

CREATION DE LA ZAC SAINT MATHURIN ALLONNE (60)

Etude de faisabilité sur le potentiel de développement des énergies renouvelables

Août 2014

		IRIS Conseil AMENAGEMENT 58, Rue du Grand Faubourg 28000 - CHARTRES Tel: 02 37 21 21 00 Fax: 02 37 21 44 00 E-mail: chartres@irisconseil.fr			 
Responsable projet		Approuvé par	Vérifié par	N° d'affaire	N° Pièce
Laurent DESCOTTES				VIE484-60	1
Indice	Date	Réalisé par	Observations		
2	Août 2014	MF / CAB	carte projet définitif		
1	Janv. 2014	NLE / IRIS	Besoins en énergie de la ZAC, préconisations et conclusion		
0	Sept. 2013	NLE / IRIS	Analyse des ressources locales en énergie		

Vu pour être annexé à la délibération du conseil communautaire de l'agglomération du Beauvaisis du 10 décembre 2015

Clayton



SOMMAIRE

1	CONTEXTE DE L'ETUDE	2
1.1	CONTEXTE REGLEMENTAIRE	2
1.2	OBJECTIFS DE L'OPERATION.....	2
1.3	PRESENTATION DE L'OPERATION	2
2	ANALYSE DES RESSOURCES LOCALES EN ENERGIES.....	6
2.1	DONNEES SUR LA CONSOMMATION D'ENERGIE	6
2.2	DISPONIBILITE DES RESSOURCES EN ENERGIES NON RENOUVELABLES.....	6
2.3	DISPONIBILITE DES RESSOURCES EN ENERGIES RENOUVELABLES.....	7
2.3.1	Solaire Photovoltaïque	7
2.3.2	Solaire thermique	9
2.3.3	Eolien	10
2.3.4	Géothermie	12
2.3.5	Hydroélectrique	15
2.3.6	Biomasse/bois énergie	15
2.3.7	Réseaux de chaleur	18
2.3.8	Fournisseurs d'électricité verte	19
2.4	SYNTHESE : ATOUS ET CONTRAINTES	19
3	BESOINS EN ENERGIE DE LA ZAC	20
3.1	CONSOMMATION ENERGETIQUE DE LA ZAC	20
3.2	MAITRISE DE LA CONSOMMATION	21
4	PRECONISATIONS ET CONCLUSION	22
4.1	SCENARIOS D'INTEGRATION DES ENERGIES RENOUVELABLES.....	22
4.2	PREMIERE APPROCHE FINANCIERE	26
4.3	CONCLUSION	27

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1	: Plan de localisation	2
Figure 2	: Périmètre de la ZAC Saint-Mathurin.....	3
Figure 3	: Typologie d'occupation de la ZAC (scénario indicatif).....	4
Figure 4	: Présentation de l'aménagement de la ZAC.....	5
Figure 5	: Consommation d'énergie par secteur et par type d'énergie en 2009	6
Figure 6	: Production d'électricité en région Picardie.....	6
Figure 7	: Production d'électricité par type en région Picardie (2006)	6
Figure 8	: Principe de fonctionnement d'un système photovoltaïque	7
Figure 9	: Principe de fonctionnement d'une cellule photovoltaïque.....	8
Figure 10	: Prix de rachat de l'énergie photovoltaïque	8
Figure 11	: Principe de fonctionnement d'un capteur solaire thermique	9
Figure 12	: Principe de fonctionnement d'un chauffe-eau solaire.....	9
Figure 13	: Principe de fonctionnement d'un système solaire combiné	9
Figure 14	: Principe de fonctionnement d'une éolienne.....	10
Figure 15	: Potentiel éolien en Picardie et stratégies de développement	11
Figure 16	: Schéma Régional Eolien de Picardie	12
Figure 17	: Principes du captage géothermique	13
Figure 18	: Principe de fonctionnement d'une pompe à chaleur.....	13
Figure 19	: Potentiel géothermique des aquifères en Picardie	14
Figure 20	: Principe de fonctionnement d'une centrale hydroélectrique	15
Figure 21	: Technologies de la filière bois énergie	15
Figure 22	: Principe de fonctionnement d'une chaudière bois automatique	16
Figure 23	: Chaufferies bois en Picardie	16
Figure 24	: Gisements et consommation de bois/énergie en Picardie.....	17
Figure 25	: Principe de fonctionnement d'un réseau de chaleur géothermique.....	18
Figure 26	: Consommation totale des bâtiments	20
Figure 27	: Consommation totale de la ZAC.....	20
Figure 28	: Consommation totale par type d'utilisation	21
Figure 29	: Répartition des énergies par type d'usage - Scénario 1	22
Figure 30	: Répartition des énergies par type d'usage - Scénario 2.....	22
Figure 31	: Répartition des énergies par type d'usage - Scénario 3.....	23
Figure 32	: Apport par source d'énergie	24
Figure 33	: Graphique de l'apport par source d'énergie	24
Figure 34	: Consommation en énergie primaire	24
Figure 35	: Consommation en énergie primaire, comparaison des scénarios.....	25
Figure 36	: Emissions de CO ₂	25
Figure 37	: Emissions de CO ₂ , comparaison des scénarios.....	25

1 CONTEXTE DE L'ETUDE

1.1 Contexte réglementaire

La loi « Grenelle 1 » du 03 Août 2009 définit plusieurs domaines d'action pour réduire les consommations énergétiques et les émissions de gaz à effet de serre, notamment par le recours aux énergies renouvelables.

Pour les projets d'urbanisme et notamment les projets de ZAC, l'article 8 de la loi Grenelle 1 modifie l'article L.128-4 du code de l'urbanisme, qui précise ainsi que « toute action ou opération d'aménagement telle que définie à l'article L.300-1 [du code de l'urbanisme] et faisant l'objet d'une étude d'impact doit faire l'objet d'une étude de faisabilité sur le potentiel de développement en énergies renouvelables de la zone, en particulier sur l'opportunité de la création ou du raccordement à un réseau de chaleur ou de froid ayant recours aux énergies renouvelables et de récupération. »

L'article L.300-1 du code de l'urbanisme définit les opérations d'aménagement de la manière suivante :

« Les actions ou opérations d'aménagement ont pour objets de mettre en œuvre un projet urbain, une politique locale de l'habitat, d'organiser le maintien, l'extension ou l'accueil des activités économiques, de favoriser le développement des loisirs et du tourisme, de réaliser des équipements collectifs ou des locaux de recherche ou d'enseignement supérieur, de lutter contre l'insalubrité, de permettre le renouvellement urbain, de sauvegarder ou de mettre en valeur le patrimoine bâti ou non bâti et les espaces naturels. »

L'aménagement, au sens du présent livre, désigne l'ensemble des actes des collectivités locales ou des établissements publics de coopération intercommunale qui visent, dans le cadre de leurs compétences, d'une part, à conduire ou à autoriser des actions ou des opérations définies dans l'alinéa précédent et, d'autre part, à assurer l'harmonisation de ces actions ou de ces opérations. »

L'aménagement de la ZAC Saint-Mathurin est soumise à étude d'impact environnemental au titre du Code de l'Environnement (Livre I du Titre II Chapitre II).

L'étude présente permettra de dresser un état des lieux local des énergies renouvelables et à définir les énergies renouvelables à fort potentiel d'intérêt pour le projet de ZAC Saint-Mathurin.

Il est à noter que la recherche de mesures d'économie d'énergie – à coupler avec le développement des potentialités en énergie renouvelable pour assurer une efficacité énergétique maximale sur la ZAC – ne fait pas l'objet de cette étude de potentialité.

1.2 Objectifs de l'opération

L'objectif de l'opération est la réalisation d'une Zone d'Aménagement Concerté dédiée à l'accueil d'activités économiques.

L'aménagement intégrera les voiries de desserte et toutes les infrastructures nécessaires au développement de la zone.

Cette opération est menée par la Communauté d'Agglomération du Beauvaisis, dans l'Oise.

1.3 Présentation de l'opération

Le projet d'aménagement de la ZAC Saint-Mathurin est situé à l'Est de la commune d'Allonne et au Sud-Est de l'agglomération beauvaisienne, dans la vallée du Thérain. La commune d'Allonne est située dans la région Picardie et le département de l'Oise. Elle fait partie de la Communauté d'agglomération du Beauvaisis.

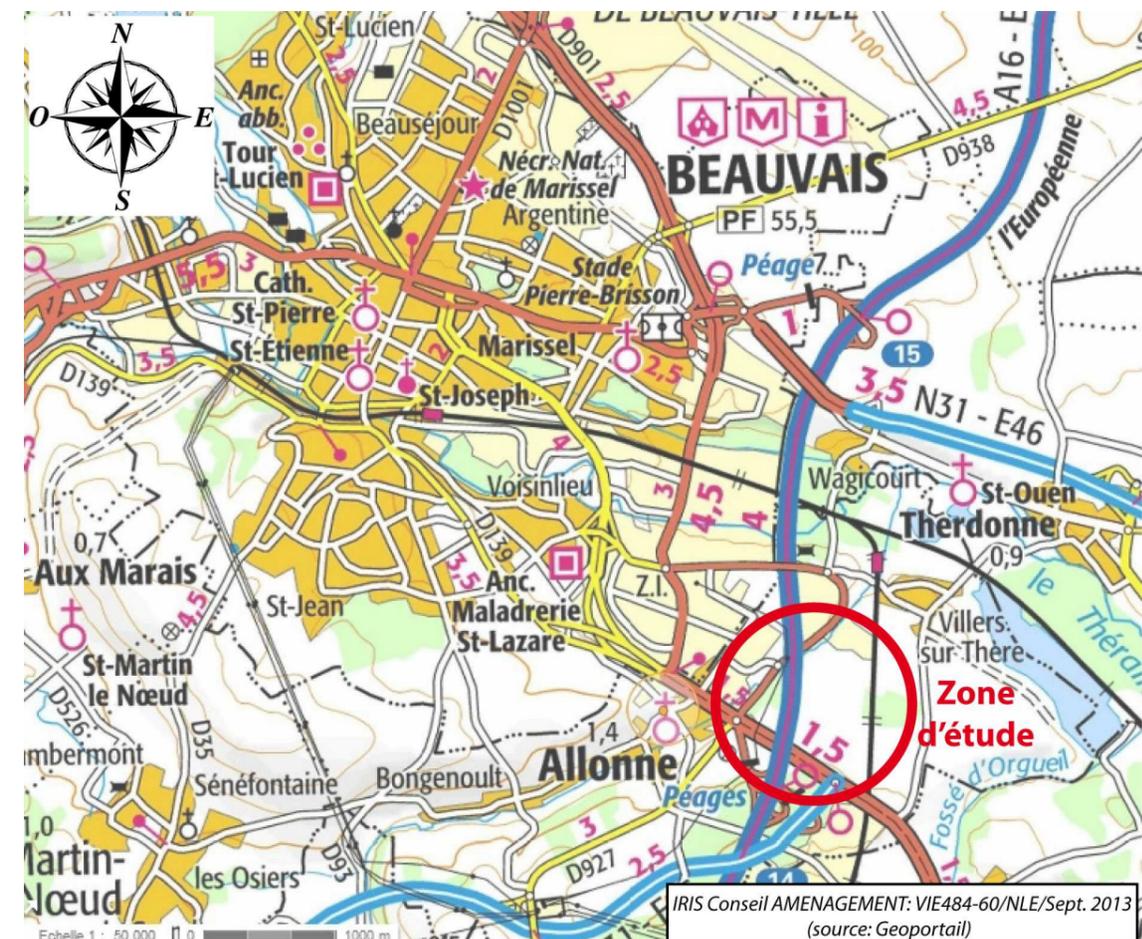
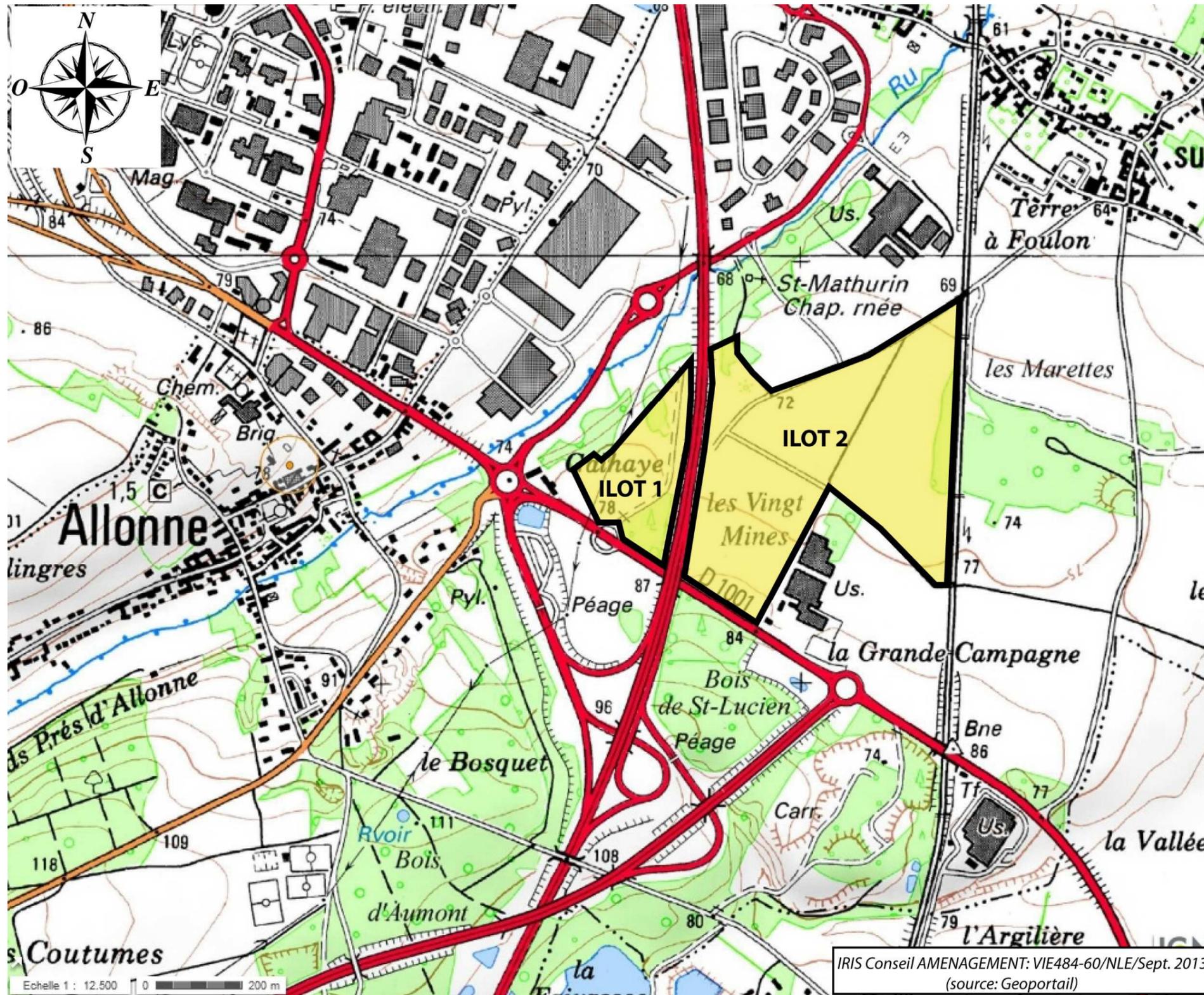


Figure 1 : Plan de localisation

Figure 2 : Périmètre de la ZAC Saint-Mathurin



Ces dernières années l'agglomération du Beauvaisis, s'est engagée dans une diversification de son économie locale en favorisant les secteurs industriels et tertiaires, et en s'appuyant pour cela sur la présence d'infrastructures majeures tel que l'aéroport de Beauvais-Tillé et l'autoroute A 16.

