

ETUDE DE PROSPECTIVE ENERGETIQUE

POUR LA METROPOLE LILLOISE



SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	3
I. LE BILAN ENERGETIQUE DE LILLE METROPOLE.....	4
Résultats globaux.....	5
II. LA PRODUCTION ENERGETIQUE DE LILLE METROPOLE.....	8
Une production très faible.....	8
Analyse spatiale.....	11
III. ANALYSE DES FACTEURS DE VARIATION DES CONSOMMATIONS A L’HORIZON 2030.....	13
Etude de 2 scénarios : le tendancier et le Grenelle.....	13
Les données communes aux deux scénarios.....	14
Les consommations énergétiques à l’horizon 2030 selon les scénarios tendancier et Grenelle.....	18
Analyse comparative des scénarios.....	29
IV. ESTIMATION DU POTENTIEL LOCAL D’ENERGIES RENOUVELABLES.....	34
Le solaire.....	38
Récapitulatif solaire thermique.....	39
Récapitulatif solaire photovoltaïque.....	40
L’Éolien	42
Récapitulatif grand éolien.....	44
Récapitulatif petit éolien.....	45
La Géothermie	51
Récapitulatif géothermie.....	54
Le bois-énergie.....	62
Autres ressources.....	72
V. POTENTIEL EN EnR : BILAN.....	75
VI. ANALYSE ECONOMIQUE DU POTENTIEL EN EnR.....	79
VII. PRECONISATIONS DE L’ETUDE DE PROSPECTIVE ENERGETIQUE–SUITES A DONNER.....	82
ANNEXE.....	85
LEXIQUE.....	88
CARTES, GRAPHIQUES ET TABLEAUX.....	89

INTRODUCTION

L'énergie est devenue un enjeu socio-économique incontournable, ainsi qu'une menace pesante sur l'environnement. La politique énergétique, conjuguée à la lutte contre le changement climatique s'inscrivent aujourd'hui dans un cadre d'objectifs et d'orientations au niveau national, européen et international. Ils visent à la fois la maîtrise des consommations, la réduction des gaz à effet de serre et le développement des énergies renouvelables.

A échéance 2050, le « Facteur 4 » désigne l'engagement de diviser par 4 les émissions de gaz à effet de serre (GES). Une étape intermédiaire s'annonce en 2020, avec l'objectif européen des « 3x20 ». Il a été transposé en droit français et ambitionne une hausse de 20% de l'efficacité énergétique, une baisse de 20% des GES et 23% d'énergies renouvelables dans la consommation énergétique finale.

Avec plus d'1 million d'habitants, une attractivité et un dynamisme économique croissant, la Métropole lilloise est un territoire d'intervention privilégié. Il en va de même de la responsabilité et du potentiel d'action des collectivités vis-à-vis des enjeux énergétiques et climatiques.

Ainsi, l'étude de prospective énergétique se doit d'éclairer les décideurs politiques, comme l'ensemble des acteurs du territoire, sur la situation actuelle en matière d'énergie et de les aider à définir un cap ambitieux et réaliste pour les années à venir. L'échéance choisie est celle de 2030 et correspond aux horizons du projet politique de développement de la métropole, porté par le SCOT.

En passant par un état des lieux de la demande et de l'offre actuelles d'énergie, ce travail propose de se projeter à 2030, selon 2 scénarios d'évolution des besoins. Cette estimation, complétée par une évaluation du potentiel de production d'énergie renouvelable permettra de mieux apprécier les leviers et objectifs en matière d'efficacité, de sobriété énergétique et de mobilisation des ressources énergétiques locales.

I. LE BILAN ENERGETIQUE DE LILLE METROPOLE

Le bilan énergétique de Lille Métropole présente la consommation énergétique finale du territoire. L'objectif de ce bilan consiste à dresser l'état des lieux des consommations énergétiques par secteur d'activité et par type d'énergie.

Cette analyse est issue des données collectées dans le cadre du Bilan Carbone de Lille Métropole (ADULM, 2010) basée sur les consommations énergétiques de 2007.

L'état des lieux de la consommation énergétique sur le territoire de l'Arrondissement de Lille en 2007, présente les consommations finales recensées par activités (Industrie, Tertiaire, Résidentiel, Agriculture, Transport de marchandises, Transport de personnes et Déchets).

Par défaut, l'unité de mesure retenue est le mégawatt-heure (MWh).

Toutefois, pour faciliter la lecture, certains résultats sont exprimés en kilowatt-heure (kWh), en gigawatt-heure (GWh) ou en térawatt-heure (TWh).

Pour rappel :

1 kWh = 1 000 watt-heure

1 MWh = 1 000 kWh

1 GWh = 1 000 MWh

1 TWh = 1 000 GWh

Les équivalences retenues en tonnes équivalent pétrole (tep) entre les différentes formes énergétiques sont les suivantes :

Énergie	Unité	Équivalence en tep	
Électricité	1 MWh	0,086	tep
Gaz naturel	1 MWh	0,077	tep
Essence	1 MWh	0,090	tep
Gazole	1 MWh	0,081	tep
Houille	1 MWh	0,053	tep
Chaleur	1 MWh	0,086	tep
Bois	1 MWh	0,026	tep

Tableau 1 : Équivalences en tonne équivalent pétrole des différentes formes énergétiques

Résultats globaux

Le bilan énergétique global de Lille Métropole, tous secteurs et flux confondus représente une consommation d'environ **31 600 000 MWh**, soit une consommation totale par habitant de l'ordre de **26 MWh** par an.

Consommation en MWh	Industrie	Tertiaire	Résidentiel	Agriculture	Transport marchandises	Transports personnes	Déchets	TOTAL
Gaz naturel	4 870 000	3 190 000	5 100 000	2 000	-	64 000	22 000	13 248 000
Electricité	3 620 000	3 270 000	1 120 000	-	-	67 000	2 000	8 079 000
Pétrole	63 000	49 000	1 900 000	99 000	3 131 000	4 650 000	3 000	9 895 000
Charbon	9 000	-	43 000	-	-	-	-	52 000
Chauffage urbain	-	-	310 000	-	-	-	-	310 000
TOTAL	8 562 000	6 509 000	8 473 000	101 000	3 131 000	4 781 000	27 000	31 584 000

Graphique 1 : Bilan énergétique global de Lille Métropole en 2007 (en MWh)

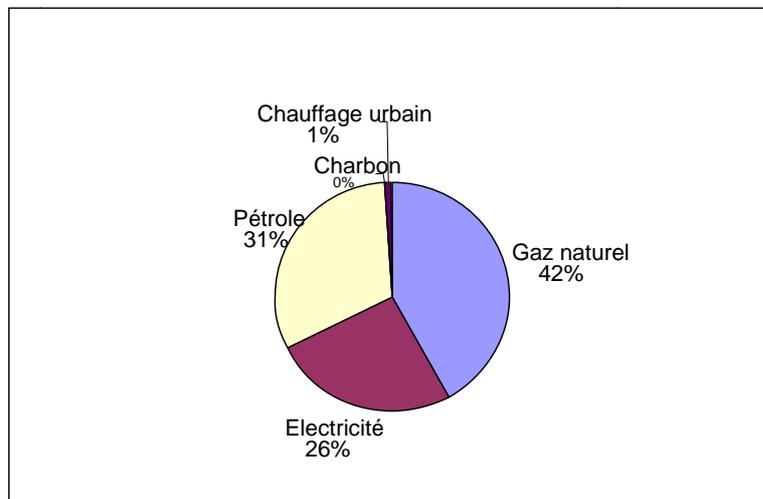
Des consommations énergétiques équilibrées entre l'industrie, les transports, le résidentiel et le tertiaire

Les consommations énergétiques des principaux secteurs d'activités sont relativement équilibrées. A elles seules, celles de l'industrie et du résidentiel représentent plus de la moitié de la consommation totale globale (54% environ).

L'industrie constitue le premier poste de dépenses énergétiques au coude à coude avec le résidentiel (avec environ 27% des consommations énergétiques pour chacun des secteurs).

La consommation énergétique du secteur industriel est légèrement supérieure à la moyenne française située à 23,7% (source DGEMP : Statistiques énergétiques en France en 2007).

Le transport constitue quant à lui le troisième poste, soit l'équivalent de 7 912 000 MWh (25% de la consommation énergétique globale) dont 3 131 000 MWh pour les transports de marchandises et 4 781 000 MWh pour les transports de personnes.



Graphique 2 : Répartition globale des consommations énergétiques tous secteurs de Lille Métropole

Principalement du pétrole et du gaz naturel

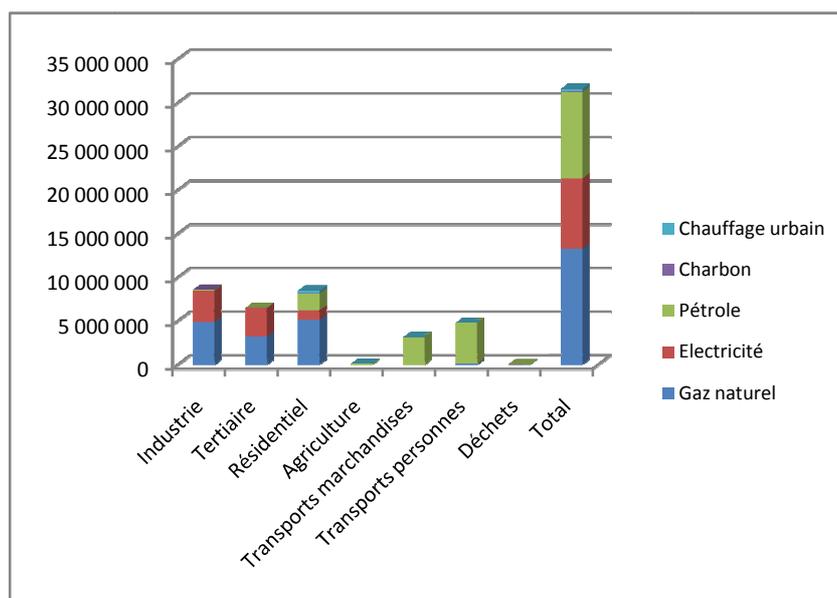
Le gaz naturel constitue la principale source d'énergie consommée devant le pétrole (avec respectivement 13 248 000 MWh et 9 895 000 MWh) en 2007. Les énergies d'origine fossiles représentent donc près des ¾ de la consommation énergétique de Lille Métropole.

L'électricité, troisième source énergétique, s'élève à 8 079 000 MWh en 2007.

Au total le gaz, le pétrole et l'électricité représentent 99% des consommations finales.

Le charbon est devenu une source énergétique marginale avec 52 000 MWh en 2007 principalement destinée au secteur résidentiel et de manière résiduelle dans l'industrie.

Le chauffage urbain est concentré sur le territoire de Lille Métropole Communauté urbaine, secteur le plus urbanisé de l'arrondissement. La consommation est essentiellement réservée au chauffage des logements. Au total, elle représente de l'ordre de 1% de la consommation globale.

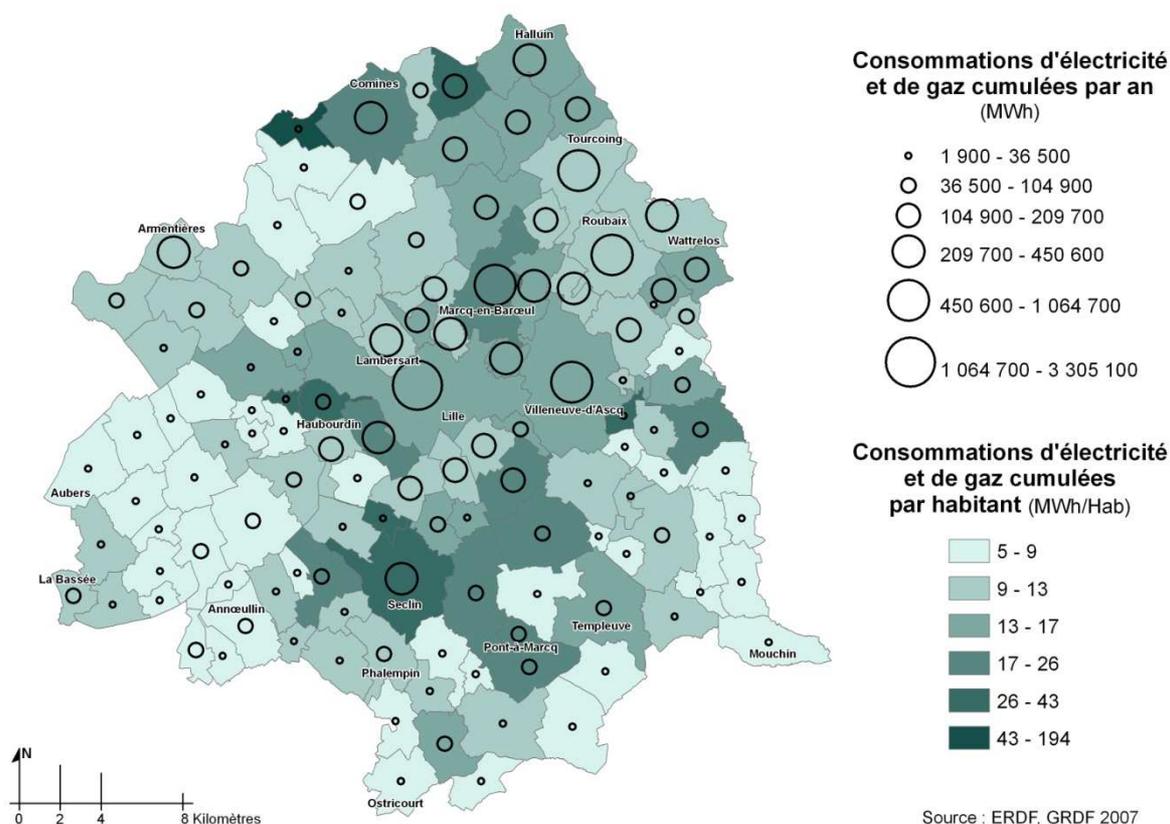


Graphique 3 : Répartition des consommations par nature d'énergie et secteur d'activité

Les transports sont très fortement dépendant du pétrole (7 781 000 MWh soit 79% de la consommation de pétrole).

**Des transports
fortement
dépendant du
pétrole**

Il est peu utilisé dans l'industrie et le tertiaire (112 000 MWh pour ces deux secteurs).



Carte 1 - Répartition spatiale des consommations cumulées d'électricité et de gaz naturel par habitant

II. LA PRODUCTION ENERGETIQUE DE LILLE METROPOLE

Une production très faible

La production d'énergie correspond à 1,63% de la consommation énergétique

Le territoire de Lille Métropole présente une très faible production énergétique.

Celle-ci correspond à une production de 516 000 MWh soit environ 1,63% des consommations énergétiques du territoire.

Production	Production en MWh	% de la consommation globale
Réseaux de chaleur	309 350	0,98%
Energie fatale	185 500	0,59%
Energies renouvelables	21 119	0,07%
Total	515 969	1,63%

Tableau 2 : Production d'énergie de Lille Métropole en 2007

Le territoire ne dispose d'aucune installation de production d'électricité (du type centrale thermique ou nucléaire) ou de transformation d'énergie fossiles (raffinerie, ...).

Essentielle-ment issue des installations de transformation

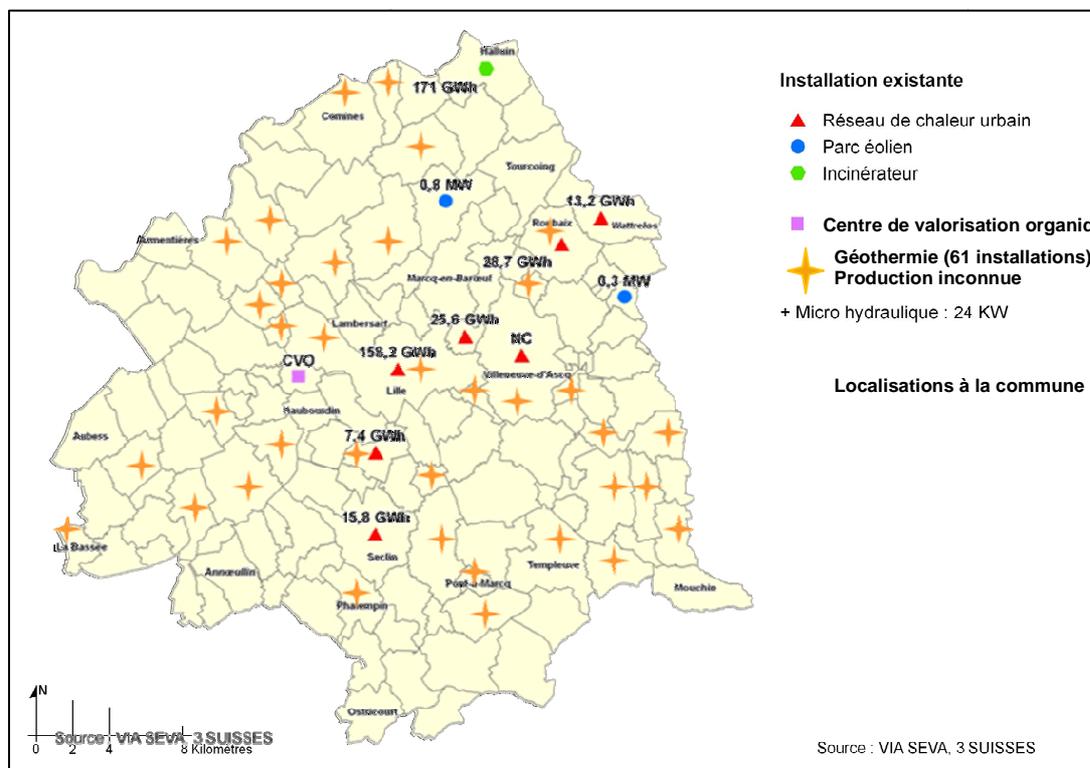
Le territoire dispose toutefois d'installations de transformation et distribution de l'énergie sous la forme :

- De réseaux de chaleur ;
- D'énergie fatale qui recouvre l'énergie présente dans un processus et qui est récupérée ou valorisée. Deux sources importantes d'énergie fatale sont identifiées dans le territoire de Lille Métropole :
 - Le CVE (Centre de Valorisation Energétique) de Halluin : cette usine d'incinération de déchets produit de l'électricité pour partie autoconsommée et mise sur le réseau pour l'excédent ;
 - Le CVO (Centre de Valorisation Organique) qui produit du biogaz issu du traitement des déchets organiques ; à terme, celui-ci devrait alimenter un parc de bus du réseau Transpole (territoire de LMCU).

Enfin, le traitement des eaux usées à la STEP de Marquette dispose d'une unité de production de biogaz, consommé entièrement pour le fonctionnement de la station.

Avec 15 réseaux de chaleur dont deux alimentés au bois

La métropole dispose ainsi de 13 réseaux de chaleur alimentés pour l'essentiel par des énergies fossiles (gaz naturel et fioul) et deux réseaux de chaleur alimentés au bois (à Seclin et Wattignies).



Carte 2 : Lieux de production d'énergie sur le territoire de Lille Métropole

Et de façon plus marginale pour les ENR

Les énergies dites renouvelables (ENR) constituent une autre source de production énergétique de Lille Métropole mais à des quantités extrêmement faibles compte tenu de la demande énergétique du territoire, avec en 2007 :

- 34 MWh pour la production d'énergie issue du solaire thermique ;
- 520 MWh pour la production d'électricité issue du photovoltaïque ;
- 565 MWh pour les deux aérogénérateurs situés en zones d'activité ;
- 20 000 MWh pour la production issue de la biomasse (chaufferies bois).

Une forte évolution de la production des particuliers en 2008 et 2009

Toutefois, le nombre d'installations solaires (thermique, photovoltaïque et combiné) a explosé les deux années suivantes notamment en raison des différentes incitations mises en place (crédits d'impôts, chèque solaire régional, campagnes ADEME, Grenelle de l'environnement...), passant la production à 4 400 MWh en 2009 (contre 554 MWh en 2007).

L'évolution de la production d'énergie solaire modifie faiblement ce constat

L'évolution importante du nombre d'installations entre 2007 et 2009 modifie donc très légèrement le constat établi précédemment, la production d'énergie renouvelable dépassant désormais les 4 000 MWh.

La part d'énergie produite dans le territoire passe de 1,63% à 1,64%.

Production	Nombre d'installations	Nature	Production en MWh
Solaire photovoltaïque	1 347	Electricité	945*
Solaire thermique individuel	807	Chaleur	1 412**
Solaire combiné	277	Chaleur	2 043**
Total	2 431		4 400

Tableau 3 : Bilan de la production solaire en 2009

* A raison d'une productivité de 875 KWh par an pour 1 KWc

** A raison d'une productivité de 350 KWh par m² par an

Analyse spatiale

Une production essentiellement concentrée dans 17 installations... 17 installations à peine produisent 99,8% de la production énergétique de Lille Métropole en 2007.

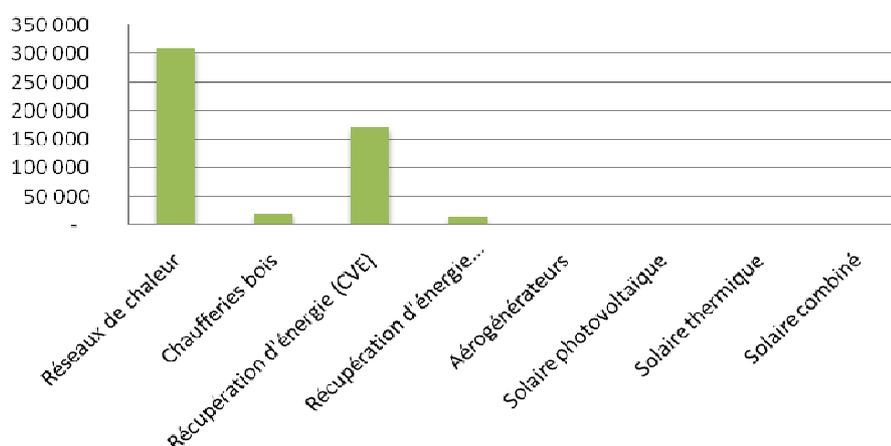
	Nombre d'installations	Nature	Production en MWh
Réseaux de chaleur	13	Chaleur	309 350
Chaufferies bois	2	Chaleur	20 000
Récupération d'énergie (CVE)	1	Electricité	171 000
Récupération d'énergie (CVO)*	1	Carburant	14 500
Aérogénérateurs	2	Electricité	565
Solaire photovoltaïque	160	Electricité	34
Solaire thermique	270	Chaleur	520
Total	449		515 969

* La valeur correspond à la production potentielle estimée de 2010

Tableau 4 : Nombre d'installations et production énergétique de Lille Métropole en 2007

...et des énergies renouvelables disséminées

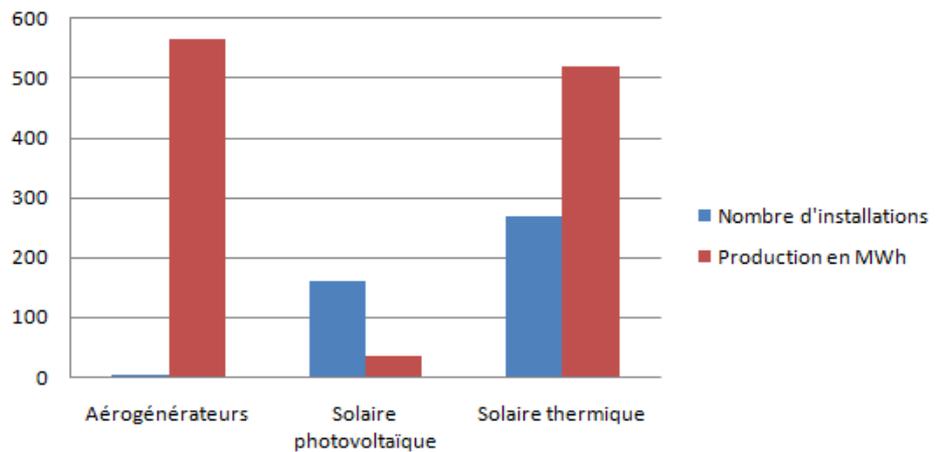
Et à l'inverse, un grand nombre d'installations disséminées (96,2% des installations) est à l'origine d'une très faible part de production énergétique couvrant 0,07% des besoins énergétiques.



Graphique 4 : Répartition des productions énergétiques dans l'Arrondissement en MWh

La production éolienne est principalement liée à la production des deux aérogénérateurs.

La production d'énergie solaire provient majoritairement des installations solaires thermiques.



Graphique 5 : Répartition des productions selon le nombre d'installation pour l'éolien et le solaire

Une connaissance limitée des productions d'ENR

Notons que cette présentation ne fait pas état de production énergétique telle que la géothermie et ceci pour une raison essentiellement méthodologique (pas de données fiables disponibles).

III. ANALYSE DES FACTEURS DE VARIATION DES CONSOMMATIONS A L'HORIZON 2030

Etude de 2 scénarios : le tendancier et le Grenelle

Le Scénario « tendancier » Le terme « tendancier » est l'équivalent français de "Business as Usual" de l'Agence Internationale de l'Energie (AIE) :
"il s'agit d'un scénario de prospective où la demande d'énergie évolue dans le futur conformément aux tendances du passé et où aucune politique nouvelle n'est adoptée".

Le scénario « tendancier » ne doit pas être compris comme décrivant l'avenir le plus probable, mais comme **un scénario étalon**.

Compte tenu de l'évolution du cadre réglementaire (en références aux lois Grenelle notamment) d'une part, et de l'anticipation d'une forte montée des prix de l'énergie, d'autre part, le scénario « tendancier » est considéré comme étant un scénario décrivant la situation « du pire ».

Le Scénario « Grenelle » *A contrario*, le scénario « Grenelle » correspond à la **mise en œuvre d'une politique énergétique extrêmement volontariste**.

Il s'agit d'un scénario construit sur la base d'une rupture d'évolution telle que le Grenelle de l'environnement l'ambitionnait.

Des évolutions potentielles des consommations énergétiques L'analyse des facteurs de variations des consommations porte sur l'ensemble des secteurs d'activités suivants : l'habitat, l'industrie, le tertiaire, le transport, l'agriculture et les déchets.

Chaque construction de scénario tient compte des tendances actuelles (« prolongement des trends ») ou de la mise en œuvre de certaines politiques ou contraintes (article 75 de la loi Grenelle notamment).

Les données communes aux deux scénarios

Les scénarios Tendancier et Grenelle reposent sur des données communes dont l'évolution n'est pas liée aux mesures énergétiques. Il s'agit de données structurelles invariantes relatives à :

- La production annuelle de logements ;
- L'évolution des consommations énergétiques dans le secteur industriel ;
- L'évolution des surfaces dans le secteur tertiaire (commerces et bureaux) ;
- La production annuelle de déchets par les ménages ;
- Le secteur agricole.

La production annuelle de logements

Compte tenu, d'une part, de l'évolution démographique stagnante et, d'autre part, du phénomène persistant de décohabitation, nous retenons comme hypothèse que le rythme de construction de logements sera similaire aux tendances passées, soit une production de 3 300 logements/an dont 1 800 logements nouveaux en collectifs/an et 1 500 logements individuels/an (source Filocom).

Typologie d'Habitat	2007	2030	Evolution
Collectif	200 371	239 971	20%
Individuel	287 136	320 136	11%
Total	487 507	560 107	15%

Tableau 5 : Evolution du nombre de logements 2007/2030

La consommation énergétique de l'industrie

Les prévisions concernant les activités industrielles de Lille Métropole sont soumises à de fortes incertitudes. En effet, la tendance lourde indique clairement qu'un processus massif de désindustrialisation est en cours, mais, par ailleurs, la montée des prix de l'énergie et les politiques de ré-industrialisation plaident pour un regain de l'industrie...

Face à cette incertitude, l'étude retient comme hypothèse commune aux deux scénarios que seule la consommation énergétique des entreprises soumises à la directive européenne sur les quotas d'émission va décroître de l'ordre de 2,2% par an telles que le Plan National d'Allocation des Quotas (PNAQ) le prévoit. Pour les autres industries, compte tenu de l'incertitude, nous ne retenons aucune hypothèse de tendance.

Pour Lille Métropole, les entreprises soumises au PNAQ sont principalement les réseaux de chaleur. Ces entreprises représentent à elles seules environ 49% des consommations du secteur industriel.

Dans les faits, la baisse des consommations s'effectuera par sauts technologiques ; concernant l'étude, nous retenons une décroissance linéaire annuelle de 2,2% de la consommation énergétique.

Au final, on estime à 24% la réduction des consommations énergétiques à horizon 2030.

Industries	2007	2030	Evolution
PNAQ	4 193 996	2 164 102	-48%
Hors PNAQ	4 365 180	4 365 180	0%
Total	8 559 176	6 529 282	-24%

Tableau 6 : Consommations énergétiques de l'industrie 2007/2030 en MWh

NB : Le PNAQ concerne les activités fortement émettrices de Gaz à effet de serre (GES), l'objectif d'une baisse annuelle de 2,2% concerne donc les émissions de GES et non directement les consommations énergétiques. Nous émettons donc l'hypothèse simplificatrice d'une corrélation linéaire parfaite entre émissions de GES et consommation énergétique.

L'évolution des surfaces dans le tertiaire (bureaux et commerce)

Le territoire de Lille Métropole, de LMCU en particulier, est fortement tertiarié compte tenu des surfaces de bureaux et des surfaces commerciales.

Les surfaces de bureaux s'élèvent à 4,3 millions de m² en 2007 (source OBM - Observatoire des Bureaux Lillois Métropolitains).

La tendance lourde observée indique un rythme de production annuel de 82 000 m² / an. Nous estimons donc une augmentation des surfaces de bureaux de l'ordre de 42% pour 2030.

