d'ajouter des actions génériques pour prendre un compte des actions qui ne seraient pas présentes dans l'outil.

Pour construire un scénario, l'utilisateur doit indiquer combien de fois l'action doit être réalisée annuellement, par période de 5 ans ou par période de 10 ans, jusqu'en 2050.

Les scénarios construits peuvent être comparés entre eux ainsi qu'à un scénario d'évolution tendancielle.

Principales actions présentes dans l'outil PROSPER	
<p>MOBILITE</p> <p>Covoiturage et autopartage Mise en place d'un service de covoiturage « entreprise » avec communication et animation importante Mise en place d'un service de covoiturage « tout public local » avec communication et animation importante Service d'autopartage</p> <p>Politique cyclable Piste cyclable Vélos en libre service</p> <p>Transport en commun Changement de motorisation - Acquisition de bus électriques Changement de motorisation - Acquisition de bus GNV Nouvelles lignes - Bus classique Nouvelles lignes - Bus en site propre Nouvelles lignes - Tramway Offres de transport à la demande</p> <p>Véhicules électriques et GNV Acquisition de véhicules - Véhicules électriques Acquisition de véhicules - Véhicules GNV Bornes de recharge électrique - Borne privée lente Bornes de recharge électrique - Borne publique accélérée Bornes de recharge électrique - Borne publique rapide Mise en place d'une station GNV véhicules légers</p> <p>Autres mesures Mobilité locale - Augmentation du flux de voyageurs circulant en bus Mobilité locale - Augmentation du flux de voyageurs circulant en train Mobilité locale - Diminution des trajets en voitures Mobilité longue distance - Augmentation du flux de voyageurs circulant en car Mobilité longue distance - Augmentation du flux de voyageurs circulant en train Mobilité longue distance - Diminution des trajets en voitures</p> <p>Transport de marchandises</p> <p>Substitution énergétique Mise en place d'une station GNV poids lourds Substitution de carburants par de l'électrique Substitution de carburants par du GNV</p>	<p>AGRICULTURE</p> <p>Diminuer les apports de fertilisants minéraux azotés Accroître et maintenir des légumineuses dans les prairies temporaires Augmenter la surface en légumineuses à graines en grande culture Réduire la dose d'engrais minéral Substituer l'azote minéral de synthèse par l'azote des produits organiques</p> <p>Modifier la ration des animaux Réduire les apports protéiques dans les rations animales (porcins) Réduire les apports protéiques dans les rations animales (vaches laitières) Substituer des glucides par des lipides insaturés et ajouter un additif dans les rations des ruminants</p> <p>Stockage des effluents d'élevage Couvrir les fosses à lisier et installer des torchères (porcins) Couvrir les fosses à lisier et installer des torchères (vaches laitières)</p> <p>Substitution énergétique Substitution d'énergies fossiles par d'autres EnR (hors méthanisation) Substitution d'énergies fossiles par du bois-énergie Substitution d'énergies fossiles par du solaire thermique</p>
<p>LOGEMENTS</p> <p>Actions de sensibilisation Espace Info Energie (particuliers) Famille à Energies positives (particuliers)</p> <p>Renouvellement de systèmes Chaudière fossiles Système bois Tous systèmes confondus</p> <p>Rénovation thermique BBC Logements collectifs (hors HLM) Logements HLM Maisons individuelles (hors HLM)</p> <p>Rénovation thermique légère Logements collectifs (hors HLM) Logements HLM Maisons individuelles (hors HLM)</p> <p>Rénovation thermique modeste Logements collectifs (hors HLM) Logements HLM Maisons individuelles (hors HLM)</p> <p>Substitution de chaudières fossiles Par une chaudière bois Par une pompe à chaleur</p> <p>Substitution de systèmes électriques Par une chaudière bois Par une pompe à chaleur</p>	<p>INDUSTRIE</p> <p>Substitution énergétique Substitution d'énergies fossiles par de la chaleur fatale Substitution d'énergies fossiles par des énergies renouvelables (hors bois)</p>
<p>TERTIAIRE PUBLIC LOCAL</p> <p>Conseiller en énergie partagé Préconisations de rénovation et changement de système des bâtiments Préconisations sur l'éclairage public Réglages et optimisation du chauffage</p> <p>Eclairage public Dispositifs d'optimisation de l'éclairage public Extinction nocturne de l'éclairage</p>	<p>ENERGIES RENOUVELABLES</p> <p>Agrocarburant Production locale d'agrocarburant liquide (filiales huile, alcool,....)</p> <p>Bois Energie Chaufferie bois intermédiaire sur réseau - Chaufferie bois supplémentaire avec création / extension d'un réseau de chaleur Chaufferie bois intermédiaire sur réseau - Substitution d'une</p>