Il s'agit aujourd'hui pour la communauté d'agglomération de continuer à soutenir le développement économique sur son territoire, en favorisant l'implantation ou la relocalisation d'entreprises porteuses d'emplois et de croissance économique pour le Beauvaisis.

Le projet de création de la zone d'activité Saint-Mathurin sur Allonne s'inscrit dans la perspective de continuité de l'arc économique sur le flanc Est du territoire communautaire. Il figure également parmi les priorités n°1 de l'agglomération du Beauvaisis pour conforter le développement des activités, depuis l'Institut LaSalle au nord-ouest jusqu'à l'autoroute A16 et la déviation de la RN31 au sud.

L'objectif de la ZAC Saint-Mathurin est d'accompagner dans leur développement des entreprises qui souhaitent s'agrandir et qui sont freinées aujourd'hui dans leur évolution par des emplacements contraints, leurs offrant peu de possibilité d'extension. Il s'agit donc de leur permettre de s'installer sur un nouvel emplacement, plus large et plus fonctionnel pour qu'elles puissent continuer à se développer dans leur secteur d'activité.

Le projet retenu se concentre uniquement sur une zone (l'îlot n°2), dans la mesure où l'îlot n°1 possède un intérêt paysager et une présence d'eau à proximité et sera donc conservé en l'état.

Le projet de voirie dans son principe présente une seule voie d'entrée et de sortie par l'Avenue Saint Mathurin. Les flux de circulation entrent et ressortent donc en empruntant la rue de la Chapelle existante. Il n'est pas prévu d'orienter les flux routiers vers le hameau de Villers-sur-Thère.

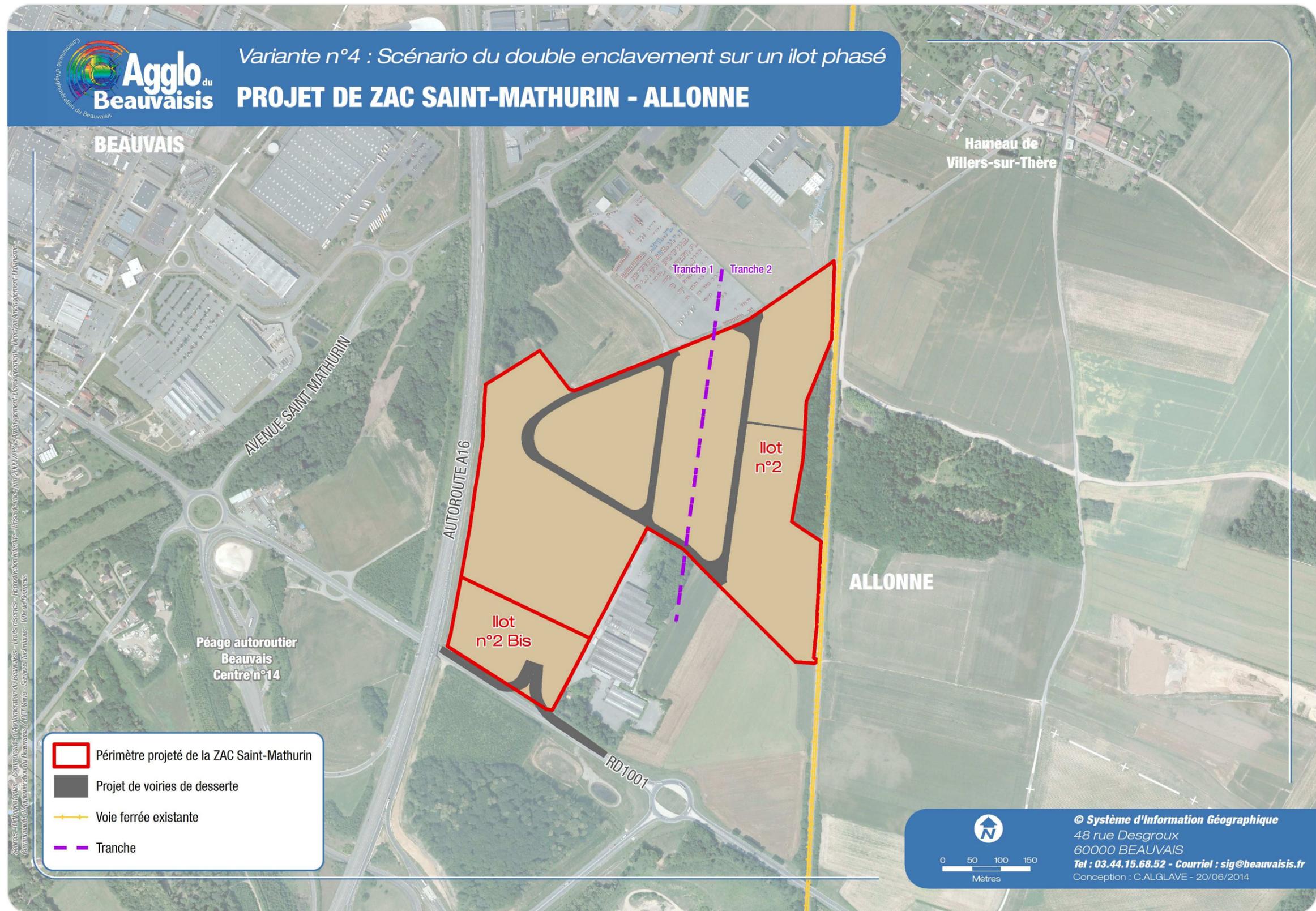
Les entreprises seront regroupées l'îlot 2, d'une surface d'environ 280 000 m². Le Coefficient d'Occupation des Sols appliqué sera de 0,5, avec une surface plancher commercialisable comprise entre 125 et 150 000 m².

Une première étude sur les activités pouvant potentiellement occuper le site a permis de faire ressortir la typologie présentée dans le tableau ci-dessous. Cette typologie reste indicative et représente un des scénarios possibles d'occupation future du site.

ACTIVITÉ	surface totale m ²	%
PLATE FORME ORDURES MÉNAGÈRES /TRANSPORT	32000	24,24%
COMMERCE DE GROS	32000	24,24%
RESTAURATION	9300	7,05%
BATIMENT	13000	9,85%
SERVICE INDUSTRIEL	13000	9,85%
TERTIAIRE	1700	1,29%
COMMERCE DE DÉTAIL	18000	13,64%
SERVICE /ARTISANAT	13000	9,85%
Total	132000	100,00%

Figure 3 : Typologie d'occupation de la ZAC (scénario indicatif)

Figure 4 : Présentation de l'aménagement de la ZAC



2 ANALYSE DES RESSOURCES LOCALES EN ENERGIES

2.1 Données sur la consommation d'énergie

La consommation d'énergie en région picarde est de 5 360 ktep (kilotonnes d'équivalent pétrole) en 2009. Le résidentiel et le tertiaire représentent 44% de cette consommation, soit environ 2 300 ktep.

En milliers de tonnes équivalent pétrole (ktep)	Picardie		France métropolitaine	
	En ktep	En %	En ktep	En %
Consommation finale d'énergie ⁽¹⁾	5 363	100,0	153 967	100,0
dont consommation de combustibles minéraux et solides	64	1,2	5 264	3,4
dont consommation de produits pétroliers ⁽⁴⁾	1 806	33,7	66 306	43,1
dont consommation de gaz naturel	1 856	34,6	31 684	20,6
dont consommation d'électricité	1 113	20,7	35 939	23,3
dont consommation d'autres formes d'énergie	525	9,8	14 774	9,6
Consommation finale d'énergie ⁽¹⁾	5 363	100,0	153 967	100,0
dont consommation d'énergie par l'agriculture	192	3,6	3 694	2,4
dont consommation d'énergie par l'industrie	1 480	27,6	35 059	22,8
dont consommation d'énergie par les transports ⁽²⁾	1 384	25,8	49 866	32,4
dont consommation d'énergie par les secteurs résidentiel et tertiaire ⁽³⁾	2 308	43,0	65 348	42,4

Note : Ktep = kilotonne équivalent pétrole. Unité utilisée pour comparer les différentes sources d'énergie entre elles, suivant des coefficients d'équivalence propres à chacune des énergies.

(1) Hors le secteur de la production et de la distribution d'eau et hors le secteur de la construction.

(2) Consommation d'énergie pour le transport de marchandises et les déplacements des personnes.

(3) Pour l'essentiel : éclairage, chauffage, climatisation, équipements des logements, bureaux et locaux commerciaux.

(4) La consommation de produits pétroliers est estimée à partir des lieux de livraisons, qui peuvent différer des lieux de consommation effective.

Source : MEDDE (SOeS)

Figure 5 : Consommation d'énergie par secteur et par type d'énergie en 2009

(Source : Commissariat Général au Développement Durable)

L'électricité représente le cinquième de l'énergie totale consommée. Le gaz et le pétrole représentent chacun 35% de l'énergie consommée, et le reste des formes d'énergies environ 10%.

2.2 Disponibilité des ressources en énergies non renouvelables

• Présentation de la filière

La production d'énergie primaire en région picarde a atteint en 2009 796 ktep. Elle est donc fortement inférieure à la consommation régionale puisqu'elle permet de couvrir à peine 15%

des besoins. La région est importatrice d'énergie et dépend fortement des régions limitrophes pour son approvisionnement.

	PICARDIE		FRANCE MÉTROPOLITAINE		% / FRANCE
	1 960 000		63 600 690		3%
PRODUCTION D'ÉNERGIE	ktep	%	ktep	%	
Electricité non renouvelable	97,4	12%	114 600	83,7%	0,1%
Electricité renouvelable	138	17%	5 900	4,3%	2,3%
Production de chaleur renouvelable	263	33%	13 000	9,5%	2%
Production de chaleur non renouvelable	173	22%	2 200	1,6%	8%
Production de carburant	125	16%	1 200	0,9%	10%
Total	796,4	100%	136 900	100%	0,6%

Figure 6 : Production d'électricité en région Picardie

(Source : Schéma Régional Air-Energie 2020-2050)

Aucune installation nucléaire de production d'électricité n'est présente en Picardie. Les productions en pétrole et gaz naturel sont également nulles. La seule source d'énergie électrique non renouvelable provient des centrales thermiques et représente 138 ktep. La production de chaleur non renouvelable repose sur des réseaux de chaleur urbains et représente 173 ktep.

	Picardie	France métropolitaine
Production de pétrole (en ktep) ⁽¹⁾	0	900
Production de gaz naturel (en ktep) ⁽¹⁾	0	760
Production d'électricité primaire nette (en GWh) ⁽¹⁾	1 051	459 748
dont nucléaire (en GWh)	0	390 024
dont hydraulique (en GWh)	4	61 650
dont éolienne (en GWh)	1 046	7 912
Production d'électricité thermique classique ⁽²⁾ (en GWh)	753	55 518

Note : Ktep = kilotonne équivalent pétrole. Unité utilisée pour comparer les différentes sources d'énergie entre elles, suivant des coefficients d'équivalence propres à chacune des énergies.

(1) Energie primaire : énergie brute, c'est-à-dire non transformée après extraction (houille, pétrole brut, gaz naturel, électricité primaire).

L'électricité primaire est issue du nucléaire, de l'hydraulique, de l'éolien, du solaire photovoltaïque et de la géothermie.

(2) Electricité obtenue par transformation d'une énergie primaire (centrale thermique en cogénération ou non, fioul, charbon, gaz ou biomasse).

Source : MEDDE (SOeS)

Figure 7 : Production d'électricité par type en région Picardie (2006)

(Source : Commissariat Général au Développement Durable)

La production d'électricité est assurée majeure partie par des ressources renouvelables (éolien et hydraulique) représentant 1051 GWh. La production d'électricité thermique classique représente 40% de la production.

- **Potentialité du site**

Sur la commune d'Allonne, les besoins en énergie pour le tertiaire sont principalement assurés par le réseau électrique EDF. Aucun réseau de gaz naturel ne dessert la zone de la ZAC, et il n'est pas prévu de la raccorder aux réseaux éventuellement existants.

Les réseaux seront étendus à l'ensemble de la ZAC lors de son aménagement. Chaque bâtiment aura un accès à l'électricité EDF et au gaz naturel.

2.3 Disponibilité des ressources en énergies renouvelables

2.3.1 Solaire Photovoltaïque

- **Présentation de la filière**

Le principe d'un panneau solaire photovoltaïque est de transformer l'énergie solaire en électricité, grâce à des matériaux semi-conducteurs (silicium principalement) disposés en cellules minces connectées les unes aux autres.

