

Etude de faisabilité du potentiel de développement en énergies renouvelables

**Secteurs Arrachis et Pistole de la ZAC 3 du PTOC
45760 MARIGNY-LES-USAGES**

ETUDE DES POTENTIELS ENR DANS LE CADRE DE L'ETUDE D'IMPACT



ORLEANS METROPOLE

Espace Saint Marc – 5 place du 6 juin 1944 – CS95801
45058 ORLEANS Cedex 1

Contact : Madame Saïda AFAKIR, Chargée de projets urbains et développement économique

AFFAIRE N° 2402E14Q2000003

Date d'édition du rapport : Février 2025

SOCOTEC - Agence Environnement & Sécurité - Centre Val de Loire

2, Allée du Petit Cher – BP 40155 – 37551 Saint Avertin Cedex

Tél : (+33)2 47 70 40 40 - Fax : (+33)2 47 70 40 01

SOCOTEC ENVIRONNEMENT - S.A.S au capital de 3 600 100 euros

Siège social : 5, place des Frères Montgolfier- CS 20732 – Guyancourt - 78182 St-Quentin-en-Yvelines Cedex – France
834 096 497 RCS Versailles – APE 7120B - n° TVA intracommunautaire : FR 00 834096497 - www.socotec.fr

Sommaire

1. INTRODUCTION	5
2. DEMARCHE DE L'ELABORATION DE L'ETUDE.....	5
2.1 OBJECTIF.....	5
2.2 PERIMETRE DE L'ETUDE	6
2.3 METHODOLOGIE	7
2.4 PRESENTATION DU PROJET	8
2.5 CADRE LOCAL DES ENERGIES RENOUVELABLES (ENR)	9
2.6 LE SCHEMA REGIONAL D'AMENAGEMENT, DE DEVELOPPEMENT DURABLE ET D'EGALITE DES TERRITOIRES (SRADDET) DU CENTRE-VAL-DE-LOIRE.....	9
2.6.1 Contexte.....	9
2.6.2 Objectifs	9
2.7 LE PLAN CLIMAT, AIR, ENERGIE TERRITORIAL (PCAET) D'ORLEANS METROPOLE.....	13
2.7.1 Contexte.....	13
2.7.2 Objectifs	13
2.8 LE SCHEMA DE COHERENCE TERRITORIALE (SCoT) D'ORLEANS METROPOLE.....	14
2.8.1 Contexte.....	14
2.8.2 Objectifs	16
2.9 LE PLAN LOCAL D'URBANISME METROPOLITAIN (PLUM)	17
2.9.1 Contexte.....	17
2.9.2 Synthèse des objectifs	17
3. ETUDE D'OPPORTUNITE.....	19
3.1 LES ENERGIES RENOUVELABLES (ENR)	19
3.1.1 Définition	19
3.1.2 Les dispositifs de soutien	19
3.2 ATOUT ET CONTRAINTES LOCALES DE CHAQUE ENR.....	21
3.2.1 Energie éolienne.....	21
3.2.2 Energie solaire	24
3.2.3 Energie géothermique	29
3.2.4 Energie ambiante	31
3.2.5 Energie marine	33
3.2.6 Energie hydroélectrique.....	34
3.2.7 Energies de récupération.....	36
3.2.8 Réseau de chaleur	41
3.3 BILAN DES POTENTIALITES ENERGETIQUES DU SITE.....	43
4. PRECONISATION DE DEVELOPPEMENT DES ENR A L'ECHELLE DES SECTEURS ARRACHIS ET PISTOLE DE LA ZAC 3 DU PTOC	44

Index des figures

Figure 1 : Localisation des secteurs Arrachis et Pistole à l'échelle du territoire	6
Figure 2 : Zonages d'urbanisme du périmètre d'étude	7
Figure 3 : Vue aérienne du périmètre d'étude	8
Figure 4 : Evolution de la production ENR de 2008 à 2014	10
Figure 5 : Objectifs de consommation d'énergies à l'horizon 2050.....	11
Figure 6 : Objectifs de production d'énergies à l'horizon 2050	11
Figure 7 : Objectifs des émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2050	11
Figure 8 : Objectifs d'évolution des énergies renouvelable à l'horizon 2050	12
Figure 9 : Objectifs de couverture de la consommation énergétique l'horizon 2050	12
Figure 10 : Sources des émissions en 2019 (Source : PCAET Orléans Métropole)	13
Figure 11 : Objectifs fixés à horizon 2050 (Source : PCAET Orléans Métropole)	14
Figure 12 : Schéma de la composition d'une éolienne (Source : Connaissance des Energies)	21
Figure 13 : Carte des zones favorables à l'éolien (Source : DREAL Centre-Val de Loire)	23
Figure 14 : Variation du potentiel solaire en fonction de l'orientation et de l'inclinaison (Source : HESPUL) ...	24
Figure 15 : Schéma photovoltaïque	24
Figure 16 : Schéma du solaire thermique.....	25
Figure 17 : Contraintes à l'installation de centrales solaires photovoltaïques (Source : PCAET Orléans Métropole.....	28
Figure 18 : Schéma de la géothermie.....	29
Figure 19 : Potentiel géothermie par commune en GWh (Source : Diagnostic du PCAET)	30
Figure 20 : Schéma de pompes à chaleur / froid.....	31
Figure 21 : Schéma des énergies marines	33
Figure 22 : Schéma de l'hydro-électrique	34
Figure 23 : Identification des sites potentiels pour la production d'hydroélectricité (Source : Diagnostic du PCAET).....	36
Figure 24 : La filière bois-énergie	37
Figure 25 : La méthanisation	38
Figure 26 : Localisation des forêts du territoire (Source : PCAET Orléans Métropole).....	39
Figure 27 : Exploitable des forêts et présence ou non de contraintes environnementales (Source : Diagnostic du PCAET d'Orléans Métropole)	40
Figure 28 : Schéma d'un réseau de chaleur.....	41

Index des tableaux

Tableau 1 : Contraintes applicables à la mise en place de l'éolien	22
Tableau 2 : Températures minimales moyennes à Loury (Source : Infoclimat, période 1991 - 2020).....	32
Tableau 3 : Bilan des potentialités énergétiques du site	43
Tableau 4 : Estimation des consommations énergétiques	44

1. INTRODUCTION

D'après l'article L300-1-1 du Code de l'Urbanisme, (créé par la LOI n°2021-1104, art. 214), « Toute action ou opération d'aménagement soumise à évaluation environnementale en application de l'article L. 122-1 du code de l'Environnement doit faire l'objet :

1° 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 ;

2° D'une étude d'optimisation de la densité des constructions dans la zone concernée, en tenant compte de la qualité urbaine ainsi que de la préservation et de la restauration de la biodiversité et de la nature en ville.

Un décret en Conseil d'Etat détermine les modalités de prise en compte des conclusions de ces études dans l'étude d'impact prévue à l'article L. 122-3 du même code. »

Le projet constitue une opération d'aménagement telle que définie à l'article L300-1 du Code de l'Urbanisme et a fait l'objet d'une étude d'impact (évaluation environnementale) au titre de l'article L122-3 du Code de l'Environnement. A ce titre, le projet doit faire l'objet d'une étude de faisabilité sur le potentiel de développement des énergies renouvelables.

Les énergies renouvelables prises en compte sont celles définies par l'article L.211-2 du Code de l'Énergie :

« L'énergie produite à partir de sources renouvelables, ou “ énergie renouvelable ”, est une énergie produite à partir de sources non fossiles renouvelables, à savoir l'énergie éolienne, l'énergie solaire thermique ou photovoltaïque, l'énergie géothermique, l'énergie ambiante, l'énergie marémotrice, houlomotrice ou osmotique et les autres énergies marines, l'énergie hydroélectrique, la biomasse, les gaz de décharge, les gaz des stations d'épuration d'eaux usées et le biogaz. »

2. DEMARCHE DE L'ELABORATION DE L'ETUDE

2.1 Objectif

Cette étude de faisabilité sur le potentiel de développement des énergies renouvelables doit permettre d'analyser les atouts et contraintes de l'opération pour la valorisation du potentiel en énergies renouvelables (EnR par la suite) du territoire d'implantation du projet d'aménagement. Il sera ainsi possible d'optimiser le recours aux EnR afin de diminuer l'utilisation des énergies traditionnelles et fossiles et d'envisager au plus tôt dans le projet d'aménagement le raccordement ou la création de réseaux de chaleur et/ou de froid.

A l'issue de cette étude, la Métropole d'Orléans disposera d'éléments d'aide à la décision pour optimiser le recours aux EnR compte tenu des priorités et choix d'aménagement.

Cette étude ne se substitue pas à l'étude de faisabilité d'approvisionnement en énergie qui devra être réalisée au stade du permis de construire pour les constructions à bâtir, mais permet d'orienter le projet global d'aménagement vers des solutions d'approvisionnement en énergie renouvelable.

2.2 Périmètre de l'étude

Les secteurs Arrachis et Pistole sont situés dans la commune de Marigny-les-Usages, commune localisée, au nord, à l'entrée de la Métropole d'Orléans, dans le département du Loiret, en région Centre-Val-de-Loire. Ces secteurs s'étendent sur 29 d'hectares (8 hectares pour le secteur Pistole et 21 hectares pour le secteur Arrachis).

Le territoire d'Orléans Métropole est couvert par le Plan Local d'Urbanisme Métropolitain (PLUm), dont la dernière procédure a été approuvée le 18 novembre 2024.