<p>Rénovation de l'éclairage public</p> <p>Renouvellement de systèmes Chaudière fossiles Système bois Tous systèmes confondus</p> <p>Rénovation thermique BBC Autres bâtiments publics locaux Bâtiments d'administration Bâtiments de santé et d'action sociale Bâtiments d'enseignement</p> <p>Rénovation thermique légère Autres bâtiments publics locaux Bâtiments d'administration Bâtiments de santé et d'action sociale Bâtiments d'enseignement</p> <p>Rénovation thermique modeste Autres bâtiments publics locaux Bâtiments d'administration Bâtiments de santé et d'action sociale Bâtiments d'enseignement</p> <p>Substitution de chaudières fossiles Par une chaudière bois Par une pompe à chaleur</p> <p>Substitution de systèmes électriques Par une chaudière bois Par une pompe à chaleur</p> <p>Tertiaire autre</p> <p>Renouvellement de systèmes Chaudière fossiles Système bois Tous systèmes confondus</p> <p>Rénovation thermique BBC Autres bâtiments tertiaires</p> <p>Rénovation thermique légère Autres bâtiments tertiaires</p> <p>Rénovation thermique modeste Autres bâtiments tertiaires</p> <p>Substitution de chaudières fossiles Par une chaudière bois Par une pompe à chaleur</p> <p>Substitution de systèmes électriques Par une chaudière bois Par une pompe à chaleur</p>	<p>chaufferie fossile existante par une chaufferie bois</p> <p>Cogénération bois industrielle</p> <p>Grande chaufferie bois sur réseau - Chaufferie bois supplémentaire avec création / extension d'un réseau de chaleur</p> <p>Grande chaufferie bois sur réseau - Substitution d'une chaufferie fossile existante par une chaufferie bois</p> <p>Petite chaufferie bois pour bâtiment public</p> <p>Géothermie</p> <p>Centrale géothermique intermédiaire sur réseau - Centrale géothermique supplémentaire avec création / extension d'un réseau de chaleur</p> <p>Centrale géothermique intermédiaire sur réseau - Substitution d'une chaufferie fossile existante par une centrale géothermique</p> <p>Grande centrale géothermique sur réseau - Centrale géothermique supplémentaire avec création / extension d'un réseau de chaleur</p> <p>Grande centrale géothermique sur réseau - Substitution d'une chaufferie fossile existante par une centrale géothermique</p> <p>Petite centrale géothermique pour bâtiment public</p> <p>Méthanisation</p> <p>A la ferme (cogénération)</p> <p>A la ferme (production électrique uniquement)</p> <p>Avec injection de biogaz</p> <p>Cogénération en ajout au réseau</p> <p>Cogénération en substitution d'anciennes chaufferies</p> <p>Production locale de bioGnV</p> <p>Solaire photovoltaïque</p> <p>Centrale au sol</p> <p>Installation individuelle ou sur petite toiture collective</p> <p>Installation sur grande toiture</p> <p>Solaire thermique</p> <p>Chauffe-eau solaire collectif</p> <p>Chauffe-eau solaire individuel</p> <p>Autres énergies</p> <p>Eolienne - Grande éolienne terrestre</p> <p>Eolienne - Petite éolienne à axe verticale</p> <p>Eolienne en mer</p> <p>Micro-hydroélectricité</p>
<p>DECHETS ET EAUX USEES</p> <p>Politique d'incitation Tarification incitative levée & poids Tarification incitative levées / dépôts</p>	<p>SEQUESTRATION CARBONE</p> <p>Stockage de carbone dans le sol Développer l'agroforesterie et les haies Développer les techniques culturales sans labour Introduire des cultures intermédiaires dans les systèmes de grande culture Optimiser la gestion des prairies</p>

S'ajoutent à ces actions de nombreuses actions génériques qui permettent de saisir directement pour chaque secteur d'activités une augmentation ou une diminution :

- des consommations des différentes énergies
- des émissions des différents polluants
- des coûts d'exploitation ou d'investissement
- du nombre d'emplois
- de la séquestration de carbone