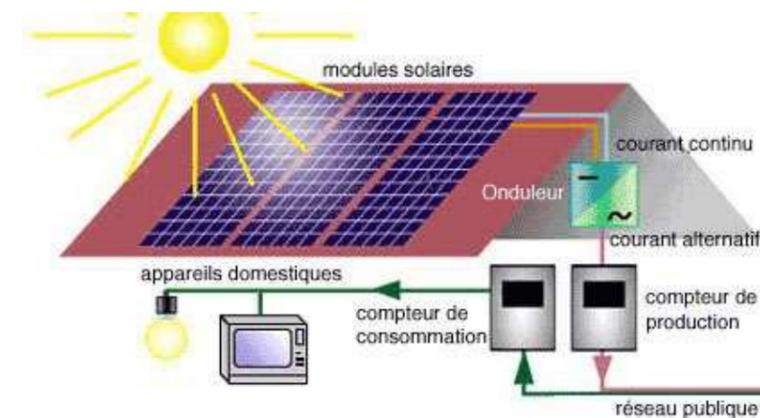


Figure 8 : Principe de fonctionnement d'un système photovoltaïque

(Source : ADEME)

L'énergie d'un système photovoltaïque est proportionnelle à la surface de capteurs installée et à la durée d'ensoleillement moyenne.



Figure 9 : Principe de fonctionnement d'une cellule photovoltaïque

(Source : ADEME)

Les producteurs particuliers d'électricité photovoltaïque peuvent revendre leur production à EDF pour un tarif fluctuant en fonction des puissances d'installation et sujet à des ajustements réguliers. Ces prix sont présentés ci-dessous.

Type d'installation		Tarifs en vigueur pour les installations dont la demande complète de raccordement a été envoyée :		
		entre le 1er février 2013 et le 31 mars 2013	entre le 1er avril 2013 et le 30 juin 2013	entre le 1er juillet 2013 et le 30 septembre 2013
Intégrée au bâti ¹	[0-9kW]	31,59 c€/kWh	30,77 c€/kWh	29,69 c€/kWh
	[0-36kW]	18,17 c€/kWh	16,81 c€/kWh	15,21 c€/kWh
Intégrée simplifiée au bâti ²	[36-100kW]	17,27 c€/kWh	15,97 c€/kWh	14,45 c€/kWh
	Tout type d'installation	[0-12MW]	8,18 c€/kWh	7,96 c€/kWh

¹ Une installation photovoltaïque sur toiture respecte les critères d'intégration au bâti (IAB) si elle remplit toutes les conditions suivantes :
 - Le système photovoltaïque est installé sur la toiture d'un bâtiment clos (sur toutes les faces latérales) et ouvert, assurant la protection des personnes, des animaux, des biens ou des activités.
 L'installation photovoltaïque est installée dans le plan de la toiture au sens défini à l'annexe 5 de l'arrêté du 4 mars 2011
 - Le système photovoltaïque remplace des éléments du bâtiment qui assurent le clos et ouvert, et assure la fonction d'étanchéité. Après installation, le démontage du module photovoltaïque ou du film photovoltaïque ne peut se faire sans nuire à la fonction d'étanchéité assurée par le système photovoltaïque ou rendre le bâtiment impropre à l'usage.
 - Pour les systèmes photovoltaïques composés de modules rigides, les modules constituent l'élément principal d'étanchéité du système
 - Pour les systèmes photovoltaïques composés de films souples, l'assemblage est effectué en usine ou sur site. L'assemblage sur site est effectué dans le cadre d'un contrat de travaux unique

² Une installation photovoltaïque sur toiture respecte les critères d'intégration simplifiée au bâti (ISB) si elle remplit toutes les conditions suivantes :
 - Le système photovoltaïque est installé sur la toiture d'un bâtiment assurant la protection des personnes, des animaux, des biens ou des activités. Il est parallèle au plan de ladite toiture.
 - Le système photovoltaïque remplace des éléments du bâtiment qui assurent le clos et ouvert, et assure la fonction d'étanchéité.

NB : Les tarifs d'achat peuvent être assortis d'une majoration de 5% ou 10% en fonction de l'origine européenne des composants du système photovoltaïque

Figure 10 : Prix de rachat de l'énergie photovoltaïque

La puissance totale des installations photovoltaïques représentait 8 MW fin 2010 en région Picardie, pour 4 GWh de production électrique (344 tep) répartie sur 2053 installations. Cette puissance a été multipliée par 4 entre le début et la fin de l'année 2010.

• **Potentialité du site**

La production d'électricité photovoltaïque avec revente à EDF est envisageable sur le site, puisqu'il sera connecté au réseau EDF.

L'ensoleillement local est suffisant. Les performances d'une installation photovoltaïque dépendent de l'orientation des panneaux et de l'ensoleillement. En région Picardie, l'ensoleillement permet d'apporter une énergie équivalente à 900 kWh/m²/an. Le rendement entre énergie solaire reçue et énergie électrique fournie des panneaux est égal à environ 10%. C'est pourquoi on peut considérer qu'un panneau solaire bien orienté en région Picardie produira environ 90 kWh/m²/an.

Les surfaces de panneau à envisager lors de la construction d'un bâtiment tertiaire peuvent varier fortement en fonction de l'investissement souhaité et des besoins en alimentation électrique. A titre d'exemple 5m² de panneaux solaires photovoltaïques, peuvent assurer 7% de la consommation totale d'énergie d'une habitation de 120 m² construite aux normes RT2012.

Le potentiel de recouvrement en surface d'une toiture de bâtiment tertiaire orientée au Sud et correctement inclinée est de l'ordre de 80%. Ce pourcentage de couverture est modulable et modifiable en fonction des besoins.

Les contraintes consistent en la bonne orientation des capteurs vers le Sud, ainsi qu'en une inclinaison optimale et en un ensoleillement assuré (éviter les ombres portées), à prendre en compte lors de la réalisation des bâtiments.

2.3.2 Solaire thermique

- Présentation de la filière

Un capteur solaire thermique convertit l'énergie solaire en chaleur, grâce à un fluide caloporteur s'échauffant en circulant dans un absorbeur placé sous un vitrage.

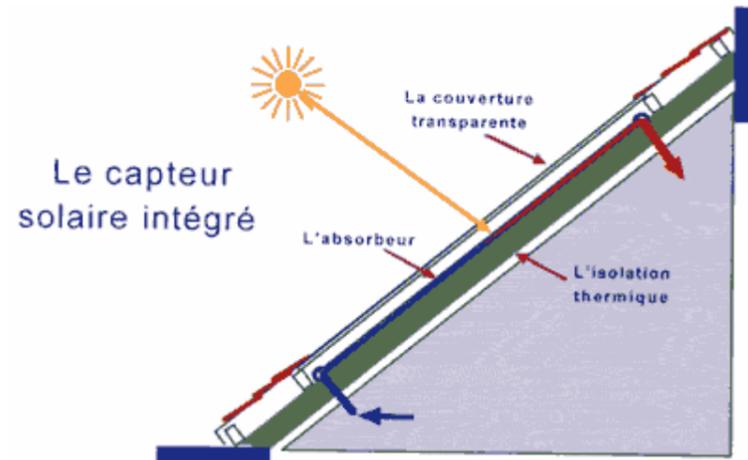


Figure 11 : Principe de fonctionnement d'un capteur solaire thermique

(Source : ADEME)

Comme pour le photovoltaïque, l'énergie d'un système solaire thermique est proportionnelle à la surface de capteurs installée et à la durée d'ensoleillement moyenne. Elle dépend également de l'orientation générale des panneaux (Sud de préférence) et de leur inclinaison (45° au mieux).

Le solaire thermique peut être utilisé sur deux types d'installations :

- Le chauffe-eau solaire, équipé d'un capteur de quelques mètres carrés par habitation. Il sert à chauffer l'eau chaude sanitaire, et remplit environ 50% des besoins d'une habitation individuelle en énergie pour l'eau chaude,

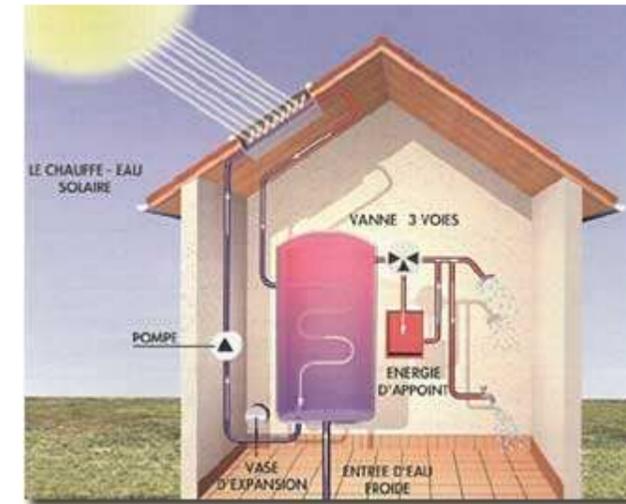


Figure 12 : Principe de fonctionnement d'un chauffe-eau solaire

(Source : ADEME)

- Le système solaire combiné, permettant de produire de l'eau chaude ainsi que du chauffage pour l'habitation. Pour une habitation de 120m², la surface nécessaire de panneaux est en moyenne de 15m². Elle permet de satisfaire environ 30% des besoins énergétiques pour le chauffage et 60% des besoins énergétiques pour l'eau chaude.

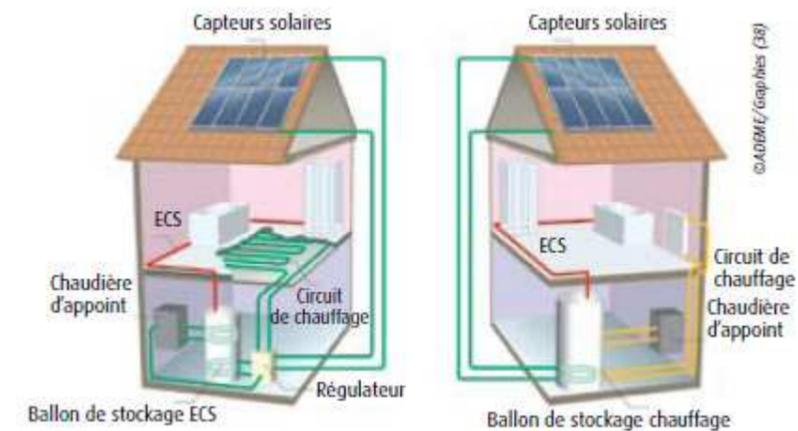


Figure 13 : Principe de fonctionnement d'un système solaire combiné

(Source : ADEME)

La puissance totale des installations solaires thermiques représentait 9 MW fin 2010 en région Picarde, pour 9,7 GWh de production électrique (936 tep). Cette puissance a augmenté de 25% entre le début et la fin de l'année 2010.

- **Potentialité du site**

Comme dans le cas du solaire photovoltaïque, l'ensoleillement en région Picardie est suffisant pour assurer un bon fonctionnement d'une installation solaire thermique.

Le système pourrait être utilisé pour l'eau de chauffage sanitaire par chauffe-eau solaire mais aussi pour le chauffage par système solaire combiné. Les surfaces de panneau à envisager lors de la construction d'un bâtiment tertiaire peuvent varier fortement en fonction de l'investissement souhaité et des besoins en alimentation électrique.

Les contraintes consistent en la bonne orientation des capteurs vers le Sud, ainsi qu'en une inclinaison optimale et en un ensoleillement assuré (éviter les ombres portées), à prendre en compte lors de la réalisation des bâtiments.

2.3.3 Eolien

- **Présentation de la filière**

L'éolienne utilise l'énergie cinétique du vent et la convertit en énergie électrique grâce à les pales reliées à un générateur.

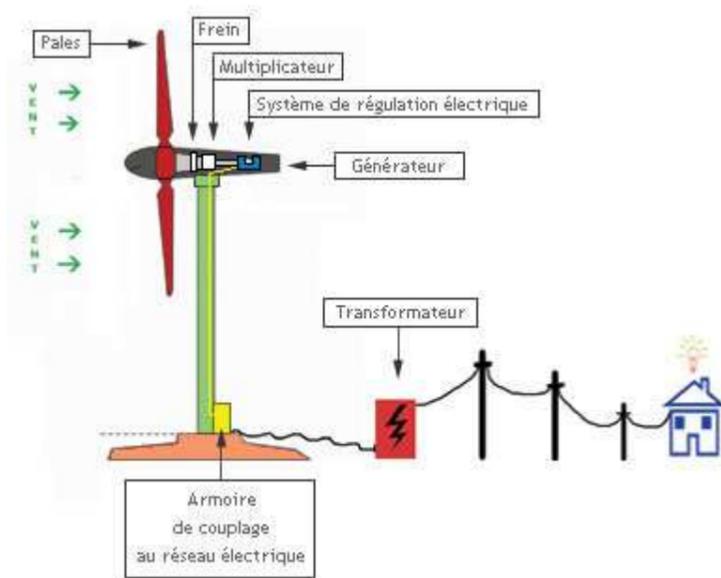


Figure 14 : Principe de fonctionnement d'une éolienne

(Source : ADEME)

Il existe aujourd'hui deux types d'éoliennes :