D'après le PLUm, trois zonages s'appliquent aux secteurs Arrachis et Pistole de la ZAC 3 :

- **Zone classée UAE1** : « La zone UAE1 regroupe les activités économiques non spécialisées du territoire métropolitain et pouvant coexister au sein d'espaces partagés. Elle regroupe ainsi les activités commerciales artisanales, de bureau, le plus souvent de taille relativement limitée. »
- **Zone classée UAE3** : « La zone UAE3 correspond aux zones industrielles et productives du territoire métropolitain. Elle accueille ainsi, dans un cadre leur permettant d'exercer leur activité, parfois source de nuisances, les ateliers, usines et secteurs d'emplois secondaires de la Métropole. La zone présente également une part d'espaces verts relativement importante qui renforce la qualité paysagère de ces parcs et offre une vitrine économique à préserver dans un cadre singulier. »
- **Zone classée N** : « La zone N correspond aux espaces naturels du territoire participant à la trame verte et à la qualité du cadre de vie. Les aménagements ne devront pas remettre en cause le caractère naturel des lieux. Néanmoins, la reconnaissance des constructions existantes et des petits projets confortant les caractéristiques de la zone peut être admise, sous certaines conditions. ».

Les figures suivantes illustrent la localisation des secteurs Arrachis et Pistole.

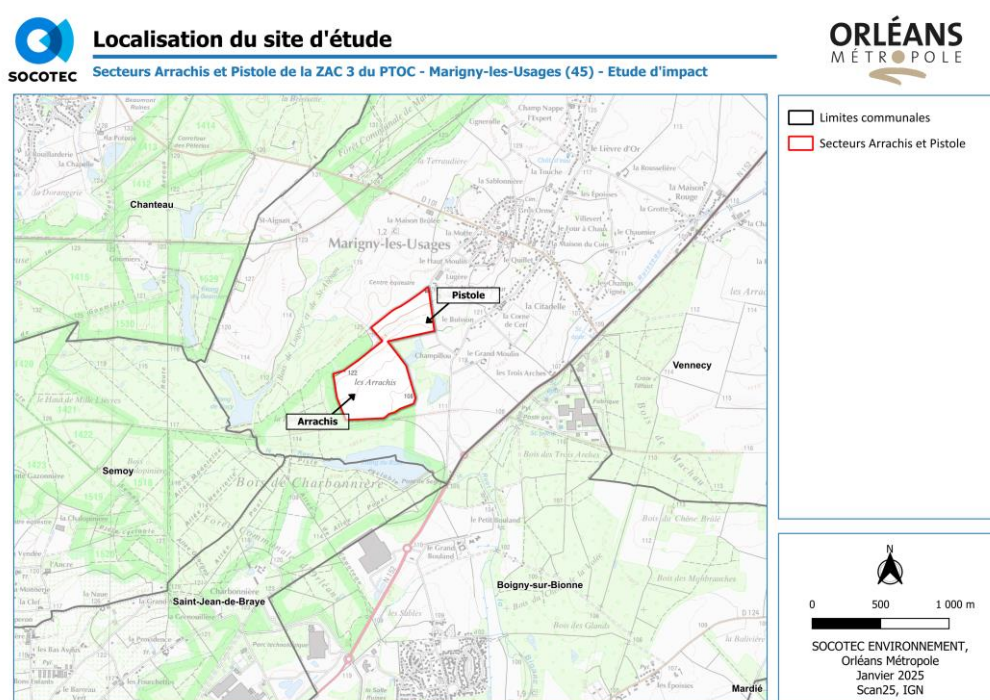


Figure 1 : Localisation des secteurs Arrachis et Pistole à l'échelle du territoire

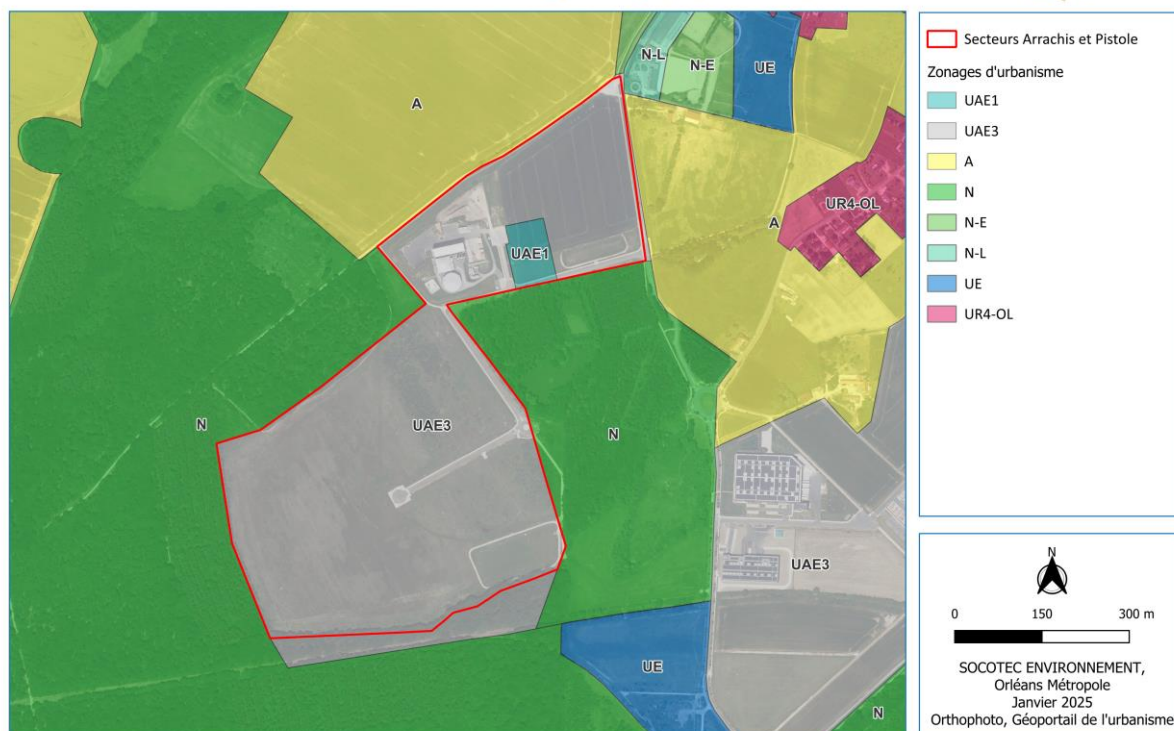


Figure 2 : Zonages d'urbanisme du périmètre d'étude

2.3 Méthodologie

Le présent rapport suit la méthodologie élaborée par le CEREMA et consultable dans le guide « *Étude du développement des énergies renouvelables dans les nouveaux aménagements - Conseils pour la mise en œuvre de l'article L300-1 du Code de l'Urbanisme* ». La trame présentée dans ce guide sert de base pour la création de ce rapport.

Le dossier s'articule donc autour de 3 étapes :

- **Un diagnostic des potentialités** : pour chacune des énergies renouvelables et pour les réseaux de chaleur, à partir des données utiles collectées. L'analyse permet de :
 - Qualifier le gisement en fonction des potentialités naturelles ou environnementales du site ;
 - Mettre en évidence les atouts et contraintes de l'utilisation de l'EnR considérée par rapport au projet ;
 - Conclure sur la pertinence de chaque solution énergétique : une synthèse du diagnostic permet de distinguer parmi les EnR étudiées, les sources énergétiques pertinentes, les sources énergétiques pour lesquelles des études complémentaires sont nécessaires et les sources énergétiques à écarter du fait d'un manque de ressources mobilisables ou de contraintes (réglementaires, juridiques, techniques ou économiques) difficiles à surmonter ;
- **Un inventaire des besoins en énergie** associés au projet, compte tenu des hypothèses de surface et d'activité envisagées dans le dossier d'esquisse ;
- **Pour les solutions énergétiques pertinentes, une analyse plus fine** permet d'apprécier la faisabilité technique, financière et juridique de ces solutions. Cette dernière partie reprend les hypothèses du paragraphe « Analyse des besoins en énergie ».

2.4 Présentation du projet

La zone d'étude des secteurs Arrachis et Pistole se situe dans la commune de Marigny-les-Usages, dans le département du Loiret (45). D'une superficie de 29 hectares, elle s'inscrit dans un environnement paysager, composé de forêt fermée de conifères, forêt fermée mixte et forêt fermée de feuillus. Le secteur d'étude s'insère dans la ZAC 3 du vaste Parc Technologique Orléans-Charbonnière (PTOC), pôle économique de développement de 400 hectares reconnu dans l'agglomération orléanaise. La ZAC 3 a déjà été aménagée, mais de nombreux secteurs sont encore en cours de commercialisation. C'est notamment le cas des secteurs Arrachis et Pistole. Ces deux secteurs ont fait l'objet d'une réactualisation de l'étude faune/flore ainsi qu'un diagnostic de zone humide.

Le PTOC est composé de quatre ZAC. La zone d'étude se situe en face du Cosmetic Park d'Orléans.

L'occupation des sols est marquée par le développement des activités à vocation industrielle. A proximité, on retrouve notamment le siège social de la société Knerneland Group France, spécialiste en machinisme agricole, installé en 2021, ou encore Comet Aubade, spécialiste de la distribution de matériel sanitaire.

L'opération a pour objet d'aménager les secteurs Arrachis et Pistole de la ZAC 3 du PTOC en aménageant des espaces économiques, tout en conciliant développement économique et mise en valeur d'espaces naturels de qualité.

Au total, **la surface cessible à aménager en 2025 est de 24,50 hectares**. En effet, une nouvelle centrale biogaz, implantée dans le secteur Pistole, a été inaugurée en septembre 2023.