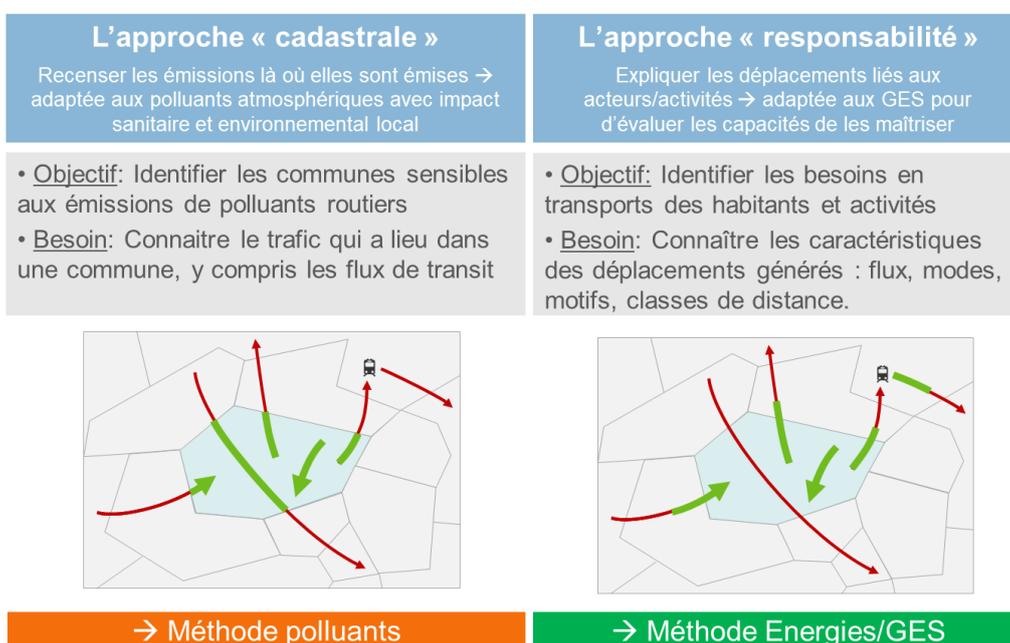
2. Sources des données utilisées dans PROSPER

a) Données d'état des lieux climat-air-énergie :

L'outil PROSPER est initialisé sur la base des données climat-air-énergie fournies par l'ORECAN. Cependant, certaines différences peuvent apparaître :

- Pour des raisons de **secret statistique**, l'ORECAN n'a pu fournir aux territoires certaines données, notamment dans l'industrie. L'outil PROSPER a donc reconstitué ces consommations d'énergie pour pallier ce manque.
- Les consommations **d'énergies non conventionnelles** (renouvelables ou non) ne peuvent être intégrées dans PROSPER, de même que les émissions de GES du secteur déchet fournies par l'ORECAN.
- Concernant la **mobilité**, l'ORECAN ne fournissant pas les données relatives au transport non routier, une autre modèle d'évaluation des données climat-air-énergie de l'ensemble des transports routiers et non routiers a dû être utilisée pour l'énergie et les GES : les modèles ENERTER Mobilité© et ENERTER Fret©, développés par le bureau d'études Energies Demain. Ces modèles sont basés sur une méthode dite « de responsabilité ». Pour les polluants, c'est une méthode cadastrale qui est utilisée.

Méthodes utilisées dans l'outil PROSPER sur la mobilité



b) Données sur les caractéristiques actuelles du territoire (données « Parc »)

La scénarisation dans PROSPER est construite sur la base d'une situation initiale décrivant les caractéristiques du territoire, dont les sources sont précisées dans le tableau suivant :

secteur	Principales caractéristiques de la situation initiale	principales sources de données
RESIDENTIEL	nombre de logements, répartition entre logements individuels/collectifs privés/HLM	Recensement RGP ¹¹ 2013 de l'INSEE
TERTIAIRE	Surfaces tertiaires par typologie	Dénombrement des établissements INSEE 2008, Base permanente des établissements INSEE 2008 Fichier National des Etablissements Sanitaires et Sociaux (FINESS) du ministère de la santé et des sports, Recensement des équipements sportifs, Ministère de la jeunesse et des sports, Repères et références statistiques de 2009 du Ministère de