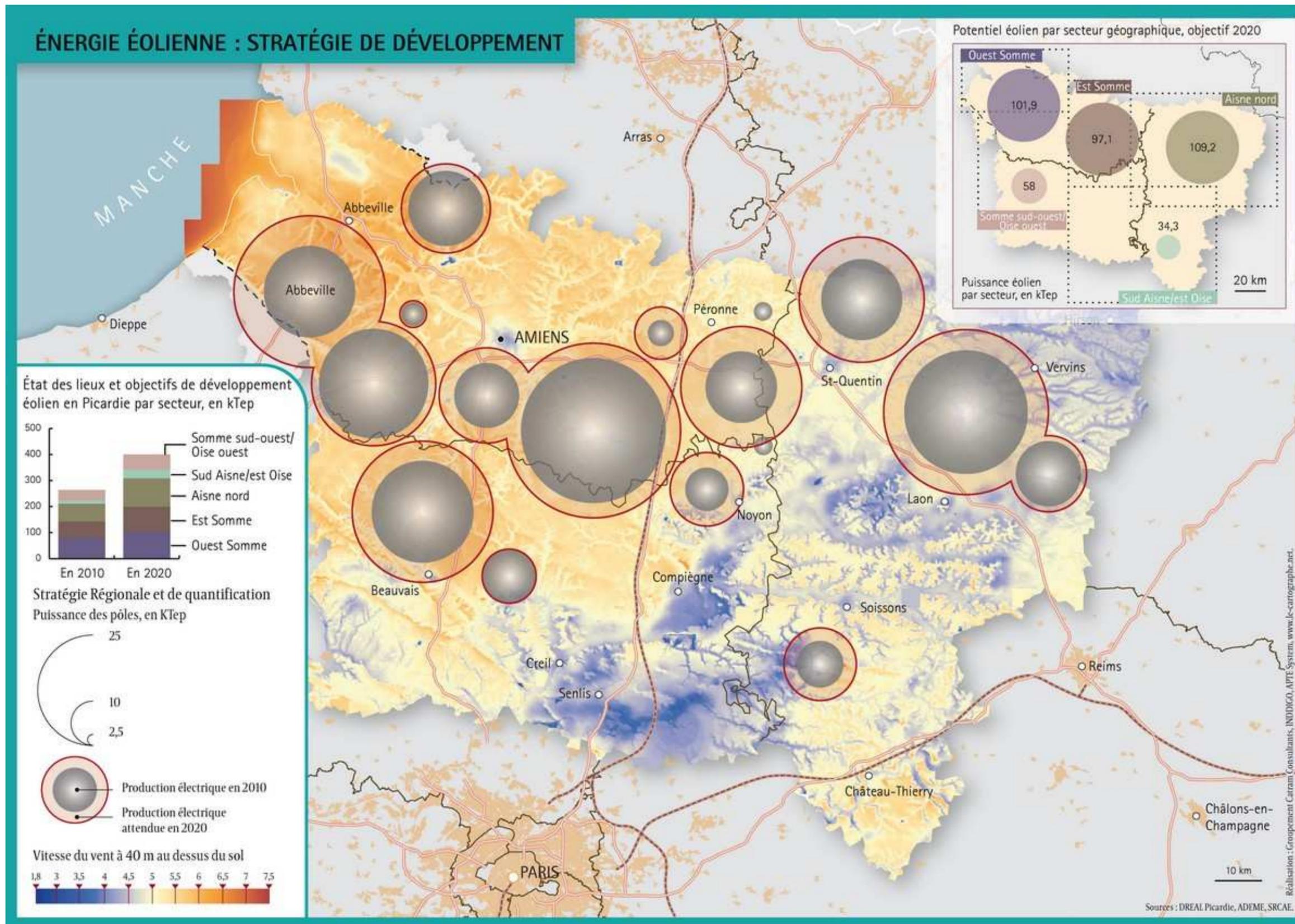
- Le petit éolien, de faible puissance et haut de 10 à 35 mètres, servant à l'alimentation d'un ou de bâtiments attenants et présentant de faibles contraintes paysagères et réglementaires, Il peut délivrer des puissances allant jusqu'à 250 kW et assurer jusqu'à 50% des besoins en électricité du bâtiment auquel il est attaché. Il peut être fortement complémentaire d'une installation photovoltaïque,
- L'éolien industriel, prenant la forme de « fermes éoliennes » pouvant regrouper plusieurs dizaines d'éoliennes de hauteur importante (50 mètres ou plus), destiné à l'alimentation directe du réseau d'électricité. Cette forme d'éolien implique d'importantes contraintes paysagères et réglementaires.

La production éolienne en région Picardie représentait 1279 GWh fin 2010 (1028 MW). Elle était en très grande partie assurée par l'éolien industriel.

La région Picardie est à la pointe du développement de l'éolien en France (première région productrice), et la production d'électricité d'origine éolienne a fortement progressé ces dernières années. La majorité des installations se trouvent dans la Somme et le Nord de l'Oise.

Cela s'explique par un fort potentiel éolien notamment sur la partie Ouest de la région, proche des côtes. La Somme reste le département présentant le potentiel le plus important. L'ouest de l'Oise (région de Beauvais) présente un potentiel de développement équivalent à 58 ktep.

Figure 15 : Potentiel éolien en Picardie et stratégies de développement



Il n'existe pas de champ éolien ou de projet de construction éolienne à proximité immédiate du site ou de l'agglomération de Beauvais.

Aucune Zone de Développement de l'Eolien (ZDE) n'a été définie sur la commune d'Allonne ou à proximité.

Des zones favorables au développement éolien ont été définies dans le Schéma Régional Eolien de Picardie. Elles ne concernent pas l'agglomération de Beauvais.

L'utilisation de petites éoliennes semble par contre pleinement envisageable, leur impact paysager étant limité et la ZAC ne s'inscrivant pas dans un secteur dense en habitations.

Les hauteurs et puissances à envisager lors de la construction d'un bâtiment tertiaire peuvent varier fortement en fonction de l'investissement souhaité et des besoins en alimentation électrique, ainsi que des seuils de la réglementation concernant les éoliennes (réglementation ICPE pour les mâts d'une hauteur de plus de 12 mètres).

2.3.4 Géothermie

• Présentation de la filière

La géothermie désigne deux phénomènes naturels pouvant être exploités pour produire de l'énergie :

- Dans le premier cas, les eaux des nappes phréatiques profondes sont chauffées par la chaleur naturelle de la roche (à chaque fois que l'on descend de 100 mètres en profondeur, la température augmente de 2 à 3 °C). Cette eau chaude peut remonter par des puits artésiens et produire des sources d'eau chaude. Elle peut également être captée par forage et pompage, puis servir pour le chauffage et/ou la production d'électricité. Pour le chauffage d'habitat, les forages sont généralement peu profonds et utilisent une géothermie dite de très basse ou de basse énergie, et permettent d'assurer de la moitié à deux tiers des besoins en chauffage,
- Dans le deuxième cas, l'énergie du rayonnement solaire est captée par les couches superficielles du sol. Un réseau de canalisations peut ainsi être installé sous la surface du sol et horizontalement à celle-ci, afin de capter cette énergie et produire du chauffage.

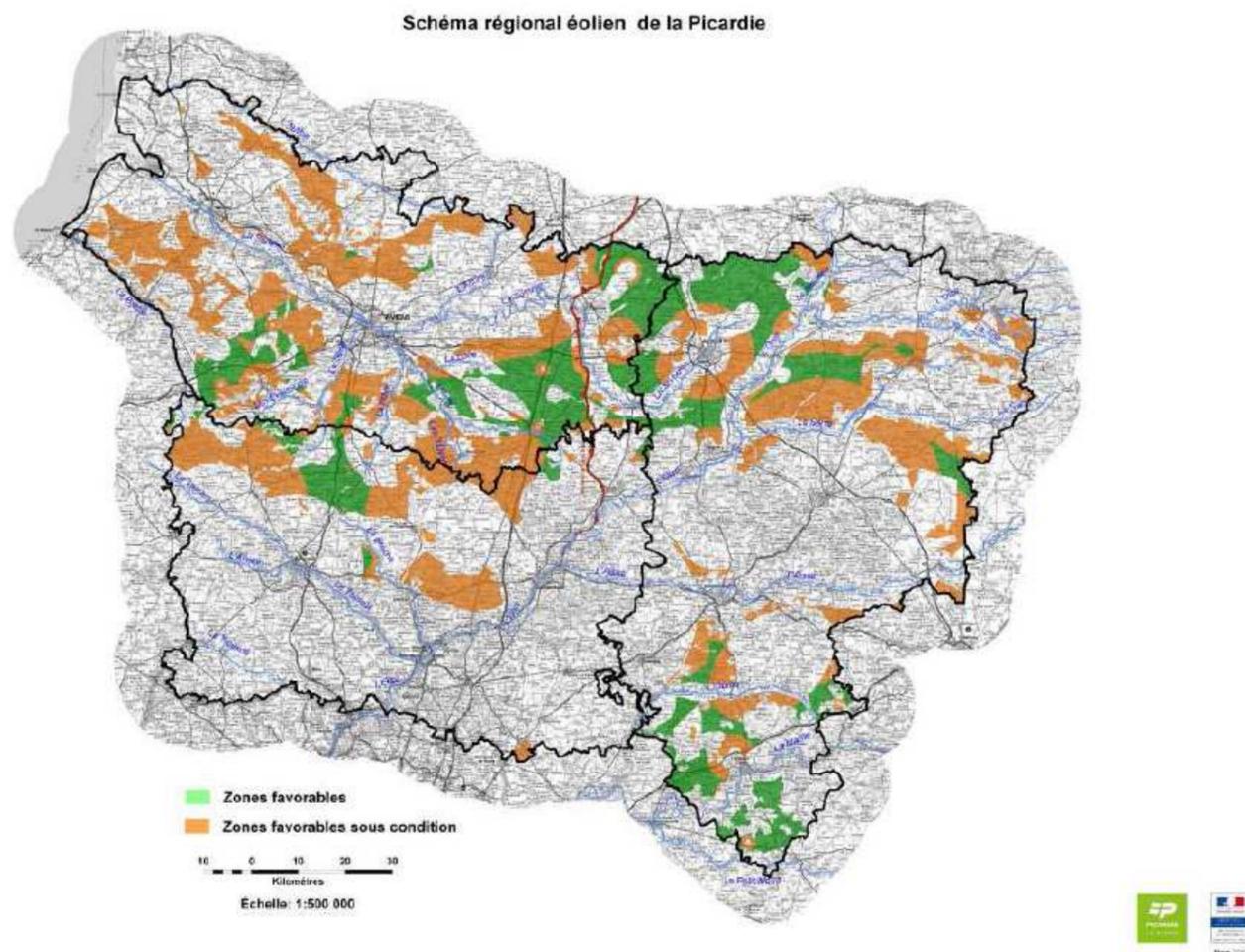


Figure 16 : Schéma Régional Eolien de Picardie

• Potentialité du site

Bien que la situation géographique et climatique du site de la ZAC représente un bon potentiel éolien, la construction d'un parc d'éoliennes industrielles n'est pas envisageable dans le cadre de l'aménagement de la ZAC. Il s'agit d'un projet à envisager éventuellement à l'échelle intercommunale. De plus, la région n'est pas inscrite dans une ZDE ou dans les zones favorables au développement éolien régional.

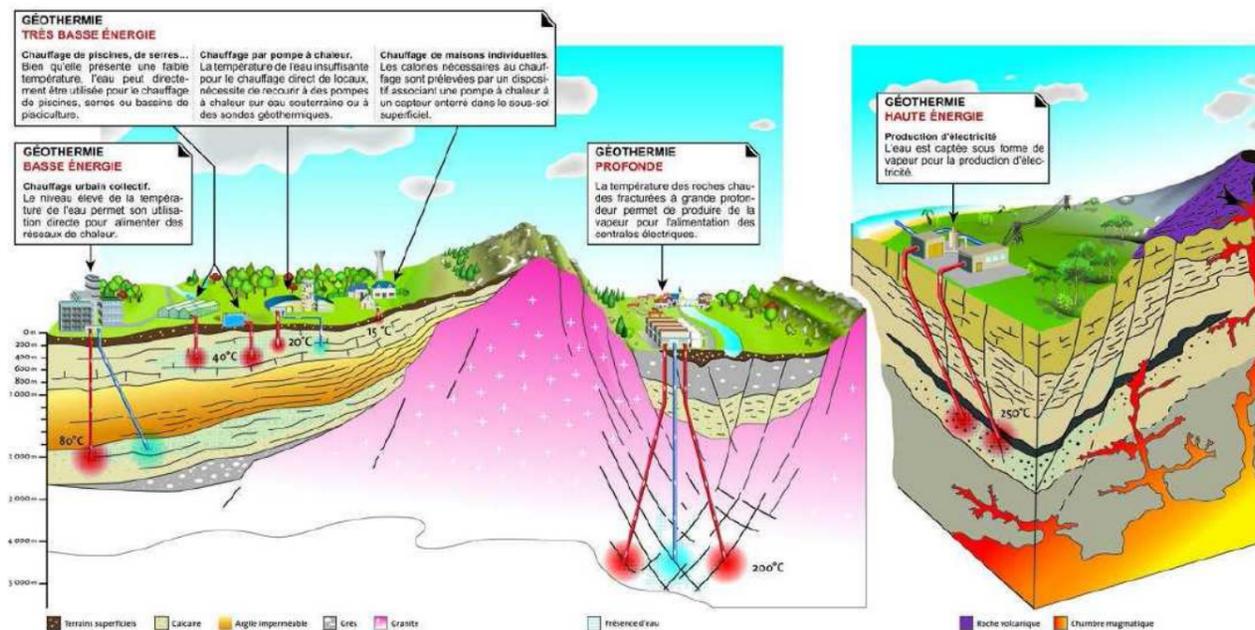


Figure 17 : Principes du captage géothermique

(Source : Schéma Régional Climat Air-Energie Picardie)

Dans les deux cas, une pompe à chaleur sert ensuite à transformer l'énergie géothermique en chaleur.

Entre janvier 2006 et mai 2011, 500 forages géothermiques ont été déclarés en Picardie, pour un total de 259 installations représentant une puissance de 7,2 MW (2,2 MW pour l'Oise) et permettant ainsi s'extraire 1240 tep.

- **Potentialité du site**

L'Oise représente un bon potentiel pour la géothermie profonde de par sa situation dans le bassin sédimentaire parisien. La valorisation de cette ressource ne peut se faire que dans le cadre de l'installation ou du renforcement d'un réseau de chaleur important à l'échelle intercommunale, puisque les investissements demandés sont conséquents (plusieurs millions d'euros) et la fourniture énergétique ainsi obtenue se compte en milliers d'équivalents logements.

Un atlas des potentialités de développement de la géothermie très basse énergie a été publié par le BRGM, afin de servir d'outil d'aide à la décision pour l'installation de systèmes géothermiques. La potentialité du site de la ZAC peut être considérée comme forte grâce à l'exploitation possible des nappes de la craie et de l'éocène. L'exploitation des nappes pour la géothermie est particulièrement adaptée pour le chauffage de bâtiments de grande taille, comme des bâtiments tertiaires et industriels.

Le temps d'ensoleillement rend la potentialité de géothermie par système horizontal moyenne. Pour une superficie de 100m², et en cas d'utilisation de capteurs horizontaux, il faut une emprise au sol (terrain) d'au moins 300m² afin d'assurer un apport en chauffage significatif (plus de la moitié des besoins finaux en chauffage). Les systèmes horizontaux pausent d'autre

part des contraintes techniques : travaux lourds lors de l'installation, éloignement nécessaire des plantations à racines longues et des réseaux enterrés.