Bureaux	2007	2030	Evolution
Surfaces totales (en m ²)	4 300 000	6 100 000	42%

Tableau 7 : Evolution des surfaces de bureaux 2007/2030

En ce qui concerne le commerce, les surfaces de ventes en 2007 sont estimées à 1,5 millions de m² dont 1,2 millions de m² pour les surfaces supérieures à 300 m² (source ADULM).

La projection à 2030 du commerce tient compte de la taille des surfaces :

- prolongement des tendances observées pour les surfaces inférieures à 300 m² ;
- recensement des « grands projets précisés » pour les surfaces de ventes supérieures à 300 m².

On peut citer :

- Pôle meuble (Tourcoing) : 50 000 m²
- Extension (Roncq) : 25 000 m²
- Green Center (Seclin) : 20 000 m²
- Extension de la surface autour de Conforama (Seclin) : 20 000 m²
- Surface de commerces (Tourcoing centre) : 6 000 m²
- Lille Sud : 23 000 m²

Soit au total 144 000 m² supplémentaires pour les surfaces supérieures à 300 m².

Commerce	Surfaces de vente en m ² en 2007	Surfaces de vente en m ² en 2030	Évolution
Surfaces > 300 m ²	1 200 000	1 344 000	11%
Surfaces < 300 m ²	300 000	422 210	29%
Total	1 500 000	1 766 210	15%

Tableau 9 : Evolution du commerce 2007/2030

Au total, nous estimons donc l'augmentation des surfaces tertiaires (bureaux+commerces) à **1 866 000 m²** en 2030. Cette évolution des surfaces tertiaires est surtout sensible à celle des bureaux (1 600 000 m² supplémentaires soit 83% des surfaces tertiaires supplémentaires d'ici 2030).

Les volumes de déchets à traiter

La production de déchets à l'échelle de Lille Métropole est en moyenne de 634 kg / habitant.

Cette quantité est très variable d'une intercommunalité à une autre. Toutefois, nous observons une tendance générale à la baisse de l'ordre de 1% /an (soit un peu plus d'1 kg/habitant/an). Nous estimons donc à environ 167 000 tonnes la baisse des déchets ménagers d'ici 2030.

Déchets ménagers	Tonnes de déchets produites en 2007	Tonnes de déchets produites en 2030	Évolution
Quantités produites en tonnes	760 800	593 424	-22%

Tableau 10 : Evolution des déchets ménagers 2007/2030

Le secteur agricole

Les surfaces agricoles exploitées de Lille Métropole en 2006 représentent environ 48% de la surface totale du territoire avec environ 42 000 hectares (source : Corine land cover).

Le secteur agricole subit toutefois une forte érosion de ces surfaces avec une perte moyenne de 300 ha /an constatée sur la période 2001 / 2007. Nous retenons donc pour les deux scénarios une perte de surface agricole conformément aux tendances actuelles, à savoir une perte de 6 600 hectares pour 2030.

Nous retenons l'hypothèse d'une baisse de consommation énergétique proportionnelle à la perte des terres agricoles exploitées. De même, nous n'envisageons pas de distinction entre les surfaces exploitées pour la production de céréales (50% des surfaces cultivées) et les autres productions agricoles.

NB : Notons qu'il s'agit d'une diminution des consommations énergétiques pour l'agriculture uniquement. La conversion des terres agricoles pour l'urbanisation s'accompagne bien évidemment d'une augmentation *in fine* de consommations énergétiques (habitat, tertiaire, industrie, transports...). Enfin, il s'agit d'une perte subie et non désirée de cette ressource rare et à préserver que représentent les terres arables.

Synthèse des données communes aux deux scénarios

Secteur	Valeurs 2007-2030	Evolution 2007/2030	Source
Logements (en quantité)	2007 : 487 507 2030 : 560 107	+15 % dont : + 22 % collectif + 13 % individuel	INSEE, Sitadel
Industrie (en MWh)	2007 : 8 559 176 2030 : 6 529 282	- 24 % (dont - 48 % du PNAQ)	ADULM/Symoé
Surfaces de bureaux (en m ²)	2007 : 4 300 000 2030 : 6 100 000	+ 42 %	ADULM, OBM
Commerces (en m ²)	2007 : 1 500 000 2030 : 1 766 210	+15 % dont : + 11 % > 300 m ² + 29 % < 300 m ²	ADULM
Déchets ménagers (en tonnes)	2007 : 760 800 2030 : 593 424	- 22%	ADULM
Agriculture (surfaces exploitées en ha)	2007 : 42 000 2030 : 35 400	- 300 ha / an - 6 600 ha en 22 ans	SYMOE

Tableau 11 : Tableau synthétique des données communes aux deux scénarios Tendancier et Grenelle

Les consommations énergétiques à l'horizon 2030 selon les scénarios tendanciel et Grenelle

L'estimation des consommations énergétiques à l'horizon 2030 repose sur la construction des deux scénarios contrastés **d'évolutions tendancielle**s ou **d'évolutions selon la réglementation issue du Grenelle de l'environnement**.

6 secteurs d'activités sont considérés dans la construction des scénarios :

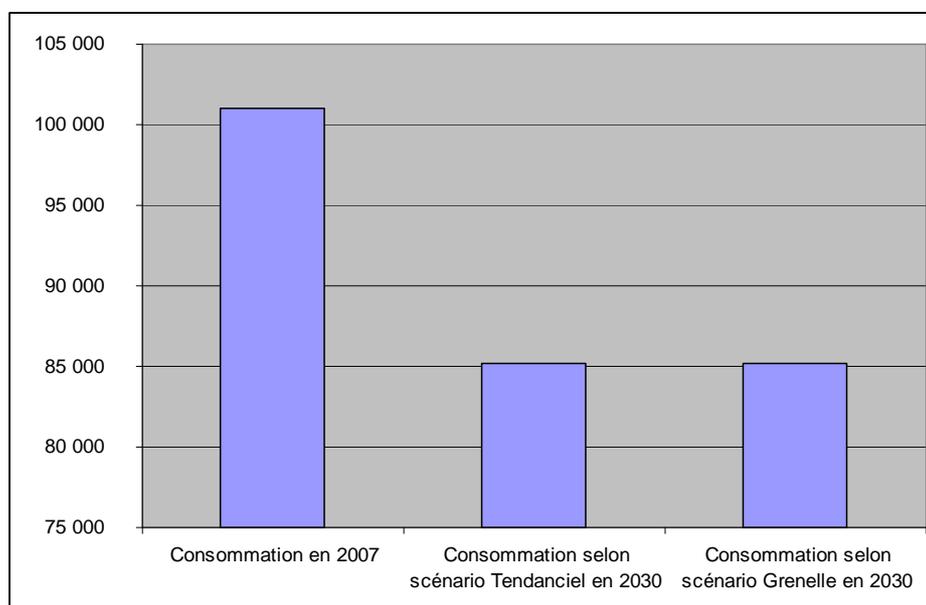
- l'agriculture ;
- les déchets ;
- le secteur industriel ;
- le secteur tertiaire ;
- le Transport des personnes et des marchandises ;
- le secteur résidentiel.

Besoins de l'agriculture en 2030

Une réduction des besoins énergétiques de 15 830 MWh pour les deux scénarios

Avec une perte annuelle de 300 hectares environ par an, la surface agricole en 2030 représenterait 35 400 hectares soit 40% des surfaces totales de Lille Métropole (42 000 hectares en 2007). Il s'agit d'une hypothèse commune aux deux scénarios (cf section précédente).

La consommation énergétique en 2030 passerait ainsi à près de 85 000 MWh contre 101 000 MWh en 2007, soit une baisse de l'ordre de 16 000 MWh.



Graphique 6 : Evolution de la consommation énergétique du secteur Agricole en MWh selon les scénarios tendanciel et Grenelle

Consommation en MWh	2008	2030
---------------------	------	------

Total	100 740	84 910
-------	---------	--------

Tableau 11 : Consommations énergétiques en MWh du secteur agricole en 2030

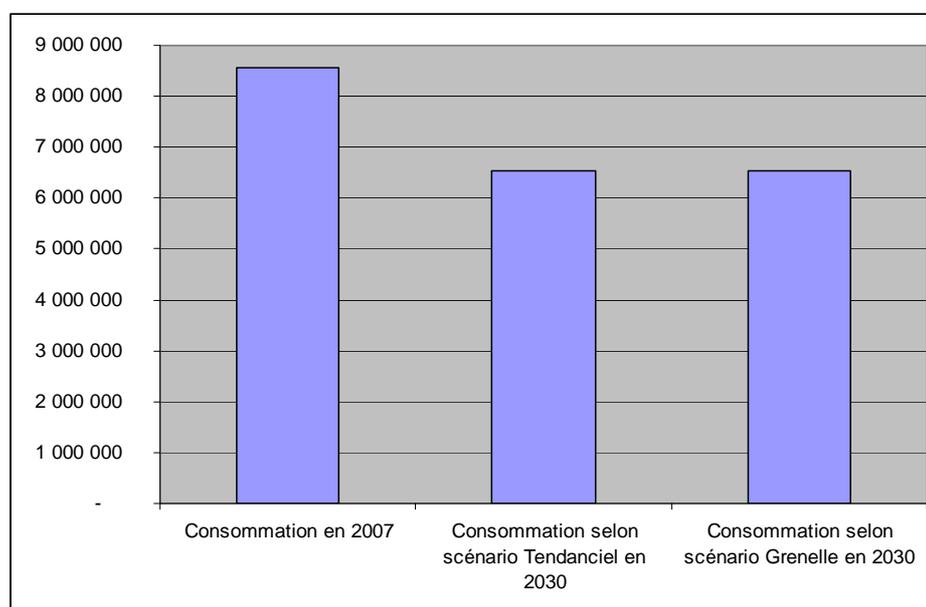
Traitement des déchets	Consommation en MWh en 2007	Consommation en MWh en 2030	Écart en MWh
Total	27 122	21 155	5 967

Tableau 12 : Consommations énergétiques en MWh des déchets en 2030

Une réduction des besoins énergétiques de 2 030 GWh pour les deux scénarios

Conformément à la partie précédente, nous retenons une évolution identique des besoins énergétiques du secteur industriel pour les deux scénarios.

Nous estimons une baisse de l'ordre de **2 030 GWh** des besoins énergétiques du secteur industriel à horizon 2030 pour les deux scénarios.



Graphique 7 : Evolution de la consommation énergétique du secteur industriel en MWh selon les scénarios tendanciel et Grenelle

Besoins du secteur Tertiaire en 2030

6 509 GWh en 2007

La consommation énergétique du secteur tertiaire représentait environ **6 509 GWh en 2007**.

NB : Il est à noter que les fournisseurs d'énergie, pour une raison de confidentialité, ne fournissent que deux types de données : les quantités consommées et les barèmes de tarification. Les consommations énergétiques sectorielles indiquées dans cette étude sont donc le résultat d'une ventilation. Nous estimons à 18% la part des consommations liées au Commerce et celle des Bureaux à 41%.

La part restante correspond à la consommation des bâtiments énergivores non soumis à une réglementation thermique (les équipements sportifs tels que les piscines, patinoires et autres

complexes sportifs, les Hôpitaux...) ainsi qu'à la perte en ligne des réseaux.

Seuls les Bureaux et le commerce sont soumis à la réglementation thermique (RT). C'est essentiellement sur cette base que nous évaluerons l'impact d'une politique volontariste de maîtrise énergétique (le scénario Grenelle) comparativement au scénario tendanciel.

Pour le scénario tendanciel, l'estimation des consommations énergétiques à l'horizon 2030 se base sur une révision de la réglementation thermique imposant 20% d'efficacité tous les 5 ans. Bien entendu, dans les faits, l'application de la RT n'est pas systématique ni immédiate ; toutefois nous avons opté pour une simplification des hypothèses pour une meilleure lecture des résultats.

Le scénario tendanciel indique une augmentation de la consommation énergétique de 122 GWh d'ici 2030 pour les Bureaux.

Tendanciel	2008		2030	
Bureaux	Surface en m²	Consommation en MWh	Surface en m²	Consommation en MWh
Total	4 300 000	2 671 000	6 100 000	3 352 080

Tableau 13 : Consommations énergétiques en MWh des Bureaux en 2030 (tendanciel)

Concernant le commerce, le scénario tendanciel indique une augmentation de 79 GWh pour 2030.

Commerce	Surfaces supplémentaires en 2030 (en m²)	Consommations énergétiques en 2030 en MWh
Surfaces > 300 m ²	144 000	57 600
Surfaces < 300 m ²	122 210	21 997
Total	266 210	79 598

Tableau 14 : Consommations énergétiques en MWh du Commerce en 2030 (tendanciel)

Les consommations électriques supplémentaires pour les usages spécifiques (équipement informatique par exemple) sont prises en considération au travers une majoration de 20% ;

Au total, le scénario tendanciel estime la consommation énergétique du

Tertiaire à 7 194 000 MWh à l'horizon 2030 soit une augmentation de 684 700 MWh par rapport au niveau de 2007.

Une augmentation de 685 GWh selon le scénario tendanciel

Pour le scénario Grenelle, l'estimation des consommations énergétiques à l'horizon 2030 se base sur une application (théorique) des niveaux de performance suivants :

- Bâtiments Basse Consommation dès 2012 (65 KWh/an/m²) ;
- Bâtiments à Énergie POSitive (BEPOS) dès 2020 ; les BEPOS consomment moins d'énergie qu'ils n'en produisent ;
- Rénovation BBC pour 30% des surfaces de Bureaux (soit 130 KWh/an/m²).

Une baisse de l'ordre de 734 GWh pour le scénario Grenelle

Le scénario Grenelle indique une économie de l'ordre de 735 000 MWh pour les Bureaux et une augmentation de 900 MWh pour le Commerce, soit un gain énergétique total de l'ordre de 734 000 MWh à l'horizon 2030.

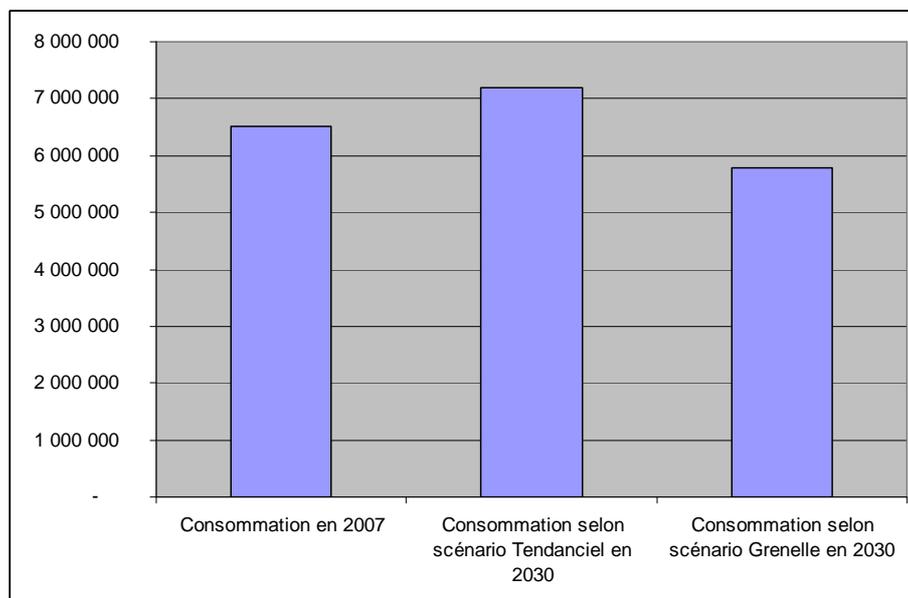
Bureaux	Consommation en MWh des constructions entre 2011 et 2020	Consommation en MWh des constructions entre 2020 et 2030	Réhabilitation de 30% du parc des Bureaux (en MWh)	Consommation en MWh en 2030
Total	66 144	0	801 429	1 936 144

Tableau 15 : Consommations énergétiques en MWh des Bureaux en 2030 (Grenelle)

Commerce	Surfaces commerciales supplémentaires en 2030 (en m ²)	Consommations énergétiques en 2030 en MWh
Total	266 210	904 520

Tableau 16 : Consommations énergétiques en MWh du Commerce en 2030 (Grenelle)

Le gain entre le scénario tendanciel et Grenelle en 2030 serait de **1 418 GWh**.



Graphique 8 : Evolution de la consommation énergétique du Tertiaire en MWh selon les scénarios tendanciel et Grenelle

Besoins du secteur Résidentiel en 2030

8 473 GWh en 2007 La consommation énergétique du secteur Résidentiel s'élève à 8 473 GWh en 2007.

Les hypothèses des variations de consommations relatives à l'Habitat portent sur trois éléments principaux :

- Le nombre de logements (variable similaire dans les deux scénarios) ;
- L'efficacité thermique des logements neufs (BBC / BEPOS) ;
- L'efficacité thermique des logements anciens (niveau de réhabilitation) et le taux de réhabilitation thermique

NB : Les projections ci-dessous présentent quelques limites :

- Elles ne prennent pas en considération les consommations électriques pour les usages spécifiques ;
- Le taux de rénovation du parc de logements actuels est limité. Vraisemblablement, la montée des prix énergétiques devrait élever mécaniquement (par élasticité prix) le taux de rénovation des logements, tout particulièrement les moins performants énergétiquement ;
- Les projections considèrent une application systématique et à date des objectifs de performance énergétique, ce qui ne correspond pas aux pratiques.

Typologie d'Habitat	2008 / 2010	2010 / 2015	2015 / 2020	2020 / 2025	2025 / 2030
Collectif	3 600	9 000	9 000	9 000	9 000
Individuel	3 000	7 500	7 500	7 500	7 500
Total	6 600	16 500	16 500	16 500	16 500

Tableau 17 : Evolution du nombre de constructions « collectif » et « individuel » de 2008 à 2030

L'évolution tendancielle relative à l'efficacité thermique des logements devrait progresser tous les 5 ans de l'ordre de 20% pour atteindre 53 KWh/m²/an en 2030.

Performance thermique	2008 / 2010	2010 / 2015	2015 / 2020	2020 / 2025	2025 / 2030
Tous logements	130	104	83	67	53

Tableau 18 : Performance thermique selon la réglementation thermique en KWh/m²/an

Consommation en MWh	2008 / 2010	2010 / 2015	2015 / 2020	2020 / 2025	2025 / 2030
Collectif	33 228	66 456	53 164	42 531	34 025
Individuel	27 690	55 380	44 304	35 443	28 354
Total	60 918	121 836	97 468	77 975	62 380

Tableau 19 : Consommation des constructions neuves de 2008 à 2030 (tendanciel)

La consommation énergétique supplémentaire induite par la construction des logements s'élève donc à 420 578 MWh.

Par ailleurs, nous retenons l'hypothèse d'une rénovation de l'ordre de 5% du parc de logements pour un niveau de performance équivalent à celui de la RT 2005 soit 130 KWh/m²/an.

La rénovation s'appliquerait alors sur 24 375 logements soit environ 1 200 logements rénovés aux performances de la RT 2005 par an.

Le gain énergétique relatif à ces rénovations est estimé à 199 GWh environ.

	2008 / 2030	
Rénovation	Nombre de logements	Gains énergétiques en MWh
Total	24 375	199 025

Tableau 20 : Gains énergétiques relatifs à la rénovation (tendanciel)

**une hausse
de la
consomma-
tion de 221
GWh pour le
scénario
tendanciel**

Au total, le scénario tendanciel évalue à 8 694 500 MWh les besoins énergétiques du secteur Résidentiel à l'horizon 2030.

Dans le cadre du scénario Grenelle, les hypothèses relatives à la performance énergétique reprennent l'application des normes BBC dès 2012 (65 KWh/an/m²) et BEPOS à partir de 2020.

La consommation pour le chauffage calculée sur ces périodes selon les niveaux de performance énergétique correspond donc à une consommation limitée mais supplémentaire. Bien que les BEPOS produisent plus d'énergie qu'ils n'en consomment nous avons évalués à 15 KWh/an/m² les besoins énergétiques de ce type de Bâtiments.

Consommation en MWh	2008 / 2011	2011/2020	2020 / 2030
Collectif	49 842	57 510	19 170
Individuel	41 535	47 925	15 975
Total	91 377	105 435	35 145

Tableau 21 : Consommation en KWh des constructions neuves de 2008 à 2030 (Grenelle)

La consommation totale des 72 600 logements neufs représenterait alors annuellement **232 GWh**.

La part des logements rénovés doublerait par rapport au scénario tendanciel pour un niveau de performance équivalent au BBC dès 2012 et au BEPOS à partir de 2020.

	2008 / 2030	
Rénovation	Nombre de logements	Gains énergétiques en MWh
Total	48 750	674 953

Tableau 22 : Gains énergétiques relatifs à la rénovation (Grenelle)

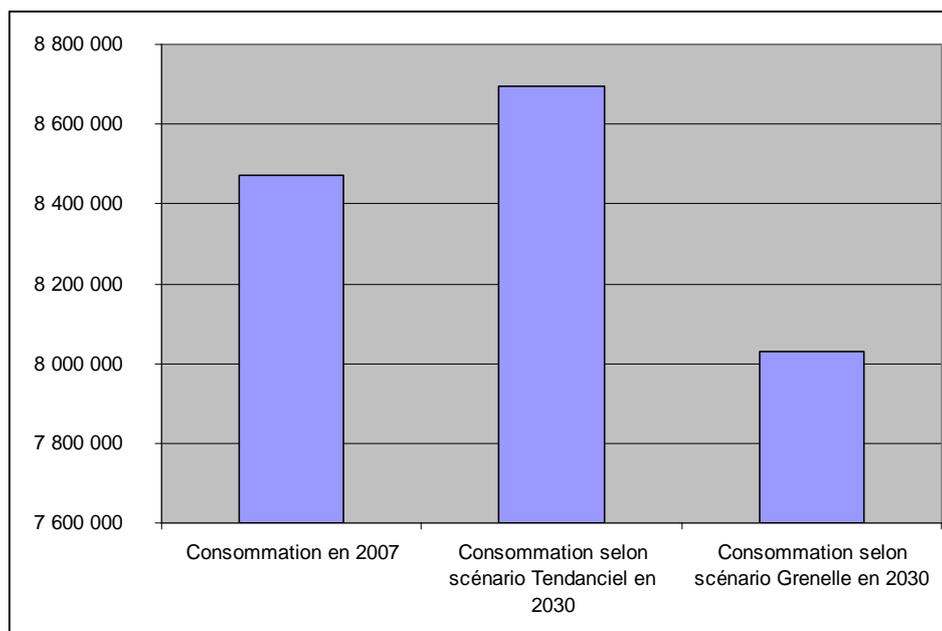
La rénovation des logements selon ces hypothèses représenterait une réduction des consommations énergétiques du Résidentiel de l'ordre de **674 GWh**.

**une baisse
de 443 GWh
selon le
scénario
Grenelle**

Le scénario Grenelle correspondrait à une réduction énergétique équivalente à **443 GWh**.

Cette réduction de la consommation repose sur une efficacité énergétique performante des logements rénovés et des bâtiments neufs produits.

L'écart constaté entre le scénario tendanciel et Grenelle représente plus de **664 GWh** (soit 8% environ de la consommation du secteur résidentiel en 2007).



Graphique 9 : Evolution de la consommation énergétique du Résidentiel en MWh selon les scénarios tendanciel et Grenelle

Besoins énergétiques du Transport en 2030

**7 912 GWh
en 2007**

La consommation énergétique des Transports en 2007 s'élevait à 3 131 GWh pour les Transports de marchandises et à 4 781 GWh pour les Transports de personnes (7 912 GWh au total pour le secteur du Transport).

L'estimation des besoins énergétiques des transports de marchandises selon **le scénario tendanciel** repose sur les hypothèses suivantes :

- Une évolution fortement liée au fret routier qui est à la fois le mode dominant (avec 75% du fret global) et en progression constante sur la période d'observation 1998 / 2006 (source : diagnostic du PDU) avec respectivement +2,2% et +1,6% de progression annuelle pour le fret interne et le fret d'échanges.
- Une évolution négligeable des frets ferroviaire, fluvial et aérien en raison de leurs très faibles taux de progression.

L'évolution du fret routier passerait ainsi d'une consommation énergétique de 2 218 GWh en 2007 à 3 062 GWh en 2030, soit une augmentation de 844 GWh.

Transport de marchandises	Consommation en MWh en 2008	Consommation prévisionnelle en MWh en 2030
Fret interne	637 070	942 464
Fret d'échanges	1 581 463	2 119 160
Total	2 218 533	3 062 024

Tableau 23 : Évolution tendancielle de la consommation énergétique des transports de marchandises

L'estimation des besoins énergétiques des transports de personnes selon **le scénario tendanciel** repose sur les hypothèses suivantes (scénario 1 du PDU de LMCU étendu à l'échelle de l'arrondissement de Lille) :

- Pour les véhicules légers (VL) :

- Une réduction de 6,6% des distances pour les échanges ;
- Une réduction de 28,3% des distances parcourues pour les déplacements internes.

NB₁ : A l'échelle de l'arrondissement, les VL représentent 46% des déplacements. Les distances réalisées par les habitants de LMCU sont de 4 km/jour (4,3 km/jour pour les habitants de l'arrondissement). Alors que l'on a assisté entre 1998 et 2006 à un report modal de l'ordre de 8% des déplacements conducteurs de LMCU au profit des transports en commun (source PDU), *a contrario*, l'enquête ménage montre une augmentation de 4% des déplacements conducteurs pour les habitants du reste de l'arrondissement. Le scénario tendanciel prend en considération ces évolutions divergentes en se basant sur les objectifs du scénario 1 du PDU.

NB₂ : La répartition des distances parcourues des VL est de :

- Échanges : 25%
- Déplacements internes : 62%

- Pour les véhicules utilitaires (VUL) : une stabilisation des distances parcourues quels que soient les déplacements (internes, échanges et transit).

Les évolutions constatées pour le scénario tendanciel constituent une réduction des déplacements de personnes de l'ordre de 19,88% à l'horizon 2030 en considérant la stabilisation des déplacements VUL.

Cette diminution correspondrait à une réduction de la consommation en 2030 de **949 GWh**.

NB : en tenant compte du report modal de la route vers les TC, cette diminution de la consommation énergétique s'élèverait à 948 GWh (considérant une hausse de la consommation énergétique des TC).

Déplacements de personnes en voiture	% d'évolution annuel	% d'évolution entre 2008 et 2030
Véhicules légers	-0,93%	-20,6%
Véhicules utilitaires	0%	0%

Tableau 24 : Evolution des déplacements de personnes à l'horizon de 2030 (scénario tendanciel)

Une baisse de 105 GWh selon le scénario tendanciel

Au total, selon le scénario tendanciel, les besoins énergétiques du Transport devraient évoluer à la baisse d'environ **105 GWh**. Cette baisse masque en réalité une évolution contrastée entre le transport de marchandises qui augmente fortement (au point de peser plus de la moitié des besoins énergétiques du secteur en 2030) et celui des personnes qui baisse fortement. La baisse anticipée du transport de personnes quant à elle s'explique en partie par les hypothèses du scénario 1 du PDU qui est un scénario qualifié de « volontariste » avec actions structurantes d'envergure.

L'estimation des besoins énergétiques des transports de marchandises selon le **scénario Grenelle** repose sur l'hypothèse suivante :

Une réduction de 0,9% par an, à partir de 2015, du fret routier de marchandises notamment en anticipant le report modal de la route vers le fluvial induit par l'ouverture du canal Seine Nord Europe dès 2017.

Transport de marchandises	Consommation en MWh en 2008	Consommation prévisionnelle en MWh en 2030
Fret routier	2 218 533	1 779 263

Tableau 25 : Évolution de la consommation énergétique du fret routier selon le scénario « Grenelle »

Transport de marchandises	Consommation en MWh en 2008	Évolution annuelle sur la période 2015 / 2030	Consommation prévisionnelle en MWh en 2030
Fret fluvial	781 637	7 816	783 395

Tableau 26 : Évolution de la consommation énergétique du fret fluvial selon le scénario « Grenelle »

La consommation énergétique du transport de marchandises, selon le scénario Grenelle, devrait diminuer de **437,5 GWh**.

L'estimation des besoins énergétiques du transport des personnes en 2030 selon le scénario Grenelle repose sur l'hypothèse d'une réduction massive des déplacements routiers. Reprenant le scénario 2 du PDU de LMCU (étendu dans le cas de notre étude à l'échelle de

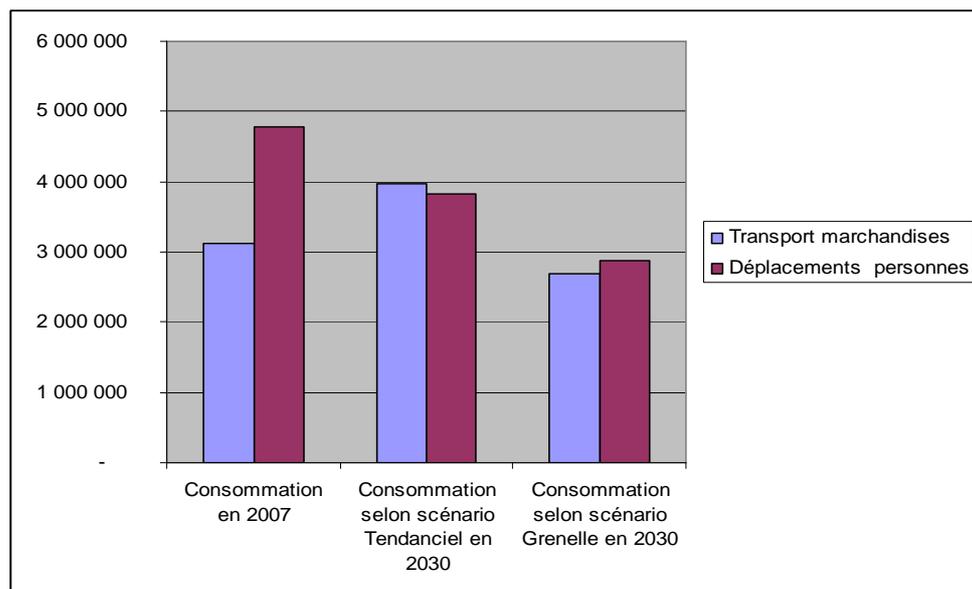
l'arrondissement), il s'agit donc d'un scénario très volontariste avec investissements massifs pour les modes alternatifs et aux contraintes fortes sur le trafic routier (situation de crise énergétique sévère). Dans cette perspective, les objectifs de réduction des VL et VUL du scénario 1 du PDU de LMCU sont doublés, ce qui correspond à une baisse de **1 898 GWh**.