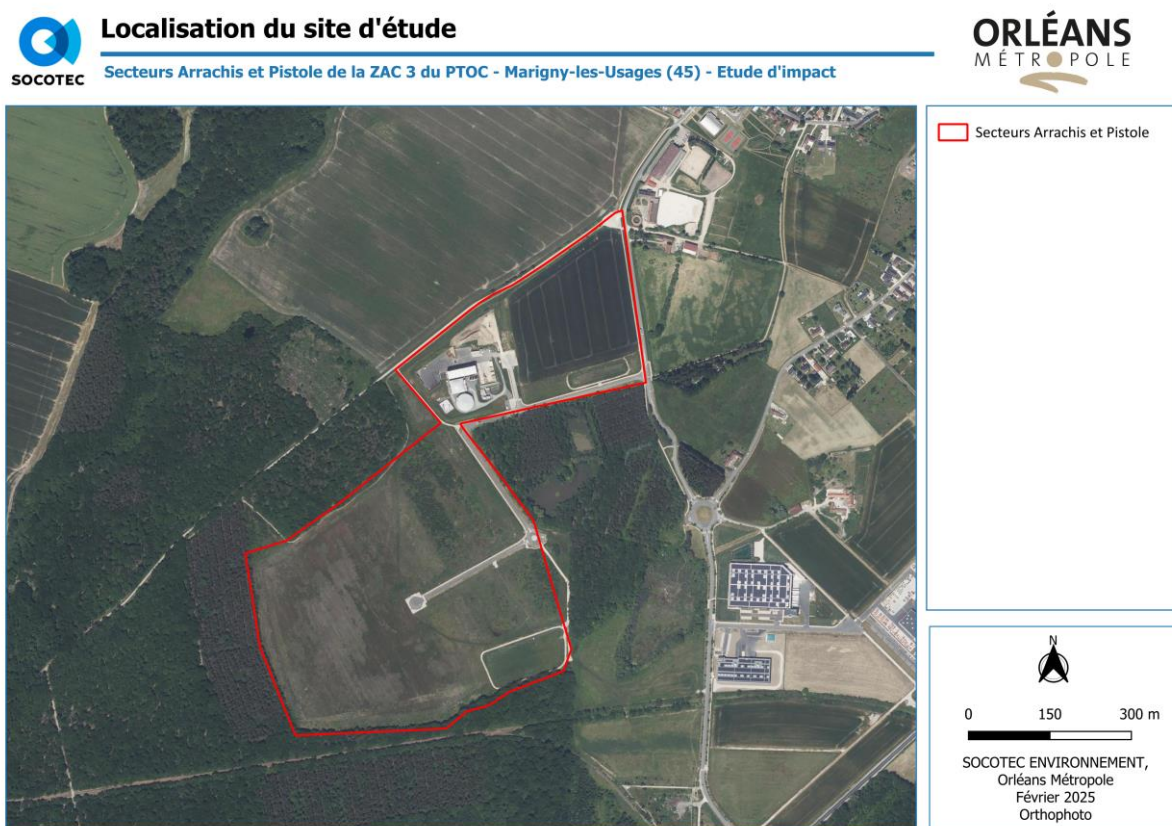


Figure 3 : Vue aérienne du périmètre d'étude

2.5 Cadre local des Energies Renouvelables (EnR)

Les documents cadres en termes d'énergies qui suivent sont présentés du plus large périmètre au plus restreint, pour une approche progressive des objectifs énergétiques. Les documents retenus dans le cadre de cette étude sont :

- Le Schéma Régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET) de la Région Centre-Val de Loire ;
- Le Plan Climat, Air, Energie Territorial (PCAET) d'Orléans Métropole ;
- Le Schéma de Cohérence Territorial (SCoT) d'Orléans Métropole ;
- Le Plan Local d'Urbanisme Métropolitain (PLUm) d'Orléans Métropole.

2.6 Le Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Egalité des Territoires (SRADDET) du Centre-Val-de-Loire

2.6.1 Contexte

Issu de la loi NOTRe, le schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires est un document de planification qui, à l'échelle régionale, précise la stratégie, les objectifs et les règles fixés par la région dans plusieurs domaines de l'aménagement du territoire.

Il définit en particulier :

- Les objectifs de la région à moyen et long terme en matière d'équilibre et d'égalité des territoires, d'implantation des différentes infrastructures d'intérêt régional, de désenclavement des territoires ruraux, d'habitat, de gestion économe de l'espace, d'intermodalité et de développement des transports, de maîtrise et de valorisation de l'énergie, de lutte contre le changement climatique, d'air, de protection et de restauration de la biodiversité, de prévention et de gestion des déchets ;
- Les règles générales prévues par la région pour contribuer à atteindre ces objectifs.

Onze régions françaises sont concernées par le SRADDET. Les autres ont leurs propres outils. Il s'agit :

- Du Schéma d'Aménagement Régional (SAR) pour la Guadeloupe, la Guyane, la Martinique, Mayotte et La Réunion ;
- Du Schéma Directeur de la Région Île-de-France (SDRIF) ;
- Du Plan d'Aménagement et de Développement Durable de la Corse (PADDuC).

Le Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET) de la région Centre-Val de Loire, adopté par délibération en date du 19 décembre 2019 par le conseil régional a été approuvé par le préfet de région le 4 février 2020.

Il se substitue à plusieurs schémas régionaux thématiques préexistants et notamment le Schéma Régional de l'Air, de l'Énergie et du Climat (SRCAE), devenu une annexe du SRADDET.

2.6.2 Objectifs

Le SRCE, annexe du SRADDET, nous indique que depuis 2008 l'évolution de la production des énergies renouvelables est fortement dominée par le bois-énergie. L'éolien s'est développé de manière

linéaire et l'énergie d'origine hydraulique est relativement stable. Le solaire progresse lentement sur la région.

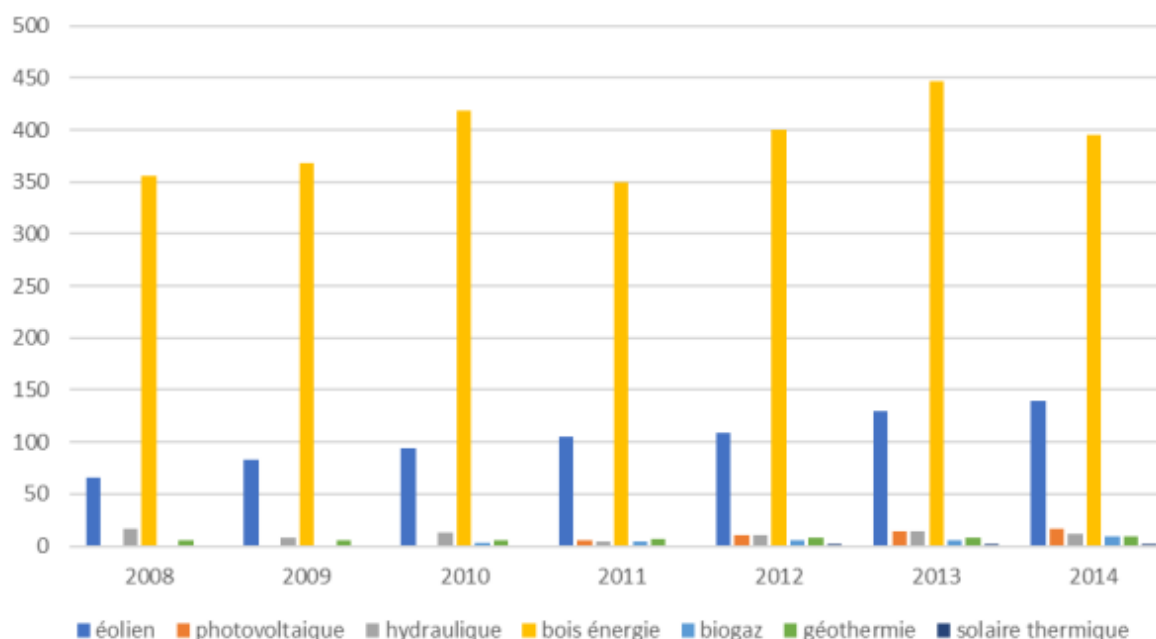


Figure 4 : Evolution de la production ENR de 2008 à 2014

Selon le SRADDET de la région Centre-Val de Loire produit plus d'énergie qu'elle n'en consomme du fait notamment de sa production d'électricité nucléaire. Depuis 2008, la production d'énergie renouvelable augmente progressivement notamment grâce à l'éolien qui couvre 19% de la production d'énergie renouvelable régionale pour atteindre 10,3 % en 2014.

Les caractéristiques naturelles et économiques du territoire, confèrent également un fort potentiel de développement de biomasse, de bois énergie et dans une moindre mesure de chaleur et de froid par géothermie.

La consommation d'énergie en région reste toutefois dépendante des produits pétroliers qui représentent près de la moitié de sa consommation finale. La région joue également un rôle important dans le transport et le stockage d'énergie.

Le SRADDET s'articule autour de 3 grandes orientations. Ces orientations sont construites de manières transversales et croisent plusieurs thématiques. Chaque orientation est déclinée en objectifs stratégiques (20 au total). Chacun de ces objectifs stratégiques regroupe plusieurs sous-objectifs :

Sous-objectif n°16 : Une modification en profondeur de nos modes de production et de consommation d'énergies :

- Réduire la consommation énergétique finale du territoire régional de 43% en 2050 par rapport à 2014 passant ainsi d'une consommation de 67,1 TWh à 38,3 Twh en 2050. Cela se traduit par une baisse spécifiquement dans le secteur de l'économie de -21%, dans le secteur du transport -60% et dans le secteur des bâtiments de -41%.