Principe schématique de la pompe à chaleur géothermique

- 1 Circuit d'eau glycolée
- 2 Vapeur basse pression
- 3 Vapeur haute pression
- 4 Circuit de chauffage
- 5 Liquide basse pression
- 6 Liquide haute pression
- 7 Source de chaleur : la terre
- 8 Source de chaleur : l'eau (nappe souterraine)

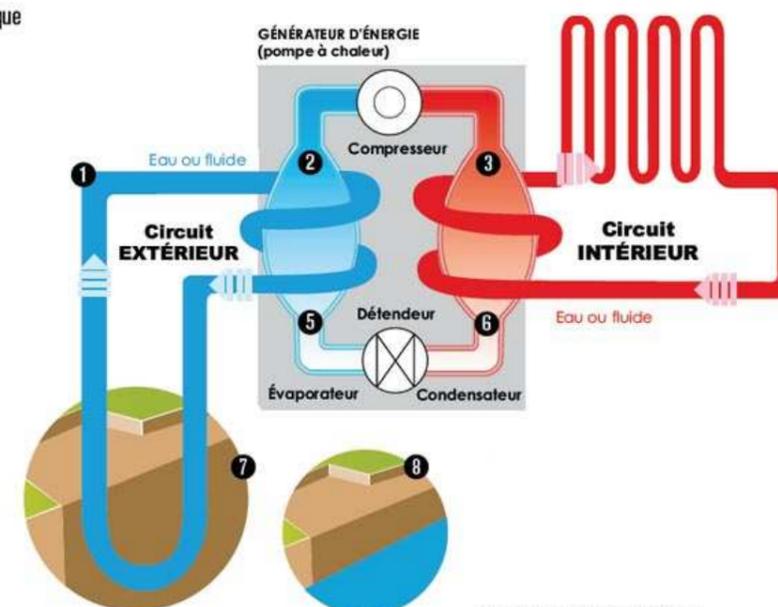
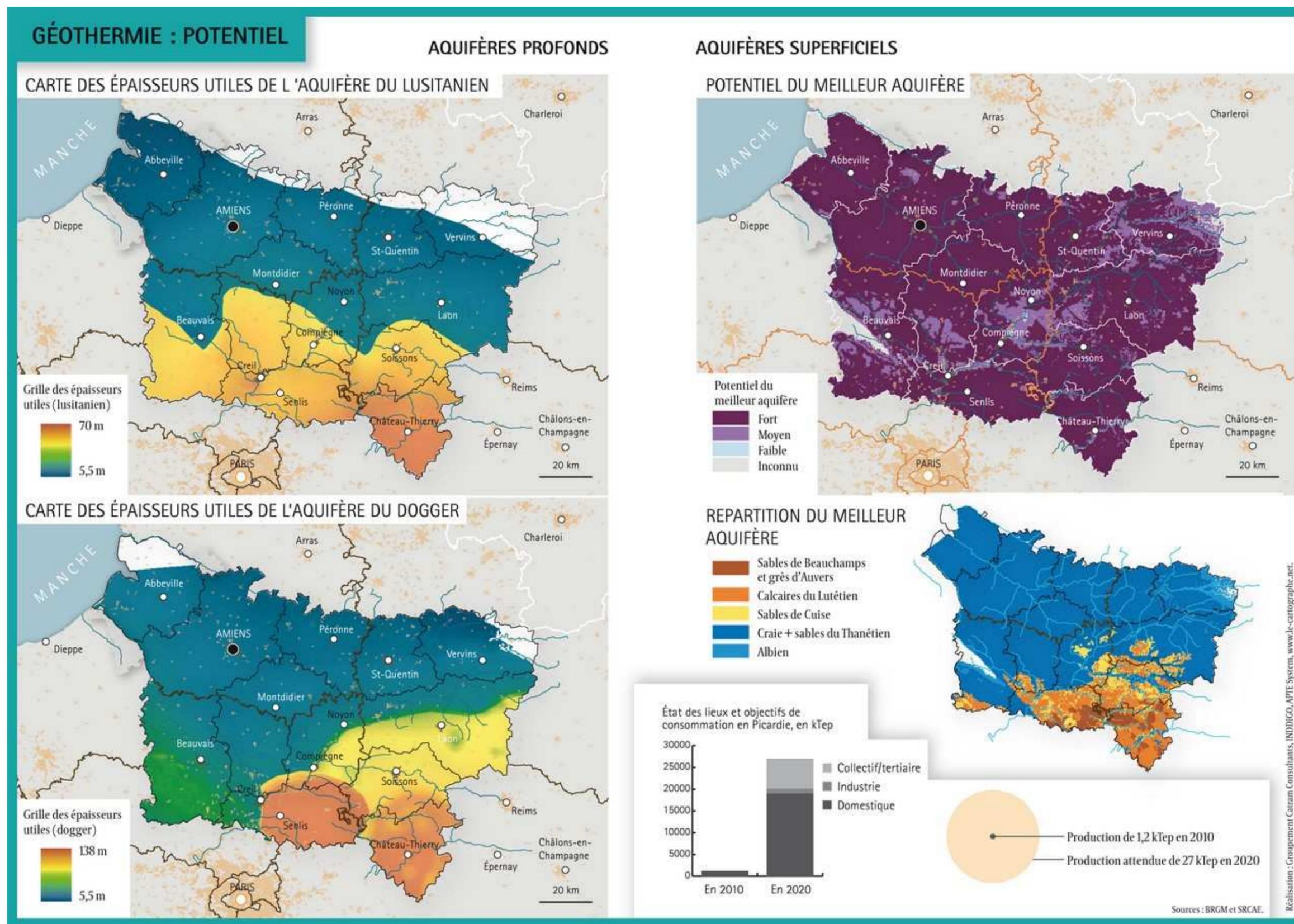


Figure 18 : Principe de fonctionnement d'une pompe à chaleur

(Source : ADEME)

Figure 19 : Potentiel géothermique des aquifères en Picardie



2.3.5 Hydroélectricité

- **Présentation de la filière**

La filière hydroélectrique est la première source de production d'énergie renouvelable en France et représente environ 12% de la production nationale d'électricité. C'est la seconde source d'électricité après le nucléaire. Elle est produite par la transformation de l'énergie cinétique des courants d'eau (fleuves et rivières notamment) en énergie électrique.

Il existe plusieurs types de centrales hydroélectriques de capacités très variées (petite production locale à production à grande échelle). On peut citer notamment :

- Les centrales au fil de l'eau, utilisant le débit naturel d'un cours d'eau pour faire fonctionner leurs turbines,
- Les centrales fonctionnant par écluses, faisant fonctionner leur turbine à partir d'eau stockée dans un réservoir amont (cas des barrages) et pouvant moduler leur production par modulation du débit d'écoulement en sortie du réservoir.

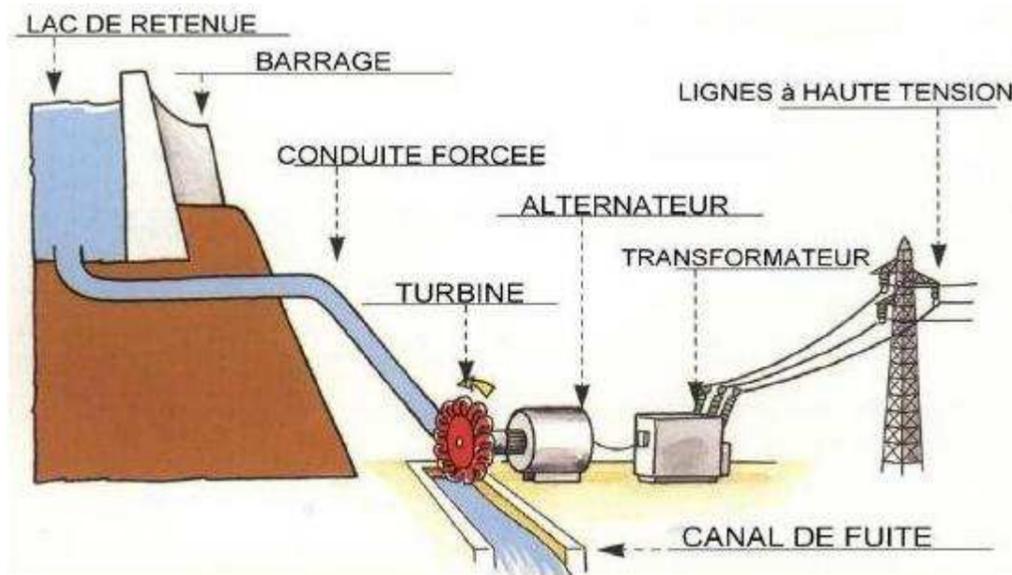


Figure 20 : Principe de fonctionnement d'une centrale hydroélectrique

(Source : ADEME)

La région dispose de 58 installations de production hydraulique, dont la production totale s'élevait à 45 717 MWh en 2011 (puissance installée de 9 716 kW).

- **Potentialité du site**

Il n'existe pas sur le site de la ZAC de cours d'eau, ce qui interdit la production d'hydroélectricité directement sur celui-ci.

Le seul cours d'eau qui permettrait la production d'hydroélectricité à proximité est le Thérain, située au nord du projet. Une exploitation des potentialités du Thérain devrait donc se faire dans le cadre d'un projet plus large, certainement intercommunal. De plus, les contraintes et impacts environnementaux seraient importants.

2.3.6 Biomasse/bois énergie

- **Présentation de la filière**

Cette filière repose sur l'utilisation de l'énergie libérée par la combustion du bois et de ses dérivés. Le bois peut servir de combustible de chauffage sous différentes formes : bûche de bois traditionnelle ou densifiée, plaquettes (bois déchiqueté), granulés (sciures compressées).

Les technologies de transformation de l'énergie bois en chaleur sont également multiples : cheminées, poêles, chaudières.

Type d'appareil	Rendement	Autonomie
Cheminée ouverte	10 à 30 % (1)	< 2 heures
Foyers fermés - inserts	50 à 65 % (2)	4 à 8 heures
Poêles à bûches à ventilation renforcée	60 à 70 % (2)	5 à 10 heures
Chaudières à bûches	75 à 85 % (2)	6 à 24 heures (3)
Poêles à granulés	80 à 90 % (2)	12 à 72 heures
Chaudière à plaquettes ou granulés	85 à 95 % (2)	plusieurs semaines

(1) récupérateur de chaleur - (2) Label Flamme Verte - (3) Hydroaccumulation

Figure 21 : Technologies de la filière bois énergie

(Source : Arbocentre)

La plupart ne permettent qu'un apport limité aux besoins de chauffage d'un logement. Les Chaudières automatiques à bois permettent toutefois d'obtenir un très bon rendement et une plage de fonctionnement permettant l'apport de la totalité des besoins de chauffage d'une habitation. Leur fonctionnement diffère fortement des cheminées ou poêles traditionnels.

Le combustible de la chaudière (bois déchiqueté ou granulés) est stocké dans un silo attenant à la chaufferie, permettant ainsi un renouvellement annuel des stocks de combustible. Il est ensuite acheminé automatiquement dans le foyer grâce à un tapis convoyeur, supprimant ainsi tout besoin d'intervention pour l'alimentation du foyer. La combustion est maîtrisée grâce à des arrivées d'air jouant le rôle de comburant et par la quantité de combustible amenée au foyer. Le rendement peut atteindre 95%, avec à la clef peu de production de fumée ou de cendre.

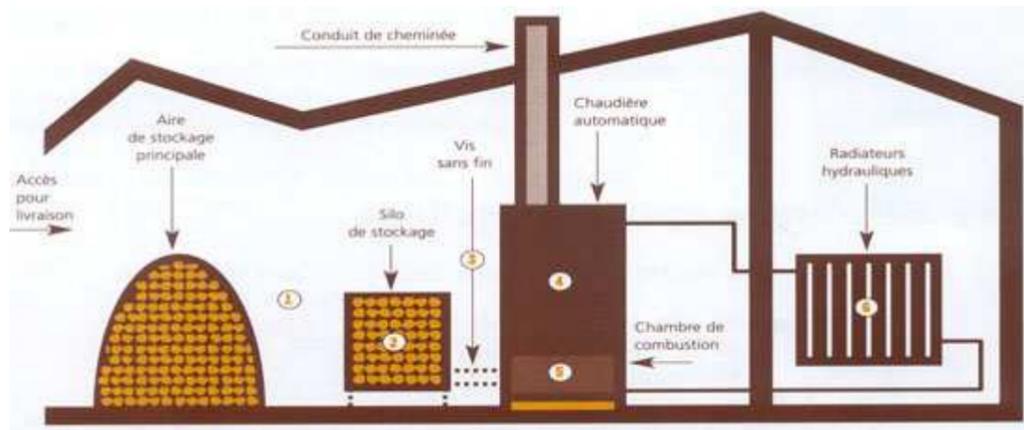


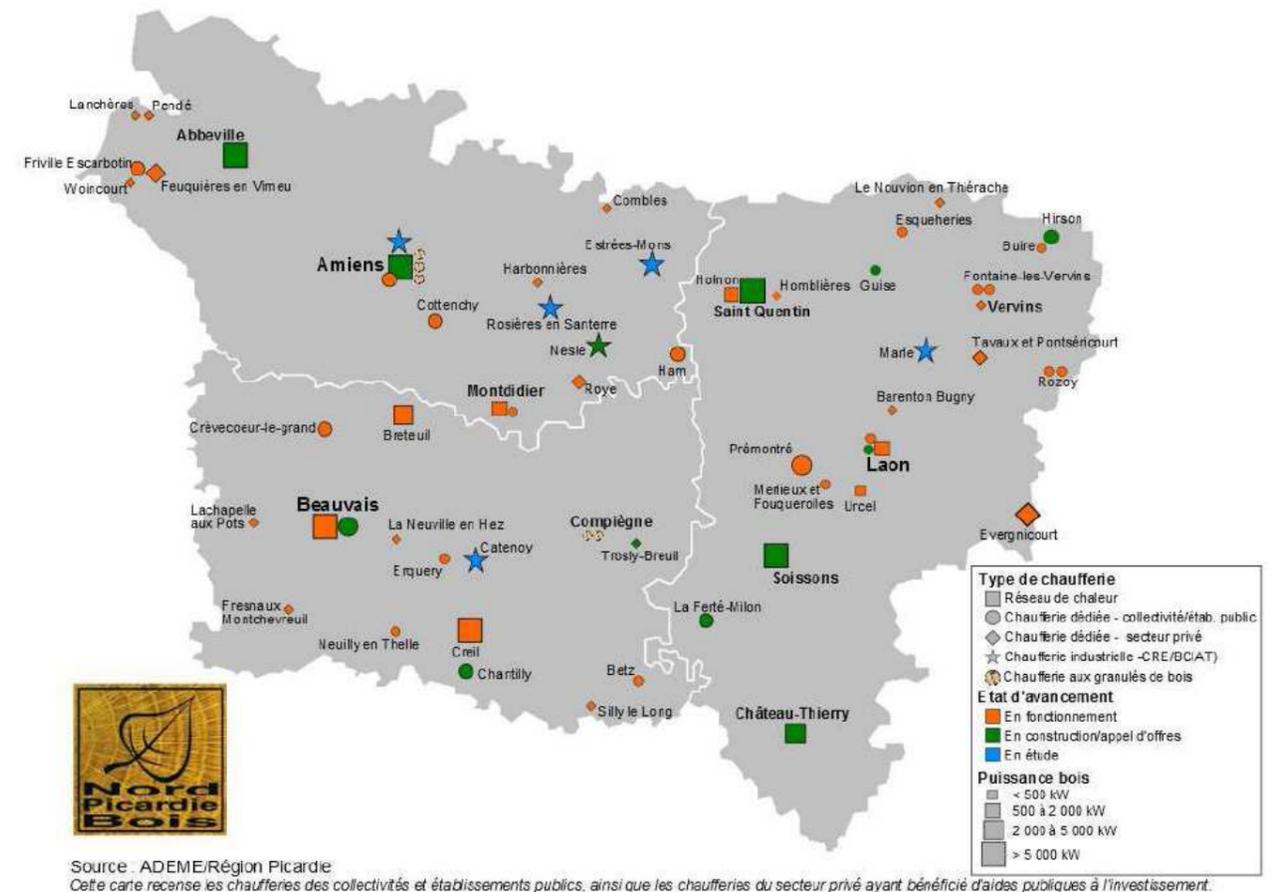
Figure 22 : Principe de fonctionnement d'une chaudière bois automatique