NB : La loi Grenelle ne fixe pas véritablement d'objectifs chiffrés sur les Transports mais identifie des leviers d'action comme :

- Les documents d'urbanisme (le PDU en particulier) ;
- La réglementation pour les maires des communes associées des Agglomérations des Transports en commun en sites propres ;
- Les mesures fiscales (versement transport, plus value immobilière pour les transports en commun, péages urbains,...) ;
- Les interactions entre déplacements de personnes et urbanisme (règle particulière de densité dans des zones de moins de 500 mètres d'une gare ou d'une voie en TC lourd,...).

**Une baisse de
2 335 GWh
selon le
scénario
Grenelle**

Au total, selon le scénario Grenelle, les besoins énergétiques du Transport devraient évoluer à la baisse d'environ **2 335 GWh**. Le Transport est donc identifié comme étant le secteur au plus fort potentiel d'économies d'énergie.



Graphique 10 : Evolution de la consommation énergétique du Transport en MWh selon les scénarios tendanciel et Grenelle

Analyse comparative des scénarios

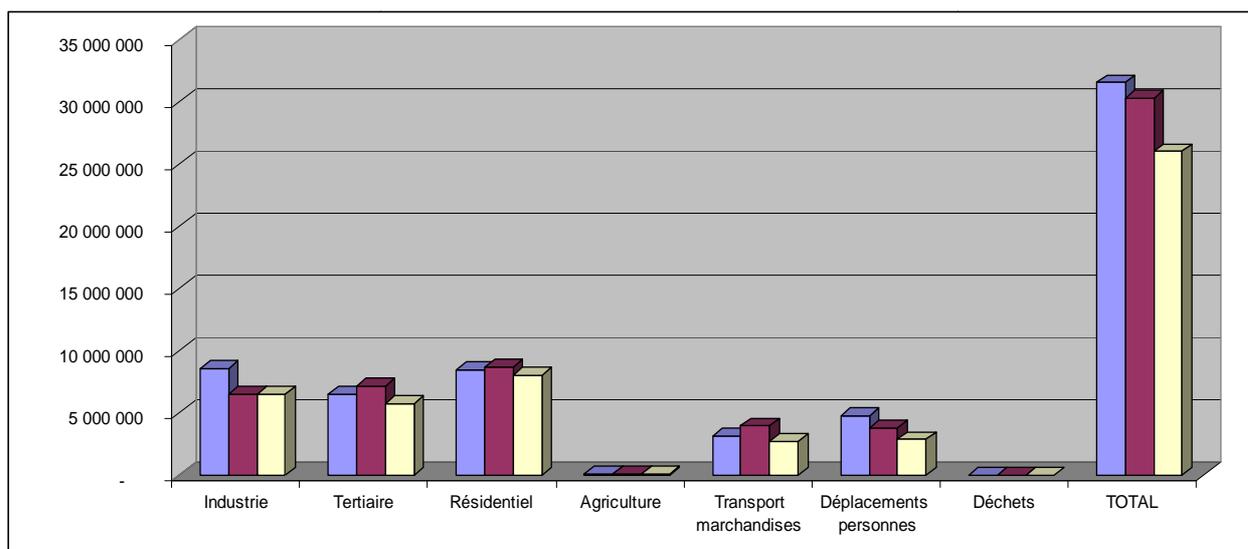
Les résultats de l'exercice prospectif aboutissent au diagnostic suivant :

L'évolution des consommations énergétiques à l'horizon de 2030 selon le scénario tendanciel correspondrait à une légère baisse de l'ordre de 1 251 GWh (soit 4% de la consommation globale de 2007).

- L'évolution des consommations énergétiques à l'horizon de 2030 selon le scénario Grenelle correspondrait à une baisse substantielle de l'ordre de 5 564 GWh (soit 18% de la consommation globale de 2007).

Consommation en MWh	Industrie	Tertiaire	Résidentiel	Agriculture	Transport marchandises	Déplacements personnes	Déchets	TOTAL
Consommation en 2007	8 562 000	6 509 000	8 473 000	101 000	3 131 000	4 781 000	27 120	31 584 000
Consommation selon scénario Tendanciel en 2030	6 532 000	7 193 698	8 694 553	85 170	3 974 000	3 832 000	21 155	30 332 576
Consommation selon scénario Grenelle en 2030	6 532 000	5 775 047	8 030 004	85 170	2 693 488	2 883 000	21 155	26 019 864

Tableau 27 : Consommations énergétiques par secteurs en 2030 selon les scénarios Tendanciel et Grenelle



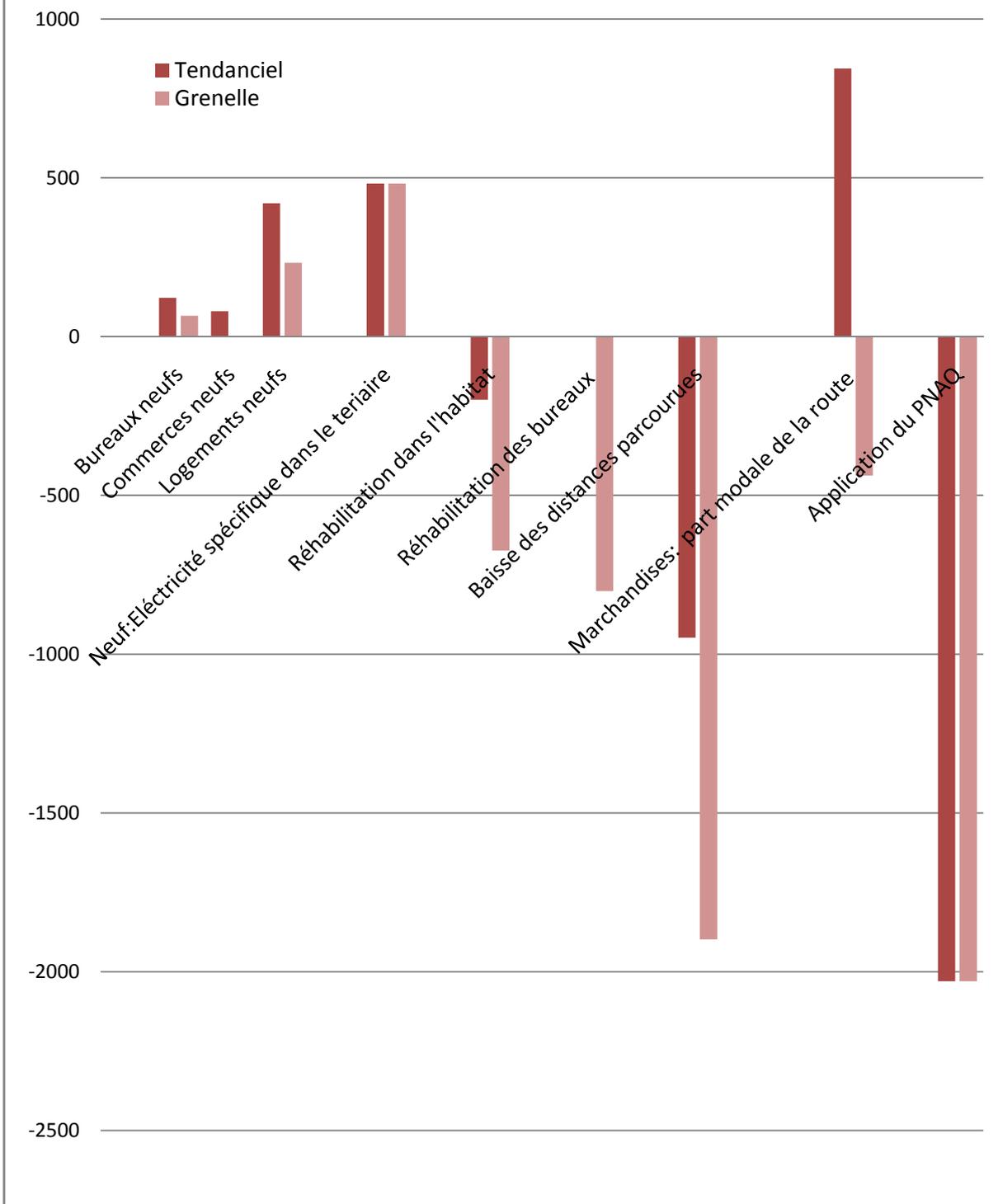
Année de référence 2007

Scénario Tendanciel

Scénario « Grenelle »

Graphique 11 : Consommations énergétiques par secteurs en 2007 et selon les scénarios Tendanciel et Grenelle

Part des leviers dans l'évolution des consommations en GWh



Le scénario tendanciel : une tendance générale à la baisse d'ici 2030

Des consommations énergétiques à la baisse pour l'industrie et les transports de personnes

La plus forte réduction des consommations est constatée pour **l'industrie** avec une baisse de **2 030 GWh** en 2030 par rapport à la consommation de 2007. Ce résultat doit toutefois être relativisé sur deux plans : d'une part, une forte incertitude pèse sur le prolongement de la désindustrialisation... avec l'augmentation des coûts de transport dans les années à venir qui neutraliseraient les gains espérés d'une délocalisation (induits par un moindre coût salarial notamment) ; d'autre part, nous avons basé la projection du scénario Tendanciel sur la base d'une hypothèse forte (commune au scénario Grenelle) en reprenant les objectifs chiffrés du PNAQ (une baisse annuelle de 2,2% des émissions de GES).

La deuxième plus forte baisse enregistrée concerne les déplacements de personnes (**- 949 GWh**). Ce résultat repose sur l'anticipation d'une réduction déjà amorcée des distances parcourues et des échanges par la route (cf. scénario 1 du PDU de LMCU).

Les réductions des consommations du secteur agricole (**-15 GWh**) et du traitement des déchets sont beaucoup plus limitées (**-5 GWh**).

Des consommations énergétiques à la hausse pour le transport de marchandises, le tertiaire et le résidentiel

Des consommations énergétiques à la hausse pour les secteurs **tertiaire (+ 685 GWh), résidentiel (+ 221 GWh) et transport de marchandises (+ 843 GWh)**.

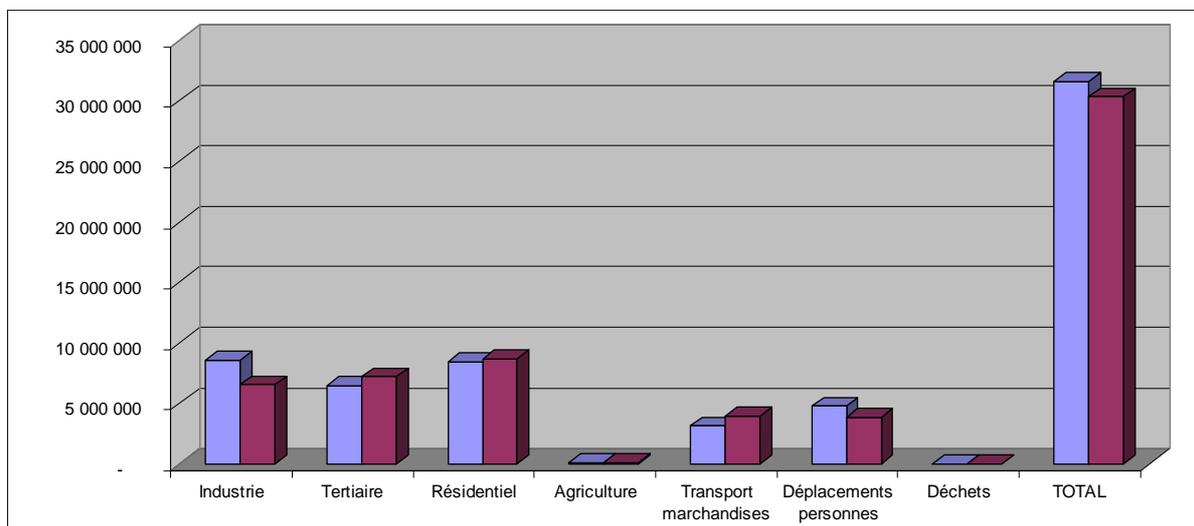
Il s'agit de tendances fortes induites par une augmentation des besoins (cas du logement ou du tertiaire) ou par un modèle routier dominant dans l'acheminement des marchandises (la route représente 75% du trafic).

C'est donc ce type d'activités qui nécessite une vigilance particulière dans la mise en œuvre d'une politique de sobriété énergétique.

Une baisse des besoins de production d'énergies renouvelables

Si nous reprenons l'objectif national des 23% d'énergies renouvelables, les besoins en ENR en 2030 devraient être de **6 976 GWh** (contre **7 264 GWh** selon la consommation énergétique de 2007).

La seule baisse tendancielle des besoins énergétiques à 2030 permet d'abaisser mécaniquement les besoins en ENR : ainsi, l'évolution du mix énergétique, selon le scénario tendanciel, permet d'anticiper un moindre besoin d'ENR de l'ordre de **288 GWh**.



Graphique 12 : Consommations énergétiques par secteurs en 2007 (en bleu) et selon le scénario Tendancier (rouge)

Le scénario Grenelle : une baisse généralisée de tous les secteurs d'activité d'ici 2030

Le scénario Grenelle représente un bilan énergétique ambitieux. Il correspond à une volonté de réduire les consommations énergétiques au-delà des tendances constatées.

3 secteurs clés : les Transports, le Tertiaire et le résidentiel

Ce scénario constitue une source de réduction des consommations énergétiques sur l'ensemble des activités mais 3 secteurs clés sont clairement identifiés comme étant « stratégiques » : les transports, le tertiaire et le résidentiel.

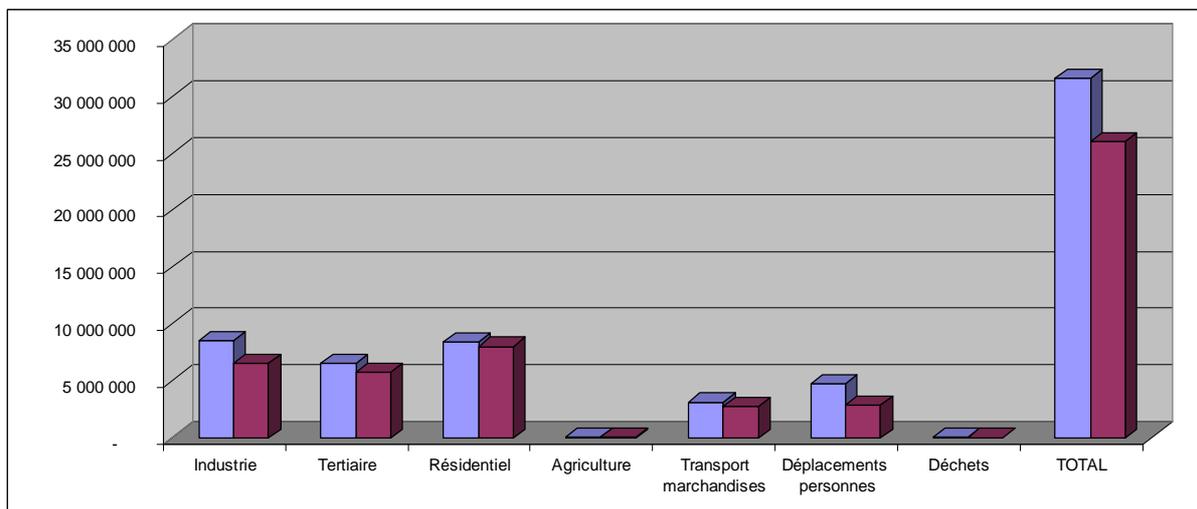
Le Transport représente un enjeu de **2 335 GWh** de réduction à l'horizon de 2030. Le scénario Grenelle met en évidence la prégnance actuelle du modèle routier dans les consommations énergétiques. *A contrario*, la mise en œuvre d'une politique volontariste de Transports en commun et du mode fluvial apparaît comme incontournable dans la recherche d'une sobriété énergétique.

Le Tertiaire et le Résidentiel représentent respectivement un enjeu d'une réduction de **733 GWh** et **443 GWh**. Ces gains énergétiques sont conditionnés à une politique très volontariste en termes de performance énergétique (généralisation du BBC dès 2012 et Bâtiments à Energie Positive dès 2020) mais également de rénovation du parc de logements.

18% de baisse énergétique en 2030

La réduction des consommations selon le scénario Grenelle représente 18% de la consommation énergétique de 2007.

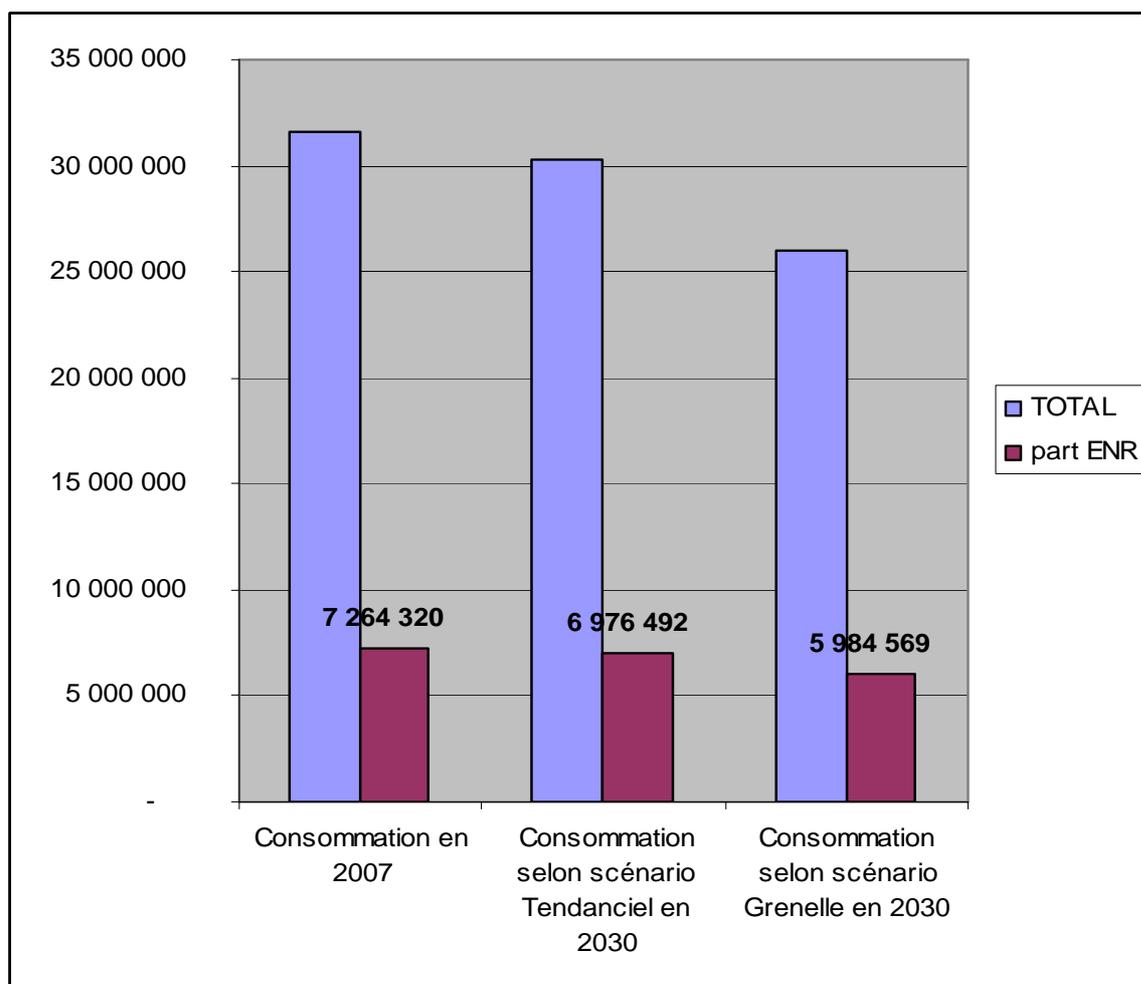
Cela signifie concrètement que l'objectif européen du bouquet énergie climat d'une réduction de 20% des besoins en 2020, serait atteignable pour le territoire de Lille Métropole à l'horizon de 2030.



Graphique 13 : Consommations énergétiques par secteurs en 2007 (en bleu) et selon le scénario Grenelle (rouge)

Une corrélation directe avec les besoins de production des ENR

La production d'énergies renouvelables étant une part relative des besoins énergétiques (fixée à 23% par la loi Grenelle), les besoins en ENR selon le scénario Grenelle sont estimés à **5 984 GWh pour 2030** (contre 7 260 GWh en 2007). La sobriété énergétique conduit donc à un moindre besoin d'ENR d'environ 1 280 GWh.



Graphique 14 : Part des ENR en MWh en 2007 et selon les scénarios Tendanciel et Grenelle

IV. ESTIMATION DU POTENTIEL LOCAL D'ÉNERGIES RENOUVELABLES

Les sources d'énergies renouvelables évaluées :

- Énergie solaire (thermique et photovoltaïque)
- Énergie éolienne
- Géothermie de faible profondeur (sur nappe, horizontale ou verticale) et de grande profondeur
- Biomasse : bois-énergie et méthanisation

La méthode

Le potentiel local d'énergie éolienne et solaire a été évalué de manière plus approfondie, respectivement en 2005 et en 2009. Ce chapitre consiste dans un premier temps à apprécier la disponibilité de 2 types de ressources renouvelables : la géothermie et la biomasse. Ensuite, l'analyse des résultats permet d'estimer la capacité du territoire de satisfaire ses besoins et sa contribution aux objectifs Grenelle.

Les estimations sont issues essentiellement d'une analyse des données d'occupation du sol, d'autres données spatiales et des paramètres liés aux technologies d'exploitation. Cette méthode a nécessité différents niveaux d'analyse.

Gisement théorique :

Il correspond à la quantité totale du gisement d'EnR, indépendamment des contraintes techniques, juridiques et financières et qui peuvent varier dans le temps.

Potentiel Brut = Gisement théorique - les contraintes techniques et technologiques actuelles. (Par exemple : le débit minimal pour exploiter une nappe en géothermie)

Potentiel net = Potentiel brut - les contraintes liées aux usages du sol, aux réglementations et aux besoins (en partant du principe qu'il faut consommer « sur place » ou transporter le moins possible).

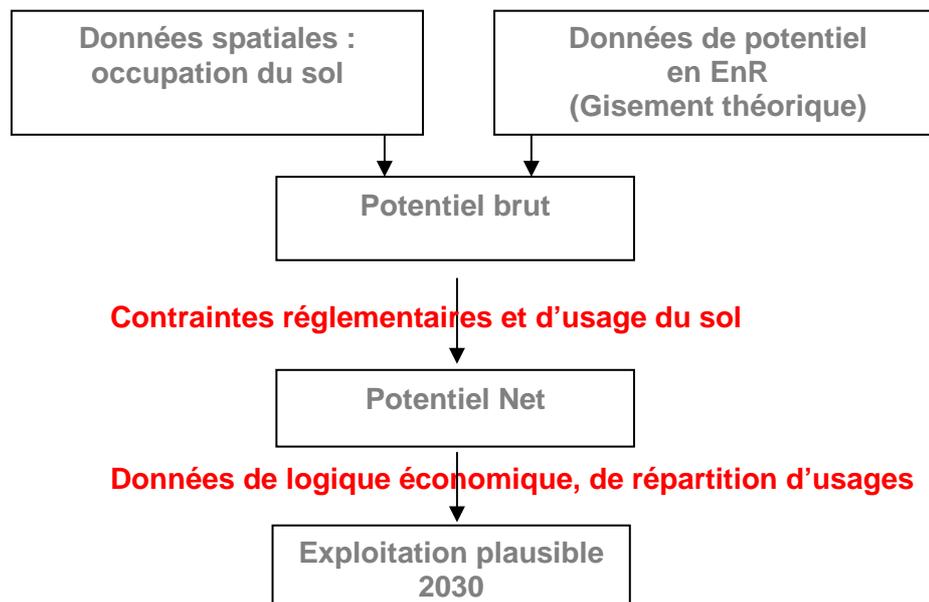
Il met donc en relation le besoin et le potentiel et correspond à l'énergie réellement exploitable.

Exemples : prise en compte des espaces où les besoins d'énergie sont concentrés (zones urbanisées...), déduction des espaces concernés par des interdictions réglementaires : divers périmètres de protection des captages d'eau pour la géothermie, éloignement du bâti pour le grand éolien.

Potentiel plausible à horizon 2030 (exploitation plausible) :

Cette valeur correspond à une partie du potentiel net, atteignable à l'horizon 2030, en prenant en compte les logiques économiques, l'évolution de la filière (taux de pénétration des marchés), le comportement des consommateurs et la concurrence entre les usages. Ce potentiel plausible reste dépendant du marché et de la capacité de réponse des entreprises à une demande locale solvable.

Traduction spatiale des contraintes



Sur la base de données spatiales et des données de potentiel en EnR une cartographie du potentiel brut est établie. Ce potentiel a été soumis aux contraintes réglementaires et d'usage pour déterminer le potentiel net.

L'exemple de la géothermie basse profondeur sur nappe (hydrothermie)

A titre d'illustration, voici la méthode employée pour l'estimation du potentiel net en géothermie basse profondeur sur nappe (hydrothermie). Il est lié à la nappe disponible en sous-sol, ses débits, température et profondeur.

Le potentiel brut est calculé en prenant en compte les secteurs de débit suffisant de faible profondeur et sans tenir compte d'aucune contrainte liée à son exploitation.

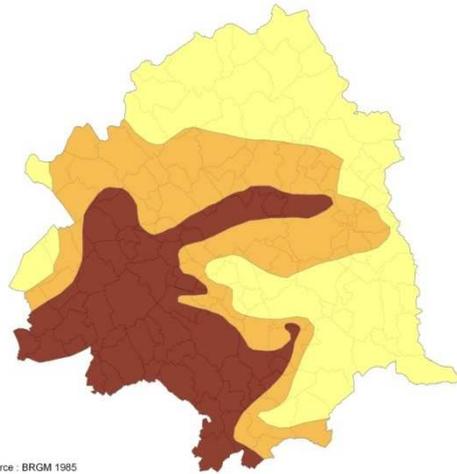
Ce schéma idéal reste donc théorique.

Le potentiel net tient compte du besoin des usagers potentiels : habitat individuel ou collectif, industries, équipements (en zone urbanisée selon la nomenclature Corine Land Cover).

Il est alors analysé au sein de chaque commune pour établir le bénéfice que cette dernière peut en tirer.

Potentiel brut :

Données du potentiel en EnR

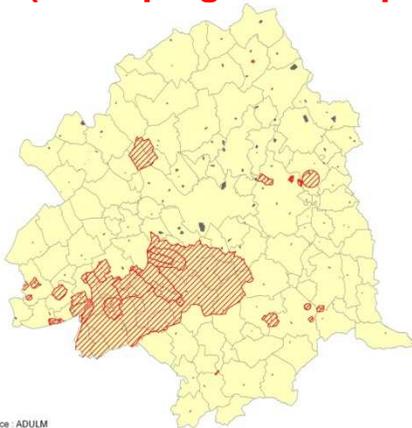


Opportunité énergétique en hydrothermie

- Débit de nappe
- Inférieure à 10 m³/h
 - Entre 10 m³/h et 50 m³/h
 - Supérieure à 50 m³/h

Source : BRGM 1985

Prise en compte des contraintes réglementaires ou techniques (ex. captages d'eau potable)



Contrainte à l'exploitation en hydrothermie

- Périmètre de protection
- Cimetière

Selon l'avis de l'hydrogéologue agréé, l'exploitation de la nappe de la Craie pour la géothermie n'est pas envisageable dans la zone du PIG de 2007. Cette mesure de précaution a été appliquée à l'ensemble des secteurs de captages concernés par des DUP.