Secteurs d'activités	Consommation 2014	Objectifs 2021	Objectifs 2026	Objectifs 2030	Objectifs 2050	
BATIMENT	30,1	34,82	31,23	28,18	17,89	-41% par rapport à 2014
TRANSPORT	23	22,06	19,07	16,31	9,31	-60% par rapport à 2014
ECONOMIE	14	13,675	13,156	12,68	11,13	-21% par rapport à 2014
Total (TWh)	67,1	70,555	63,456	57,17	38,33	-43%

Figure 5 : Objectifs de consommation d'énergies à l'horizon 2050

- Atteindre 100% de la consommation d'énergies couverte par la production régionale d'énergies renouvelables et de récupération en 2050. Sur l'objectif de production de 49,8 TWh, la filière biomasse -bois énergie et Biomasse – Biogaz, représente 55% de la production en 2050.

Filières	Production 2014	Objectifs 2021	Objectifs 2026	Objectifs 2030	Objectifs 2050
Biomasse - Bois-énergie	4,6	10,245	11,785	13,061	16,367
Biomasse - Biogaz (méthanisation, biogaz issu de STEP, ISDND)	0,1	0,649	2,14	4,41	10,936
Géothermie	0,1	0,823	1,453	1,902	3,497
Solaire thermique	0,018	0,048	0,115	0,204	0,856
Eolien	1,63	3,779	6,23	8,233	12,286
Solaire photovoltaïque	0,19	0,843	1,607	2,383	5,745
Hydraulique	0,14	0,134	0,13	0,127	0,118
Total (TWh)	6,9	16,521	23,46	30,32	49,805

Figure 6 : Objectifs de production d'énergies à l'horizon 2050

- Tendre vers une réduction de 50 % des émissions globales de gaz à effet de serre d'ici 2030, de 65 % d'ici 2040, de 85 % d'ici 2050 conformément à la loi énergie-climat.
- Réduire de 100 % les émissions de gaz à effet de serre d'origine énergétique entre 2014 et 2050.

Secteurs d'activités	Emissions 2014	Objectifs 2021	Objectifs 2026	Objectifs 2030	Objectifs 2050
BATIMENT	4,2	3,0	2,2	1,6	Equivalent à 0 car le secteur énergétique est quasiment décarboné
TRANSPORTS	6,2	4,6	3,2	2,0	
ECONOMIE	2,7	2,0	1,5	1,1	
Total (MtepCO2)	13,1	9,6	6,9	4,7	

Figure 7 : Objectifs des émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2050

- Les moyens de production d'énergies renouvelables seront détenus au minimum à 15% (participation au capital) par des citoyens, collectivités territoriales et acteurs économiques locaux à l'horizon 2030.

Au total, à l'horizon 2050, l'objectif est de multiplier par 7,2 la production d'énergies renouvelables pour que la consommation énergétique couvre 130% du territoire. La filière Bois-énergie couvrira 43% du territoire et la méthanisation 29% pour respecter l'objectifs de production de 27,29 TWh sur les deux filières.

SRADDET - Multiplication des énergies renouvelables par rapport à 2014				
Filières	2021	2026	2030	2050
Bois-énergie	x 2,2	x 2,6	x 2,8	x 3,6
Méthanisation	x 6,5	x 21,4	x 44,1	x 109,4
Eolien	x 2,3	x 3,8	x 5,1	x 7,5
Géothermie	x 8,2	x 14,5	x 19,0	x 35,0
Solaire thermique	x 2,7	x 6,4	x 11,3	x 47,6
Solaire photovoltaïque	x 4,4	x 8,5	x 12,5	x 30,2
Hydraulique	x 1,0	x 0,9	x 0,9	x 0,8
Global	x 2,4	x 3,4	x 4,4	x 7,2

Figure 8 : Objectifs d'évolution des énergies renouvelable à l'horizon 2050

Objectif SRADDET de couverture de la consommation énergétique				
Filières	2021	2026	2030	2050
Bois-énergie	15%	19%	23%	43%
Méthanisation	1%	3%	8%	29%
Eolien	5%	10%	14%	32%
Géothermie	1%	2%	3%	9%
Solaire thermique	0,1%	0,2%	0%	2%
Solaire photovoltaïque	0,1%	3%	4%	15%
Hydraulique	0,2%	0,2%	0,2%	0,3%
Total	23%	19%	67%	130%

Figure 9 : Objectifs de couverture de la consommation énergétique l'horizon 2050

Pour cela, il convient de :

- Valoriser les sources de chaleur ;
- Accélérant le déploiement des infrastructures de recharge électrique, hydrogène et biogaz ;
- Encourageant le développement de la filière hydrogène dans la région ;
- Adosser les efforts de sobriété énergétique au développement des EnRR (géothermie, méthanisation, photovoltaïque, bois-énergie...) et de leurs écosystèmes économiques (construction, maintenance, recherche/développement) et territoriaux (filières bois locales...) ;
- Valoriser les énergies fatales (récupération énergétique des sites de production) ;
- Accompagner la sortie progressive du nucléaire ;
- Optimiser et adapter collectivement les réseaux de transport et de distribution d'énergie (électrique, gaz) aux évolutions de consommation et de production d'EnRR en :
 - o Développant les réseaux de chaleur ;
 - o Identifiant les complémentarités à mettre en place avec la filière hydrogène (fonction de stockage pour faire coïncider l'offre EnRR avec la demande d'énergie verte) ;
 - o Planifiant le déploiement des infrastructures de recharge électrique et gaz (GNV, bioGNV), en développant les connexions entre les réseaux, via le vecteur hydrogène notamment.

2.7 Le Plan Climat, Air, Energie Territorial (PCAET) d'Orléans Métropole

2.7.1 Contexte

Un plan climat est un outil qui permet aux collectivités de disposer d'un panorama complet de la situation énergétique de leur territoire à travers le diagnostic. Une fois cette vision partagée, le plan climat permet de fixer des priorités au regard de la situation du territoire qui sont inscrites dans la stratégie territoriale. Enfin le PCAET permet de donner une cohérence aux actions qu'une collectivité mène dans différents domaines : mobilité, habitat, économie, production énergétique... ainsi que de les renforcer en co-construisant un plan d'actions avec les acteurs du territoire.

Le Plan Climat Air Energie Territorial (PCAET) de la Métropole d'Orléans (2019-2052) a été adopté en conseil métropolitain par délibération le 28 novembre 2019. Il est composé de :

- Un diagnostic Air-Energie-Climat, qui permet de définir les enjeux et les potentiels du territoire en faveur de la transition énergétique,
- Un schéma Directeur, qui fixe les grandes orientations politiques à l'horizon 2030-2050,
- Une stratégie 2019-2025 pour fixer un cap à moyen terme,
- Un plan d'action pour agir concrètement, de manière transversale et partenariale,
- Une mise en place de modalités de suivi et d'évaluation,
- Le rapport environnemental, qui éclaire notamment les incidences du PCAET et les recommandations associées.

En 2019, les transports routiers représentaient la plus grosse source des émissions de gaz à effet de serre (40%) sur le territoire d'Orléans Métropole. Le secteur résidentiel représentait quant à lui 27% des émissions de GES, alors que les secteurs tertiaire et industriel ne représentaient chacun que 15% des émissions de GES.

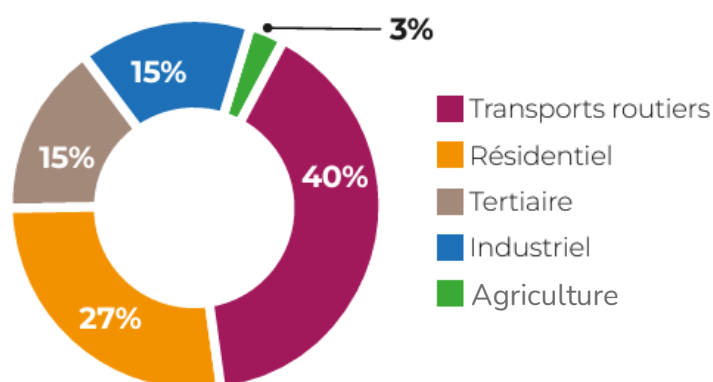


Figure 10 : Sources des émissions en 2019 (Source : PCAET Orléans Métropole)

2.7.2 Objectifs

L'ambition affichée de la Métropole d'Orléans est de « **devenir un territoire à énergie positive et 100 % renouvelable à l'horizon 2050** ». La première période 2019-2025, se fixe ainsi les objectifs suivants, par rapport à 2012 :

- Réduire de 12% les consommations d'énergie du territoire,
- Multiplier par 2 la production d'énergies renouvelables,
- Diminuer de 17% les émissions de Gaz à Effet de Serre.

La figure ci-dessous illustre les objectifs fixés par Orléans Métropole, suivant 3 phases : 2020, 2030 et 2050.