(Source : Arbocentre)

Ce type de chaufferie peut être individuel ou collectif (immeubles, bâtiments publics, industries). Les plages de puissances peuvent varier de quelques kW (pour une petite habitation) à plusieurs MW.

Le bois est une des principales sources potentielles d'énergie renouvelable dans la région Picardie. La région possède 348 000 ha de forêt, occupant 18 % de la superficie du territoire (22% pour l'Oise). Le gisement forestier est par conséquent très important. La production nette en bois des forêts picardes est de 3 750 000 tonnes chaque année.

La Picardie possède 41 chaufferies bois collectives et industrielles, pour une puissance de 43 MW et une consommation en bois de 56 000 tonnes par an (1,5 % de la production totale). Une de ces chaufferies se trouve sur l'agglomération beauvaisienne.



Source : ADEME/Région Picardie

Cette carte recense les chaufferies des collectivités et établissements publics, ainsi que les chaufferies du secteur privé ayant bénéficié d'aides publiques à l'investissement.

Figure 23 : Chaufferies bois en Picardie

(Source : Schéma Régional Climat Air-Energie Picardie)

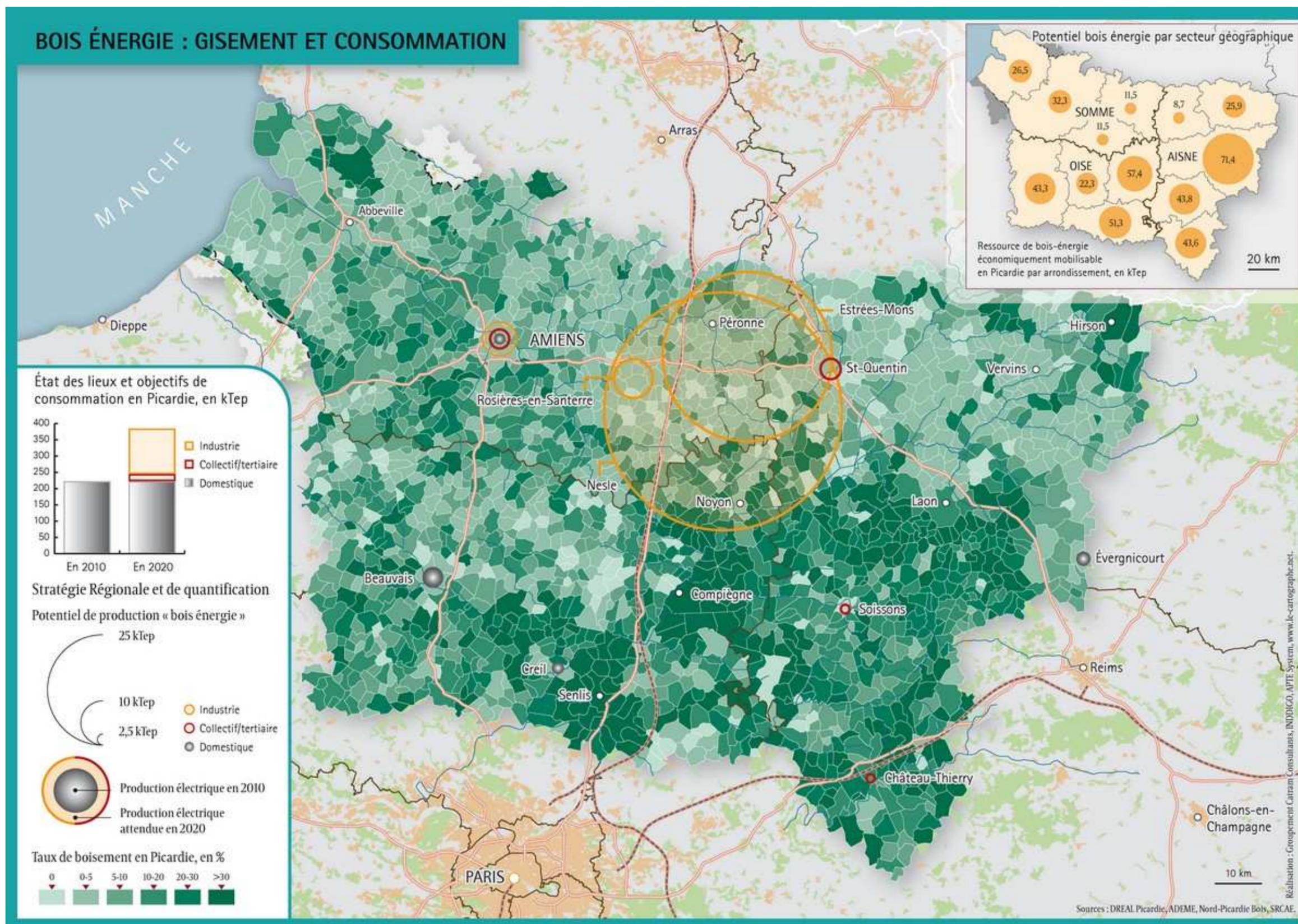
• **Potentialité du site**

L'intégration de la filière bois énergie est tout à fait envisageable, pour le chauffage des bâtiments tertiaires, grâce à la mise en place de chaudières de moyenne dimension (50 MW par exemple).

Les opportunités locales sont importantes, avec une filière soutenue et des fournisseurs implantés localement. On compte ainsi plusieurs fournisseurs de bois déchiquetés et granulés sur le département.

Lors de la conception des bâtiments, la contrainte sera de prévoir un espace pour la chaufferie et le stockage du combustible.

Figure 24 : Gisements et consommation de bois/énergie en Picardie



2.3.7 Réseaux de chaleur

- **Présentation de la filière**

Un réseau de chaleur s'appuie sur une unité de production d'énergie d'échelle importante, pouvant fournir le chauffage d'un quartier ou d'une commune à travers un réseau alimentant chaque habitation (de type collectif). La chaleur est livrée à chaque bâtiment par l'intermédiaire d'une sous-station, et distribuée dans chaque logement par un réseau secondaire.

Ces réseaux sont dans la grande majorité des cas financés et gérés par une collectivité locale.

Il existe en France plusieurs centaines de réseaux de chaleur qui couvrent 6% des besoins nationaux en chauffage. La filière bois énergie et la filière géothermie peuvent convenir à l'installation d'une unité de production suffisante pour établir un réseau, de plusieurs MW de puissance.

Le réseau de chaleur bois de Beauvais (quartier Saint-Jean) est le plus grand réseau de Picardie. Il alimente trois lycées, un collège, cinq écoles, plusieurs gymnases, une piscine et 2 100 logements, soit l'équivalent de 4 000 logements. La puissance de la chaudière est de 10 MW. Elle utilise 15 000 tonnes de bois par an, 6% de gaz et 1% de fioul. Le bois provient à 60 % de broyats de palettes, à 20% des plaquettes forestières, à 17% de bois de scierie et à 3% de l'élagage.

- **Potentialité du site**

Il n'existe pas sur la commune d'Allonne de réseau de chaleur. Les possibilités d'extensions du réseau de chaleur bois du quartier Saint-Jean de Beauvais ont été étudiées. Ces extensions sont réalisables sous plusieurs conditions :

- Elles doivent se situer dans un périmètre proche de la chaufferie centrale, correspondant au quartier Saint-Jean,
- Il est nécessaire que les consommations induites par ces raccordements, donc les recettes de vente de chaleur, permettent de compenser les investissements liés aux extensions (pose du réseau, installation des échangeurs thermiques...). Ceci induit la nécessité de raccorder des sites assez proches de la chaufferie centrale et pouvant consommer une quantité d'énergie assez importante.

Ces conditions d'extension du réseau Saint-Jean ne sont pas réunies, la ZAC se situant à 4,5 km de distance de la chaufferie centrale, en dehors du quartier Saint-Jean.

La construction d'un nouveau réseau de chaleur n'est pas envisageable dans le cadre de la création de la ZAC. Il s'agit d'un projet à envisager éventuellement à l'échelle communale ou intercommunale pour atteindre une échelle permettant un retour sur investissement.

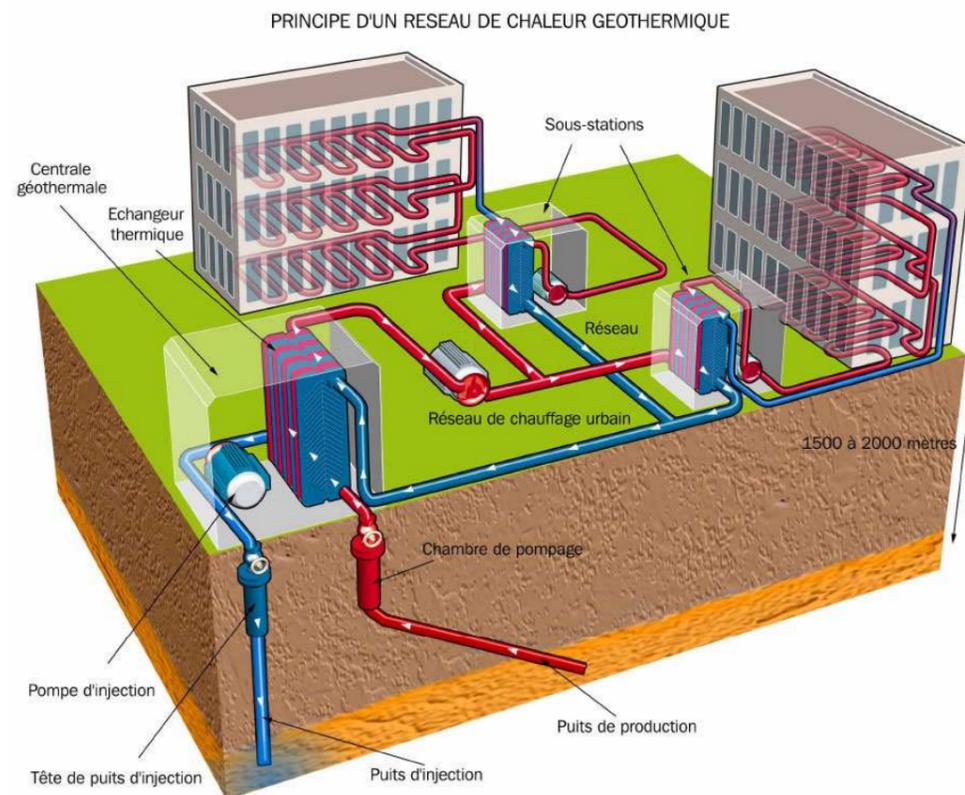


Figure 25 : Principe de fonctionnement d'un réseau de chaleur géothermique

2.3.8 Fournisseurs d'électricité verte

- **Présentation de la filière**

L'électricité verte est assimilée à l'électricité provenant d'énergies renouvelables. Pratiquement tous les fournisseurs d'électricité actuels peuvent proposer de délivrer une électricité dite verte, dans des proportions allant de 25 à 100% de l'électricité totale livrée.

- **Potentialité du site**

Il est tout à fait envisageable d'inciter les futurs usagers de la ZAC à consulter ou choisir des offres d'électricité verte. Il est possible également de passer un marché avec un fournisseur d'énergie verte pour l'alimentation des bâtiments d'équipement.