Source : ADULM



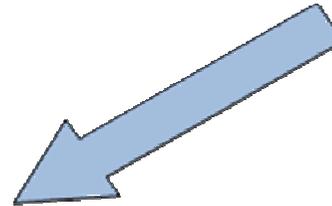
Prise en compte de la localisation des besoins



Contrainte à l'exploitation en hydrothermie

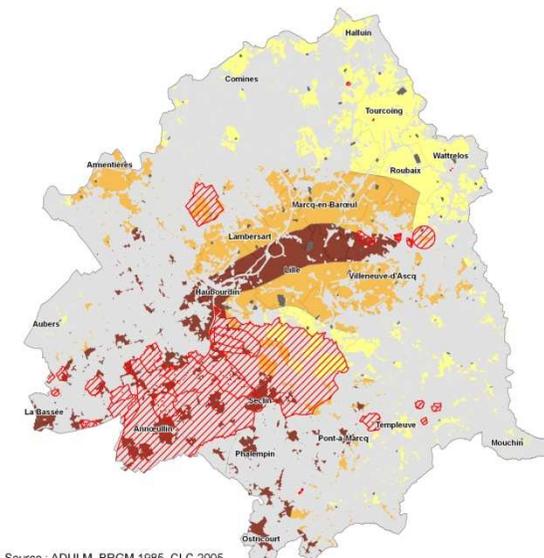
- Zone non habitée

Source : CLC 2005



Potentiel net :

Surface exploitable



Contrainte à l'exploitation en hydrothermie

- Périmètre de protection des champs captants
- Cimetière
- Zone non habitée

Opportunité énergétique en hydrothermie (m³/h)

- Débit de nappe
- < 10
 - 10 - 50
 - > 50

Source : ADULM, BRGM 1985, CLC 2005

Lecture des cartes des résultats

L'analyse cartographique du potentiel net met en avant 2 types d'information :

- La taille des cercles représente en valeur absolue la production potentielle « nette » d'énergie renouvelable par commune ;
- les classes de couleurs représentent la part du potentiel de production « nette » :

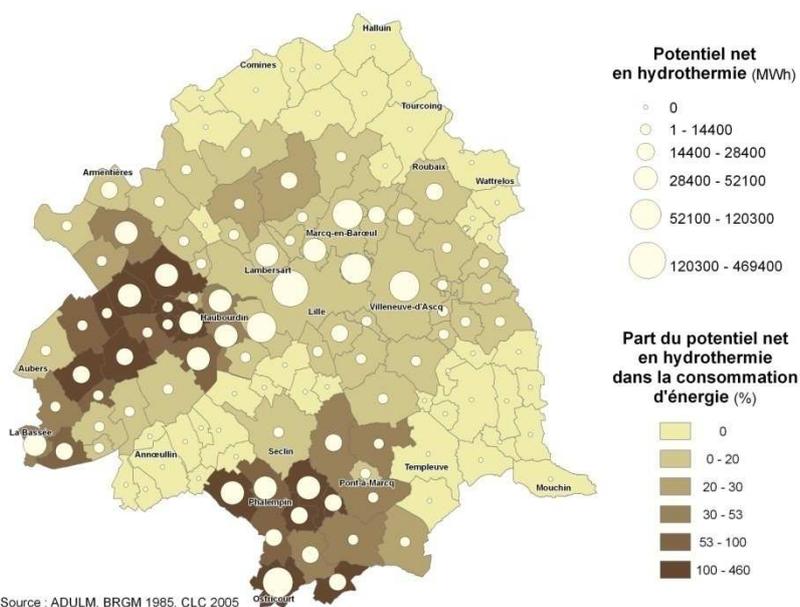
- dans la consommation énergétique de la commune (gaz et électricité, en 2007)

Il est ainsi possible de connaître la part de production potentielle d'EnR dans la consommation totale de la commune.

ou

- en fonction du nombre d'habitants.

Ainsi, il est intéressant de comparer ces valeurs avec la consommation moyenne en 2007 par habitant dans la métropole, toute énergie et tout usage confondu (26 MWh par an).

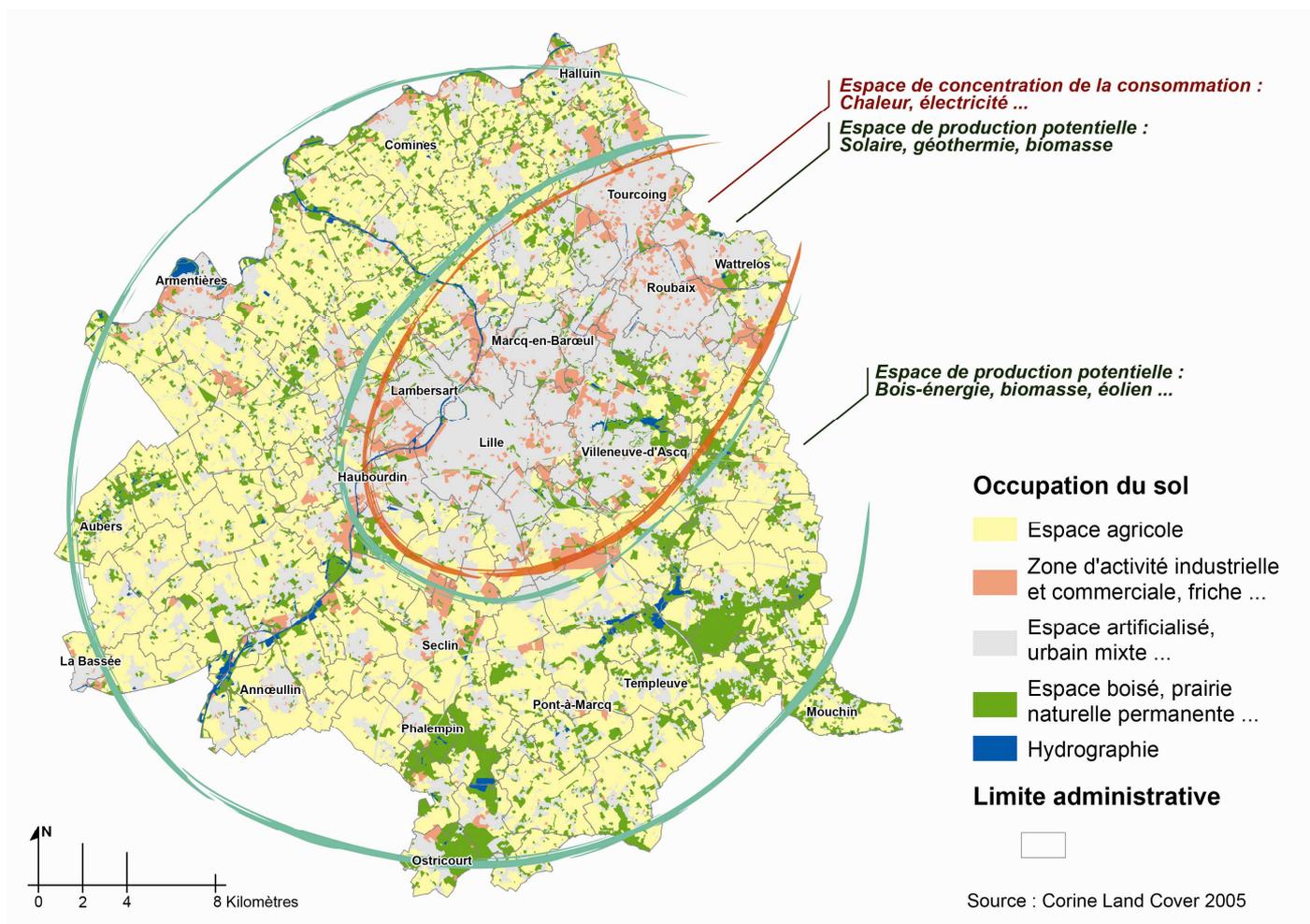


Carte 3 : Exemple de carte

NB : L'exploitation plausible du potentiel en EnR n'est pas représentée de façon cartographique. Néanmoins, elle a été mesurée et analysée au regard des besoins énergétiques prospectifs.

Contexte urbain

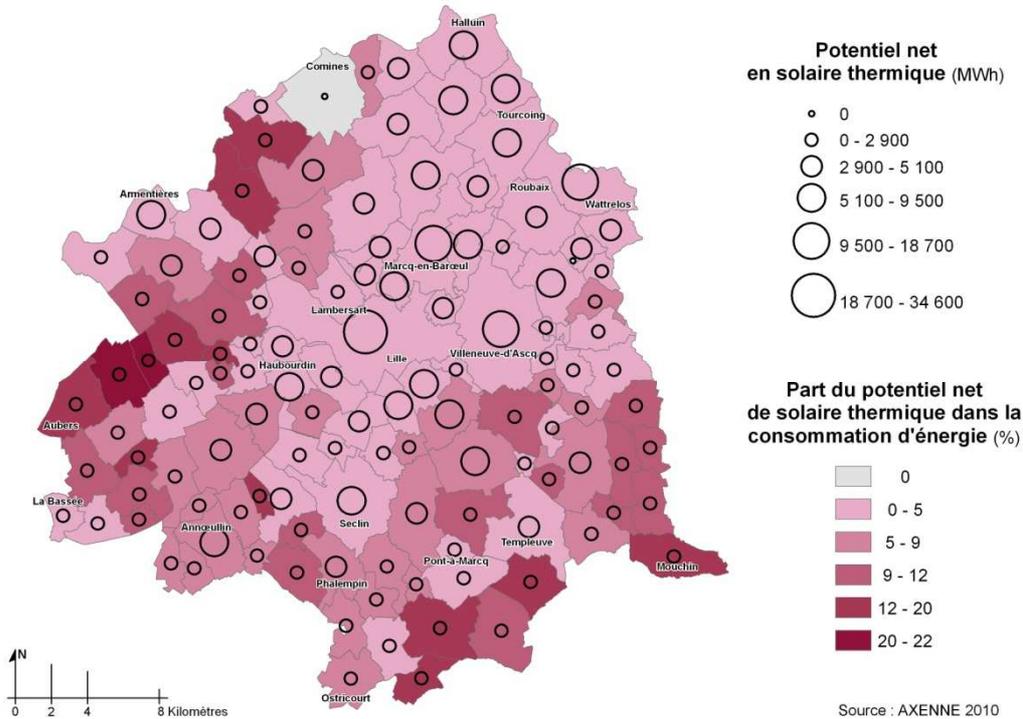
La carte ci-dessous présente l'état de l'occupation du sol de Lille Métropole. Le territoire se caractérise par une urbanisation en « tâche d'huile » autour des trois villes principales : Lille, Roubaix et Tourcoing. Le pourtour Nord, Ouest et Sud de la métropole représentent les espaces à dominante agricole. La partie Sud – Sud Est, est la plus boisée.



RECAPITULATIF SOLAIRE THERMIQUE

Potentiel net : 391GWh

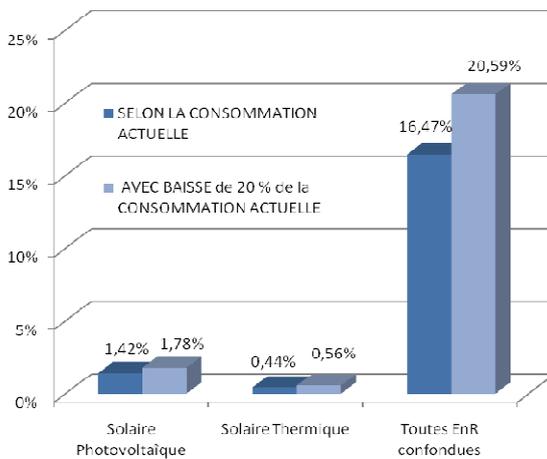
Un potentiel logiquement plus présent dans la partie urbanisée du territoire, mais où il est également très contraint. Il demeure néanmoins relativement faible au regard des besoins.



Potentiel plausible : 94 GWh

24 % du net

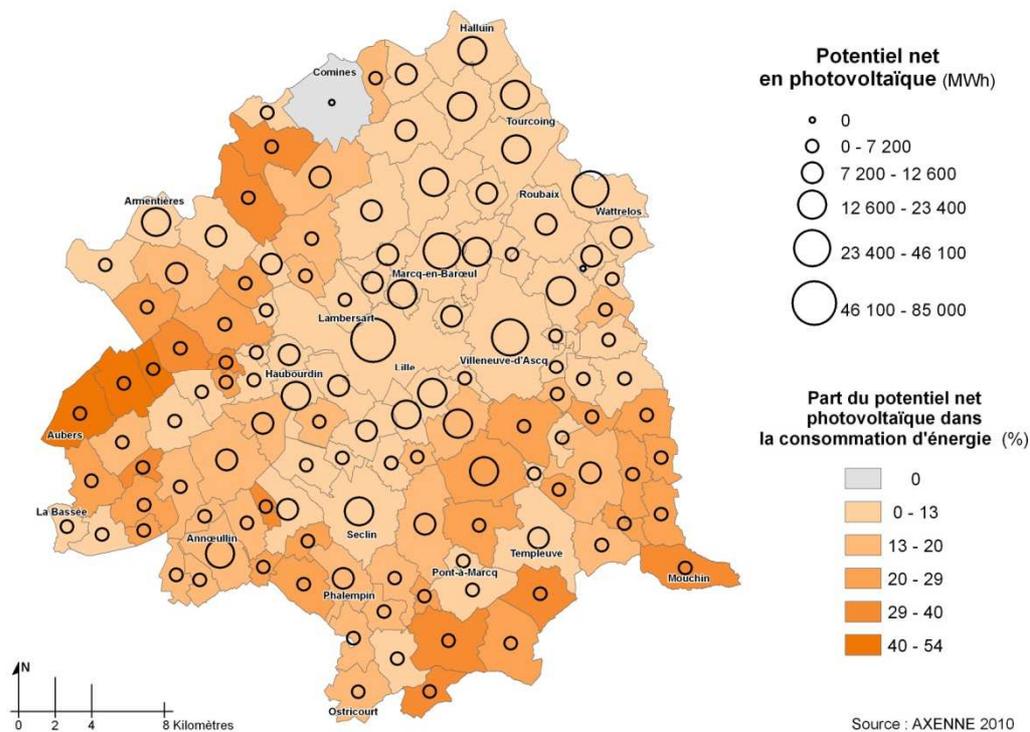
Capacité de couverture des besoins en énergie (hors carburant)



RECAPITULATIF SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

Potentiel net : 961 GWh

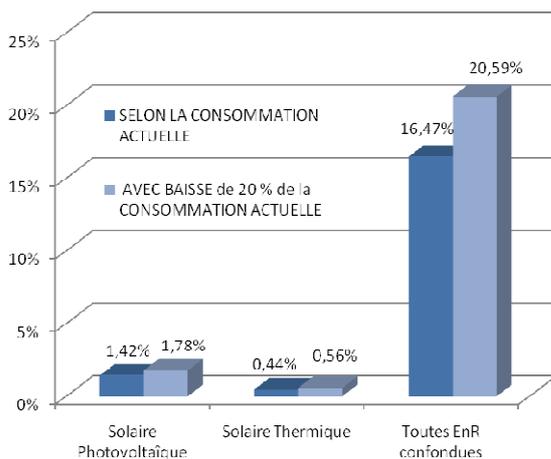
Il peut aller jusqu'à satisfaire la moitié des besoins énergétiques de certaines communes.



Potentiel plausible : 301 GWh

31% du net

Capacité de couverture des besoins en énergie (hors carburant)



Solaire

Définition et Méthode

Le potentiel net est équivalent à toutes les installations qu'il serait possible de réaliser sur les bâtis, en excluant les secteurs moins favorables (enjeux patrimoniaux, ombres portées, mauvaise orientation des bâtiments) et en prenant en compte les aspects économiques (rentabilité des installations au regard du mode de chauffage actuel). Les gisements nets sont présentés pour Lille Métropole, soit 124 communes.

La partie méthodologique est développée de façon plus détaillée dans le rapport d'Axenne, ADULM, 2010.

Résultats:

Potentiel net

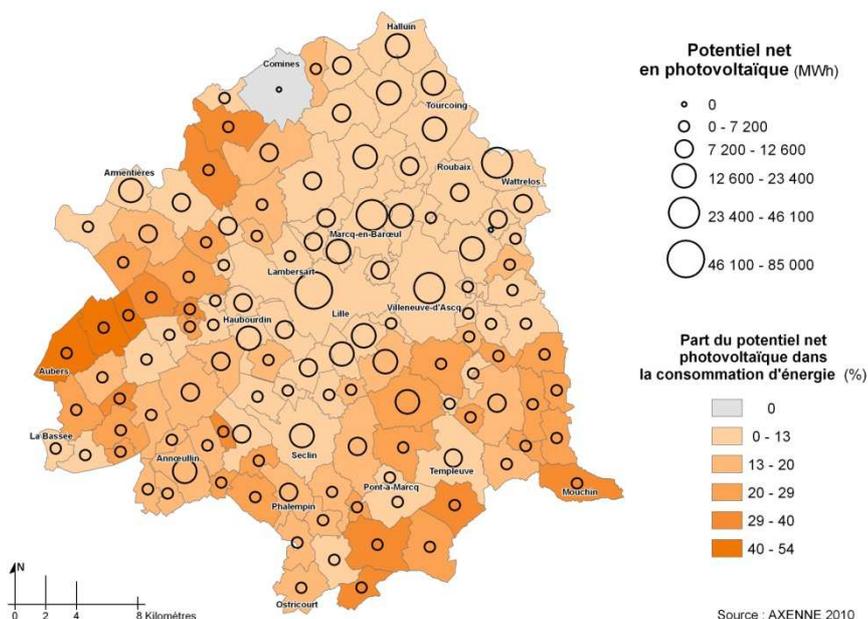
CESI : chauffage d'eau solaire individuel
SSC : système solaire combiné (eau chaude et chauffage)

CESC : chauffage d'eau solaire collectif

Bilan des gisements d'énergies renouvelables	Gisement identifié sur l'existant (nb d'inst.)	Gisement identifié sur l'existant (MWh/an)	Gisement identifié sur le neuf (nb d'inst./an)	Gisement identifié sur le neuf (MWh/an)
Solaire thermique				
CESI	188 334	941 669 m ²	329 584 MWh/an	1 678 MWh/an
SSC	7 335	73 348 m ²	29 339 MWh/an	1 917 MWh/an
CESC dans l'habitat collectif	1 194	47 770 m ²	15 287 MWh/an	934 MWh/an
CESC hors habitat	324	18 510 m ²	7 404 MWh/an	
Chauffage de l'eau des piscines	79	15 791 m ²	4 737 MWh/an	
Industries	30	1 492 m ²	478 MWh/an	
Sous-total solaire thermique :	197 296	1 098 580 m²	386 829 MWh/an	4 529 MWh/an
Photovoltaïque				
Maison individuelle	171 176	513 529 kW	449 338 MWh/an	2 331 MWh/an
Habitat collectif	13 321	115 074 kW	170 625 MWh/an	2 365 MWh/an
Bâtiments (publics, privés)	668	30 907 kW	23 379 MWh/an	
Industrie	8 605	260 370 kW	208 296 MWh/an	
Centrale au sol	2	120 000 kW	105 000 MWh/an	
Sous-total photovoltaïque :	193 772	1 039 880 kW	956 639 MWh/an	4 696 MWh/an

Tableau 28 : Bilan global des gisements nets identifiés sur le territoire pour les filières solaires

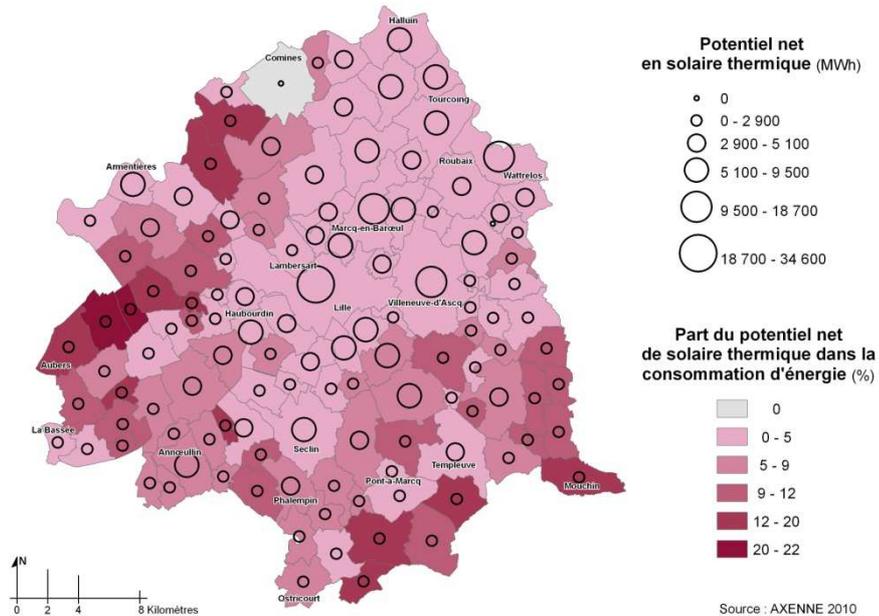
Le potentiel net en solaire thermique est estimé à 391 GWh et celui du photovoltaïque à 961 GWh.



Carte 5 : Potentiel net de production par solaire photovoltaïque

On constate ainsi que les communes de Lille, Villeneuve d'Ascq, Marcq-en-Barœul et Wattrelos disposent d'un potentiel net important concernant les systèmes photovoltaïques. C'est généralement le cas des communes où la part du bâti est importante, sauf si des contraintes architecturales et patrimoniales rendent le contexte moins favorable, comme à Roubaix ou Tourcoing.

Dans les communes les moins peuplées, où la consommation d'énergie est relativement plus faible, la valorisation du potentiel net en énergie solaire devient significative. Ainsi, le recours au photovoltaïque permettrait de couvrir les besoins d'électricité à hauteur de 40% dans les Weppes, à Frelinghien ou encore Deülémont. Quant au solaire thermique, il est en mesure de satisfaire plus de 20% des besoins de chaleur dans certaines communes.



Carte 6 : Potentiel net de production par solaire thermique

Potentiel plausible

	2030				Proposition d'un objectif en % du gisement identifié		Realisation à fin 2007	Realisation entre 2007 et 2030	Realisations par an entre 2007 et 2030	Production totale en 2030	1 CO ₂ évité/an en 2030
	SUR L'EXISTANT		SUR LE NEUF (réalisation par an)		MWh/an	MWh/an	MWh/an	nb/an	MWh/an	t CO ₂	
	%	nb d'inst.	MWh/an	%							nb d'inst.
Solaire thermique											
CESI	10%	18 833	32 958 MWh/an	82%	592	1 036 MWh/an		56 779	1 411	6 246	
SSC	40%	2 934	11 736 MWh/an	16%	75	300 MWh/an		18 646	203	4 289	
CECSC dans l'habitat collectif	60%	717	9 172 MWh/an	28%	20	262 MWh/an		15 193	52	2 127	
CECSC hors habitat	50%	162	3 702 MWh/an	58%	728	0 MWh/an				0	
Chauffage de l'eau des piscines	100%	79	4 737 MWh/an					4 737	3	663	
Entreprises et industries	60%	18	284 MWh/an							0	
Sous-total solaire thermique :		22 743	62 589 MWh/an		1 416	1 598 MWh/an	2 307	95 356	2 405	97 663	13 676
Photovoltaïque											
Maison individuelle	15%	25 676	67 401 MWh/an	57%	502	1 317 MWh/an		97 699	1 618	25 402	
Habitat collectif	10%	1 332	17 063 MWh/an	50%	89	1 174 MWh/an		44 076	147	11 460	
Installations collectives	50%	334	11 690 MWh/an	49%	0	0 MWh/an		11 690	15	3 039	
Industrie	20%	1 743	42 544 MWh/an	55%	0	0 MWh/an		42 544	76	11 061	
Grande centrale	100%	2	105 000 MWh/an					105 000			
Sous-total solaire photovoltaïque :		29 088	243 697 MWh/an		591	2 492 MWh/an	227	301 009	1 856	301 235	51 093

A l'horizon 2030, le potentiel plausible en solaire thermique est estimé à 94 GWh et celui en photovoltaïque à 301 GWh.

L'installation d'une centrale photovoltaïque au sol d'une capacité de 105 GWh contribuerait pour 40% du gisement photovoltaïque.

L'Éolien en bref

L'énergie éolienne est une forme d'énergie ancienne qui connaît un essor considérable.

On distingue parmi les technologies existantes le petit éolien et l'aérogénérateur, différenciés par leur taille et donc leur puissance.

Cette différence de taille engendre une utilisation différente :

Puissance de l'éolienne

- Les éoliennes de petite puissance (petit éolien)

La puissance nominale du petit éolien est inférieure à 20 kW et sa taille excède rarement 12 mètres.

Les **petites éoliennes** servent en général à l'électrification de sites isolés et compte tenu de la réglementation sont plus faciles à installer.



Figure : Éolienne de petite puissance

- les éoliennes urbaines

Vu la difficulté d'avoir recours à des aérogénérateurs dans la métropole lilloise, les petites éoliennes urbaines représentent une alternative intéressante.

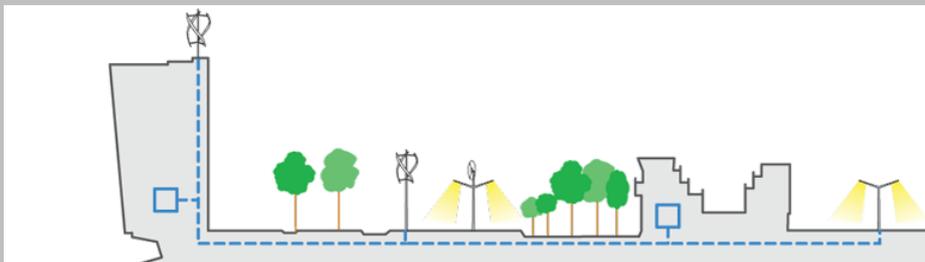


Figure : Eoliennes urbaines

Il existe sur le marché plus d'une cinquantaine de modèles d'éoliennes urbaines avec des puissances de 50 W à environ 60 kW, mais la plupart sont des prototypes.

L'environnement urbain est particulièrement difficile pour la production d'énergie éolienne : vent turbulent avec des variations rapides et localisées de vitesse et de direction, sites d'implantation difficiles d'accès et peu adaptés à l'installation d'une éolienne.

Mais le potentiel est important (tous les toits des bâtiments par exemple) et la production est proche des lieux de consommation.

- Les éoliennes de moyenne et grande puissance (aérogénérateur)

Les aérogénérateurs quant à eux sont bien plus grands et ont une puissance qui peut être 100 fois plus élevée.

En effet, au dessus de 60 kW on parle d'éolienne de moyenne ou grande puissance. Regroupées dans des parcs éoliens, elles produisent de l'électricité pour des milliers de foyers.



Les éoliennes de moyenne puissance ont un mat compris entre 12 et 45 m et une puissance de 40kw à 1MW.

Les éoliennes grandes puissances ont un mat de plus de 46 m de haut et une puissance de plus de 1 MW.

La production électrique est souvent raccordée au réseau électrique. Leur localisation est plutôt rurale.

Figure : Éolienne de grande puissance

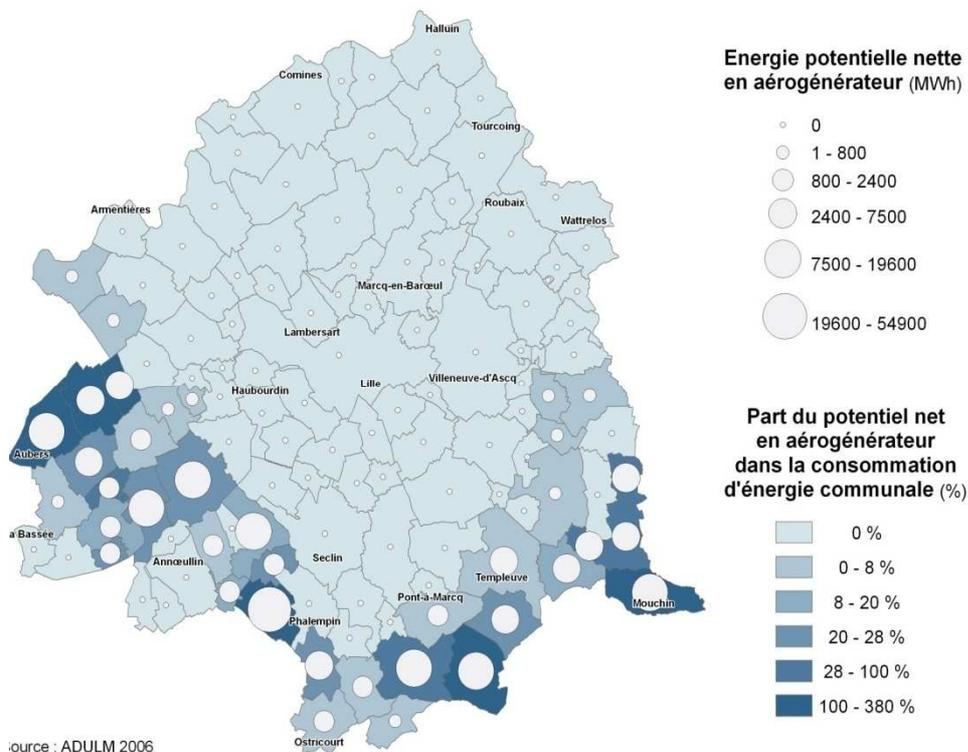
	Avantages	Inconvénients
éolienne petite puissance	<ul style="list-style-type: none"> - simple à installer - coût d'investissement limité - peu de démarches administratives - intégration paysagère plus aisée 	<ul style="list-style-type: none"> - rendement relativement faible - rentabilité difficile sans aide financière
éolienne grande puissance	<ul style="list-style-type: none"> - production d'énergie considérable - fort rendement - ressource financière pour les collectivités (via les taxes) 	<ul style="list-style-type: none"> - procédures d'installation complexes - risque de rejet par les riverains et autres usagers - investissement important et entretien fréquent - conditionnées par l'existence de réseaux électriques adaptés

Avantages et inconvénients des éoliennes de petites et grandes puissances

RECAPITULATIF GRAND EOLIEN

Potentiel net : 240 GWh

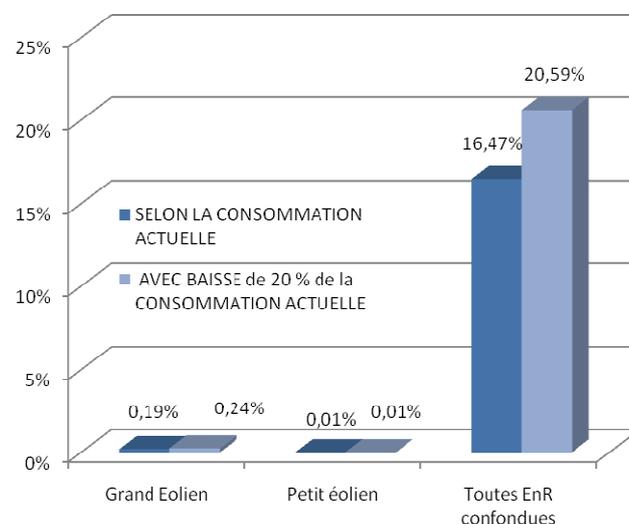
Un territoire peu favorable au grand éolien du fait de l'urbanisation, mais une ressource bien réelle pour la production d'électricité.