3 phases pour une même urgence

OBJECTIF : AUTONOMIE ÉNERGÉTIQUE EN 2050

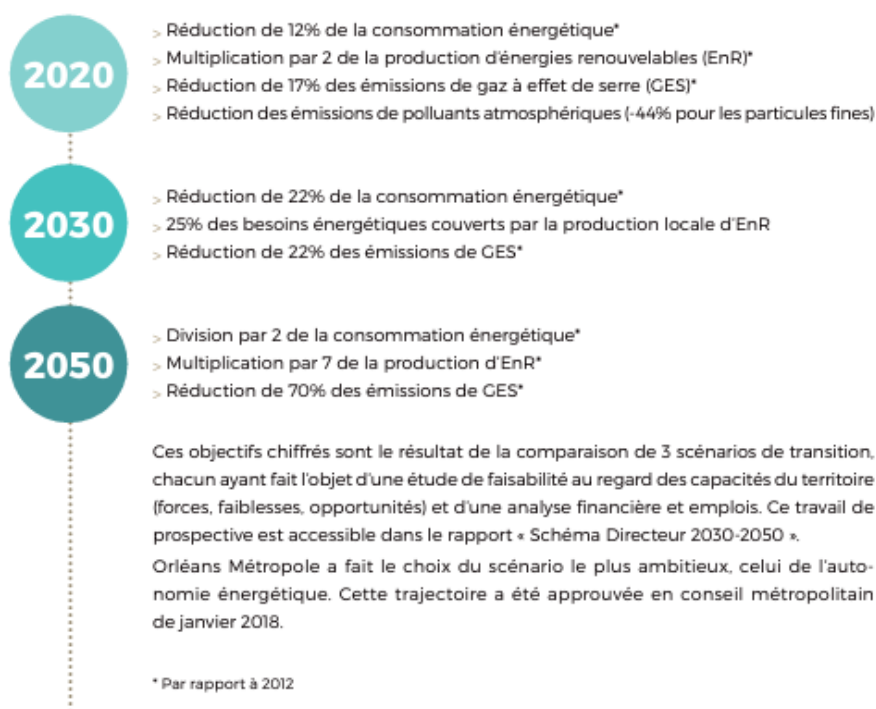


Figure 11 : Objectifs fixés à horizon 2050 (Source : PCAET Orléans Métropole)

2.8 Le Schéma de Cohérence Territoriale (SCoT) d'Orléans Métropole

2.8.1 Contexte

Le SCoT est le document de planification stratégique à l'échelle des grands territoires. Autant que possible il est élaboré sur le périmètre d'un bassin de vie, espace dont les dimensions sont pertinentes pour assurer la cohérence entre les enjeux d'aménagement et les différentes politiques sectorielles, les nouveaux SCoT s'étendant sur au moins deux intercommunalités.

Le SCoT est l'outil privilégié de mise en œuvre d'un projet de territoire pour une quinzaine d'années. Depuis la loi ALUR, c'est le SCoT qui assure un lien juridique entre tous les documents d'urbanisme communaux et intercommunaux. En présence d'un SCoT approuvé à partir de juillet 2015, les PLU et PLUi seront donc compatibles juridiquement avec une seule référence : le SCoT.

Le SCoT doit respecter les principes du développement durable et notamment dans cette logique, l'article L. 101-2 du Code de l'Urbanisme qui dispose :

« Dans le respect des objectifs du développement durable, l'action des collectivités publiques en matière d'urbanisme vise à atteindre les objectifs suivants :

1° L'équilibre entre :

- a) *Les populations résidant dans les zones urbaines et rurales ;*
- b) *Le renouvellement urbain, le développement urbain et rural maîtrisé, la restructuration des espaces urbanisés, la revitalisation des centres urbains et ruraux, la lutte contre l'étalement urbain ;*
- c) *Une utilisation économe des espaces naturels, la préservation des espaces affectés aux activités agricoles et forestières et la protection des sites, des milieux et paysages naturels ;*
- d) *La sauvegarde des ensembles urbains et la protection, la conservation et la restauration du patrimoine culturel ;*
- e) *Les besoins en matière de mobilité ;*

2° La qualité urbaine, architecturale et paysagère, notamment des entrées de ville ;

3° La diversité des fonctions urbaines et rurales et la mixité sociale dans l'habitat, en prévoyant des capacités de construction et de réhabilitation suffisantes pour la satisfaction, sans discrimination, des besoins présents et futurs de l'ensemble des modes d'habitat, d'activités économiques, touristiques, sportives, culturelles et d'intérêt général ainsi que d'équipements publics et d'équipement commercial, en tenant compte en particulier des objectifs de répartition géographiquement équilibrée entre emploi, habitat, commerces et services, notamment les services aux familles, d'amélioration des performances énergétiques, de développement des communications électroniques, de diminution des obligations de déplacements motorisés et de développement des transports alternatifs à l'usage individuel de l'automobile ;

4° La sécurité et la salubrité publiques ;

5° La prévention des risques naturels prévisibles, des risques miniers, des risques technologiques, des pollutions et des nuisances de toute nature ;

6° La protection des milieux naturels et des paysages, la préservation de la qualité de l'air, de l'eau, du sol et du sous-sol, des ressources naturelles, de la biodiversité, des écosystèmes, des espaces verts ainsi que la création, la préservation et la remise en bon état des continuités écologiques ;

6° bis La lutte contre l'artificialisation des sols, avec un objectif d'absence d'artificialisation nette à terme ;

7° La lutte contre le changement climatique et l'adaptation à ce changement, la réduction des émissions de gaz à effet de serre, l'économie des ressources fossiles, la maîtrise de l'énergie et la production énergétique à partir de sources renouvelables ;

8° La promotion du principe de conception universelle pour une société inclusive vis-à-vis des personnes en situation de handicap ou en perte d'autonomie dans les zones urbaines et rurales. »

Dans ce cadre, le SCoT apparaît comme un véritable document de planification territoriale stratégique permettant de mettre en cohérence des politiques sectorielles en matière d'urbanisme, d'habitat, de déplacements, d'environnement, de paysage, mais également d'emploi, de commerces et de services.

Le SCoT de la Métropole d'Orléans a été approuvé le 28 mai 2019. Par ailleurs, bien que le périmètre du SCoT soit celui des 22 communes de la métropole, les analyses ont démontré que le territoire du quotidien dépasse les frontières administratives. C'est pourquoi, des réflexions multithématiques (démographie, paysages, mobilité, ...) sont menées en parallèle en InterSCoT avec les trois SCoT

voisins qui entourent la métropole d'Orléans, à savoir : le SCoT Loire Beauce, le SCoT Forêt d'Orléans Loire Sologne et le SCoT des Portes de Sologne.

Le SCoT de la métropole d'Orléans est composé de trois documents :

- Le rapport de présentation comprenant une analyse territoriale, une évaluation environnementale et l'explication des choix,
- Le Projet d'Aménagement et de Développement Durables (PADD), qui énonce le fil conducteur du projet politique en déterminant les grandes orientations et objectifs qui seront par la suite poursuivis au travers des différentes politiques sectorielles dans les vingt prochaines années.
- Le Document d'Orientations et d'Objectifs (DOO), qui traduit les orientations du PADD de manière plus concrète en moyens d'actions et en prescriptions. Le DOO est le document opposable du SCoT et s'impose directement aux autres documents de planification et de programmation des politiques sectorielles et à certaines opérations foncières et d'aménagement.
 - Un Document d'Aménagement Artisanal et Commercial (DAAC) a également été ajouté au SCoT. Il permet de déterminer les conditions d'implantation des équipements commerciaux et d'identifier des localisations préférentielles plus précises pour le développement futur.

2.8.2 Objectifs

Le DOO, indique que le territoire à l'ambition de tendre vers l'autonomie énergétique et promouvoir le développement des énergies renouvelables. Le SCoT d'Orléans Métropole s'inscrit dans la continuité du PCAET d'un territoire à énergie positive et à 100% d'énergies renouvelables à l'horizon 2050.

En effet, dans ce contexte de lutte contre le changement climatique, le SCoT s'engage à promouvoir la sobriété et l'efficacité énergétique sur le territoire et à contribuer à la réduction de la dépendance du territoire aux énergies fossiles. Ainsi, d'après la PADD du SCoT, la métropole doit « *actionner tous ses leviers disponibles pour réduire son empreinte carbone : augmenter sa production d'énergies renouvelables, réduire ses consommations et améliorer leur rendement pour optimiser les ressources. Elle a ainsi vocation à mobiliser tous les acteurs du territoire (entreprises, maîtres d'ouvrage publics et privés, gestionnaires de services, habitants) pour partager cette responsabilité.* ».

Pour cela plusieurs objectifs s'appliquent aux collectivités territoriales et à leur politique :

- **Tendre vers l'autonomie énergétique en mettant en œuvre :**
 - La définition des priorités d'actions portant sur la rénovation énergétique des bâtiments les plus énergivores,
 - La recherche de la sobriété et l'efficacité énergétique des constructions,
 - Un développement urbain privilégié dans les secteurs desservis par les réseaux de chaleur biomasse et/ou toutes autres zones desservies par un système durable basé sur le respect de l'environnement.
 - Pour cela, les collectivités devront prendre en considération :
 - Les connexions aux réseaux d'électricité et de chaleur, existants et projetés,
 - La récupération de l'énergie fatale au profit des activités proches ou projetées. L'énergie fatale représente l'énergie produite par un processus dont la finalité n'est pas la production de cette énergie. C'est une énergie souvent perdue si elle n'est pas récupérée et/ou valorisée.
 - Le développement massif des énergies renouvelables, sous toutes les formes existantes et à venir afin de dépasser les objectifs fixés par le cadre national.
- **Développer les valorisations matière, énergétique et organique**, en prévoyant un maillage d'équipement de valorisation des déchets organiques pertinent et adapté (déchetterie, végétérie, biogaz, ...).

- **Renforcer l'attractivité et l'identité des pôles commerciaux du territoire en exigeant une qualité urbaine, architecturale, paysagère et environnementale :**
 - Toute implantation commerciale, en création, extension ou en renouvellement devra ainsi inscrire son projet dans une optique de performance environnementale, notamment par la gestion raisonnée des ressources (eau, énergie), mais aussi par la production d'énergies renouvelables.
- **Assurer la transition énergétique pour une métropole sobre et efficace, en :**
 - Valorisant le développement des énergies propres et renouvelables au service de la transition écologique,
 - Tendant vers la sobriété énergétique,
 - Répondant à des objectifs d'efficacité énergétique afin de diminuer les consommations,
 - Privilégiant les solutions de mobilité moins polluantes et économes en énergies fossiles.