¹¹ <https://www.insee.fr/fr/information/2409289>

		l'éducation nationale, recensement des points de vente de l'INSEE, enquête Capacité des communes en hébergement touristique de 2010 de l'INSEE...
ECLAIRAGE PUBLIC	Nombre de points lumineux	SDEC ENERGIE
INDUSTRIE	Typologie des industries présentes et nombre de salariés	Base SIRENE
AGRICULTURE	Surfaces agricoles utiles (SAU) par affectation et Unité gros bétail (UGB)	Base DISAR du Service Statistique et de la Prospective du Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation (recensement des SAU et UGB à la maille communale) AGRESTE
TRANSPORT DE PERSONNES (mobilité locale)	voyageur.km/an parcours par modes entrant/sortant/internes au territoire	Enquête ¹² nationale transports et déplacements (ENTD) 2008 Reconstitution de la mobilité et imputation aux communes d'habitation et d'emplois (approche non cadastrale), Fichiers MOBPRO et MOBSCO (INSEE)
TRANSPORT DE PERSONNES (mobilité longue distance)	voyageur.km/an parcours par modes entrant/sortant/internes au territoire	Enquête nationale transports et déplacements (ENTD) 2008 Enquête STD « Suivi de la demande touristique en 2006 » (DGIS), Application d'un distancier national et international
FRET	tonnes.km/an par modes	Données rassemblées dans SITRAM ¹³ National 2006 : fichiers TRM (Transport Routier de Marchandises), données SNCF, fichier VNF (mode fluvial) Fichiers douanes Statistiques de l'UAF (Union des Aéroports Français) Ministère de la mer et du littoral Eurostat Centre d'études prospectives et d'informations internationales (CEPII)
PRODUCTION D'ENERGIE	en MW	données ORECAN, Syndicats d'énergie, ENEDIS

c) Données sur l'évolution tendancielle du territoire (évolution du « parc »)

secteur	principales sources de données
RESIDENTIEL	Scénario Central de l'INSEE (OMPHALE) -> évolution population Diverses études sur l'évolution du mix énergétique pour le chauffage et ECS et pour la performance des équipements Base de données sit@del du service de l'observation et des statistiques du ministère de la transition écologique et solidaire
TERTIAIRE	Scénario Central de l'INSEE (OMPHALE) -> évolution population Etude « Réalisation d'un modèle d'évaluation de l'efficacité des dispositifs de politique publique incitant à la baisse des consommations énergétiques du parc de bâtiments tertiaires », Energies demain, CGDD 2014
ECLAIRAGE PUBLIC	Scénario Central de l'INSEE (OMPHALE) -> évolution population
INDUSTRIE	Evolutions des consommations unitaires des IGCE (Industries Grandes Consommatrices d'Énergies) et de l'industrie diffuse pour les usages thermiques (à partir du scénario AME 2016-17)
AGRICULTURE	Pas d'évolution tendancielle considéré

¹² Description de l'enquête et de sa méthodologie, disponible ici : <http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sources-methodes/enquete-nomenclature/1543/139/enquete-nationale-transports-deplacements-entd-2008.html>

¹³ <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2018-11/sitram-metadonnees.pdf>

TRANSPORT PERSONNES	DE	Scénario Central de l'INSEE (OMPHALE) -> évolution population Evolution de la performance des moteurs tenant compte de l'évolution des réglementations, selon le scénario prospectif AME de la DGEC
FRET		Etude PREDIT : Cinq scénarios pour le fret et la logistique en 2040
PRODUCTION D'ENERGIE		Pas d'évolution tendancielle considérée afin de valoriser l'ensemble des actions locales dans le plan d'action du PCAET
PRIX DES ENERGIES		Fioul, charbon et gaz : IEA assumptions 2017 (Scénario RTS « sans baisse de la demande ») Electricité : ADEME 80% EnRE Evolution de la taxe carbone : Ministère de la transition écologique et solidaire, Analyse Carbone 4, Rapport de commission CAS, « La valeur tutélaire du carbone »

d) Données sur l'impact des actions saisies

De multiples sources de données sont utilisées pour évaluer les impacts de chaque action-type saisie dans l'outil :

- Sources bibliographiques dépendantes de l'action : Un catalogue des actions avec l'ensemble des méthodes et sources utilisées est disponible sur demande, pour les services instructeurs, auprès du SDEC ENERGIE
- Méthode respectant les préconisations de l'ADEME *Quantifier l'impact GES d'une action de réduction des émissions (V2)*
- Impact sur les émissions de polluants calculé sur la base des facteurs OMINEA (ATMO) et à défaut EMEP/EEA 2016 (Base UE)
- Cout estimé sur panel de projets
- Traduction en emplois générés déclinés de l'outil TETE (*Transition Energétique Territoire Emplois, réalisé par le RAC et l'ADEME*)