Potentiel plausible : 40GWh

10 grandes éoliennes en 2030

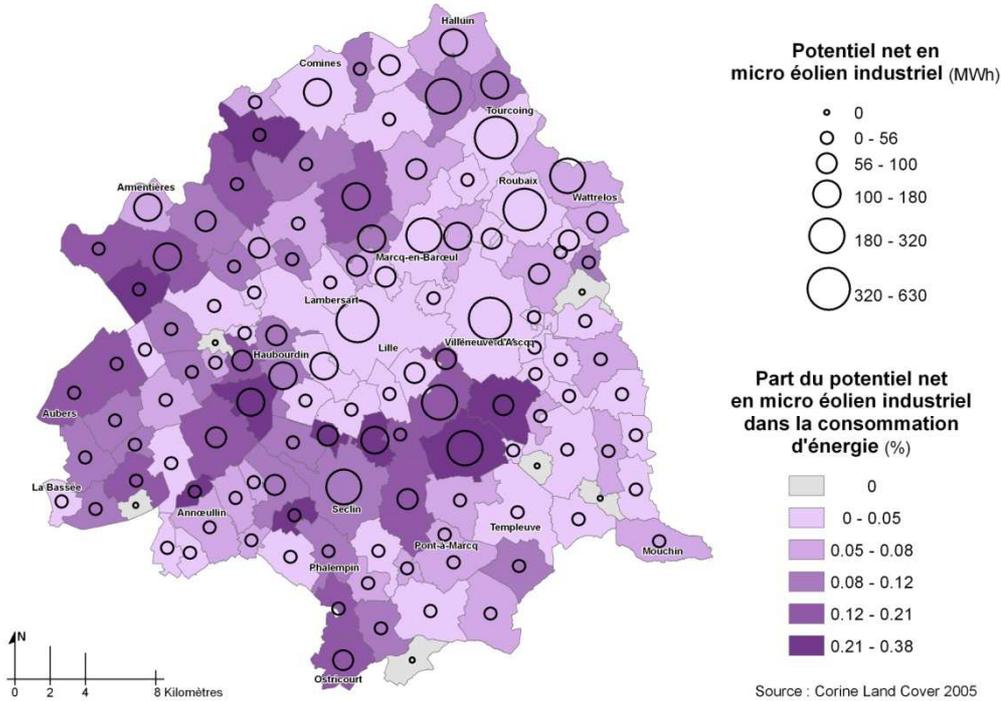
Capacité de couverture des besoins en énergie (hors carburant)



RECAPITULATIF PETIT EOLIEN

Potentiel net : 8 GWh

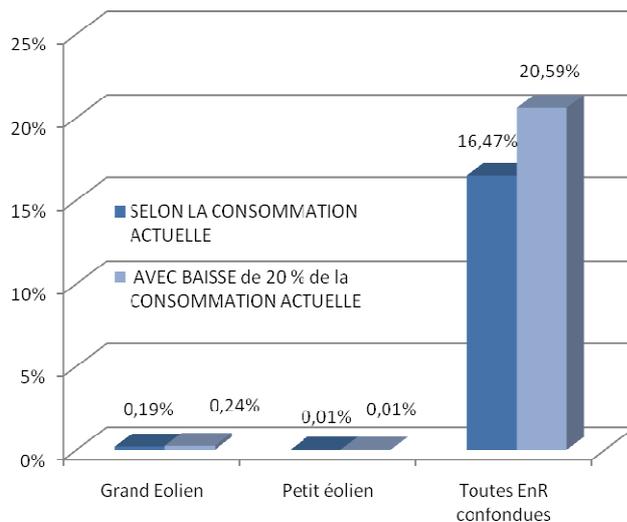
Une alternative urbaine pour la production d'électricité, dans un contexte socio-économique peu favorable



Potentiel plausible : 2 GWh

Sur la base d'un rythme de 25 installations/ an et un objectif à terme de 2000, 500 éoliennes urbaines pourraient voir le jour dans les zones d'activités d'ici 2030.

Capacité de couverture des besoins en énergie (hors carburant)



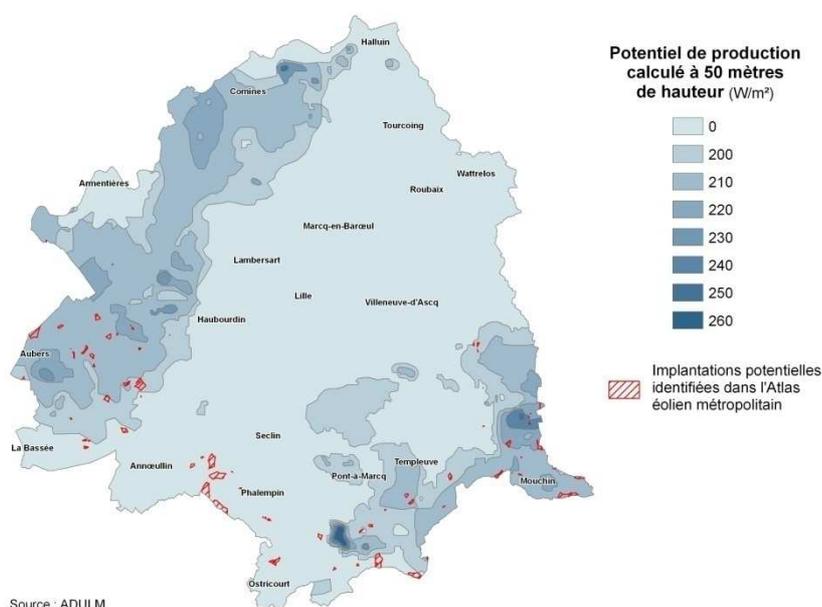
L'aérogénérateur

Définition et méthode

Les potentiels calculés sont issus des conclusions de l'atlas éolien de Lille Métropole (ADULM, 2006).

En effet, compte tenu de l'état de l'urbanisation et des contraintes liées à l'éloignement du bâti et des infrastructures, Lille Métropole révèle un faible potentiel d'implantation de grandes éoliennes.

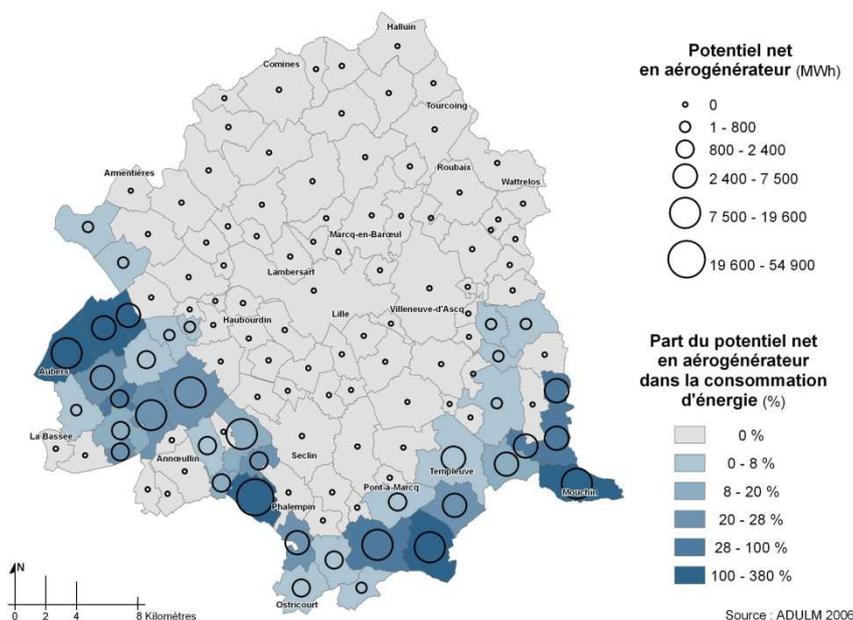
Même si les surfaces potentielles sont relativement faibles (428 hectares), le nombre de sites (80) n'est pas négligeable pour autant.



Carte 7 : Espaces propices pour l'installation d'aérogénérateurs

Résultats
Potentiel Net

Selon les conclusions de l'Atlas éolien de Lille Métropole, après avoir éliminé les sites trop petits ou trop proches de boisements, une première évaluation théorique est faite pour l'installation d'éoliennes de 2 MW sur l'ensemble des sites restants (puissance nominale moyenne des machines installées en France en 2006). Ces installations permettraient de disposer d'une puissance installée d'environ 120 MW, capable de produire environ 240 GWh/an.



Carte 8 : Potentiel net de production par aérogénérateur

En termes de potentiel net de production, la carte ci-dessus montre que grâce à l'installation d'aérogénérateurs, les territoires du Pays de Pévèle, les Weppes, pourraient couvrir la totalité de leurs besoins énergétiques (hors transport).

Potentiel Plausible en 2030

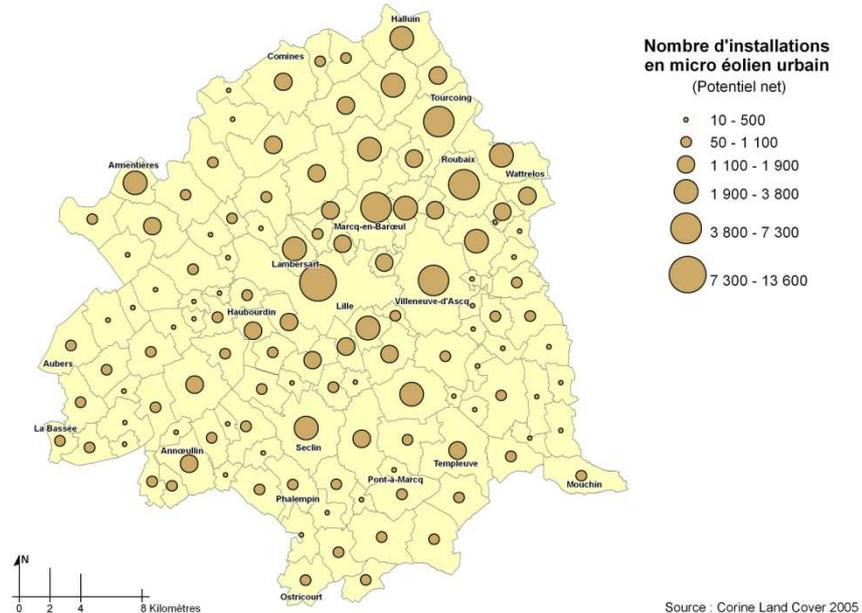
Nous considérons qu'un aérogénérateur est installé tous les 2 ans, 10 éoliennes pourraient voir le jour d'ici 2030. La production estimée *in fine* serait donc de 40 GWh par an.

Rappelons néanmoins que l'obligation d'achat de ce type d'énergie par l'EDF, ne s'applique qu'aux « Zones de développement éolien », proposées par les collectivités et approuvées par les services de l'Etat. Aucun projet de ZDE n'est recensé à ce jour dans la métropole.

Micro éolien

Définition et méthode

Le potentiel brut correspond au gisement éolien défini par les données liées à la force du vent. (Source : Schéma Régional Éolien du Nord-Pas de Calais, 2003, ADEME, Région)



Carte 9 : Potentiel brut de micro-éolien

Vu la taille du territoire d'étude, une prise en compte plus approfondie des secteurs favorables, au regard des effets de turbulences du vent ou de la facilité d'installation, n'était pas concevable.

Néanmoins, le micro éolien n'est pas soumis à une réglementation aussi contraignante que l'aérogénérateur et théoriquement il est envisageable partout. Cependant, l'ADEME recommande une taille minimale des parcelles de 2 000 m². De ce fait une première simulation du potentiel net a consisté à étudier uniquement **les parcelles de plus de 2 000 m²**.

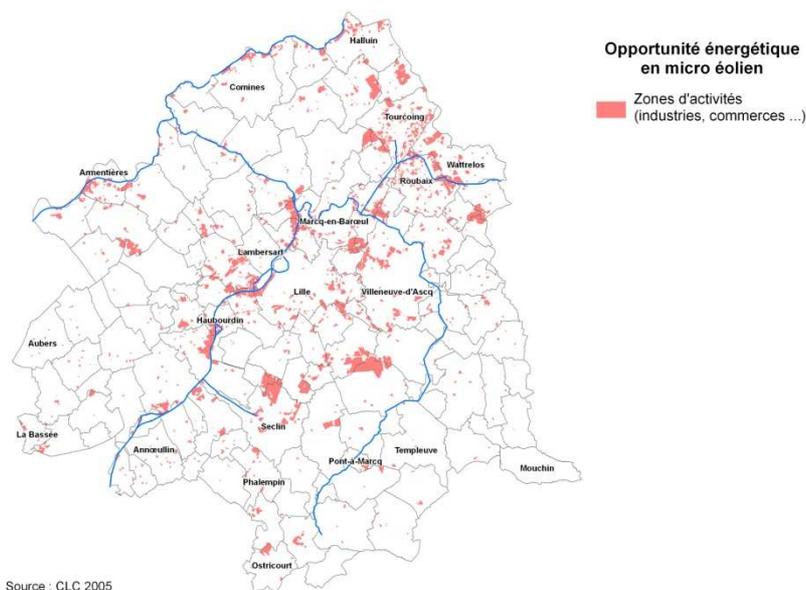
La carte ci-dessus identifie les communes selon l'importance de la puissance susceptible d'être installée. En effet, même les villes les plus densément urbanisées, comme Lille, Villeneuve d'Ascq, Marcq-en-Barœul, Roubaix, Tourcoing, disposent de grandes parcelles pouvant accueillir des éoliennes.

Il existe sur le territoire plus de 28 000 hectares de parcelles de plus de 2 000 m² en milieu urbain, soit plus de 140 000 éoliennes urbaines pouvant être implantées en théorie.

Malgré cela, étant donné l'acceptabilité contestée en proximité du bâti, il a été décidé de cibler une implantation dans les seules zones d'activités. Ce potentiel net « industriel » est obtenu en prenant en compte uniquement **les surfaces de zones d'activités sur des parcelles de plus de 2 000m²**.

Les zones d'activités (industrielles, commerciales, tertiaires et friches) sont en effet plus propices au regard de la taille des parcelles et d'une cohabitation moins problématique. Par ailleurs, actuellement les seules éoliennes de l'arrondissement sont localisées dans ce type de zone (Verhaeghe Industrie et Les 3 Suisses, respectivement à Bondues et Toufflers).

On considère qu'une éolienne de **2 kW produit 4 000 kWh/an**. Du fait de la hauteur des mats (moins de 12 m), leur mise en œuvre ne nécessite ni permis de construire, ni enquête publique, mais uniquement une notice d'impact.



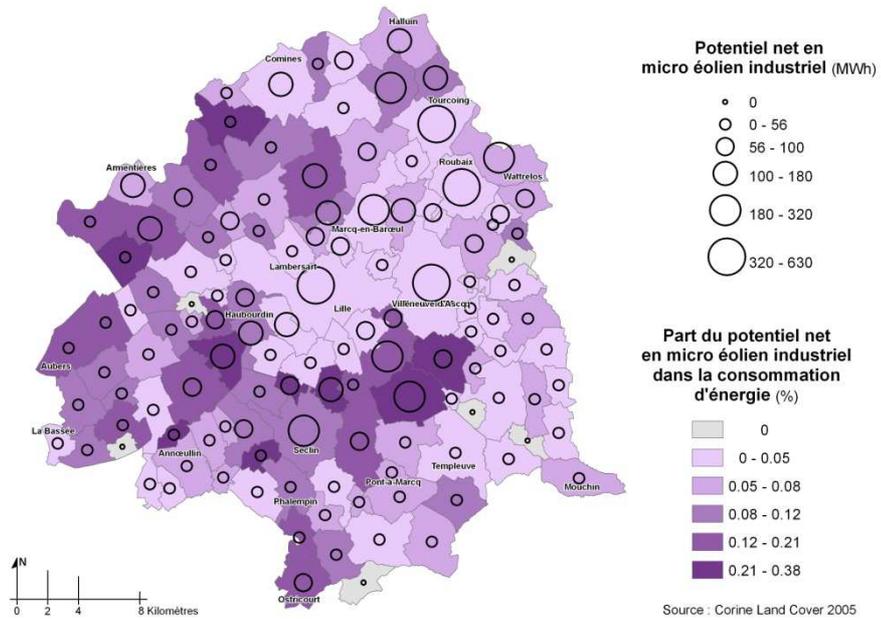
Carte 10 : Localisation des zones d'activités

Résultats
Potentiel net

La grande majorité des communes est dotée de zones d'activités (souvent intercommunales) et disposent de ce fait d'un potentiel de production.

Ainsi, si on mobilisait l'ensemble des sites, la production pourrait atteindre 523 GWh, ce qui correspond à 130 000 éoliennes de 2kW.

Etant donné l'état actuel du marché (quasiment inexistant), nous posons l'hypothèse de l'installation de **2 000 éoliennes urbaines**, dans les zones d'activités les plus propices (force du vent et contexte local favorables). **Cela ramènerait le potentiel net de production à 8 GWh/an.**



Carte 11 : Potentiel de Micro éolien industriel

Potentiel plausible en 2030 Si nous fixons un rythme d'installation de 25 éoliennes par an, compte tenu de l'état émergent de la filière, en 2030 il serait possible d'atteindre **500 éoliennes urbaines avec une production estimée à 2 GWh/an**

Néanmoins, en 2010, il existe moins de cinq installateurs d'éoliennes sur le territoire.

La Géothermie en bref

Contrairement à d'autres EnR, la géothermie est une énergie renouvelable non intermittente, qui produit quelle que soit la saison, de jours comme de nuit. Chaque forme de géothermie a ses domaines d'application, avec des avantages et des limites.

Segments	Niveau énergétique	Profondeur des forages	Usages
Puits Canadiens	<ul style="list-style-type: none"> Très basse énergie 	<ul style="list-style-type: none"> Très faible 	<ul style="list-style-type: none"> Usage domestique
Pompes à chaleur géothermiques (PACg)	<ul style="list-style-type: none"> Très basse énergie < 30°C 	<ul style="list-style-type: none"> Faible < 0 à 400m 	<ul style="list-style-type: none"> Usage domestique Habitat collectif Tertiaire
Usages directs	<ul style="list-style-type: none"> Basse / moyenne énergie < 90 – 150°C 	<ul style="list-style-type: none"> Intermédiaire < 2000m 	<ul style="list-style-type: none"> Réseaux de chaleur Chaleur industrielle
Production d'électricité et/ou de vapeur	<ul style="list-style-type: none"> Haute énergie > 150°C 	<ul style="list-style-type: none"> Elevée > 2000m 	<ul style="list-style-type: none"> Production d'électricité Chaleur industrielle

Source : Ministère en charge de l'énergie

La géothermie consiste à exploiter la chaleur stockée dans le sous-sol sous différentes formes. Cette énergie est potentiellement considérable : un km² de roche, sur une profondeur de 10 km, renferme en moyenne une quantité d'énergie équivalant à 15 millions de tep.

Les différents types de géothermie

Avec pompes à chaleur géothermiques (PACg)

C'est la **géothermie de basse profondeur (ou basse énergie)** qui suppose le recours à une pompe à chaleur.

Usages (Chauffage et/ou rafraîchissement, eau chaude sanitaire):

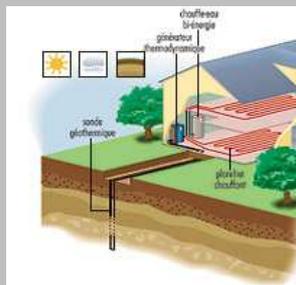
- domestique individuel, habitat collectif, tertiaire

La PAC peut être raccordée :

- à un circuit fermé implanté dans le sous-sol
- avec échangeur horizontal enterré à 1 mètre de profondeur.

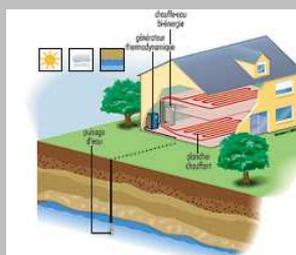
Il est estimé que la surface de capteurs nécessaire équivaut de 1 à 2 fois la surface habitable à chauffer.

- échangeur vertical de type « sonde géothermique » (de 5 à 400m de profondeur) ou avec des pieux géotechniques...



Ce dispositif peut être installé dans n'importe quel milieu géologique.

- à un circuit de pompage/réinjection de l'eau, dans un aquifère.
- le débit d'eau puisée dans la nappe doit être suffisant et stable dans le temps



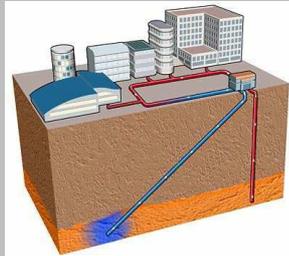
La pompe à chaleur contient un fluide frigorigène dont le changement d'état (vapeur - liquide) permet de transférer les calories captées dans le sous-sol vers un circuit de chauffage, après compression et détente. Le coefficient de performance (COP) est le rapport entre l'énergie diffusée dans le local à chauffer et l'énergie électrique consommée (kWh thermique/kWh électrique).

Dans la présente étude l'estimation a porté essentiellement sur ces 3 types de sources. Selon l'ADEME, elles présentent les perspectives de croissance les plus importantes. Actuellement, entre 10 000 et 20 000 PACg sont installées chaque année (BRGM, 2011).

En usage directe (sans PAC)

Usages : réseau de chaleur urbain, chaleur industrielle

L'utilisation directe nécessite le pompage de l'eau dans un acquifère plus profond (jusqu'à 2 000 m) à une température comprise entre 90 et 150°C. La disponibilité de cette ressource est inégalement répartie sur le territoire français.



Source : Ministère en charge de l'énergie

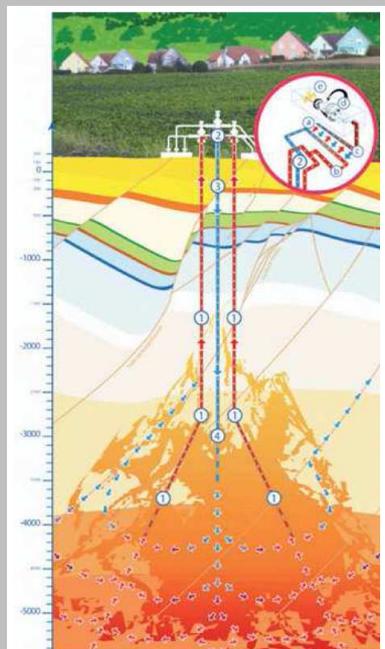
La géothermie de grande profondeur (haute température)

La géothermie haute température (ou enthalpie) concerne les fluides qui atteignent des températures supérieures à 150°C.

Les réservoirs, généralement localisés entre 1 500 et 3 000 mètres de profondeur, se situent dans des zones de gradient géothermal anormalement élevé. Lorsqu'il existe un réservoir, le fluide peut être capté sous forme de vapeur sèche ou humide pour la production d'électricité.

La géothermie profonde des roches chaudes fracturées (hot dry rock) s'apparente à la création artificielle d'un gisement géothermique dans un massif cristallin. A trois, quatre ou cinq kilomètres de profondeur, de l'eau est injectée sous pression dans la roche. Elle se réchauffe en circulant dans les failles et la vapeur qui s'en dégage est pompée jusqu'à un échangeur de chaleur permettant la production d'électricité.

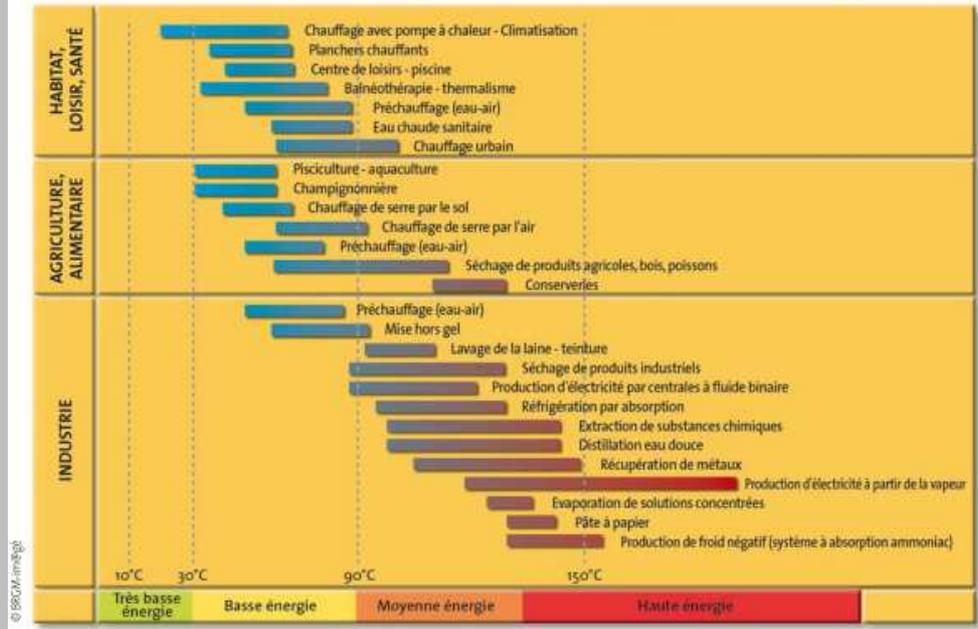
Plusieurs expérimentations de cette technique sont en cours dans le monde, notamment sur le site de Soultz-sous-Forêts en Alsace.



[Géothermie Soultz, « Toute la lumière sur la Géothermie »]

Source : Ministère en charge de l'énergie

Principales utilisations de la géothermie en fonction des températures

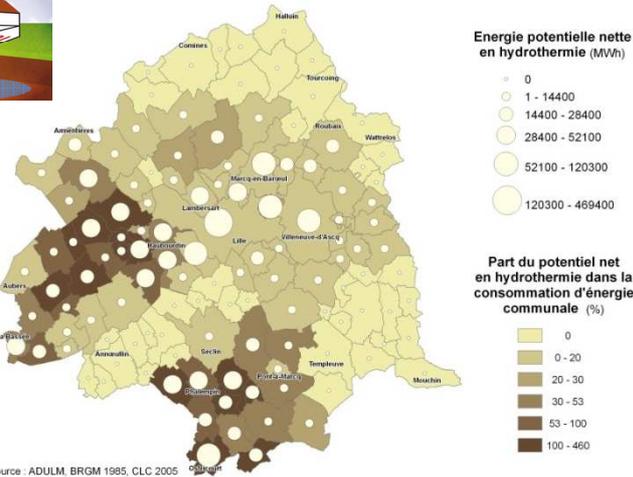
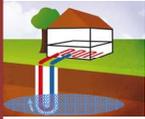


Graphique : Description des principales utilisations de la géothermie

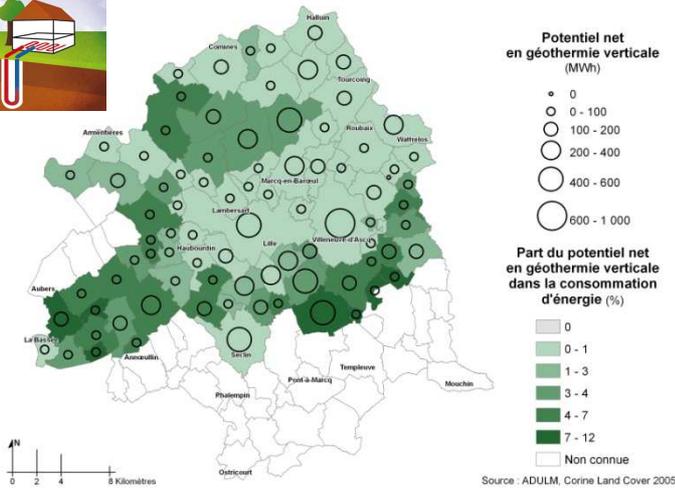
RECAPITULATIF GEOTHERMIE

Potentiel net : Au total 7358 GWh. Une ressource décentralisée de chaleur très disponible.

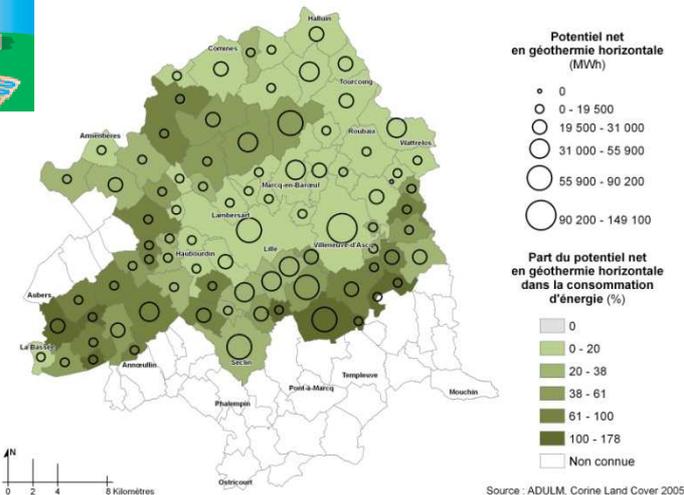
La Géothermie sur nappe (hydrothermie)



La Géothermie verticale



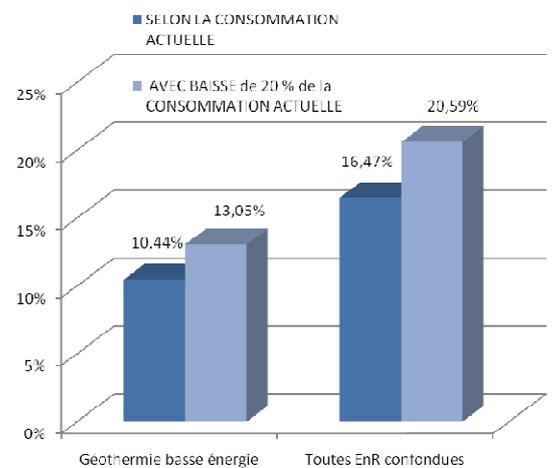
La Géothermie horizontale



Potentiel plausible: 2207 GWh

Paramètres :
30 % du net des 3 types de géothermie basse énergie

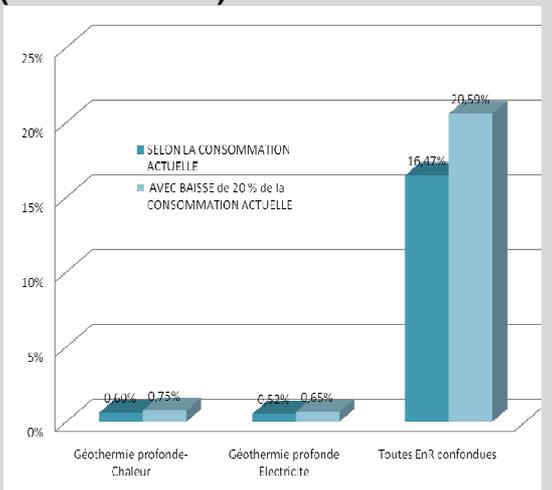
Capacité de couverture des besoins en énergie (hors carburant)



Récapitulatif Géothermie grande profondeur -

Si on imagine d'ici 2030 une seule installation de géothermie très grande profondeur, elle pourrait produire au total : 380 GWh de chaleur et 336 GWh d'électricité.