2.9 Le Plan Local d'Urbanisme Métropolitain (PLUm)

2.9.1 Contexte

Le Plan Local d'Urbanisme Métropolitain (PLUm) de la Métropole d'Orléans a été approuvé par le conseil métropolitain le 07 avril 2022. La dernière procédure a quant à elle été approuvée en novembre 2024. Le PLUm constitue le document de référence à partir duquel sont délivrées les autorisations d'urbanisme sur le territoire de la métropole d'Orléans.

Le PLUm est constitué d'un PADD qui définit les grands enjeux du territoire, visant à accélérer la transition énergétique et climatique. Pour cela, le territoire devra :

- **Promouvoir un aménagement durable sur le plan énergétique, permettant ainsi l'atteinte de l'objectif de territoire à énergie positive en 2050 en :**
 - Limitant fortement la demande en énergie du territoire dans toutes ses composantes,
 - Maîtrisant l'impact énergétique de la construction neuve,
 - Visant la neutralité énergétique via l'accélération des énergies renouvelables multisources pour la chaleur et l'électricité dans l'ensemble du territoire (développement de la géothermie, développement de la production solaire, en particulier sur les toitures et les fermes, innovation en termes de mix énergétique, développement des énergies renouvelables en cohérence avec le SCoT, construction en s'inspirant des principes du bioclimatisme).
 - S'appuyant sur les réseaux de chaleur existants.
- **Poursuivre l'optimisation de la gestion des déchets et maîtriser les émissions de Gaz à Effet de Serre associés,**
- **Composer un urbanisme résilient, qui s'adapte aux sensibilités environnementales majeures, liées aux risques naturels et au changement climatique,**
- **Confier aux nouveaux projets d'aménagement un rôle d'accélérateur de la transition écologique.**

2.9.2 Synthèse des objectifs

L'ensemble des documents de planification et documents cadres en vigueur sur le territoire d'Orléans Métropole évoque la sobriété énergétique et le développement des énergies renouvelables à moyen/long terme.

Le tableau suivant synthétise les objectifs concernant le recours aux EnR tirés des documents cadres précédemment étudiés.

Document	Application	Objectifs
SRADDET	Orientations régionales	Le SRADDET de la région Centre-Val de Loire s'appuie sur une trajectoire d'autosuffisance énergétique d'ici 2050 avec un point de passage ambitieux à 2030. Les 3 objectifs majeurs sont les suivants : - 100% de la consommation d'énergie couverte par la production régionale d'énergies renouvelables et de récupération d'ici 2050. - Une baisse de 43% de la consommation énergétique finale entre 2014 et 2050. Une réduction de 50% des émissions globales de gaz à effet de serre d'ici 2030 par rapport à 2014 et de 85% d'ici 2050, soit un objectif cohérent, à la maille de la région, avec l'atteinte de la neutralité carbone.
PCAET	Développement des EnR localement	Le PCAET vise le développement de l'ensemble des filières renouvelables, associé à une diminution des consommations énergétiques et des émissions de GES. Les potentiels de développement des EnR sur le territoire sont multiples : on peut notamment citer le photovoltaïque.
SCoT	Orientation du SCoT d'Orléans Métropole	Le SCoT s'engage à promouvoir la sobriété et l'efficacité énergétique sur le territoire et à contribuer à la réduction de la dépendance du territoire aux énergies fossiles.
PLUm	Accélération énergétique et climatique	Le PLUm favorise le déploiement et l'utilisation des énergies renouvelables. Le PADD évoque en effet la neutralité énergétique via l'accélération des énergies renouvelables multisources. Il évoque également l'atteinte de l'objectif du PCAET d'un territoire à énergie positive et 100% renouvelable à horizon 2050.

3. ETUDE D'OPPORTUNITE

3.1 Les énergies renouvelables (EnR)

3.1.1 Définition

Le Code de l'Energie définit « L'énergie produite à partir de sources renouvelables, ou “ énergie renouvelable ” » comme une « énergie produite à partir de sources non fossiles renouvelables, à savoir l'énergie éolienne, l'énergie solaire thermique ou photovoltaïque, l'énergie géothermique, l'énergie ambiante, l'énergie marémotrice, houlomotrice ou osmotique et les autres énergies marines, l'énergie hydroélectrique, la biomasse, les gaz de décharge, les gaz des stations d'épuration d'eaux usées et le biogaz.

L'énergie ambiante est l'énergie thermique naturellement présente et l'énergie accumulée dans un environnement fermé, qui peut être emmagasinée dans l'air ambiant, hors air extrait, dans les eaux de surface ou dans les eaux usées.

La biomasse est la fraction biodégradable des produits, des déchets et des résidus d'origine biologique provenant de l'agriculture, y compris les substances végétales et animales, de la sylviculture et des industries connexes, y compris la pêche et l'aquaculture, ainsi que la fraction biodégradable des déchets, notamment les déchets industriels ainsi que les déchets ménagers et assimilés lorsqu'ils sont d'origine biologique. ».

L'ensemble de ces sources d'énergie est détaillé ci-après.

3.1.2 Les dispositifs de soutien

Le développement des énergies renouvelables bénéficie d'un soutien de l'État soit en amont dans le domaine de la recherche et développement, soit en phase d'industrialisation en soutien à la demande et au déploiement commercial (par exemple par le biais de tarifs d'achat, d'appels d'offres ou de dispositifs fiscaux).

La loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (LTECV) a été promulguée le 17 août 2015. Elle fixe des objectifs ambitieux en matière de développement des énergies renouvelables :

- Augmenter la part des énergies renouvelables à 23 % de la consommation finale brute d'énergie en 2020 et à 32 % de cette consommation en 2030 ;
- Atteindre 40 % de la production d'électricité d'origine renouvelable en 2030 ;
- Atteindre 38 % de la consommation finale de chaleur d'origine renouvelable en 2030 ;
- Atteindre 15 % de la consommation finale de carburant d'origine renouvelable en 2030 ;
- Atteindre 10 % de la consommation de gaz d'origine renouvelable en 2030 ;
- Multiplier par cinq la quantité de chaleur et de froid renouvelables et de récupération livrée par les réseaux de chaleur et de froid à l'horizon 2030.

Pour atteindre ces objectifs, le gouvernement s'est doté d'un nouvel outil de programmation appelé programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE), qui se substitue aux anciens outils de programmation qui fixe des objectifs quantitatifs, pour chaque filière renouvelable, sur une période de 10 ans à l'exception de la première période prévue pour couvrir la période 2016-2023. La PPE sera revue tous les 5 ans, à l'exception de la première révision qui interviendra en 2018.

Les Programmes pluriannuels des investissements (PPI) existantes ont été mises à jour par arrêté du 24 avril 2016 relatif aux objectifs de développement des énergies renouvelables, lui-même

remplacé par le décret n°2016-1442 du 27 octobre 2016 relatif à la programmation pluriannuelle de l'énergie.

La Commission européenne a adopté des nouvelles lignes directrices encadrant les aides d'Etat à l'énergie et à l'environnement le 28 juin 2014. Elles prévoient les principes suivants pour le soutien aux énergies renouvelables ou à la cogénération :

- Possibilité de recourir à des tarifs d'achat garantis pour les installations d'une puissance inférieure à 500 kw, ou 3 MW ou 3 unités de production pour la filière éolienne ;
- Obligation de recourir à des mécanismes de rémunération sur le marché avec prime pour les installations de puissance supérieure à 500 kw, ou 3 MW ou 3 unités de production pour la filière éolienne, à compter du 1er janvier 2016 ;
- Obligation de passer par des appels d'offres technologiquement neutres pour les installations de puissance supérieure à 1MW, ou 6 MW ou 6 unités de production pour la filière éolienne, à compter du 1er janvier 2017. Des exemptions au principe d'appels d'offres et au critère de neutralité technologique sont prévues.

Cet encadrement communautaire vise à favoriser une plus grande intégration des énergies renouvelables au marché électrique.

Pour atteindre ces nouveaux objectifs concernant la production d'électricité, le gouvernement dispose principalement de deux types de dispositifs de soutien :

- Les guichets ouverts, qui ouvrent un droit à bénéficier d'un soutien pour toute installation éligible ; conformément aux lignes directrices européennes ils sont désormais plutôt réservés aux petites installations ;
- Les procédures de mise en concurrence, où le soutien est attribué aux seuls lauréats de ces procédures (ex : appels d'offres).

Au sein de ces dispositifs de soutien, ce dernier peut être apporté sous deux formes : l'obligation d'achat ou le complément de rémunération, instauré par la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte et qui consiste, conformément aux lignes directrices à verser une prime au producteur en complément de la vente de son électricité sur le marché.

Le détail des aides disponibles peut être consulté sur : <https://www.europe-en-france.gouv.fr/fr/aides-d-etat/regimes-d-aide>.