De manière générale, PROSPER évalue l'impact de l'ensemble des actions à l'exception des points suivants :

- L'impact des actions sur les émissions de polluants atmosphériques n'est évalué que pour les polluants issus de sources énergétiques (ex : combustion d'énergies fossiles dans les bâtiments ou les véhicules) ou liés à des usages énergétiques (ex : usure des freins et pneus des déplacements). Ainsi l'impact sur le NH3 des actions non énergétiques menées dans le domaine agricole n'est pas évalué. Par contre, il est possible d'intégrer directement des émissions de NH3.
- l'impact économique (facture, coûts et recettes d'exploitation, emplois) n'est pas évalué sur toutes les actions.

Tableur Excel de la contribution carbone des constructions bois

Résultats :

Construction bois					
Parc bâti concerné (éléments à remplir)					
	Surface à construire (m ² de SHON)	Contenance en bois des bâtiments			Total
		Faible (moyenne actuelle)	Moyenne (1,25 X moyenne actuelle)	Forte (2 X moyenne actuelle)	
Logement individuel	19 600			100%	100%
Logements collectifs					0%
Bureaux					0%
Commerces					0%
Bâtiments d'enseignement et de recherche					0%
Bâtiments sanitaires et sociaux					0%
Bâtiments sportifs, de loisir et religieux					0%
Bâtiments agricoles, industriels, et de stockage					0%
Exemple :					
Bâtiment X	10 000	0%	100%	0%	100%

Volume de bois associé au scénario (m3)		
	Volume de bois nécessaire à la construction (m3)	Volume de bois supplémentaire utilisé par rapport à la moyenne (m3)
Logement individuel	2 352	1 176
Logements collectifs	-	-
Bureaux	-	-
Commerces	-	-
Bâtiments d'enseignement et de recherche	-	-
Bâtiments sanitaires et sociaux	-	-
Bâtiments sportifs, de loisir et religieux	-	-
Bâtiments agricoles, industriels, et de stockage	-	-
Total	2 352	1 176

Résultats carbone : gains par rapport à un scénario de constructions moyennes			
Attention : les résultats présentés dans le tableau suivant sont les gains par rapport à un scénario de constructions moyennes:			
	Émissions « stockées » (teq CO2)	Émissions évitées (teq CO2)	Gain total par rapport à un scénario de constructions moyennes (teq CO2)
Logement individuel	1 176	941	2 117
Logements collectifs	-	-	-
Bureaux	-	-	-
Commerces	-	-	-
Bâtiments d'enseignement et de recherche	-	-	-
Bâtiments sanitaires et sociaux	-	-	-
Bâtiments sportifs, de loisir et religieux	-	-	-
Bâtiments agricoles, industriels, et de stockage	-	-	-
Total	1 176	941	2 117

Références utilisées par l'outil :

La loi n°96-1236 du 30 Décembre 1996, dite "loi sur l'air", stipule dans son article 21-5 que " pour répondre aux objectifs de la présente loi, un décret en Conseil d'Etat fixe les conditions dans lesquelles certaines constructions nouvelles devront comporter une quantité minimale de matériaux en bois avant le 1er janvier 2000 ". L'objectif de la loi est de contribuer à l'amélioration de la qualité de l'air par le stockage de carbone dans les constructions.

Le principe d'application de la loi

Un dispositif de calcul fondé sur l'utilisation de ratios a été mis au point.

Les ratios calculés sont de deux types :

- des ratios (dénommés ratios "bois") correspondant aux seuils de classement des principales catégories de construction réparties en trois classes au regard de leur contenu bois,
- des quantités unitaires définies forfaitairement par éléments d'ouvrage "bois" (dénommées quantités forfaitaires).