Capacité de couverture des besoins (hors carburant)



Géothermie basse profondeur (ou basse énergie) sur nappe

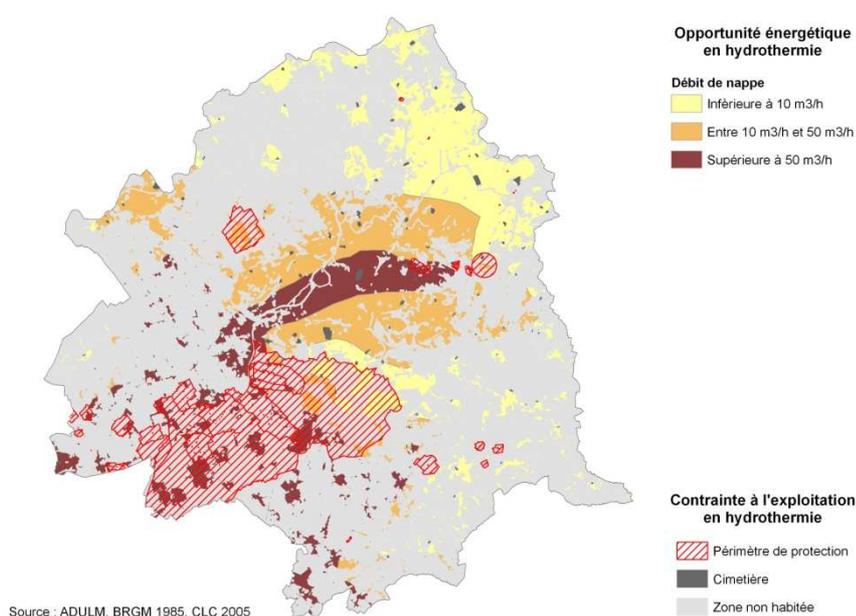
Le système est également désigné par le terme « hydrothermie ».

Définition et méthode



Comme expliqué précédemment, le potentiel brut correspond aux disponibilités de la nappe de la Craie et à son débit en zone urbanisée (zones d'activités et zones urbaines selon la définition Corine Land Cover).

Le potentiel net a pu être précisé sur la base de la carte d'orientation à l'exploitation de la nappe de la craie, réalisée en 1985 par le BRGM, et en déduisant les contraintes liées à la proximité des cimetières, puits et champs captants.



Carte 12 : Géothermie sur nappe, localisation et contraintes

La cartographie du BRGM permet d'identifier les débits de nappe. Ils ont été superposés avec les zones urbaines.

Le nombre d'équipements maximal est fixé à une sonde pour 2 000 m². Cette limite vise à limiter les risques de refroidissement de la nappe (pour une hauteur de nappe de 30 mètres).

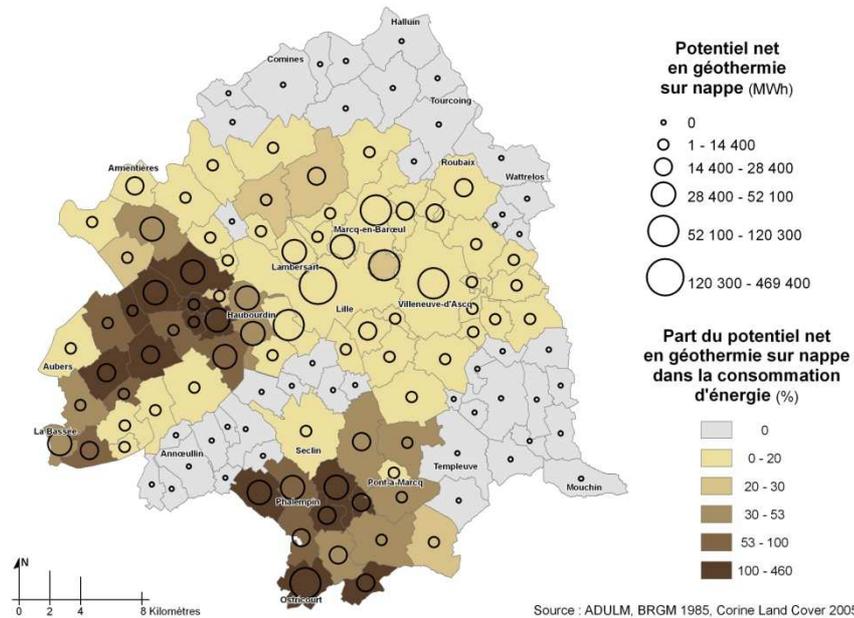
La production de chaleur est fonction essentiellement du débit de la nappe. Le ratio de production est le suivant :

- pour un débit de 20 m³/h : 75 kWh/m² de surface au sol et
- pour un débit de 50 m³/h : 380 kWh/m² de surface au sol.

Un approfondissement de l'étude pourrait consister à étudier plus spécifiquement le potentiel en zones d'urbanisation future.

Pour rappel, au regard des données disponibles, cette étude de la géothermie sur nappe s'est limitée aux aquifères de la craie. Le BRGM est en charge en 2010/2011 d'enrichir la connaissance régionale des nappes exploitables, selon leur profondeur, débit et température.

Résultats
Potentiel net



Carte 13 : Production d'EnR via hydrothermie

Selon les estimations le potentiel net de la nappe est considérable. Ainsi, si on imaginait que tout le territoire urbanisé était équipé, la nappe pourrait fournir 63 000 GWh par an. Cet objectif est évidemment théorique.

Néanmoins, on retiendra qu'une grande partie du territoire (y compris la plus peuplée, telle que Lille, Marcq-en-Baroeul et Villeneuve d'Ascq) peut extraire plus de 20% des besoins en énergie (chaleur) de la nappe.

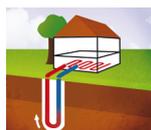
Des communes comme Herlies, Fournes-en-Weppes, Radinghem, Ennetières à l'Ouest et Ostricourt, Moncheaux, Camphin, Attiches, La Neuville, Tourmignies pourraient couvrir l'intégralité de leur besoin de chauffage grâce à la géothermie.

Résultats
Potentiel plausible

Ce calcul intègre le recours aux sondes horizontales et verticales (Cf ci-dessous).

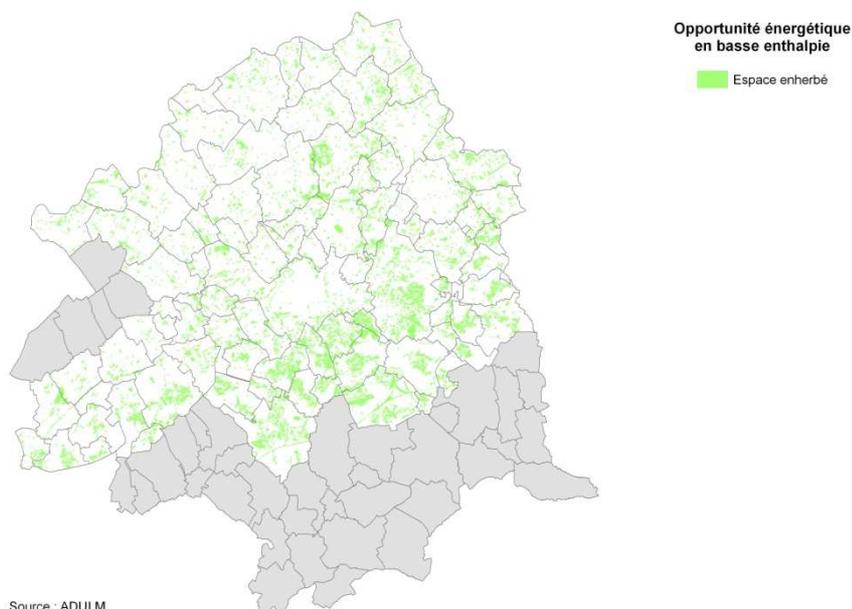
Géothermie basse profondeur

Capteurs horizontaux et sondes verticales



Le potentiel brut correspond aux disponibilités du sol sur des parcelles de plus de 2 000 m² (permettant l'accès à un engin de forage), enherbées et situées sur des zones urbanisées (activités et urbain).

La nature de la couverture végétale est définie par une base de données de l'ADULM qui ne couvre que le territoire de LMCU.



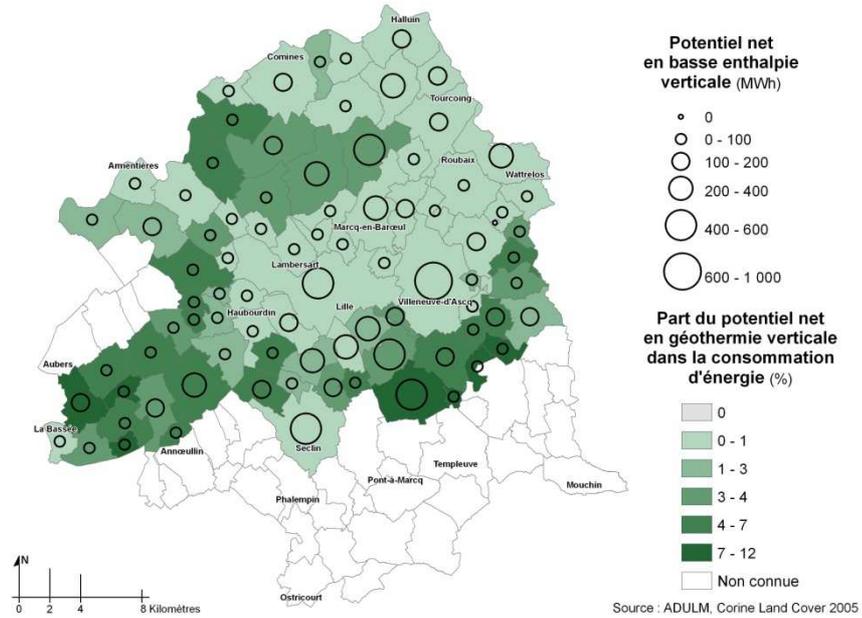
Carte 14 : Espace enherbé de LMCU

Le potentiel net correspond au potentiel brut avec une prise en compte des contraintes réglementaires et paramètres technologiques.

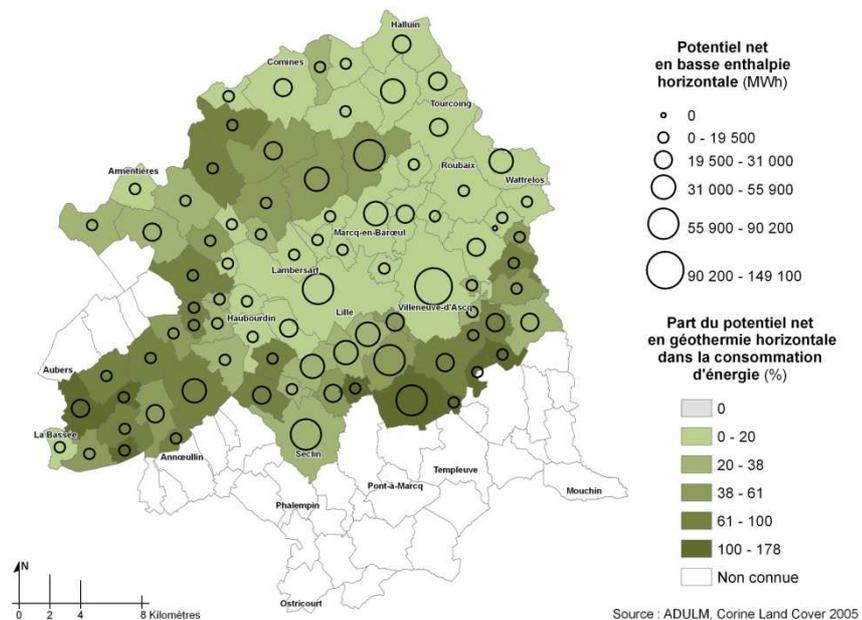
Pour la Géothermie verticale, nous considérons que par parcelle de 2 000 m², un forage de 100 mètres de profondeur permet de produire 7 000 kWh/ an.

Pour la Géothermie horizontale, nous considérons que sur une parcelle engazonnée de 2 000 m², 1 m² de capteur permet de produire 100 kWh/an.

Potentiel net



Carte 15 : Potentiel net de production en géothermie verticale



Carte 16 : Potentiel de production par géothermie horizontale

Les villes de Lille, Villeneuve d'Ascq, Fretin, Seclin disposent d'un potentiel important pour la mise en place de géothermie basse profonde.

Le potentiel net exploitable du sol est de 21 000 GWh.

Les besoins et le potentiel net de géothermie basse profonde

Le potentiel cumulé de la nappe (aquifère) et du sol est considérable (21 000 GWh pour le second). Ces valeurs doivent néanmoins être pondérées et associées à un besoin. De la même façon, une seule des 3 technologies décrites peut être utilisée à la fois.

Ainsi, sur le patrimoine bâti de plus de 20 ans, un recours massif à des PAC géothermiques est envisageable en remplacement de chaudières existantes (173 204 équipements).

- Dans l'habitat collectif et individuel : en relève de chaudières à gaz
- Dans le secteur tertiaire : en relève de chaudières au gaz et fioul
- Secteur industriel : en relève de chaudières au fioul, gaz et électrique

L'analyse des données du territoire, effectuée par Axenne (INSEE, IGN) permet de différencier les cibles de la façon suivante :

- Habitat : secteur collectif (4731 immeubles) ou individuel (163 487 maisons)
- Tertiaire : 25% des consommations de combustibles (environ 4 500 équivalents sites)
- Industrie : 7,6% des consommations de combustibles fossiles, et 2,3% des consommations d'énergie électrique sous chaudières source CEREN, (environ 485 équivalents sites)

Avec les technologies actuelles, la production peut donc être évaluée à 7 358 GWh/an.

Potentiel Plausible Sur les 170 000 installations potentielles, il est estimé qu'à l'horizon 2030, environ 30% peuvent être réalisées, soit une production de 2 200 GWh. Cette hypothèse tient compte de l'expression de la demande solvable et de l'offre (la capacité des entreprises de répondre à la demande).

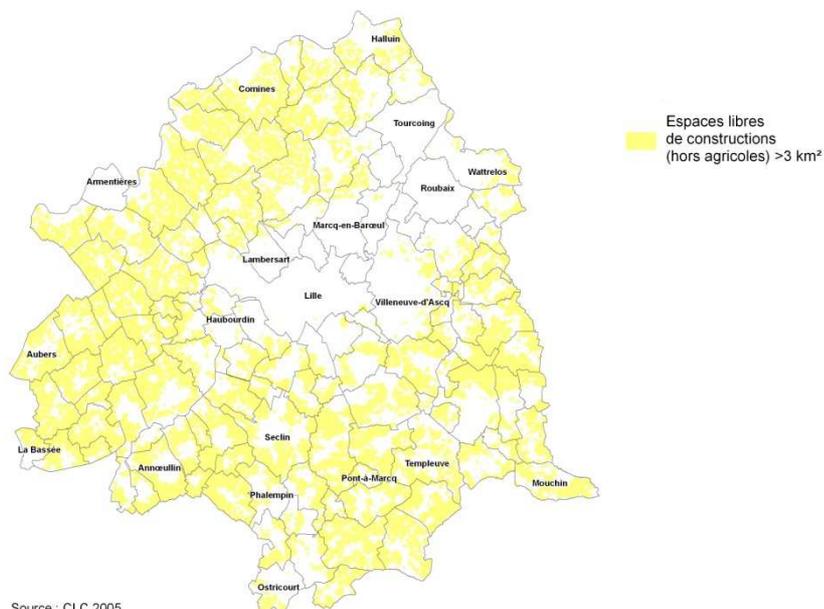
Géothermie grande profondeur

Méthode Le potentiel brut correspond aux disponibilités du sous-sol sur des parcelles de plus de 3 km².

Le potentiel net consiste à n'exploiter que les parcelles en zones libres de constructions (espaces agricoles notamment). La proximité des centres urbains a néanmoins son importance pour la consommation de chaleur fournie, même si l'installation pourrait produire également de l'électricité.

Figure : Localisation des espaces libres de constructions de plus de 3 km²

Résultats
Potentiel net



Carte 17 : Opportunité énergétique en géothermie de grande profondeur

Il est considéré qu'une installation pourrait produire 380 GWh de chaleur et 336 GWh d'électricité par an. Le potentiel net est calculé sur la base d'une hypothèse de 3 installations à terme.

Potentiel
plausible en
2030

Néanmoins, la technologie étant récente et peu expérimentée à ce jour, le potentiel plausible se base sur l'hypothèse d'une seule installation d'ici 2030. (Au total : 380 GWh de chaleur et 336 GWh d'électricité).

Le bois-énergie en bref

Le bois-énergie valorise la biomasse constituée par le bois. Il s'agit essentiellement d'une utilisation en tant que combustible. On peut considérer cette ressource comme renouvelable. Néanmoins, le bois doit être produit à partir d'une gestion durable des forêts.

Trois sources principales :

- Le bois issu des forêts (1/4 du territoire en France, elles sont en développement constant et sous-exploitées) ;
- Les résidus des entreprises de transformation du bois (la moitié d'un arbre coupé devient des sous-produits dont une part importante reste encore à valoriser) ;
- Le bois récupéré, provenant des déchetteries (élagage, emballage, palette, ...) s'il n'est pas traité (vernis, peintures, autres produits chimiques, ...).

Le "bois de feu" se présente sous quatre formes :

- les bûches ;
- les granulés de bois ou pellets ;
- les briques de bois reconstituées ;
- les plaquettes forestières.

Les bûches

Pour les appareils modernes, l'utilisation du bois bûche présente souvent des performances inférieures aux appareils à plaquettes ou à granulés. De plus, l'utilisation d'un combustible insuffisamment sec, ou de dérèglement des arrivées d'air a pour conséquence des pollutions atmosphériques (poussières, Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques, etc).

En revanche, c'est la forme qui demande le moins de transformation.

Les plaquettes, forestières ou industrielles

Il s'agit de bois déchiqueté en plaquettes. Ceci présente l'avantage de pouvoir être utilisé dans des chaudières automatiques, et supprime donc la contrainte du chargement manuel des paramètres à chaque flambée. Le rendement de combustion est dans ce cas meilleur.

On distingue :

- les plaquettes forestières issues de la sylviculture
- les plaquettes industrielles issues de l'industrie du bois

Les granulés ou pellets



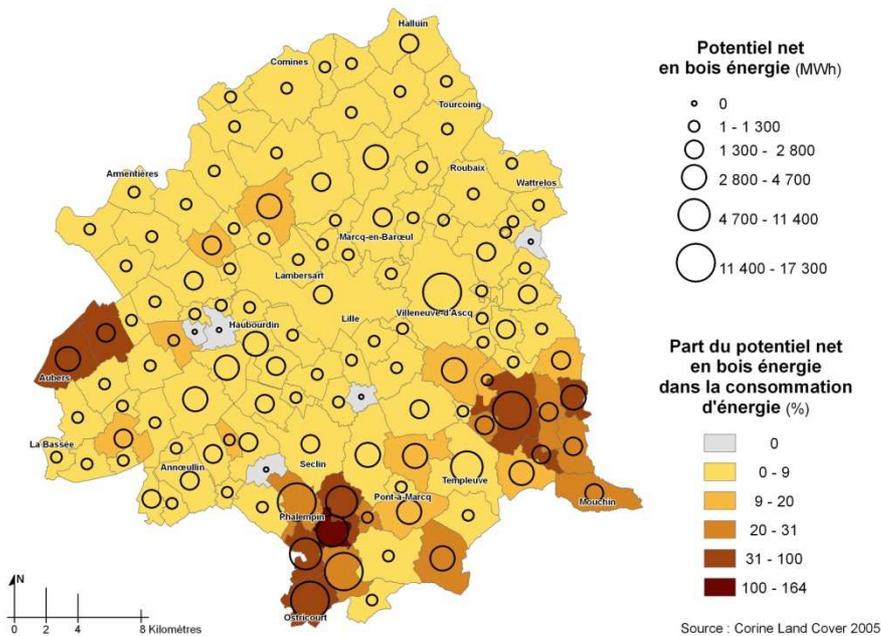
Les pellets sont obtenus par compression de la sciure de bois, après l'avoir réduite à l'état de poudre. Ce procédé nécessite une installation de type industriel, mais procure un combustible très sec (humidité de l'ordre de 5%) ayant donc un pouvoir calorifique élevé (PCI de 4,5 kWh/kg). Ses performances en font un combustible mieux adapté aux petites installations domestiques à cause d'un volume de stockage réduit par rapport aux plaquettes. De plus, l'alimentation des chaudières automatiques à granulés est plus souple que celles à plaquettes (aspiration des granulés). Ces granulés peuvent également être utilisés dans des poêles spécifiques avec d'excellentes performances.

Le granulé est fabriqué à partir de sciures de scieries ou de sous-produits de menuiserie. La production est réalisée dans des usines spécialisées dont le process de fabrication est inspiré de celui de la fabrication d'aliments du bétail.

RECAPITULATIF BOIS-ENERGIE

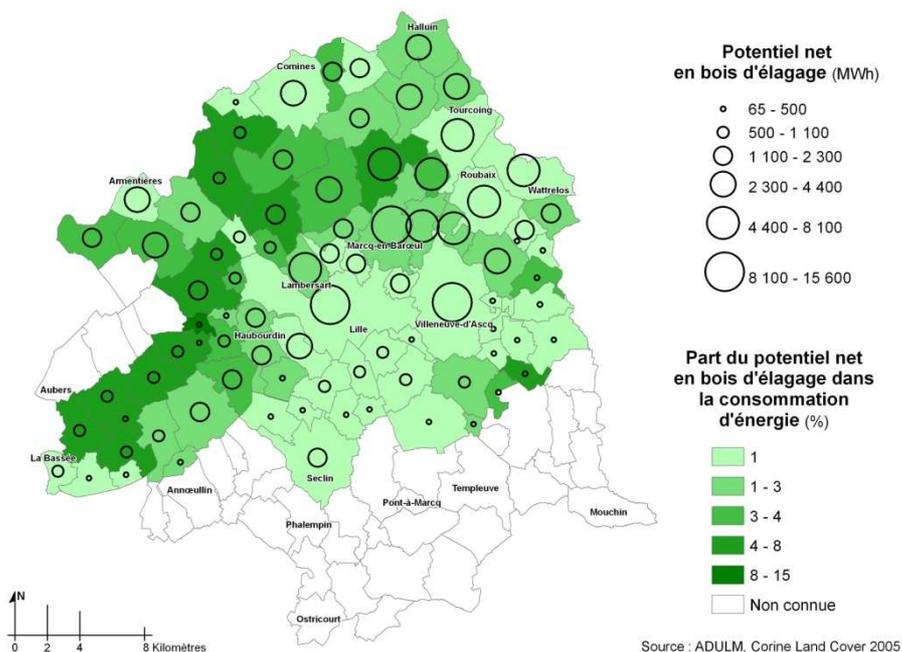
Exploitation des bois et forêts : un gisement local encore très faible au regard d'une demande potentiellement très importante

Potentiel net : 244 GWh, la totalité est valorisée, avec un objectif d'équiper un quart des maisons



Bois d'élitage et d'industrie : un potentiel plus présent dans les grandes villes

Potentiel net : 370 GWh (+ 200 GWh de bois-déchet des industries dont la carte ne tient pas compte)



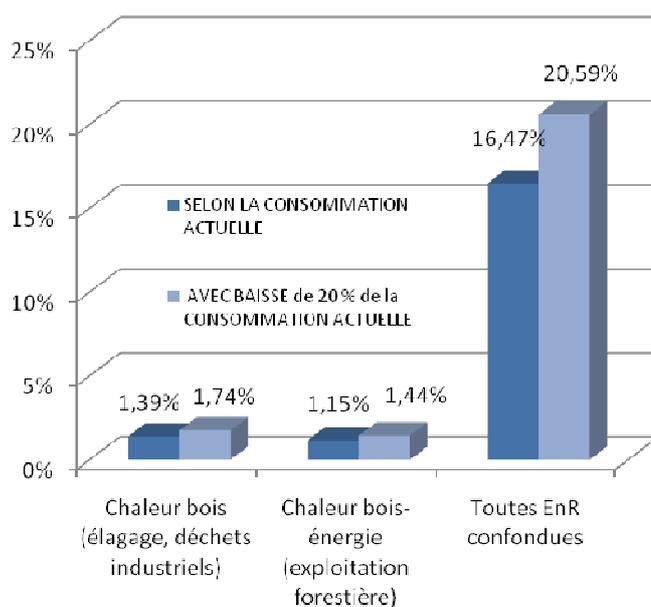
RECAPITULATIF BOIS-ENERGIE

Potentiel plausible :

Paramètres :

	Bois de l'exploitation forestière	bois d'élagage et des déchets de l'industrie
Potentiel plausible :	244 GWh	295 GWh en élagage et 200 GWh pour les déchets
Paramètres :	100 % du potentiel utilisé et 25 % des maisons équipées	10% du potentiel net utilisé

Capacité de couverture des besoins en énergie (hors carburant)



Biomasse Bois énergie

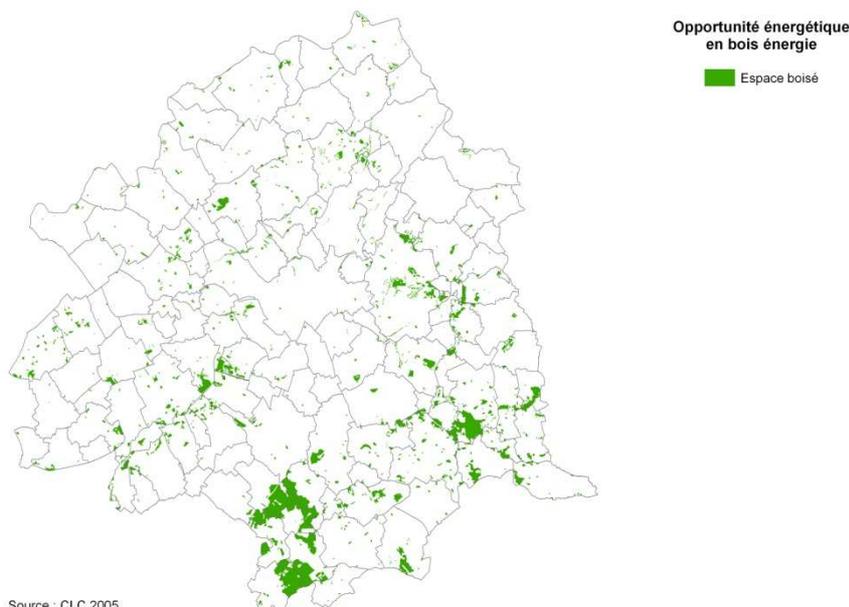
Nous avons étudié en particulier le bois-énergie valorisable sous forme de plaquette et granulé. Les buches ont été exclues à cause du mauvais rendement de la combustion.

Nous avons décomposé l'analyse en 3 aspects :

- Bois énergie issu de l'industrie forestière et fournissant un combustible de grande qualité utilisable dans toutes installations de chauffage
- Bois issu des chantiers du bâtiment (à titre d'exemple le déchet bois est estimé à 1,3 kg/m² SHOB de logement donc pour 4 000 logements de 100 m² réalisés par an, nous avons 520 tonnes de bois soit 2 600 000 kWh disponible).
- Bois d'élagage issu de l'activité d'entretien et utilisable dans des chaufferies industrielles.

Définition et mode de calcul

Le potentiel correspond à l'exploitation des espaces boisés de Lille Métropole sous forme de granulés ou plaquettes. La superficie des espaces boisés a été calculée à partir de la base de données Corine Land Cover 2005.



Carte 18 : Espace boisé de l'arrondissement

Nous considérons le ratio suivant :

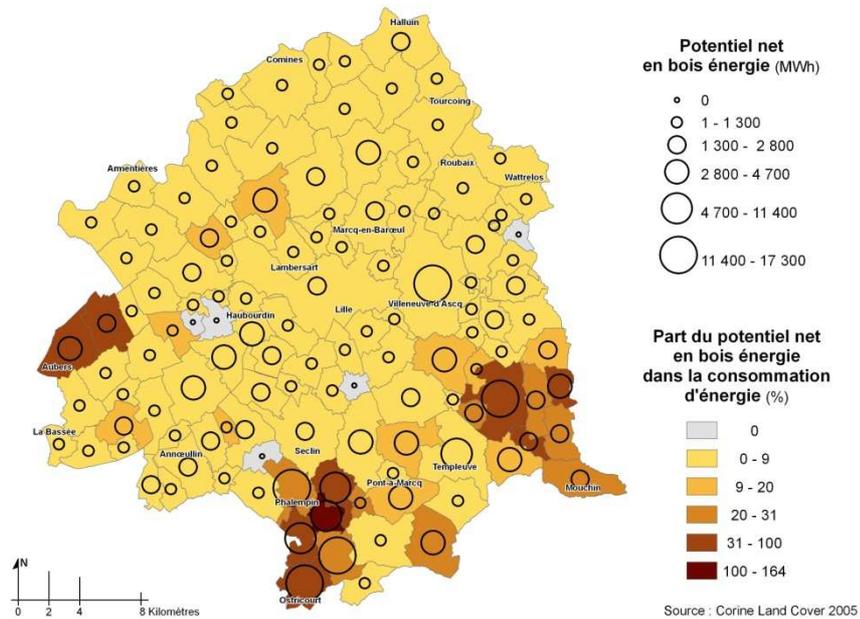
1 hectare permet de produire 60 000 kWh par an dans des conditions optimales d'utilisation. Pour obtenir ces conditions, nous considérons que le bois est stocké, séché et valorisé dans une filière disposant des meilleurs rendements.