3.2 Atout et contraintes locales de chaque EnR

3.2.1 Energie éolienne

3.2.1.1 Définition

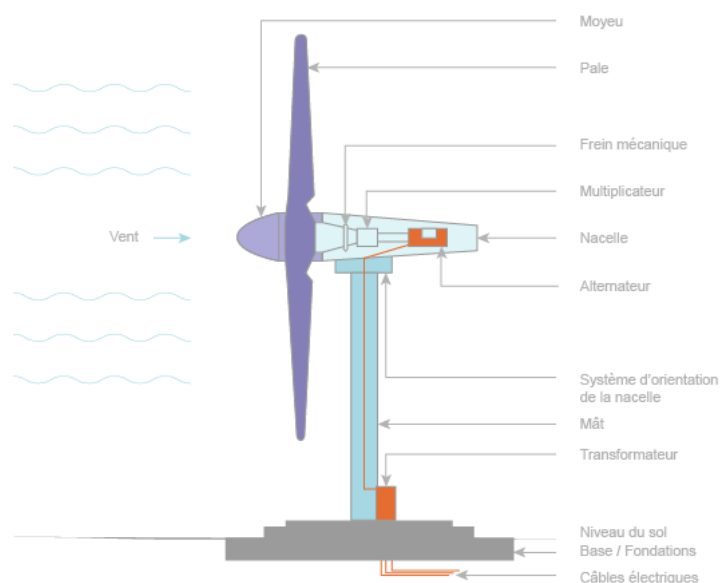


Figure 12 : Schéma de la composition d'une éolienne (Source : Connaissance des Energies)

Une éolienne est un dispositif qui permet de convertir l'énergie cinétique du vent en énergie mécanique. Cette énergie est ensuite transformée dans la plupart des cas en électricité. La France possède le deuxième gisement éolien européen après la Grande-Bretagne. Un développement important de l'énergie éolienne en France est attendu pour répondre aux objectifs fixés par la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte et par la Directive Européenne sur les Énergies Renouvelables.

En matière d'éolien on distingue tout d'abord les éoliennes posées à terre (dites terrestre ou « onshore ») de celles en mer (on parle alors d'éolien en mer ou « offshore »).

Une éolienne produit de l'énergie électrique à partir de l'énergie mécanique du vent. Fixées en haut du mât, les pales mises en rotation par le vent autour du moyeu entraînent directement ou non un générateur qui produit l'électricité. L'ensemble des éoliennes d'un parc sont raccordées entre elles puis au réseau électrique par l'intermédiaire d'un transformateur.

L'éolien terrestre est répandu en France ; allant généralement d'une puissance de 1,8 à 3MW les éoliennes terrestres installées ont des rotors mesurant entre 80 et 110 m de diamètre.

Caractéristiques d'une éolienne terrestre :

- Puissance : entre 1,8 et 3 MW
- Diamètre du rotor : entre 80 et 110 m
- Hauteur du mât : 80 à 100 m
- Hauteur totale : entre 120 et 155 m

Une éolienne de 2 MW produit en moyenne 4200 MWh par an, soit environ la consommation électrique moyenne de plus de 800 ménages français.

L'installation de dispositifs éoliens est soumise à nombre de contraintes qui sont détaillées ci-après.

Tableau 1 : Contraintes applicables à la mise en place de l'éolien

Contraintes	Détail
Administratives	- Compatibilité avec les PLU, cartes communales ou POS, - Compatibilité avec le SRE, - Autorisation ICPE, - Soumission du projet à enquête publique, - Permis de construire délivré par la préfecture.
Techniques	- Disponibilité du réseau électrique, - Bâtiments d'habitation : distance minimale de 500m, - Zones d'exclusion liées aux réseaux : - o Réseau routier, - o Réseau ferré, - o Lignes électriques, - o Nécessité de prendre en compte les réseaux d'eau et de gaz, - o Les éoliennes ne doivent pas couper les faisceaux hertziens ou perturber les antennes relais des réseaux de téléphonie mobile.
Aéronautiques et radars	- Servitudes aéronautiques civiles et militaires (zones d'approche des aéroports) conformément aux documents d'urbanisme, - Servitudes de protection contre les perturbations électromagnétiques (de l'aviation civiles et de l'armée) conformément aux documents d'urbanisme, - Radars de navigation aérienne : zone d'exclusion de 2km autour du radar et zone de coordination de 2 à 15 km apportant des contraintes aux projets éoliens.
Patrimoniales	- Exclusion des sites classés et sites inscrits, - Monuments historiques : distance minimale de 500m, - Exclusion des AVAP (ex ZPPAUP), - Nécessité, lors de l'étude paysagère, de vérifier qu'un projet situé à proximité d'un site classé ou inscrit, d'un monument historique ou d'une AVAP ne porte pas atteinte à celui ou celle-ci d'un point de vue visuel.
Environnementales	- Exclusion des zones protégées par un Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope (APPB), - Exclusion des réserves naturelles régionales, - Zones Natura 2000 : zones d'impact fort a priori incompatible avec l'éolien, - Tourbières : zones d'impact fort a priori incompatible avec l'éolien, - ZNIEFF : étude d'impact du parc sur la zone, - Nécessité de prendre en compte les couloirs de migration des oiseaux et les zones sensibles en raison de la présence de chiroptères.
Paysagères	- Protection des sites paysagers exceptionnels et remarquables, - Evitement du hérissément des crêtes et points hauts, - Attention portée à l'impact visuel depuis les lieux habités, les routes à grande circulation, les axes de découverte touristique (circuits, GR, panoramas, ...), - Prise en compte de la co-visibilité de plusieurs parcs ou d'un parc avec les éléments patrimoniaux ou de notoriété reconnue, - Identification de zones d'impact fort a priori incompatibles avec l'éolien.

3.2.1.2 Potentialités

Fin 2018, 1 092 MW d'énergie éolienne étaient installés en région Centre-Val de Loire. 1 998 GWh ont été produits en 2018. Cela représentait 10,70% de la consommation électrique de la région en 2018. L'objectif régional éolien inscrit dans le SRCAE à fin 2020 est de 2600 MW.

La région **Centre-Val de Loire** est la **4^{ème} région productrice d'électricité éolienne** après les Hauts-de-France, le Grand Est et l'Occitanie.

Toutefois les secteurs d'Arrachis et Pistole de la ZAC 3 du PTOC ne se trouve pas dans une zone favorable au développement de l'éolien.

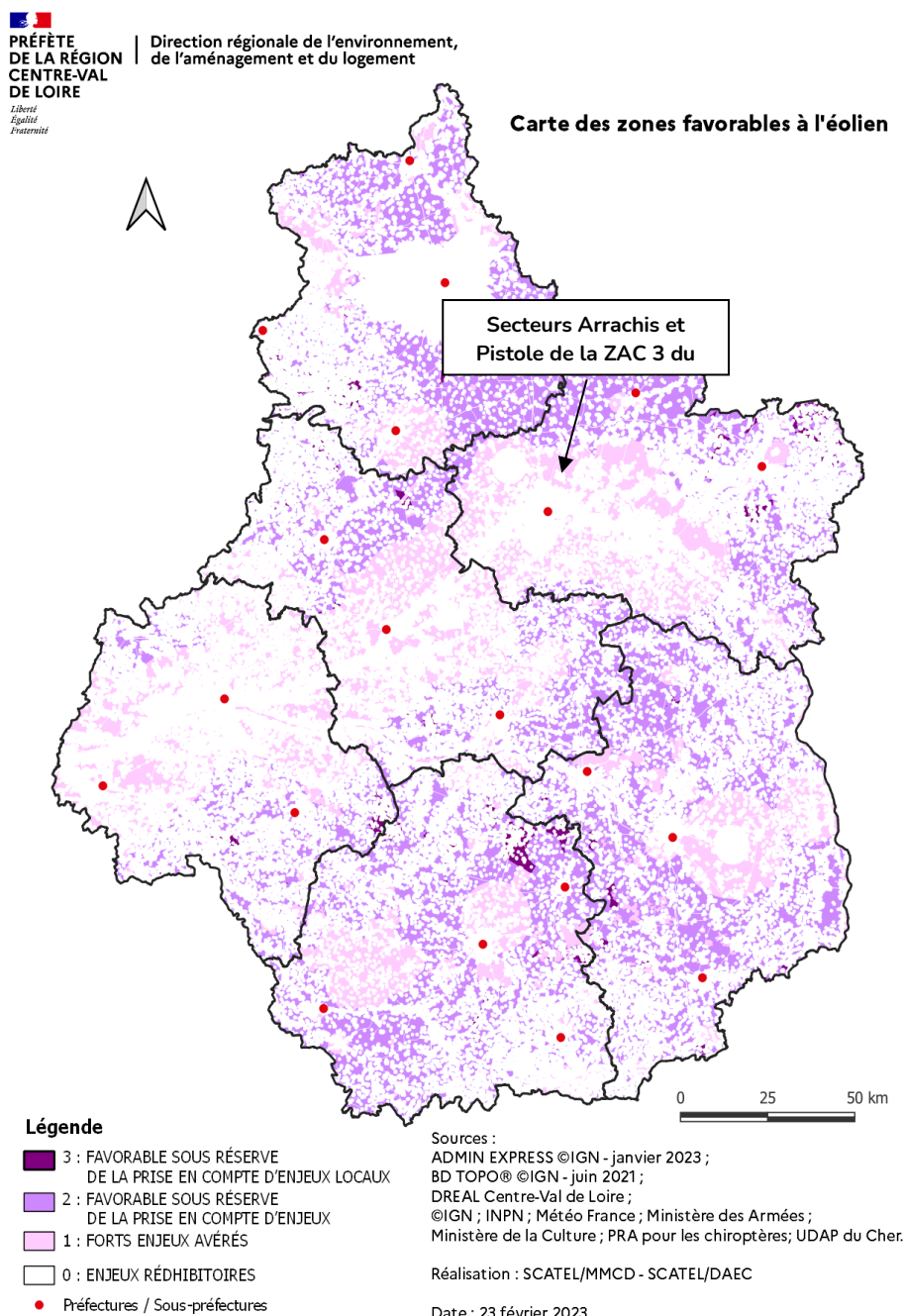


Figure 13 : Carte des zones favorables à l'éolien (Source : DREAL Centre-Val de Loire)

L'étude du potentiel éolien ne semble pas pertinente à l'échelle du projet étudié.