2.4 Synthèse : atouts et contraintes

Filière	Atouts et contraintes	Intérêt
Solaire photovoltaïque	Ensoleillement suffisant pour assurer un système moyennement performant, Connexion au réseau EDF pour la revente assurée, Orientation et inclinaison des panneaux à prendre en compte dans la définition des bâtiments, Possibilités d'utilisation pour l'éclairage.	++
Solaire thermique	Ensoleillement suffisant pour assurer un système moyennement performant, Possibilité d'assurer la production d'eau chaude, mais aussi d'une partie du chauffage, Orientation et inclinaison des panneaux à prendre en compte dans la définition des bâtiments, Besoins limités en eau chaude sanitaire étant donné la nature de la zone.	+
Eolien	Pas de possibilité d'installer de grandes éoliennes à proximité d'une zone d'habitation, Pas d'inscription en ZDE, Potentiel pour le développement du petit éolien pour l'alimentation des bâtiments et de l'éclairage.	++
Géothermie	Potentialité d'utilisation des nappes souterraines forte, Possibilité de développer des réseaux de captage horizontaux limitée.	++
Hydroélectrique	Pas de cours d'eau sur le périmètre de la ZAC, Projet à envisager à une échelle supérieure, Impacts potentiels importants sur la Blaise.	-
Bois énergie	Filière bois bien développée et soutenue en région Picardie et dans l'Oise, Présence de fournisseurs locaux, Bien adaptée aux types de locaux envisagés, Prévoir un espace pour la chaufferie lors de la conception des bâtiments.	+++
Réseaux de chaleur	Pas de réseau existant sur la commune, Projet à envisager à une échelle supérieure, ZAC trop peu dense pour ce type de réseau.	-
Fournisseurs d'électricité verte	Connexion au réseau d'électricité permettant l'accès aux offres vertes, Nombreuses offres disponibles,	+++

3 BESOINS EN ENERGIE DE LA ZAC

3.1 Consommation énergétique de la ZAC

Selon la typologie d'occupation envisagée en partie 1 – Contexte de l'étude, la surface totale occupée par des bâtiments à vocations industrielle, tertiaire ou commerciale sera de 132 000 m². Cette surface se répartit en environ 20% de bâtiments à vocation industrielle (service industriel et artisanat) pour une surface de 26 000 m² et 80% de bâtiments à vocation tertiaire pour une surface de 106 000 m². La consommation énergétique totale de la zone dépendra de plusieurs facteurs :

- La surface totale de SHON occupée,
- Les choix d'efficacité énergétique effectués lors de la construction des logements (réglementation thermique),
- La quantité d'énergie nécessaire aux équipements collectifs de la ZAC, et notamment l'éclairage public.

Les hypothèses suivantes seront émises afin de calculer la consommation énergétique totale de ZAC :

- Une consommation moyenne pour l'ensemble des bâtiments de 66 kWh/m²/an, les normes prises en compte pour leur construction correspondant à la Réglementation Thermique applicable au 1^{er} Janvier 2013 (RT2012),
- Une consommation supplémentaire de 30% - soit 34 kWh/m²/an, due aux process industriels ou artisanaux particuliers aux types d'occupations du site (chambre de froid, par exemple) et n'étant pas concernés par la réglementation RT2012,
- Une consommation moyenne pour l'éclairage public de 600 kWh/an/point lumineux (moyenne française), pouvant descendre jusqu'à 150 kWh/an/point lumineux dans le cadre de la mise en place d'un éclairage raisonné. Cette consommation moyenne est basée sur l'hypothèse de l'implantation de mats d'éclairage inter-distants de 20 m tout le long des 2 km de voirie de la ZAC.

Les besoins en énergie par m² de bâtiment sur la ZAC s'élèveront donc à 100 kWh/an (réglementation thermique RT2012).

	Bâtiments tertiaires et industriels
SHON (m ²)	132 000
Consommation chauffage (MWh/an)	5 808
Consommation climatisation et usages spécifiques (MWh/an)	2 904
Consommation process industriels hors RT 2012 (MWh/an)	4 488
Total (MWh/an)	13 200

Figure 26 : Consommation totale des bâtiments

	Bâtiments tertiaires et industriels	Eclairage public classique
Consommation par m ² de bâtiment (MWh/an)	0,1	/
Surface totale de bâtiments en m ²	132 000	/
Nombre de points d'éclairage sur voirie	/	100
Consommation par point d'éclairage (MWh/an)	/	0,6
Consommation totale (MWh/an)	13 200	60
Consommation totale ZAC (MWh/an)	13 260	

Figure 27 : Consommation totale de la ZAC

Les consommations énergétiques de la ZAC seront donc de :

- 13 200 MWh/an pour les bâtiments installés,
- 60 MWh/an pour l'éclairage public. Il est à noter qu'appliquer des techniques d'éclairage public raisonné (puissances adaptées, extinction nocturne sur certaines plages horaires...) permettrait de pouvoir faire baisser cette consommation jusqu'à 15 MWh/an,
- **13 260 MWh/an pour la consommation totale de la ZAC.**

	Consommation chauffage (MWh/an)	Consommation process industriels hors RT 2012 (MWh/an)	Consommation climatisation et usages spécifiques (MWh/an)	Total par type d'infrastructure
Bâtiments tertiaires et industriels	5808	4488	2904	13200
Eclairage public	/	/	60	60
Total par type de consommation (MWh/an)	5808	4488	2964	13260

Figure 28 : Consommation totale par type d'utilisation

La décomposition par type de consommation sera la suivante :

- 5 808 MWh/an pour le chauffage, soit 44% de la consommation énergétique totale,
- 4488 MWh/an pour les process industriels échappant à la RT2012, soit 34% de la consommation énergétique totale,
- 2964 MWh/an pour la climatisation et les usages spécifiques, soit 22% de la consommation énergétique totale.

3.2 Maîtrise de la consommation

Bien que cette étude soit centrée sur la recherche de ressources en énergie renouvelable, il est bon de rappeler quelques principes qui permettront de maîtriser les besoins en énergie de la ZAC.

La réglementation thermique a changé pour les bâtiments neufs au 1^{er} Janvier 2013. Il est désormais fait obligation d'une maîtrise de la consommation devant aboutir à des besoins énergétiques égaux ou inférieurs à 50 kWh/m²/an, modérés selon la situation géographique du bâtiment. Ainsi, en Picardie, le plafond est porté en moyenne à 66 kWh/m²/an.

Il est nécessaire de réaliser une optimisation des apports solaires passifs afin de limiter les besoins en chauffage. Cela passe par une orientation préférentielle des façades vers le Sud, et la prise en compte d'un recul suffisant entre chaque bâtiment pour permettre un bon accès au Soleil. Cette démarche permet également de favoriser l'implantation de capteurs solaires thermiques ou photovoltaïques. Les ombrages apportés par les espaces verts seront également à prendre en compte.

Une économie importante – jusqu'à ¾ de la consommation énergétique de ce poste – peut être réalisée sur l'éclairage public. Cela passe par la mise en place d'une réflexion systématique avant installation :

- Définir précisément des besoins en éclairage de la ZAC, rue par rue,
- Choisir des solutions techniques permettant l'apport de la puissance lumineuse nécessaire avec un bon rendement, sans dépassement ni sur-éclairage (ballastes électroniques, hauteur et écartement des mâts, puissance et rendement des lampes...). La puissance électrique spécifique utile pour une rue inférieure à 10 mètres de large ne dépasse pas 2 W/m,
- Concentrer le flux lumineux vers le sol et éviter toute émission lumineuse au-dessus de l'horizon ou sur les façades des habitations (vasques planes, intégration de l'ampoule dans le capot du luminaire...),
- Utiliser des lampes basse consommation (Sodium haute pression),
- Instituer si possible des plages d'extinction nocturne totale ou partielle, en fonction des activités présentes en période nocturne sur la ZAC.

4 PRECONISATIONS ET CONCLUSION

4.1 Scénarios d'intégration des énergies renouvelables

Dans le but de montrer clairement l'impact de l'intégration d'énergies renouvelables sur le bilan énergétique de la ZAC, trois scénarios de consommation énergétique ont été bâtis, utilisant les énergies renouvelables présentant le plus de potentialités sur la zone (filière bois énergie, électricité verte, solaire photovoltaïque, petit éolien et géothermie très basse température) :

- **Scénario 1**

Il sert de référence et n'utilise que les énergies non renouvelables susceptibles d'être présentes sur la ZAC (fioul et électricité « classique »). Les parts de consommation pour chaque énergie sont les suivantes :

- 75% de la consommation totale de la ZAC est assurée par le réseau électrique classique,
- 25% de la consommation totale de la ZAC est assurée par le fioul.

La répartition des énergies par type d'usage est présentée dans le tableau ci-dessous :

	Part réseau électrique classique		Part fioul	
	MWh/an	%	MWh/an	%
chauffage	4646	80%	1162	20%
process industriels hors RT 2012	2244	50%	2244	50%
climatisation et usages spécifiques	2904	100%	0	0%
Eclairage public	60	100%	0	0%
TOTAL	9854	75%	3406	25%

Figure 29 : Répartition des énergies par type d'usage - Scénario 1

- **Scénario 2**

Il intègre les possibilités données par les filières bois-énergie et électricité verte, sur la base du volontariat pour chaque entreprise s'installant sur le site de la ZAC et en prenant l'hypothèse que 50% de ces entreprises seront volontaires. Sont ainsi pris en compte :

- Pour la consommation de chauffage, 50% d'apports par des chaudières bois attenantes à chaque bâtiment d'entreprise volontaire pour s'engager dans le processus, 40% d'apport par l'électricité classique et 10% par le fioul,
- Pour la consommation nécessaire aux process industriels, 50% d'apport par le gaz naturel, 25% d'apport par la filière électrique classique et 25% d'apport par la filière électrique verte,
- Pour la consommation dédiée à la climatisation et aux usages spécifiques, 50% d'approvisionnement par le réseau électrique classique et 50% d'approvisionnement par un réseau d'électricité verte,
- Pour la consommation dédiée à l'éclairage public, 100% d'approvisionnement par un réseau d'électricité verte.

La répartition des énergies par type d'usage est présentée dans le tableau ci-dessous :

	Part réseau électrique classique		Part fioul		Part chaufferies bois		Part réseaux électriques verts	
	MWh/an	%	MWh/an	%	MWh/an	%	MWh/an	%
chauffage	2323	40%	581	10%	2904	50%	0	0%
process industriels hors RT 2012	1122	25%	2244	50%	0	0%	1122	25%
climatisation et usages spécifiques	1452	50%	0	0%	0	0%	1452	50%
Eclairage public	0	0%	0	0%	0	0%	60	100%
TOTAL	4897	37%	2825	21%	2904	22%	2634	20%

Figure 30 : Répartition des énergies par type d'usage - Scénario 2

Les parts de consommation pour chaque énergie sont les suivantes :

- 37% de la consommation totale de la ZAC est assurée par le réseau électrique classique,
- 21% de la consommation totale de la ZAC est assurée par le fioul,
- 22% de la consommation totale de la ZAC est assurée par des chaufferies bois,
- 20% de la consommation totale de la ZAC est assurée par une filière d'électricité verte.

• **Scénario 3**

Il renforce encore l'utilisation d'énergies renouvelables en rendant obligatoire sur le site le chauffage par chaudière bois, et l'appel aux filières électricité verte ou l'intégration d'un mix de solaire photovoltaïque et de petit éolien. Sont ainsi pris en compte :

- Pour la consommation de chauffage, 100% d'apports par des chaudières bois attenantes à chaque bâtiment d'entreprise,
- Pour la consommation nécessaire aux process industriels, 50% d'apport par le gaz naturel et 50% d'apport par la filière électrique verte,
- Pour la consommation dédiée à la climatisation et aux usages spécifiques, 50% d'approvisionnement par les réseaux électriques verts et 50% d'approvisionnement par l'installation de panneaux photovoltaïques / petit éolien,
- Pour la consommation dédiée à l'éclairage public, 100% d'approvisionnement par un réseau d'électricité verte.

La répartition des énergies par type d'usage est présentée dans le tableau ci-dessous :

	Part réseau électrique classique		Part fioul		Part chaufferies bois		Part réseaux électriques verts		Part photovoltaïque / petit éolien	
	MWh/an	%	MWh/an	%	MWh/an	%	MWh/an	%	MWh/an	%
chauffage	0	0%	0	0%	5808	100%	0	0%	0	0%
process industriels hors RT 2012	0	0%	2244	50%	0	0%	2244	50%	0	0%
climatisation et usages spécifiques	0	0%	0	0%	0	0%	1452	50%	1452	50%
Eclairage public	0	0%	0	0%	0	0%	60	100%	0	0%
TOTAL	0	0%	2244	17%	5808	44%	3756	28%	1452	11%

Figure 31 : Répartition des énergies par type d'usage - Scénario 3

Les parts de consommation pour chaque énergie sont les suivantes :

- Le réseau électrique classique n'est plus utilisé pour l'alimentation de la ZAC,
- 17% de la consommation totale de la ZAC est assurée par le fioul,
- 44% de la consommation totale de la ZAC est assurée par des chaufferies bois,
- 28% de la consommation totale de la ZAC est assurée par une filière d'électricité verte.
- 11% de la consommation totale de la ZAC est assurée par le photovoltaïque / petit éolien.

Les apports pour chaque source d'énergie et chaque scénario sont présentés ci-dessous :

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
Part réseau électrique classique (MWh/an)	9854	4897	0
Part fioul (MWh/an)	3406	2825	2244
Part chaufferies bois (MWh/an)	0	2904	5808
Part réseaux électriques verts (MWh/an)	0	2634	3756
Part photovoltaïque / petit éolien (MWh/an)	0	0	1452

Figure 32 : Apport par source d'énergie

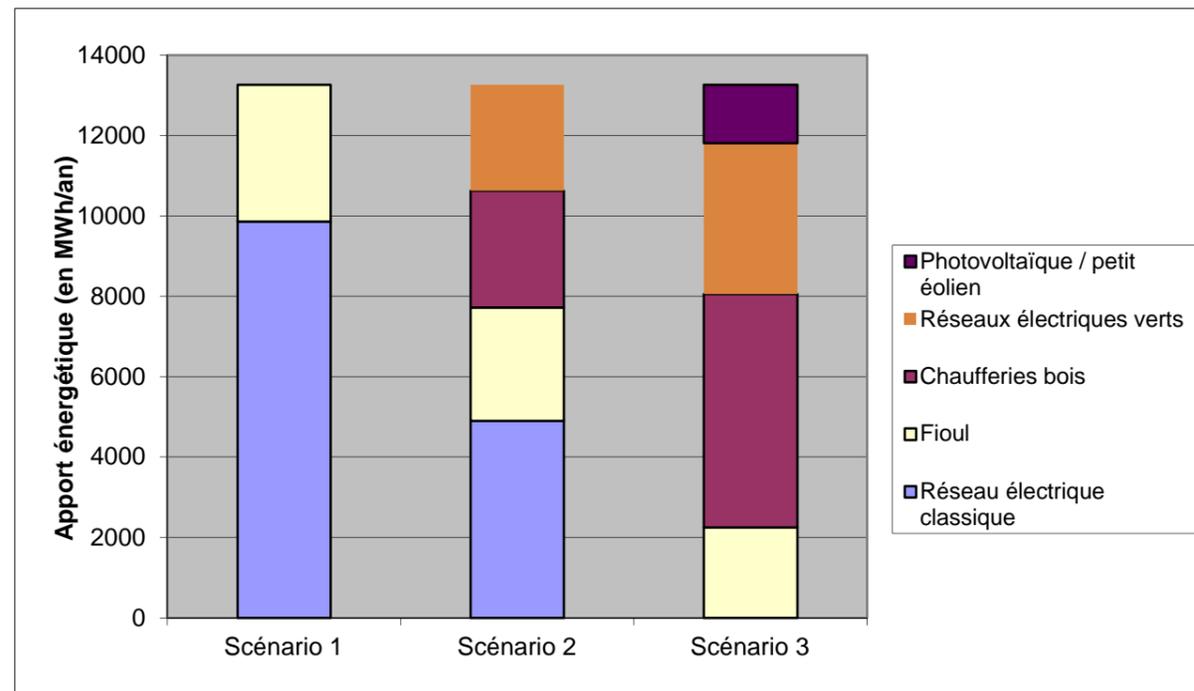


Figure 33 : Graphique de l'apport par source d'énergie

Dans le scénario 1, il n'y a aucun apport en énergies renouvelables.