Nous excluons de ce fait l'usage dans des cheminées à foyer ouvert et chaudière vétuste.

Le potentiel net est égal au potentiel brut.

Potentiel net Nous considérons que 100% de ce potentiel local en biomasse est

valorisable.



Carte 19 : Production d'EnR via bois énergie

Les surfaces boisées sont en effet marginales sur le territoire de Lille Métropole. Malgré cela l'analyse cartographique à la commune montre que si on valorisait les ressources dans la commune-même de production, certaines pourraient couvrir plus de 30% de leurs besoins de chaleur. (Par exemples : Villeneuve d'Ascq, Cysoing, Ostricourt, Moncheaux, Phalempin, La Neuville, Wahagnies).

Potentiel plausible On considère l'installation de poêles à bois dans 25% des maisons chauffées électriquement ou avec systèmes non identifiés (51 387).

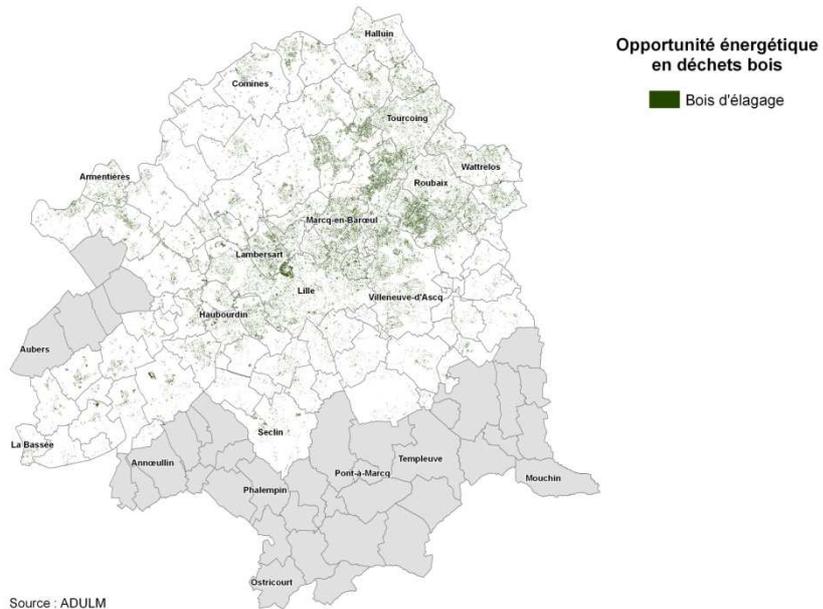
Cela correspond à 240 GWh de production annuelle.

A horizon 2030 : 100% de la production est réalisable sur le territoire soit 240 GWh.

Biomasse Déchet de bois

Définition et mode de calcul

Le potentiel brut prend en compte les travaux d'élagage (linéaires de voiries arborées) et ceux issus de l'exploitation des déchets du bois industriel (pour chaufferie ou sous forme de granulés industriels). Les surfaces sont issues de la base de données couverture végétale (ADULM, 2005), disponible uniquement pour le territoire de LMCU. Pour éviter les doubles comptes, les espaces boisés issus de la base de données de Corine Land Cover sont déduites.



Carte 20 : Surface disponible en bois d'élagage sur LMCU

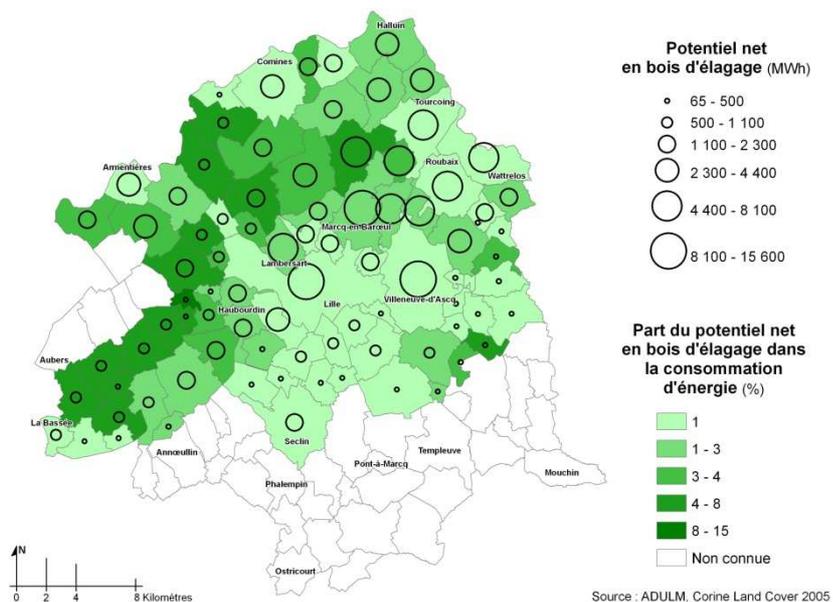
La carte montre que les surfaces végétales à élaguer sont significatives en milieux urbain.

Nous considérons le ratio suivant : 1 hectare permet de produire 50 000 kWh dans des conditions optimales d'utilisation (cf. plus haut).

Potentiel net La valorisation de tous les déchets d'élagage permettrait de produire 1 700 GWh.

Potentiel plausible

Cependant cette ressource demande à ce que toutes les parcelles soient entretenues et exploitées à cette fin. Or l'exploitation énergétique n'est pas le seul débouché envisageable pour cette ressource. L'hypothèse d'une valorisation de 10% du potentiel total semble réaliste.



Carte 21 : Production d'EnR via déchet bois

Au total, 170 GWh peuvent être produits par du bois d'élagage.

Au potentiel du bois d'élagage, nous pouvons ajouter 200 GWh pouvant être produits par les **déchets de bois issus de l'industrie** (source INSEE).

Différentes utilisations sont alors envisageables :

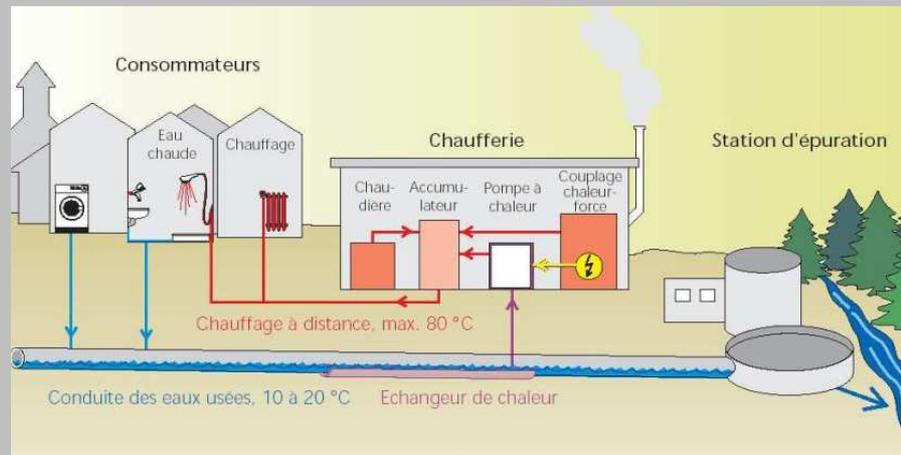
- L'installation de chaudières à bois en remplacement des installations actuelles fonctionnant au gaz ou au fioul dans le logement collectif (584), ou individuel (19 288), dans le secteur tertiaire (588 sites) et l'industrie (370 sites).
- Les réseaux de chaleur passent tous au combustible bois avec cogénération et un taux de charge 60%. La production d'électricité est estimée à 188 GWhEL (électrique).

A l'horizon 2030 : 80% des installations à potentiel passent au bois pour la production de chaleur, soit une production de 295 GWh.

Sur les 9 réseaux de chaleur, 3 sont passés en cogénération. Ce qui correspond à une production de 63 GWhEL.

Autres ressources :

Chaleur latente
des effluents des
STEP



Le principe de récupération de chaleur sur les réseaux d'eaux usées consiste à relier une pompe à chaleur et une chaufferie collective, avec des échangeurs de chaleur dans les conduites.

NB : Il faudrait néanmoins veiller à ne pas trop refroidir l'eau, car ceci compromettrait ensuite l'action des bactéries dans le processus d'épuration. La proximité des consommateurs est une autre condition à l'exploitation de cette ressource.



Huit STEP sont considérées comme exploitables dans l'arrondissement.

Bio gaz & Bio carburant liquide

Deux grandes filières de productions d'énergie à partir de la biomasse sont prises en compte : **la combustion et la méthanisation.**

La combustion valorise des produits secs comme la paille par exemple (humidité maximum de l'ordre de 30 à 40 %). Quant à la méthanisation, elle permet d'utiliser des produits humides voire liquides (lisiers, boues).

Usages :

Les produits étudiés pourront être utilisés soit dans des unités industrielles de production d'énergie (électricité, chaleur, vapeur, ...), soit dans des unités plus restreintes (chauffage de serre, chauffage de bâtiments, production de vapeur pour la distillation des plantes à parfums).

Les produits doivent répondre aux critères suivants définis au niveau régional :

- caractéristiques physico-chimiques permettant la production d'énergie,
- quantité ou volume suffisant pour permettre une valorisation techniquement et économiquement viable, produits non utilisés par ailleurs et pour lesquels il est envisageable de mettre en place une filière de valorisation énergétique.

Les produits étudiés sont classés selon trois origines :

- les produits et coproduits issus des activités de productions végétales (pailles, bois de taille, cultures dédiées, ...),
- les produits et coproduits issus des activités d'élevage (effluents d'élevage, laine d'ovins,...),
- les produits et coproduits issus des activités de première transformation (fromageries, caves vinicoles, moulins oléicoles, ...),
- les boues de stations d'épuration.

Produit	Descriptif sommaire	Filière
Pailles de céréales	Paille de blé dur, orge, triticale, ...	Combustion
Pailles de riz	Pailles de riz.	Combustion
Menues pailles	Résidus de récolte de céréales et oléo protéagineux constitués de pailles brisées et de graines	Combustion
Huiles végétales	Huiles issues de la trituration de graines de colza et de tournesol	Combustion
Plantes entières	Cultures dédiées à la production de combustible (miscanthus, switch grass, canne provençale)	Combustion
Pailles et résidus d'arrachage de plantes à parfums	Pailles après distillation ou plantes après arrachage	Combustion
Résidus de taille et arrachage arboriculture	Bois de taille et arbres arrachés	Combustion
Résidus de taille et arrachage viticulture	Sarments et vignes arrachées	Combustion
Les substrats issus des cultures hors-sol	Substrats organiques (tourbes et fibres de bois) sur lesquels sont enracinées les cultures (tomates, fraises)	Combustion
Les déchets végétaux issus des cultures hors-sol	Résidus végétaux des cultures hors sol type tomate ou fraise (pieds de tomate après récolte)	Méthanisation
Effluents d'élevage bovins, porcins et volaille	Effluents liquides ou pâteux (hors fumier des ovins, caprins et équins)	Méthanisation
Laine d'ovins	Laine d'ovins utilisable pour la production de matériaux d'isolation	Isolation
Ecart de triage	Déchets de parage ou les écarts d'épluchage des légumes traités en 4ème gamme ont été associés aux écarts de triage proprement dits	Méthanisation
Effluents vinicoles et marcs de raisin	Effluent liquide dont les teneurs en matières organiques peuvent être importantes	Méthanisation
Résidus des distillations vinicoles	Différents types de résidus issus des distillations vinicoles	Combustion / Méthanisation
Effluents et résidus des moulins à huile d'olive	Margines pures, grignons secs, grignons entiers (margine + grignon)	Combustion / Méthanisation
Effluents de fromageries	Effluent liquide dont les teneurs en matières organiques peuvent être importantes	Méthanisation
Résidus d'extraction de l'industrie de la parfumerie	Résidus organiques issus des différents procédés d'extraction des essences nécessaires à la fabrication de parfums.	Combustion
Boues de stations d'épuration	Effluents liquides ou pâteux (complément / méthanisation)	Méthanisation

Tableau 29 : Description des produits agricoles et des usages associés

Aérothermie
Air/Air ou Air/Eau

L'aérothermie est le procédé par lequel les calories contenues à l'état naturel dans l'air sont transformées en source d'énergie permettant de "fabriquer" du chaud et/ou du froid.

L'aérothermie permet donc de capter et d'amplifier les calories de l'air pour les restituer via une pompe à chaleur au système de chauffage, de production d'eau chaude sanitaire ou de chauffage de piscine.

L'aérothermie peut fonctionner avec diverses installations : planchers chauffants, radiateurs, ventilo-convecteurs ou climatiseurs.



L'avantage de l'aérothermie est qu'il n'est pas nécessaire de disposer d'une grande surface de terrain, ni de conduit d'évacuation ou de local technique spécifique...

Néanmoins, ces appareils sont moins performants en cas de forte baisse des températures et peuvent poser des problèmes pour le bon fonctionnement des réseaux.

Enfin, dans le cas des PAC réversibles, leur utilisation ne garantit pas une baisse des consommations, puisque les usagers sont tentés de les faire tous fonctionner été comme hiver.

Autres ressources

Méthodes et Résultats

Chaleur latente des effluents des STEP

Le potentiel net correspond au gisement global de récupération de chaleur à partir du réseau en entrée de 8 STEP (d'une capacité de 1 391 600 équivalent hab.). Ce gisement concernera les besoins de chaleur des logements proches des STEP.

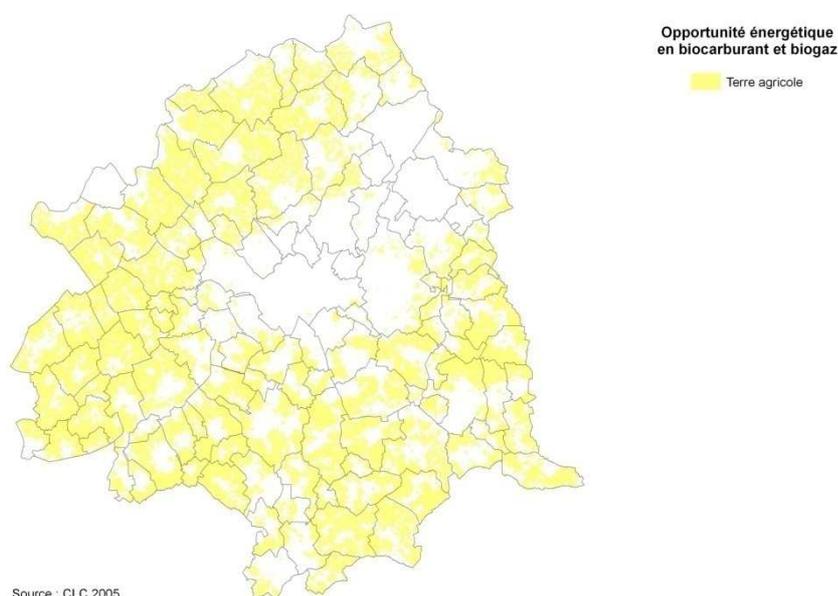
Le puissance d'échange est comprise entre 1,5 et 4,5 kW/m² d'échangeur et demande des débits équivalents à 10 000 habitants. Pour cette raison les stations de capacité inférieure (comme celle de Salomé) n'ont pas été intégrées à l'estimation.

On considère qu'1 m² de tuyaux fournit 10 000 kWh/an. En considérant la possibilité de déployer 100 m² de tuyaux par STEP soit 800 m², on peut estimer un total 8 000 000 kWh/an soit 8 GWh.

N.B. Cette technologie n'a pas été reprise dans les estimations finales.

Bio carburant liquide

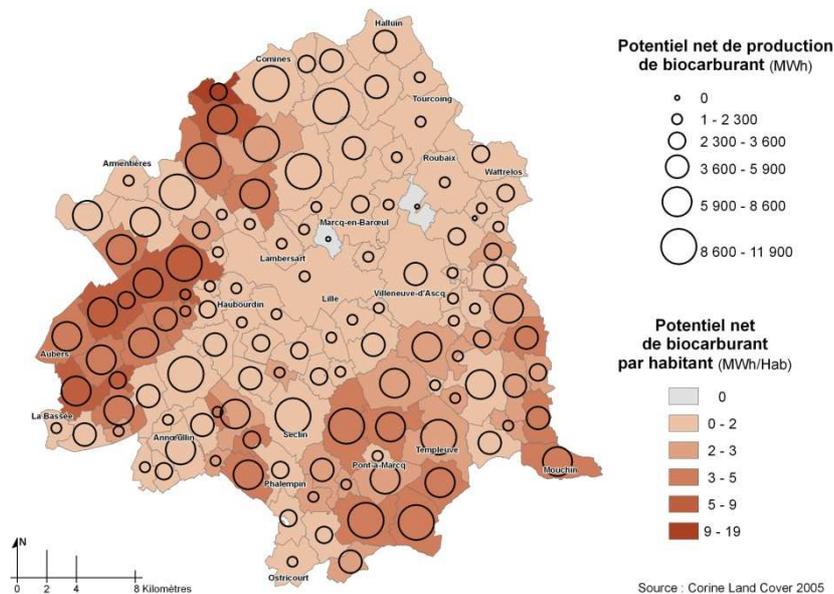
Pour estimer le potentiel brut de production de biocarburant il a été envisagé de mobiliser l'ensemble des terrains agricoles, soit 40 400 ha, à raison d'une production de bioéthanol de 10 000 litres/ha.



Carte 22 : Surface de terre agricole

Le potentiel net intègre la question de la concurrence d'usages en fixant à 20% les terres agricoles exploitées à cet effet. Ce sont donc 8 080 ha qui seraient mobilisés pour ce type de production, soit 80 800 000 litres de bioéthanol ou 505 GWh.

La représentation cartographique est issue d'une répartition au *pro rata* des surfaces agricoles de la commune.



Carte 23 : Production d'EnR via bio carburant

Les communes agricoles disposent bien évidemment du potentiel le plus important.

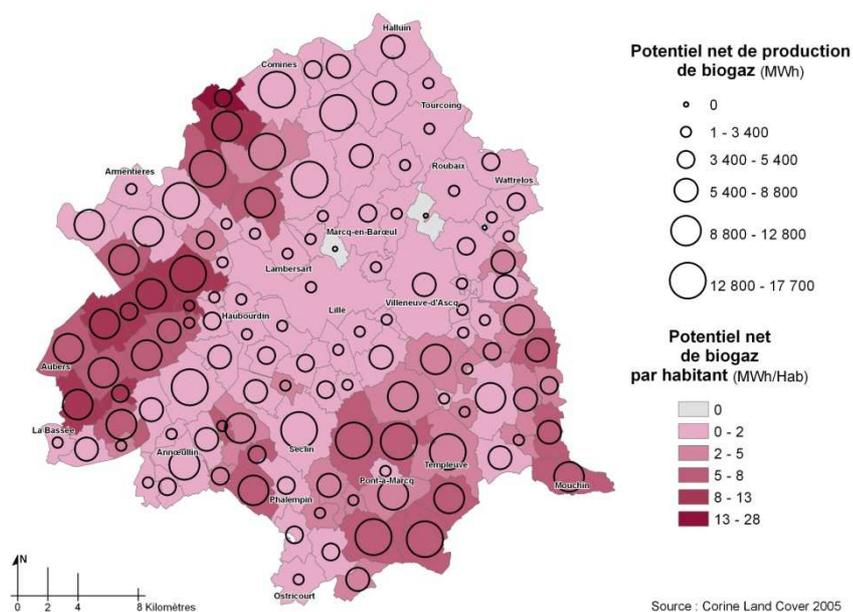
Bio gaz

Le potentiel brut correspond au tonnage global de matière organique mobilisable sur les terres agricoles de Lille Métropole, soit 753 GWh.

Le potentiel net prend en considération les limites relatives à la localisation des installations (zone agricole), les contraintes pour la mobilisation des gisements et la concurrence des usages agricoles (comme pour la paille).

A horizon 2030, on pose l'hypothèse d'une valorisation de 30% de matière organique utiles, soit 250 GWh.

La représentation cartographique est issue d'une répartition au *pro rata* des surfaces agricoles de la commune.



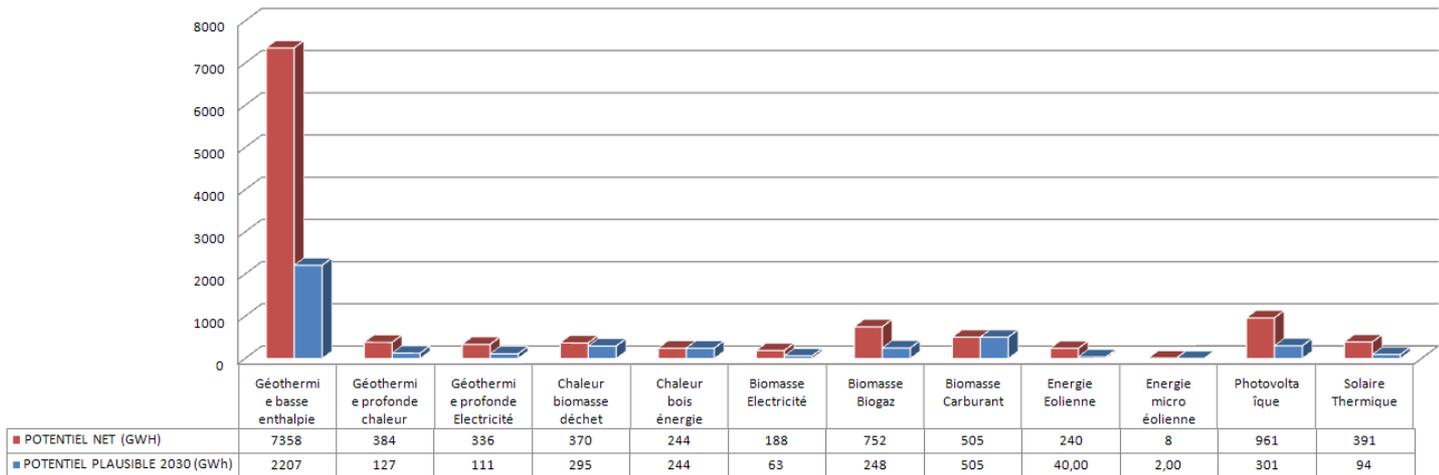
Carte 24 : Production d'EnR via bio gaz

Les communes agricoles de l'arrondissement disposent évidemment du potentiel le plus important.

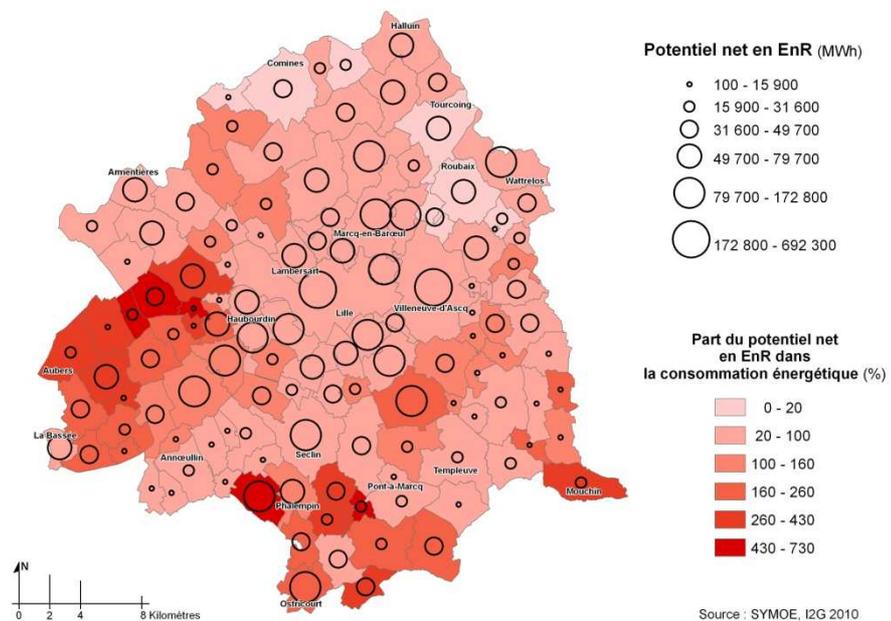
V. POTENTIEL EN EnR : BILAN

Potentiel net en EnR,

Le potentiel net total en énergie renouvelable est estimé à **11 700 GWh** et le potentiel plausible en **2030 à 4 230 GWh**, soit 36% du potentiel net.



Graphique 15 : Potentiel net en EnR



Carte 25 : Production potentielle nette d'énergie renouvelable, toute source confondue

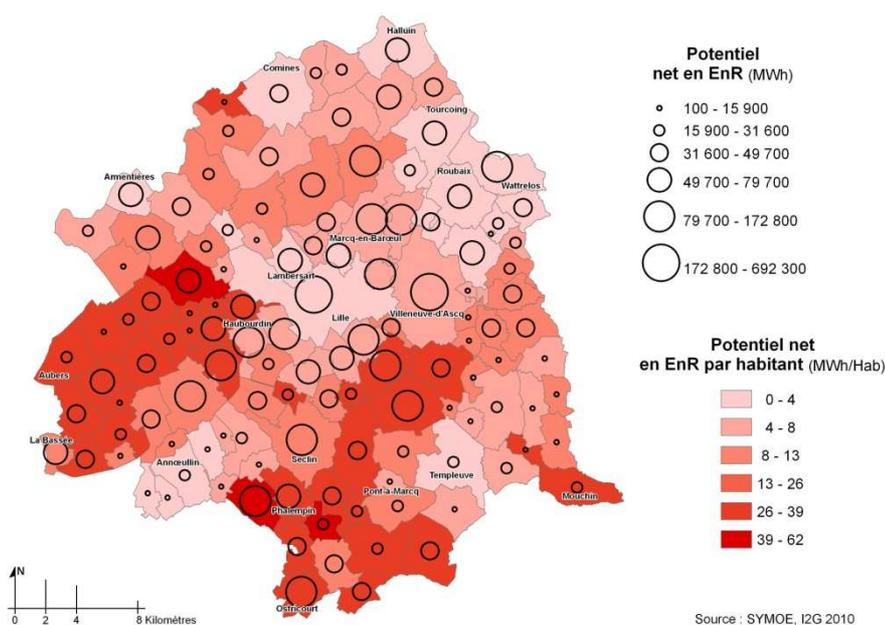
L'analyse du potentiel net d'énergies renouvelables à l'échelle communale montre que les communes des Weppes (Le Maisnil, Radinghem, Escobecques, Herlies, Illies, Aubers) disposent de ressources suffisantes pour couvrir leur consommation de chauffage et d'électricité.

Ce constat est valable pour de nombreuses communes périphériques, faiblement peuplées et moins urbanisées.

Mais, l'analyse effectuée montre qu'il est aussi possible de produire une part importante de leur énergie dans les grandes villes comme Lille, Villeneuve d'Ascq, Marcq-en Baroeul et Wattrelos.

Les solutions locales seront néanmoins plus difficiles à trouver pour des communes comme Roubaix, Tourcoing, Commines. Elles disposent de peu de potentiel net et sont fortement peuplées ou consommatrices. La baisse des niveaux de consommation y est donc d'autant plus primordiale.

NB : L'objectif des 23% correspond ici à la part de consommation de chaleur et d'électricité (hors déplacement).



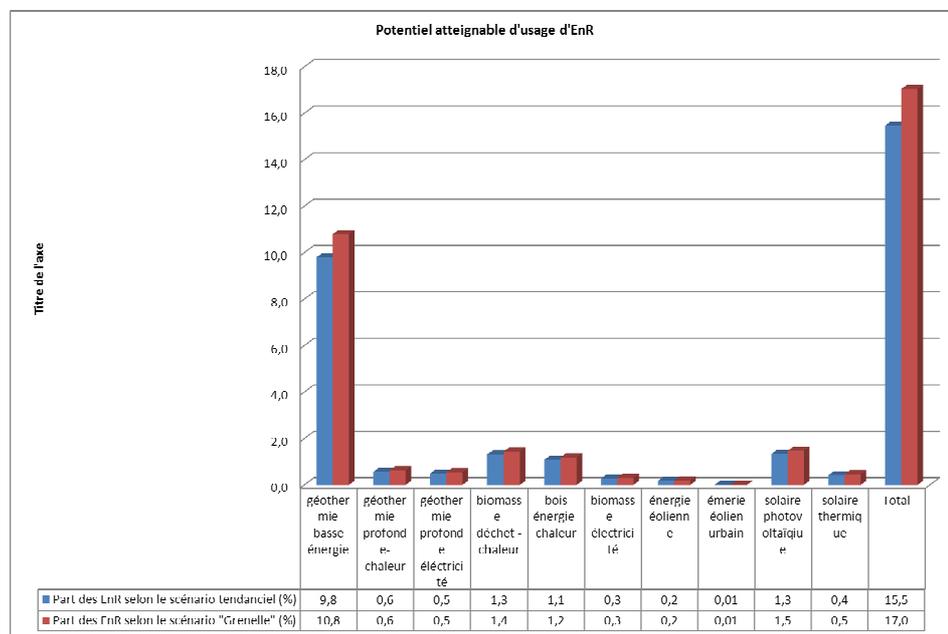
Carte 26 : Production d'EnR totale par rapport à la population communale

La carte permet de repérer les communes dont le potentiel énergétique par habitant est supérieur à la moyenne de consommation de Lille Métropole (26 MWh/hab./an).

La géothermie de faible profondeur apparait comme le potentiel le plus important pour la production de chaleur. Il est suivi de loin par le photovoltaïque (pour les besoins en électricité) et la biomasse-gaz.