Les ratios "bois" expriment en dm³/m² de SHON les quantités minimales requises pour appartenir à une classe donnée comme l'indique le tableau ci-dessous (méthode CNDB) :

Réf	Catégories de construction	Classe 1	Classe 2	Classe 3
1	Logements individuels	60	75	100
2	Logements collectifs	35	45	70
3	Bureaux	20	25	40
4	Commerces	35	45	70
5	Garages, parkings, transport	10	15	20
6	Bâtiments à caractère hôtelier	35	45	70
7	Bâtiments résidentiels pour collectivités	25	30	50
8	Bâtiments pour enseignement et recherche	30	40	60
9	Bâtiments sanitaires et sociaux	25	30	50
10	Bâtiments sportifs, de loisir, culturels et religieux	25	30	50
11	Bâtiments agricoles	15	20	30

Les quantités forfaitaires par éléments d'ouvrage "bois" évaluent le volume de bois contenu dans les principaux éléments d'ouvrage de construction mettant en oeuvre ce matériau. Ils sont exprimés en dm³/unité dans une nomenclature de 30 ouvrages :

Extrait de l'arrêté du 13 septembre 2010 fixant la méthode de calcul du volume de bois incorporé dans certaines constructions

Type d'ouvrage	Description	Caractéristiques dimensionnelles	Ratio
Plancher bois porteur.	Plancher à solivage bois, y compris platelage en parquet ou panneaux dérivés du bois porteurs. Les parquets rapportés sont comptés ailleurs.	Exprimée en surface nette après déduction des trémies.	50 dm ³ /m ²
Pan d'ossature bois porteur.	Ossatures bois porteuses incluant semelles, montants, traverses, écharpes, lisses et voile travaillant.	Exprimée en surface nette après déduction des baies.	30 dm ³ /m ²
Ossature poteaux-poutres.	Poteaux, poutres et fiches en bois massif ou lamellé-collé de toutes sections pour refends, porches auvents, appentis, balcons.	Exprimée en mètres linéaires développés d'éléments verticaux, horizontaux ou obliques.	25 dm ³ /ml
Charpente traditionnelle et lamellé-collé.	Charpentes en bois massif ou lamellé-collé en fermes, portiques, y compris pannes et chevrons, ossatures de noues, croupes et autres accidents de toiture.	Exprimée en surface projetée au sol, y compris débords, quelle que soit la pente.	40 dm ³ /m ²
Charpente industrielle.	Charpentes en fermettes ou poutres en I, y compris entretoises, écharpes, ossatures de noues, croupes et autres accidents de toiture. En cas d'entrants porteurs (combles habitables), la surface des planchers est à compter en sus au titre des planchers bois porteurs.	Exprimée en surface projetée au sol, y compris débords, quelle que soit la pente.	30 dm ³ /m ²
Couverture à support discontinu.	Support de couverture en liteaux ou voliges non jointives de toutes sections, y compris planches de rives. Un support est considéré comme discontinu si les espacements représentent plus de 50 % de la surface totale.	Exprimée en surface de rampant.	5 dm ³ /m ²
Couverture à support continu.	Platelage en voliges, planches ou panneaux dérivés du bois de toutes épaisseurs, y compris planches de rives. Un support est considéré comme continu si les espacements éventuels représentent moins de 50 % de la surface totale.	Exprimée en surface de rampant.	20 dm ³ /m ²
Sous-face de débord.	Habillages en sous-face des débords de toits, porches, appentis, réalisés en bois ou panneaux dérivés du bois de toutes épaisseurs, y compris contre-lattage.	Exprimée en surface de rampant.	15 dm ³ /m ²
Bardage en lames de bois.	Bardages extérieurs en lames de bois ou de dérivés du bois horizontales, verticales ou obliques. Toutes épaisseurs, y compris contre-lattage.	Exprimée en surface nette après déduction des baies.	25 dm ³ /m ²
Bardage en panneaux dérivés du bois.	Parement extérieur en panneau dérivé du bois, y compris contre-lattage. Le panneau est éventuellement enduit.	Exprimée en surface nette après déduction des baies.	15 dm ³ /m ²
Portes extérieures pleines.	Portes d'entrée, de garage ou de service en bois, éventuellement pourvues de parties vitrées représentant moins de 50 % de la surface. Comprend les habillages et tapées éventuels.	Exprimée en surface de tableau.	35 dm ³ /m ²