Dans le scénario 2, l'apport total des énergies renouvelables représente 5 538 MWh/an, soit 42% de la consommation énergétique de la ZAC.

Dans le scénario 3, l'apport total des énergies renouvelables représente 11 016 MWh/an, soit 83% de la consommation énergétique de la ZAC.

Il est également intéressant de comparer pour chaque scénario la consommation en énergie primaire, c'est-à-dire la somme de la consommation finale de la ZAC et de la consommation nécessaire à la production de cette énergie.

Pour pouvoir comparer ces énergies primaires, on rapporte la consommation pour chaque type d'énergie en kWh d'énergie primaire. La réglementation RT2012 pose ainsi les équivalences suivantes :

- 1 kWh électrique classique = 2,58 kWh_{ep},
- 1 kWh fioul = 1 kWh_{ep},
- 1 kWh bois = 0,6 kWh_{ep},
- 1 kWh électrique vert = 0,5 kWh_{ep},
- 1 kWh photovoltaïque / éolien = 0 kWh_{ep}.

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
Origine électrique classique (en Mwhep/an)	25423	12634	0
Origine fioul (en Mwhep/an)	3406	2825	2244
Origine chauffage bois (en Mwhep/an)	0	1742	3485
Origine Electrique vert (en Mwhep/an)	0	1317	1878
Origine photovoltaïque / éolien (en Mwhep/an)	0	0	0
Total (en Mwhep/an)	28829	18519	7607

Figure 34 : Consommation en énergie primaire

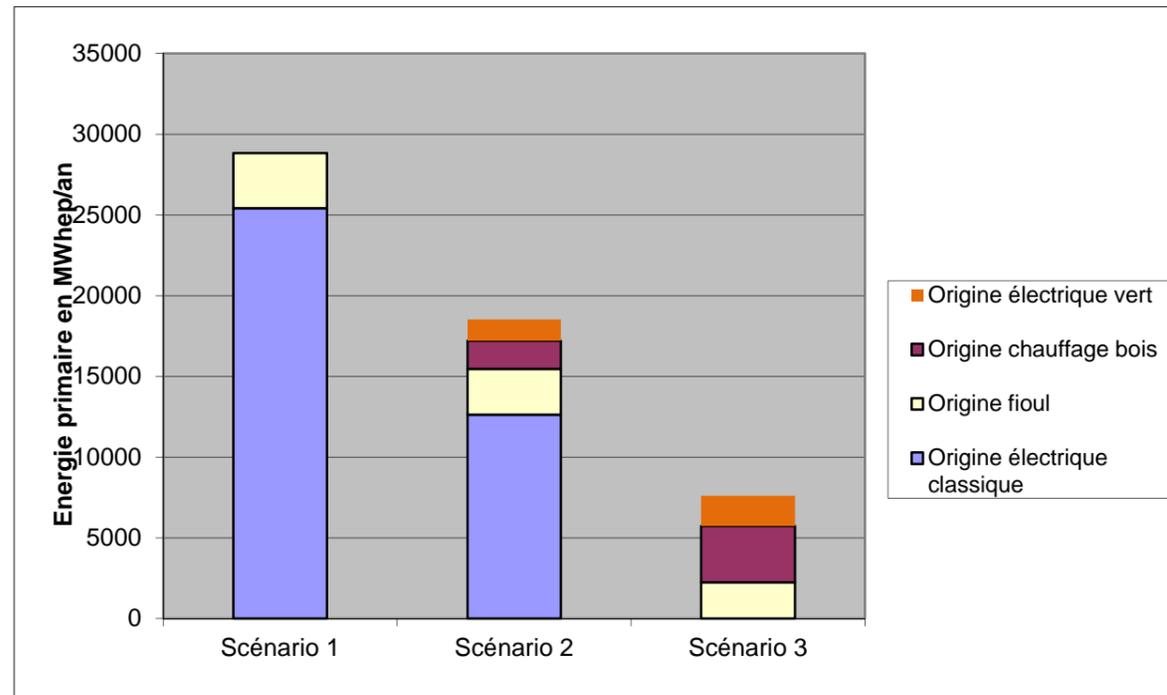


Figure 35 : Consommation en énergie primaire, comparaison des scénarios

Le scénario engendrant la plus grande consommation en énergie primaire est le scénario 1.

La consommation en énergie primaire est moins importante de 36% pour le scénario 2 comparé au scénario 1.

La consommation en énergie primaire est moins importante de 74% pour le scénario 3 comparé au scénario 1.

Enfin, nous pouvons comparer l'impact de chaque scénario sur l'effet de serre en calculant les quantités de CO₂ émises dans chaque cas.

Les rejets émis pour chaque type d'énergie sont les suivants (arrêté du 15 Septembre 2006 relatif au diagnostic de performance énergétique pour les bâtiments proposés à la vente en France métropolitaine) :

- Electrique classique : 0,084 kg CO₂/kWh/an,
- Fioul : 0.300 kg CO₂/kWh/an.
- Bois, biomasse : 0.013 kg CO₂/kWh/an,
- Electrique vert : 0 kg CO₂/kWh/an,
- Photovoltaïque / éolien : 0 kg CO₂/kWh/an,

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
Origine électrique classique (en t/an)	828	411	0
Origine fioul (en t/an)	1022	848	673
Origine chauffage bois (en t/an)	0	38	76
Origine Electrique vert (en t/an)	0	0	0
Origine photovoltaïque / éolien (en t/an)	0	0	0
Total (en t/an)	1850	1297	749

Figure 36 : Emissions de CO₂

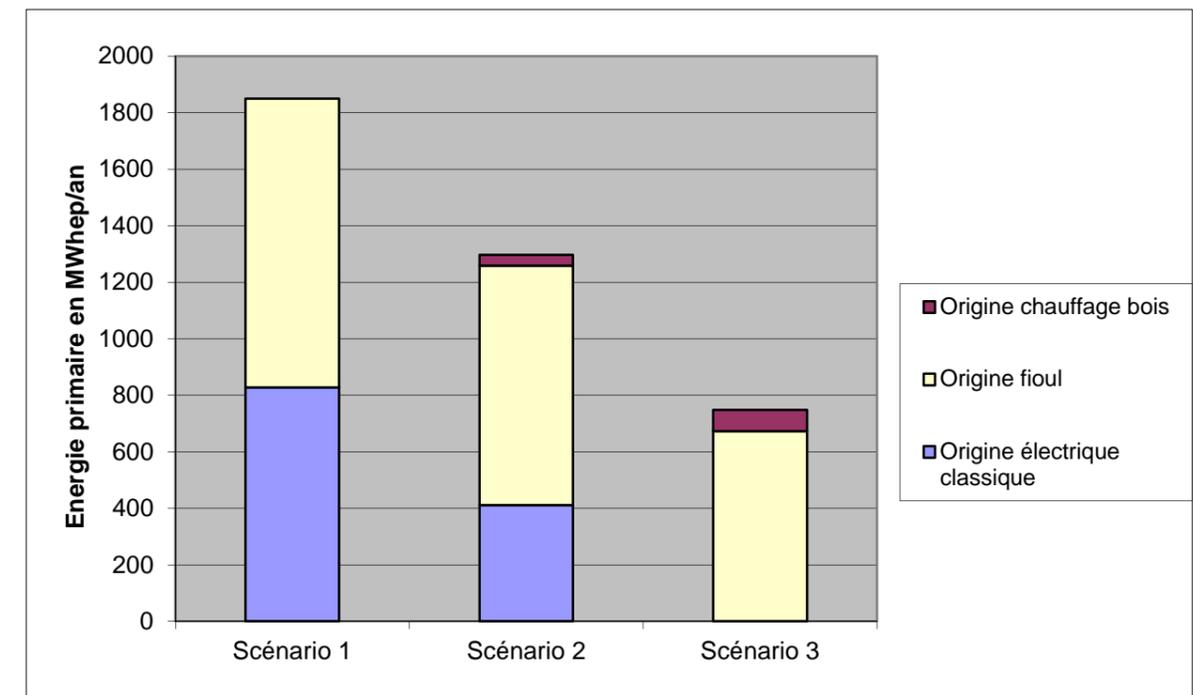


Figure 37 : Emissions de CO₂, comparaison des scénarios

L'utilisation d'énergies renouvelables peut ainsi baisser de manière significative l'impact de la ZAC sur l'effet de serre. Les émissions de CO₂ pour les scénarios 2 et 3 représentent ainsi respectivement 70% et 40% des émissions pour le scénario 1.

4.2 Première approche financière

Il ne s'agit pas ici de faire une étude économique détaillée de la mise en place de chaque scénario, mais de donner une première idée des coûts d'investissement potentiels pour chaque type d'énergie renouvelable étudié dans les scénarios et des durées de retour sur investissement qui s'y rattachent.

- Filière bois énergie

Le coût final estimé de l'installation d'une chaudière automatique à granulés pouvant assurer la production d'un immeuble tertiaire de 2000 m² est estimé à environ 100 000€, pour une durée de vie de l'installation d'environ 30 ans. Le coût du combustible est estimé à 0.05 €/kWh produit, à quoi il faut rajouter 1000 € de coûts d'entretien annuel.

Le temps de retour sur investissement, sur cette filière bien implantée dans la région, peut être estimé entre 5 et 8 ans.

L'installation de chaudières permettant le chauffage de 132 000 m² de surfaces de bâtiment s'élèverait à environ 7 000 000 €.

- Electricité verte

De nombreux fournisseurs d'électricité proposent aujourd'hui la fourniture d'électricité dite « verte » (ayant pour source l'exploitation d'une énergie renouvelable). Les tarifs varient d'un fournisseur à l'autre, et sont en général dans la même gamme de prix (0 à 5% plus chers) que celle des tarifs réglementés de l'électricité.

La mise en place de ce système n'impose donc pas à priori de surcoût important par rapport à l'achat d'électricité « classique ».

- Solaire photovoltaïque

Le coût final de l'installation d'un panneau solaire d'1 m² (pose, raccord au réseau, aides financières) est estimé à environ 500€, pour une durée de vie de l'installation comprise entre 30 et 40 ans.

Le temps de retour sur investissement dans les régions à ensoleillement moyen comme la Picardie est considéré égal à 10 ans. Au-delà et pendant les 20 à 30 années suivantes de production, le bilan financier est positif grâce au rachat de l'électricité par EDF.

L'implantation du solaire photovoltaïque nécessite donc un investissement financier certain mais rentabilisé sur le moyen terme.

L'installation d'une surface permettant la production de 750MWh/an (6750 m² de panneaux) s'élèverait à environ 3 375 000 €.

- Petit éolien

Le coût final de l'installation d'une éolienne de 20 kW de puissance pouvant produire 30 MWh/an (pose, raccordement au réseau, aides financières) est estimé à environ 60 000 €, pour une durée de vie de l'installation d'environ 20 ans.

Le temps de retour sur investissement dans les régions présentant des vitesses de vent moyennes de 6 m/s comme la Picardie est considéré environ égal à 20 ans. Le bilan financier global est donc neutre.

L'implantation du petit éolien nécessite donc un investissement financier certain et peu rentabilisé sur le moyen terme, mais permettant d'afficher distinctement la prise en compte environnementale dans le projet.

L'installation d'une surface permettant la production de 750MWh/an (25 petites éoliennes de 20 kW) s'élèverait à environ 1 500 000 €.

4.3 Conclusion

L'objectif de cette étude était de faire ressortir les potentialités de développement des énergies renouvelables dans le cadre de l'aménagement de la ZAC Saint-Mathurin à Allonne.

Cette étude peut servir de point d'appui au maître d'ouvrage pour décider si et en quelles proportions le développement de l'utilisation des énergies renouvelables doit s'effectuer sur la ZAC.

L'analyse des potentialités du site, des besoins de la ZAC et des possibilités locales d'approvisionnement en énergies ont fait ressortir les points suivants :

- Les possibilités de développement des énergies renouvelables sur la zone sont conséquentes et sont renforcées par le contexte régional,
- La filière bois-énergie (bien implantée localement), ainsi que les filières électricité verte, photovoltaïque et petit éolien, offrent les opportunités les plus importantes. Les filières hydroélectricité et grand éolien semblent à proscrire dans le contexte spécifique de la ZAC,
- Le raccordement au réseau de chaleur existant sur Beauvais n'est pas économiquement et techniquement réalisable. La réalisation d'un nouveau réseau de chaleur ne peut se réaliser que dans un contexte plus global,
- L'utilisation d'énergies renouvelables aura un impact positif significatif sur la baisse de consommation d'énergie primaire et le rejet de gaz à effets de serre liés au fonctionnement de la ZAC,
- L'intérêt économique des filières renouvelables semble certain mais reste à affiner. Dans l'ensemble, il ressort des coûts d'investissement non négligeables mais rentables sur le long et même le moyen terme.

L'intégration éventuelle des énergies renouvelables sur la ZAC – destinée à accueillir des activités industrielles et tertiaires – devra se faire dans le souci constant de la concertation et du retour d'avis et d'expériences. L'imposition de solutions prédéfinies aux futurs acquéreurs de terrains peut être un frein. Le guidage des choix individuels à travers des préconisations ou prescriptions générales lors de la cession des terrains pourra se révéler plus efficace.