A titre de comparaison, si aucune action de réduction des consommations n'est menée d'ici 2030 et qu'elles restent stables (31 600 GWh), la part des EnR sera de maximum 13%.

Hors carburant, les besoins liés à la production de chaleur et d'électricité (en grande partie le gaz et l'électricité) s'élèvent à 23 700 GWh. Une baisse de 20% des consommations à horizon 2030 les ramèneraient à 19 000 GWh.



Graphique 16 : Part potentielle d'EnR dans la consommation totale

Si les consommations énergétiques évoluaient selon le scénario dit « Grenelle », la part des EnR pourrait atteindre 16%. Mais cette part ne sera que de 14% si la demande suivait le scénario tendanciel.

Hors carburant, il est possible de monter jusqu'à 17% la part des EnR, pour une baisse de 16,5% de la demande (scénario « Grenelle »).

Enfin, l'objectif national de 23% d'énergie renouvelable, uniquement à partir de ressources locales, apparaît comme inatteignable.

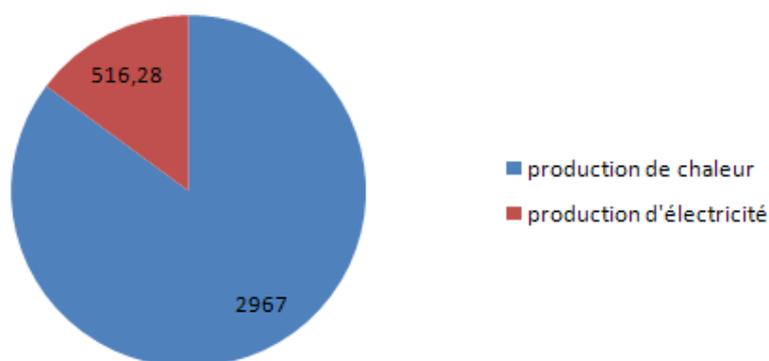
Ceci est d'autant plus vrai si on considérait en plus les besoins de carburant pour les déplacements.

Le territoire de Lille Métropole pourrait difficilement devenir énergétiquement indépendant d'ici 2030.

Néanmoins, des ressources locales existent et elles sont à ce jour sous-exploitées. C'est le cas de la géothermie, qui selon les estimations permettrait de couvrir plus de 10% du besoin de chaleur. En revanche, le photovoltaïque a connu un engouement récent qui doit son succès à la politique nationale de subvention. Il est la seconde source de production avec le bois.

La répartition selon les usages

A horizon 2030, sur un potentiel d'EnR de **4 250 GWh**, nous estimons que **3 000 GWh** serviront à couvrir les besoins de chaud (chauffage et ECS).



Graphique 17 : Répartition de la production d'EnR pour de la chaleur ou électricité

Lille Métropole ne disposant ni d'un potentiel éolien significatif, ni d'un ensoleillement optimal, **la production d'électricité par des EnR reste limitée.**

De plus, l'injection de 500 GWh électrique aura une influence sur les capacités du réseau et constitue un point de vigilance.

La production locale de carburant d'origine renouvelable permettrait de produire 750 GWh. Elle demanderait cependant une réflexion plus approfondie sur les choix en matière d'agriculture périurbaine.

Conclusion En conclusion, nous estimons que grâce à un scénario de diminution des consommations énergétiques de 20%, **il est possible d'atteindre 17% d'EnR à l'horizon 2030** (18% pour la part liée à la consommation de gaz et d'électricité, donc hors carburant).

A l'échelle de chaque commune, les ressources et la capacité de couverture des besoins sont très variables. Les communes de la périphérie à l'Ouest et au Sud pourraient en théorie avoir une autonomie énergétique pour les besoins de chaleur et électricité. La population concernée s'élève à 100 000 habitants.

Pour les autres communes, cet objectif sera atteint en mettant l'accent sur le développement de la géothermie (une étude du BRGM est en cours sur le sujet) et en exploitant au maximum la filière bois.

Cependant, que ce soit pour 2020 ou 2030, si l'étude montre que l'objectif national de 23% d'EnR n'est pas inatteignable en théorie, tous les postes de consommation ne sont pas concernés de la même façon. Ainsi, dans le secteur du transport et de l'industrie les alternatives actuelles ne permettent pas d'envisager une quelconque autonomie.

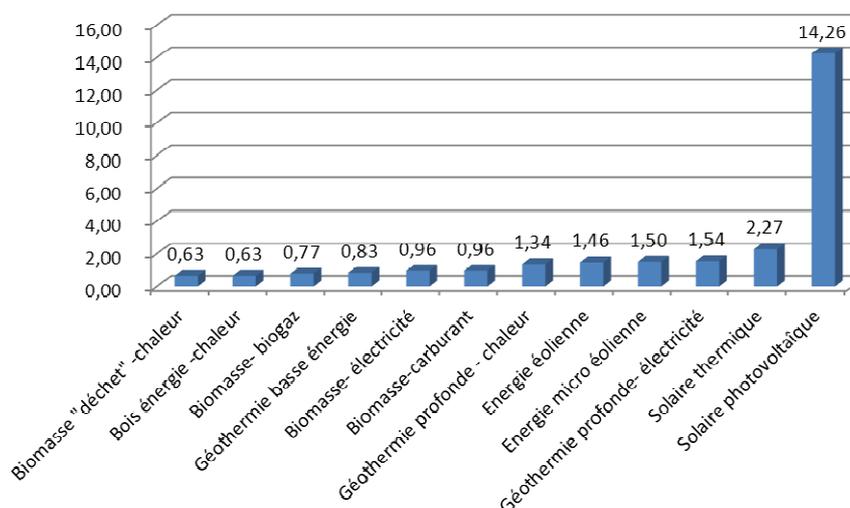
VI. ANALYSE ECONOMIQUE DU POTENTIEL EN EnR

Synthèse

Définition et mode de calcul Chaque filière a fait l'objet d'une étude détaillée de chiffrage des investissements (selon des valeurs de 2010), ainsi que d'une étude économique en unité de valeurs (€/kWh) des coûts d'exploitation et coût global (aides et subventions déduites) pour chaque installation « type ». Cette simulation a été réalisée avec le logiciel « Stratège »®.

Elle ne tient pas compte des économies d'échelles (diminution des coûts liés à la taille du marché, les effets d'apprentissage...).

Calcul du rendement énergétique

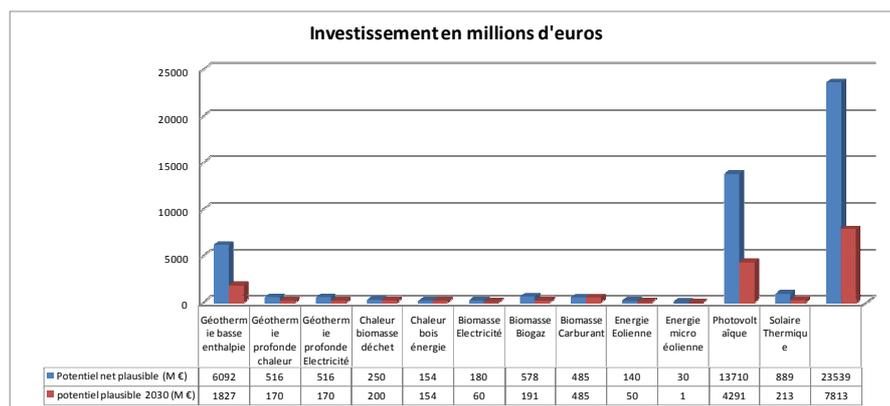


Graphique 18 : Coût par GWh

L'investissement nécessaire a été estimé sur la base des potentialités du territoire et du retour d'expérience de projets réalisés par le cabinet Symoé.

Ce montant est ramené au kWh produit. Il est bien sûr lié au rendement des machines et à la capacité à valoriser les énergies renouvelables sur le territoire. A titre d'exemple, le photovoltaïque sera plus rentable à Nice qu'à Lille. L'hydrothermie n'est rentable que s'il y a une nappe !

Ainsi, nous avons estimé que la mise en place d'une production de 4 230 GWh d'EnR par an à horizon 2030, demanderait un investissement de 7,8 milliard d'euros ce qui correspond à environ 5 fois le budget total annuel de LMCU (2010).



Graphique 19 : investissements pour valoriser les potentiels de production d'EnR

Cette évaluation, correspond à la valeur investie mais elle ne prend pas en compte les aides déjà consenties pour certaines énergies. Nous remarquons que si les aides contribuent à créer une filière, elles orientent le particulier vers des solutions n'ayant pas toujours le meilleur rendement production/investissement.

Nous montrons que pour réaliser le potentiel de production d'EnR, le photovoltaïque nécessiterait 2 fois plus d'investissement que la géothermie. Alors même que le photovoltaïque contribuera à termes pour 1,8% de l'énergie consommée, contre 13% pour le second.

**Tableau de
détail du
potentiel net et
plausible 2030**

Géothermie basse enthalpie	Potentiel net ENR	100%	Potentiel plausible à 2030	30%
Nb équi. Installation	173204		51961	
Production GWh	7358		2207	
COP Moyen	3		3	
Puissance MW	3863		1159	
Investissement Millions €	6092		1827	
Solaire Thermique	Potentiel ENR	100%	2030	11%
Nb équi. Installation	198807		22743	
Production GWh	391		94	
Surface captage m2	1111086		266661	
Puissance MW				
Investissement Millions €	889		213	
Géothermie grande profondeur	Potentiel ENR	100%	2030	33%
Nb équi. Installation	3		1	
Production GWh _{EL}	336		111	
Production GWh _{TH}	384		127	
Puissance MW	201		66	
Investissement Millions €	516		170	
Biomasse dechet - Chaleur	Potentiel ENR	100%	2030	80%
Nb équi. Installation	20830		16600	
Production GWh	370		295	
Tonnes équi. Plaquettes	208		166	
Puissance MW	208		166	
Investissement Millions €	250		199	
Biomasse bois énergie- Chaleur	Potentiel ENR	100%	2030	100%
Nb équi. Installation	12 847		12847	
Production GWh	244		244	
Tonnes équi. Plaquettes	77081		77081	
Puissance MW	128		128	
Investissement Millions €	154		154	
Biomasse - Electricité	Potentiel ENR	100%	2030	33%
Nb équi. Installation	9		3	
Production GWh _{EL}	188		63	
Tonnes équi. Plaquettes	195643		65214	
Puissance MW	99		33	
Investissement Millions €	180		60	
Biomasse - Biogaz	Potentiel ENR	100%	2030	15%
Nb équi. Installation	567		85	
Tonnes déchets, effluents	344405		51661	
Production GWh	752		248	
Investissement Millions €	578		191	
Biomasse - carburant liquide	Potentiel ENR	100%	2030	100%
Nb équi. Installation	8		8	
Surface utilisée ha	8080		8080	
Production GWh	505		505	
Investissement Millions €	485		485	
Solaire Photovoltaïque	Potentiel ENR	100%	2030	15%
Nb équi. Installation	194840		29591	
Production GWh	961		301	
Surface captage m2	13709871		4291190	
Puissance MW				
Investissement Millions €	13 710		4 291	
Eolien	Potentiel ENR	100%	2030	17%
Nb équi. Installation	60		10	
Production GWh	240		40,00	
Puissance MW	216		36,1	
Investissement Millions €	300		50	
Micro Eolien	Potentiel ENR	100%	2030	4%
Nb équi. Installation	2000		500	
Production GWh	8		2,00	
Puissance MW	4		1,0	
Investissement Millions €	30		8	

VII. PRECONISATIONS DE L'ETUDE DE PROSPECTIVE ENERGETIQUE–SUITES A DONNER

Synthèse des résultats

La présente étude (« EPE ») se donnait pour objectif d'éclairer les questions du champ énergétique de Lille Métropole à l'horizon de 2030.

Globalement, l'étude met en évidence l'impossibilité pour le territoire de Lille Métropole d'atteindre les objectifs de la loi Grenelle :

- Concernant *l'efficacité énergétique*, et l'objectif d'un gain de 20% pour 2020 : l'étude estime un gain de 4% à l'horizon 2030 selon le scénario tendanciel et de 18% selon le scénario Grenelle (scénario le plus volontaire).
- Concernant *la part des ENR* (thermique, photovoltaïque et éolien), celle-ci est estimée à 21 119 MWh en 2007, soit 0,01% des besoins énergétiques. L'objectif de 23% la part des ENR dans la consommation finale en 2020, permet de mesurer à quel point le territoire de Lille Métropole doit redoubler d'effort en la matière. Le potentiel net total en énergie renouvelable est estimé à 11 700 GWh et le potentiel plausible à 4 230 GWh soit 13,9% des besoins selon le scénario tendanciel ou 16,3% des besoins selon le scénario Grenelle.

Préconisations

1. Viser prioritairement les 3 secteurs les plus porteurs d'économie d'énergie

Concernant *les besoins énergétiques*, trois secteurs sont identifiés par l'EPE comme étant les plus porteurs d'économie d'énergie (mesurée par la différence entre les scénarios Tendanciel et Grenelle) : il s'agit du Résidentiel, du Tertiaire et des Transports qui représentent **un enjeu de 3 511 GWh** dont 2 335 GWh pour le seul secteur des Transports (marchandises et personnes).

2. La sobriété énergétique augmente mécaniquement la part d'ENR dans la consommation finale.

Le potentiel plausible de production d'ENR de Lille Métropole est estimé à **4 230 GWh** à l'horizon de 2030. Rapporté aux besoins de 2030, cela représente une part de 13,9% selon le scénario tendanciel ou de 16,3% selon le scénario Grenelle.

3. Un potentiel en ENR à développer

Le potentiel net d'ENR (solaire, biomasse, éolien, géothermie...) est estimé à 11 700 GWh, ce qui signifie que le territoire de Lille Métropole peut tout à fait, dans l'absolu, répondre aux objectifs du Grenelle (23% d'ENR rapportés à la consommation finale). La part actuelle extrêmement basse (0,01% en 2007) résulte donc davantage d'une absence d'incitation à la production d'ENR que d'un potentiel défaillant.

Les suites à donner L'EPE a permis de soulever un certain nombre de questions clés sur le devenir énergétique de la Métropole. Parmi elles, la question de l'information sur les données énergétiques demeure centrale.

Nous repérons 4 axes d'actions permettant d'améliorer la connaissance sur la situation énergétique ainsi qu'une meilleure identification des leviers d'action :

Observer et capitaliser les données

Géolocaliser et informer

Mesurer l'efficacité énergétique

Inciter à la sobriété énergétique et au développement des ENR

1. Observer et capitaliser les données

L'accès aux données a été l'une des premières difficultés rencontrée dans le cadre de l'EPE.

L'information existe mais éparpillée car détenue par de multiples acteurs et sous une forme peu intelligible en l'état. A l'échelle de Lille Métropole, l'observation de la donnée énergétique demeure pourtant stratégique afin de :

- suivre les consommations énergétiques par secteur d'activité et à date régulière
- mesurer la production d'énergie par filière
- affiner précisément les consommations finales (évaluation des pertes de réseaux, usages et pratiques...)
- uniformiser les méthodes d'observation et d'unités de mesures
- préciser la prospective

2. Géolocaliser et informer

Appuyer la création d'une base de données géolocalisée afin :

- d'identifier les disparités spatiales sur les données énergétiques (par types de bâtiments, par secteurs d'activité...)
- d'accompagner les choix d'urbanisme
- de préciser le potentiel d'ENR dans le PLU (notamment dans les zones d'urbanisation future)
- de croiser les enjeux : repérer la précarité énergétique (croisement des données sociales et énergétique) ou inciter à l'utilisation du bois énergie issu des bocages dans les zones agricoles ou à enjeux paysagers
- de sensibiliser les publics cibles comme la population à partir d'une thermographie aérienne ou les entreprises à mettre en place un Plan de Déplacements, par exemple

3. Evaluer l'efficacité énergétique des politiques engagées

- développer l'approche économique (en coût global) des ENR afin d'orienter de manière plus efficace les aides publiques
- chiffrer monétairement les objectifs : ainsi, une première estimation évalue à 7,8 milliards d'euros (base 2010) les investissements à mobiliser d'ici 2030 pour atteindre le potentiel plausible. Cette évaluation doit être révisée régulièrement afin d'intégrer notamment les évolutions dues au progrès technologique (augmentation des rendements et baisse des prix)
- cf. exemple ci-dessous de l'évaluation des délibérations cadres de LMCU
- chiffrer les conséquences énergétiques des politiques et documents d'urbanisme dans une démarche prospective. A titre d'illustration, nous évaluons à 1 382 GWh l'enjeu énergétique de la Délibération Cadre de LMCU sur les Transports (adoptée le 17/04/09) à l'horizon 2030 (la présentation détaillée figure en annexe). Une évaluation énergétique du SCOT, lorsque le PADD aura été défini est également prévu par l'ADULM

4. Inciter à la sobriété énergétique et au développement des ENR

- Impulser la production de chaleur à partir d'ENR
- Accompagner la mise en place des Plans Energie Climat Territoriaux

Face à cet enjeu de structuration de l'information et diffusion de la connaissance sur les questions énergétiques, certaines collectivités territoriales ont mis en place des Agences Locales d'Energie (Lyon, Grenoble, Montpellier...) à destination des élus, techniciens, professionnels et particuliers.

ANNEXE

Exemple d'évaluation de l'efficacité énergétique : les délibérations cadres de LMCU

A titre d'illustration, nous avons tenté d'évaluer l'efficacité énergétique de quatre délibérations cadres de LMCU :

- L'habitat (08 C 0550 – adoptée le 5/12/2008)
- La ville renouvelée
- La ville intense (9C 0258 – adoptée le 2/07/2009)
- Les transports (9 C 0139 – adoptée le 17/04/2009)

Première difficulté rencontrée, toutes les délibérations incitent à la réduction des consommations énergétiques mais les objectifs chiffrés sont rarement précisés. Compte tenu de cette remarque, seules les délibérations cadres de l'habitat et du transport peuvent faire l'objet d'une évaluation.

L'Habitat

La délibération cadre de l'Habitat de LMCU prévoit sur la période 2010 - 2020 :

- La construction de 30 000 logements dont le niveau de performance thermique devrait atteindre 65 KWh/m²/an
- L'amélioration de 9 000 logements dont la performance thermique serait comprise entre 135 et 150 KWh/m²/an
- L'amélioration du parc de 1 000 logements privés anciens pour porter sa performance thermique à 100 KWh/m²/an

Les objectifs de construction de la délibération cadre de l'Habitat correspond à une augmentation de la consommation énergétique de 117 GWh d'ici 2020 (273 GWh d'ici 2030).

	Objectif délibération de l'Habitat 2008 -2020	Consommation énergétique des logements en MWh	Projection à l'échelle de l'arrondissement sur la période 2020 - 2030	Consommation énergétique des logements en MWh
Logements neufs	30 000	117 000	70 000	273 000

Tableau 30 – Résidentiel – Consommation des logements construits selon les objectifs de la délibération sur l'Habitat

Inversement, la rénovation des logements se traduit par une baisse des consommations énergétiques estimée à 2,55 GWh d'ici 2030, soit 0,03% des consommations du secteur résidentiel en 2007.

	Objectif délibération de l'Habitat 2008-2020	Consommation énergétique des logements en 2008 en KWh/m ²	Consommation énergétique cible de la rénovation en KWh/m ²	Projection à l'échelle de l'arrondissement sur la période 2020 -2030	Réduction des consommations énergétiques en MWh
Parc social	9 000	245	135	20 000	2 200
Parc privé	1 000	245	100	2 400	348
Total	10 000			22 400	2 548

Tableau 31 – Résidentiel – Gains énergétiques relatifs à la rénovation de logements selon les objectifs de la délibération sur l’Habitat

Au total, l'application de la délibération cadre sur l'Habitat (LMCU), se traduit *in fine* par une augmentation de la consommation énergétique du secteur résidentiel à l'horizon 2030 de **270 GWh**.

Les déplacements de personne

Les élus de Lille Métropole ont décidé, par la délibération cadre sur les transports, de favoriser le report modal de la route vers les transports en commun ou les modes doux.

L'objectif volontariste fixé par cette délibération est une part modale pour la voiture réduite de 21% au profit des transports en commun (augmentation de la part modale de 10%) et des modes doux (augmentation de la part modale du vélo de 8% et de 4% pour la marche) à horizon 2020.

Déplacements de personnes en voiture	% d'évolution annuel	% d'évolution entre 2008 et 2020	% d'évolution entre 2008 et 2030
Habitants LMCU	-1,8%	-21%	-40%

Tableau 32 : Déplacements de personnes – Évolution des déplacements voiture et 2 roues selon le scénario « Grenelle »

Si l'on prolonge le report modal des déplacements en voitures et 2 roues jusqu'en 2030, le report total atteint 40%.

Ce report modal se traduit par une baisse importante de la consommation de carburant équivalente à **1 395 GWh**.

Déplacements de personnes en voiture et 2 roues	Consommation en MWh en 2008	Consommation en MWh en 2030	Écart en MWh
Habitants LMCU	3 487 131	2 092 278	1 394 853

Tableau 33 : Déplacements de personnes – Évolution des consommations énergétiques relatives aux déplacements des voitures et 2 roues à horizon 2030

En contrepartie, la baisse de la consommation des voitures et 2 roues devrait s'accompagner d'une hausse de fréquentation des transports en commun.

Il est difficile de connaître précisément la consommation engendrée par le report modal. Nous posons l'hypothèse la plus défavorable suivant laquelle 10% de report modal représente une hausse de 10% de la consommation des transports en commun.

Considérant cette hypothèse, la consommation énergétique des transports en commun à horizon 2030 augmenterait de 13,6 GWh :

Déplacements de personnes en transports en commun	Consommation en MWh en 2008	Consommation en MWh en 2030	Écart en MWh
TC + train	136 500	150 150	13 650

Tableau 34 : Déplacements de personnes – Évolution des consommations énergétiques des transports en commun selon le scénario Grenelle

Au total, nous estimons à **1 382 GWh** l'impact de la délibération cadre sur la mobilité.

LEXIQUE

ADULM : Agence de Développement et d'Urbanisme de Lille Métropole
AIE : Agence Internationale de l'Energie
BBC : Bâtiment Basse Consommation
BEPOS : Bâtiment à Energie Positive
CESI : Chauffe-Eau Solaire Individuel
COP : Coefficient de Performance
CVE : Centre de Valorisation Energétique
CVO : Centre de Valorisation Organique
ECS : Eau Chaude Sanitaire
EDF : Electricité de France
ENR : Energie Renouvelable
EPE : Etude de Prospective Energétique
LMCU : Lille Métropole Communauté Urbaine
PAC : Pompe à Chaleur
PACg : Pompe à Chaleur Géothermique
PCI : Pouvoir Calorifique Inférieur
PDU : Plan de Déplacement Urbain
PNAQ : Plan National d'Allocation des Quotas
RT : Réglementation Thermique
RT : Réglementation Thermique
SCOT : Schéma de Cohérence Territoriale
SHOB : Surface Hors Œuvre Brute
SHON : Surface Hors Œuvre Nette
SSC : Système Solaire Combiné
STEP : Station d'Épuration
TC : Transports en Commun
VL : Véhicule Léger
VUL : Véhicule Utilitaire Léger

CARTES, GRAPHIQUES ET TABLEAUX

CARTES :

- Carte 1 : Répartition spatiale des consommations cumulées d'électricité et de gaz naturel par habitant
- Carte 2 : Lieux de production d'énergie sur le territoire de Lille Métropole
- Carte 3 : Exemple de carte
- Carte 4 : Occupation du sol de l'arrondissement
- Carte 5 : Potentiel net de production par solaire photovoltaïque
- Carte 6 : Potentiel net de production par solaire thermique
- Carte 7 : Espaces propices pour l'installation d'aérogénérateurs
- Carte 8 : Potentiel net de production par aérogénérateur
- Carte 9 : Potentiel brut de micro-éolien
- Carte 10 : Localisation des zones d'activités
- Carte 11 : Potentiel de micro-éolien industriel
- Carte 12 : Géothermie sur nappe, localisation et contraintes
- Carte 13 : Production d'EnR via hydrothermie
- Carte 14 : Espace enherbé de LMCU
- Carte 15 : Potentiel net de production en géothermie verticale
- Carte 16 : Potentiel de production par géothermie horizontale
- Carte 17 : Opportunité énergétique en géothermie de grande profondeur
- Carte 18 : Espace boisé de l'arrondissement
- Carte 19 : Production d'EnR via bois énergie
- Carte 20 : Surface disponible en bois d'élagage sur LMCU
- Carte 21 : Production d'EnR via déchet bois
- Carte 22 : Surface de terre agricole
- Carte 23 : Production d'EnR via bio carburant
- Carte 24 : Production d'EnR via bio gaz
- Carte 25 : Production potentielle nette d'énergie renouvelable, toute source confondue
- Carte 26 : Production d'EnR totale par rapport à la population communale

GRAPHIQUES :

- Graphique 1 : Bilan énergétique global de Lille Métropole en 2007 (en MWh)
- Graphique 2 : Répartition globale des consommations énergétiques tous secteurs de Lille Métropole
- Graphique 3 : Répartition des consommations par nature d'énergie et secteur d'activité
- Graphique 4 : Répartition des productions énergétiques dans l'Arrondissement en MWh
- Graphique 5 : Répartition des productions selon le nombre d'installation pour l'éolien et le solaire
- Graphique 6 : Evolution de la consommation énergétique du secteur Agricole en MWh selon les scénarios tendanciel et Grenelle
- Graphique 7 : Evolution de la consommation énergétique du secteur industriel en MWh selon les scénarios tendanciel et Grenelle
- Graphique 8 : Evolution de la consommation énergétique du Tertiaire en MWh selon les scénarios tendanciel et Grenelle
- Graphique 9 : Evolution de la consommation énergétique du Résidentiel en MWh selon les scénarios tendanciel et Grenelle
- Graphique 10 : Evolution de la consommation énergétique du Transport en MWh selon les scénarios tendanciel et Grenelle
- Graphique 11 : Consommations énergétiques par secteurs en 2007 (en bleu) et selon les scénarios Tendanciel (rouge) et Grenelle (jaune)
- Graphique 12 : Consommation énergétiques par secteurs en 2007 (en bleu) et selon le scénario Tendanciel (rouge)
- Graphique 13 : Consommations énergétiques par secteurs en 2007 (en bleu) et selon le scénario Grenelle (rouge)
- Graphique 14 : Part des ENR en MWh en 2007 et selon les scénarios Tendanciel et Grenelle
- Graphique 15 : Potentiel net en EnR
- Graphique 16 : Part potentielle d'EnR dans la consommation totale
- Graphique 17 : Répartition de la production d'EnR pour de la chaleur ou électricité
- Graphique 18 : Coût par GWh
- Graphique 19 : Investissements pour valoriser les potentiels de production d'EnR

TABLEAUX :

- Tableau 1 : Equivalences en tonne équivalent pétrole des différentes formes énergétiques
- Tableau 2 : Production d'énergie de Lille Métropole en 2007
- Tableau 3 : Bilan de la production solaire en 2009
- Tableau 4 : Nombre d'installations et production énergétique de Lille Métropole en 2007
- Tableau 5 : Evolution du nombre de logements 2007/2030
- Tableau 6 : Consommation énergétique de l'industrie 2007/2030 en MWh
- Tableau 7 : Evolution des surfaces de bureaux 2007/3030
- Tableau 8 : Evolution du commerce 2007/2030
- Tableau 9 : Evolution des déchets ménagers 2007/2030
- Tableau 10 : Tableau synthétique des données communes aux deux scénarios Tendancier et Grenelle
- Tableau 11 : Consommations énergétiques en MWh du secteur agricole en 2030
- Tableau 12 : Consommations énergétiques en MWh des déchets en 2030
- Tableau 13 : Consommations énergétiques en MWh des Bureaux en 2030 (tendancier)
- Tableau 14 : Consommations énergétiques en MWh du Commerce en 2030 (tendancier)
- Tableau 15 : Consommations énergétiques en MWh des Bureaux en 2030 (Grenelle)
- Tableau 16 : Consommations énergétiques en MWh du Commerce en 2030 (Grenelle)
- Tableau 17 : Evolution du nombre de constructions collectif et individuel de 2008 à 2030
- Tableau 18 : Performance thermique selon la réglementation thermique en KWh/m²/an
- Tableau 19 : Consommation des constructions neuves de 2008 à 2030 (tendancier)
- Tableau 20 : Gains énergétiques relatifs à la rénovation (tendancier)
- Tableau 21 : Consommation en KWh des constructions neuves de 2008 à 2030 (Grenelle)
- Tableau 22 : Gains énergétiques relatifs à la rénovation (Grenelle)
- Tableau 23 : Evolution tendancielle de la consommation énergétique des transports de marchandises
- Tableau 24 : Evolution des déplacements de personnes à l'horizon de 2030 (scénario tendancier)
- Tableau 25 : Evolution de la consommation énergétique du fret routier selon le scénario (Grenelle)
- Tableau 26 : Evolution de la consommation énergétique du fret fluvial selon le scénario « Grenelle »
- Tableau 27 : Consommations énergétiques par secteurs en 2030 selon les scénarios Tendancier et Grenelle
- Tableau 28 : Bilan global des gisements nets identifiés sur le territoire pour les filières solaires
- Tableau 29 : Description des produits agricoles et des usages associés
- Tableau 30 : Résidentiel – Consommation des logements construits selon les objectifs de la délibération sur l'Habitat
- Tableau 31 : Résidentiel – Gains énergétiques relatifs à la rénovation de logements selon les objectifs de la délibération sur l'Habitat
- Tableau 32 : Déplacements de personnes – Evolution des déplacements voiture et 2 roues selon le scénario « Grenelle »
- Tableau 33 : Déplacements de personnes – Evolution des consommations énergétiques relatives aux déplacements des voitures et 2 roues à horizon 2030
- Tableau 34 : Déplacements de personnes – Evolution des consommations énergétiques des transports en commun selon le scénario Grenelle