Fenêtres, portes-fenêtres et châssis divers.	Fenêtres, portes-fenêtres, châssis fixes et châssis de toit en bois, éventuellement habillé d'autres matériaux (bois-alu), dont les parties vitrées représentent plus de 50 % de la surface. Comprend les habillages et tapées éventuels.	Exprimée en surface de tableau.	25 dm ³ /m ²
Occultations en bois.	Volets en bois pleins ou persiennes, avec ou sans écharpes.	Exprimée en surface de tableau.	30 dm ³ /m ²
Ossature et lames de clautras extérieurs brise soleil.	Ossature de clautra comprenant structure porteuse et lames brise soleil.	Exprimée en surface occultée.	35 dm ³ /m ²
Ossature bois non porteuse.	Ossature bois pour cloisons, contre-cloisons ou isolation par l'extérieur incluant semelles, montants, traverses et lisses.	Exprimée en surface nette après déduction des baies.	15 dm ³ /m ²
Lambris.	Lambris intérieurs de murs et plafonds en bois ou dérivés du bois de toutes épaisseurs, y compris contre-lattage et ossature.	Exprimée en surface nette après déduction des baies et des trémies.	15 dm ³ /m ²
Huisseries en bois.	Huisseries en bois pour blocs-portes intérieurs.	Forfaitisée à l'unité, quelles que soient les dimensions.	20 dm ³ /unité
Portes intérieures en bois.	Portes intérieures en bois, pleines ou menuisées, éventuellement vitrées. Les huisseries sont comptées ailleurs.	Forfaitisée par vantaal, quelles que soient les dimensions.	25 dm ³ /unité
Escalier en bois.	Escaliers en bois et panneaux dérivés du bois de tous types (droit, à quartier tournant, colimaçon, échelle de meunier, etc.), y compris rampes et mains courantes.	Exprimée en produit de la hauteur d'étage en mètres, mesurée de sol fini à sol fini par la largeur d'emmarchement.	60 dm ³ /m ²
Parquet massif sur lambourdes.	Parquet massif, pose traditionnelle sur lambourdes. Les parquets porteurs directement posés sur un solivage porteur sont comptés dans l'ouvrage « plancher bois porteur ».	Exprimée en surface nette après déduction des trémies.	30 dm ³ /m ²
Autre parquet.	Parquet rapporté en bois massif ou dérivés du bois, généralement finis, pose flottante ou collée. Les parquets porteurs directement posés sur un solivage porteur sont comptés dans l'ouvrage « plancher bois porteur ».	Exprimée en surface nette après déduction des trémies.	15 dm ³ /m ²
Plinthes en bois.	Plinthes en bois ou dérivés du bois de toutes sections.	Exprimée en surface des locaux concernés.	2 dm ³ /m ²
Garde-corps en bois.	Garde-corps en bois à balustres, lisses, croisillons, etc. Les rampes et garde-corps d'escalier sont à reprendre ici	Exprimée en mètres linéaires de garde-corps.	30 dm ³ /ml
Mains courantes.	Mains courantes en bois ou dérivés du bois de toutes sections.	Exprimée en mètres linéaires de mains courantes.	3 dm ³ /ml
Support d'isolation extérieur.	Support d'isolation en bois ou dérivés du bois de toutes sections, y compris chevrons.	Exprimée en surface nette après déduction des baies.	5 dm ³ /m ²
Isolants thermiques et acoustiques en plaques rigides ou panneaux souples.	Panneaux de laine de bois pour isolation des murs, des sols ou des cloisons.	Exprimé en volume net d'isolant.	90 dm ³ /m ³
	Panneaux de fibre de bois pour isolation des toitures, des dalles et planchers, des murs ou des cloisons.	Exprimé en volume net d'isolant.	310 dm ³ /m ³
Aménagements intérieurs.	Mobilier fixe de rangement en bois ou dérivés du bois, y compris les vantaux, les étagères et systèmes de fixation.	Exprimé en volume de rangement.	40 dm ³ /m ³
Aménagements extérieurs.	Lames de platelage extérieur en bois massif, clouées, vissées ou fixées par système invisible sur lambourdes ou solivage porteur bois. Terrasses extérieures en bois massif.	Exprimée en surface nette.	20 dm ³ /m ²
Divers.	Forfait à compter lorsqu'il existe divers ouvrages en bois ou panneaux dérivés du bois (cache-tuyaux, coffres de volets roulants, coffrages perdus, etc.).	Exprimée en surface hors œuvre nette du bâtiment.	2 dm ³ /m ²

Pour plus d'informations :

Arrêté du 13 septembre 2010 fixant la méthode de calcul du volume de bois incorporé dans certaines constructions :	http://textes.droit.org/JORF/2010/09/29/0226/0005/
Comment évaluer le cubage de bois de construction utilisé : méthode CNDB :	www.cndb.org/...bois_construction/Comment_evaluer_le_cubage_de_bois.pdf