3.2.2 Energie solaire

3.2.2.1 Définition

L'énergie solaire est utilisée essentiellement pour deux usages : la production d'électricité (énergie solaire photovoltaïque ou énergie solaire thermodynamique) ou la production de chaleur (énergie solaire thermique). L'énergie solaire photovoltaïque transforme le rayonnement solaire en électricité grâce à des cellules photovoltaïques intégrées à des panneaux qui peuvent être installés sur des bâtiments ou posés sur le sol alors que l'énergie solaire thermodynamique produit de l'électricité via une production de chaleur. L'électricité produite peut être utilisée sur place ou réinjectée dans le réseau de distribution électrique. L'énergie solaire thermique produit de la chaleur qui peut être utilisée pour le chauffage domestique ou la production d'eau chaude sanitaire.

	ORIENTATION					
		O	SO	S	SE	E
INCLINAISON	0°	93%	93%	93%	93%	93%
	30°	90%	96%	100%	96%	90%
	45°	84%	92%	96%	92%	84%
	60°	78%	88%	91%	88%	78%
	90°	55%	66%	68%	66%	55%

Figure 14 : Variation du potentiel solaire en fonction de l'orientation et de l'inclinaison (Source : HESPUL)

3.2.2.1.1 Le photovoltaïque

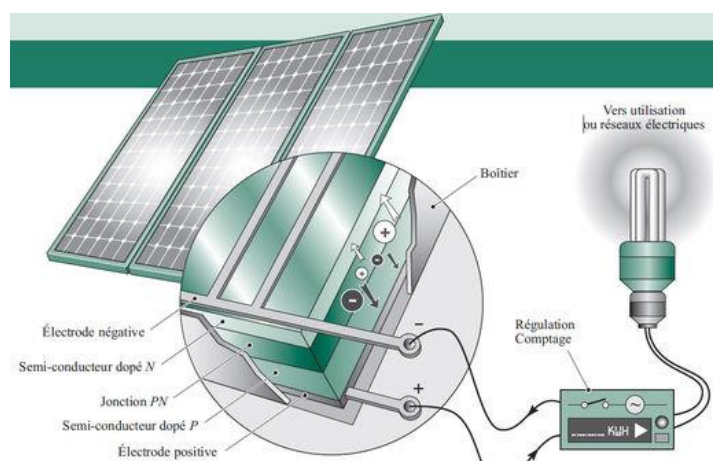


Figure 15 : Schéma photovoltaïque

Les technologies photovoltaïques (PV) reposent sur des cellules qui transforment le rayonnement solaire en courant électrique continu. Ces cellules sont couplées entre elles pour former un module, lui-même relié à différents composants électriques (onduleur, boîtier de raccordement, etc.). L'ensemble constitue un système photovoltaïque. La durée de vie d'un module est de l'ordre de 25 ans.

Il existe aujourd'hui différentes technologies de cellules à des stades différents de maturité technologique :

- Silicium cristallin (photovoltaïque de 1^{ère} génération) ;
- Couches minces (photovoltaïque de 2^e génération) ;
- Cellules organiques (photovoltaïque de 3^e génération) ;
- Cellules à concentration (technologie dite CPV) ;
- Cellules perovskites.

3.2.2.1.2 Le solaire thermique

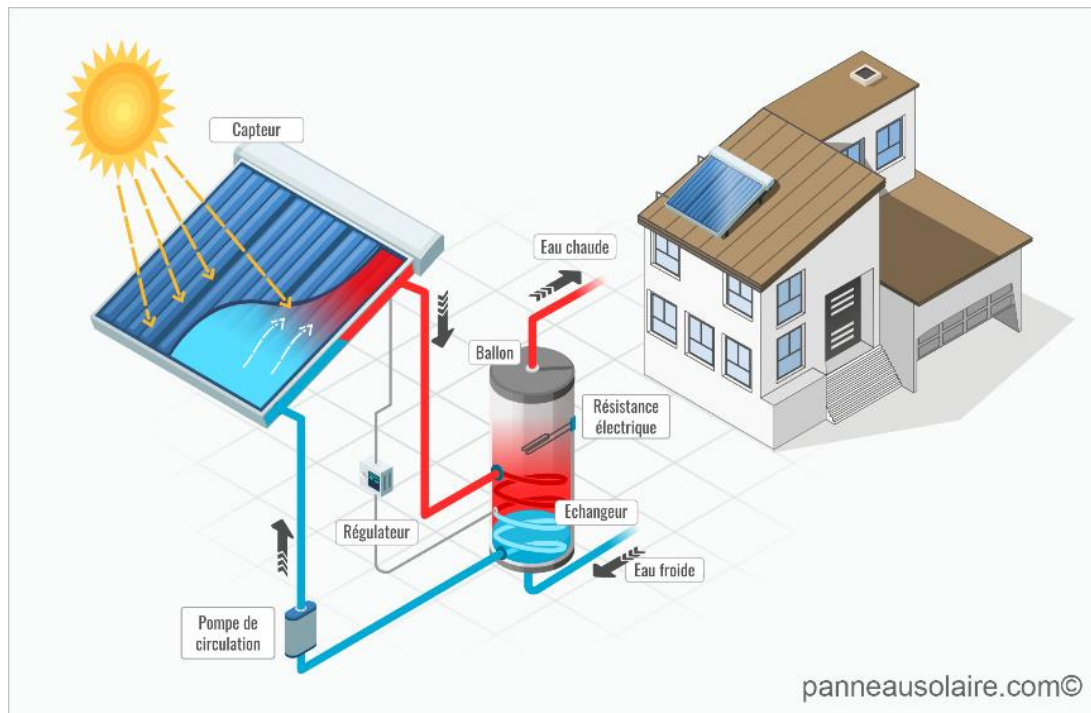


Figure 16 : Schéma du solaire thermique

Les technologies associées à cette filière visent à convertir le rayonnement solaire en énergie thermique.

Ces équipements permettent d'utiliser directement l'énergie thermique du soleil (à relativement basse température). La chaleur produite peut être utilisée pour le chauffage domestique ou la production d'eau chaude sanitaire.

Les 3 types d'équipements les plus courants sont :

- Les chauffe-eaux solaires individuels (CESI), qui permettent la production d'eau chaude à usage sanitaire pour les particuliers, pour une productivité de l'ordre de 400 à 450 kwh/an/m² selon la zone climatique ;
- Les systèmes solaires combinés (SSC), qui assurent à la fois la production d'eau chaude sanitaire et le chauffage à l'usage des particuliers. La surface de capteurs correspond à 10% environ de la surface à chauffer. La production conventionnelle retenue pour un système optimisé est de 450 kwh/an/m² ;
- Le marché de l'eau chaude solaire collective. L'équipement est en général dimensionné pour fournir 40 à 60% des besoins ; pour chaque installation, l'équipement est conçu et dimensionné préalablement par un bureau d'études.

Un équipement solaire n'assure jamais 100% des besoins d'eau chaude ou de chauffage et nécessite un complément.

La consommation d'énergie (gaz, fioul, électricité...) pour produire l'eau chaude sanitaire (ECS) ou le chauffage est ainsi réduite. En moyenne, on considère que 4 m² de panneaux permettent de couvrir de 40 à 60% des besoins en eau chaude d'une famille de 4 personnes.

Un Système Solaire Combiné (système de chauffage solaire thermique) permettra de répondre à 20 à 40% des besoins de chauffage d'un bâtiment, permettant de réduire les coûts de combustible du système de chauffage principal. La contrainte principale est le fait que le système solaire thermique produit le plus en été, période où les besoins de chauffage sont inexistantes. C'est pourquoi les systèmes solaires thermiques sont particulièrement adaptés pour des bâtiments tertiaires nécessitant de l'eau chaude toute l'année (établissements de santé, maisons de retraite...).

3.2.2.1.3 Les systèmes mixtes photovoltaïques/thermique (PV/T)

Une nouvelle filière hybride est en train d'émerger sur les bâtiments, combinant à la fois solaire photovoltaïque et solaire thermique. Cette filière repose sur des panneaux solaires hybrides, qui produisent simultanément de l'électricité et de la chaleur utile.

Un panneau solaire hybride utilise la chaleur dégagée par les cellules photovoltaïques pour chauffer un fluide caloporteur (liquide ou air), ce qui améliore le rendement des cellules PV tout en valorisant de la chaleur solaire utile pour l'eau chaude sanitaire ou le chauffage.

Dans un panneau solaire hybride vecteur eau (PV/T à eau), le fluide caloporteur est à base d'eau. Ce procédé est généralement utilisé pour contribuer à la production d'eau chaude sanitaire (ECS).

Dans un panneau solaire hybride vecteur air (PV/T à air), le fluide caloporteur est de l'air. Ce procédé est généralement utilisé pour apporter une contribution au chauffage de locaux.

3.2.2.1.4 Le solaire thermodynamique

Comme pour le solaire thermique, les technologies associées à cette filière visent à convertir le rayonnement solaire en énergie thermique.

Le principe de ces technologies est de concentrer suffisamment le rayonnement solaire de façon à pouvoir chauffer un fluide caloporteur (de l'huile ou des sels fondus) à haute température (250°C à 2 000°C).

La chaleur ainsi emmagasinée par le fluide peut être utilisée directement pour des usages industriels ou utilisée pour produire de l'électricité via une turbine à vapeur. Par rapport au photovoltaïque où la production s'arrête dès qu'il n'y a plus de soleil, la production au-delà de la période d'ensoleillement peut continuer dans les cas où il existe un réservoir de stockage du fluide chauffé.

On distingue plusieurs types de technologies :

- Centrales solaires cylindro-paraboliques ;
- Les réflecteurs linéaires de Fresnel qui peuvent être considérés comme une technologie dérivée des centrales cylindro-paraboliques ;
- Centrales solaires à tour ;
- Paraboles solaires Dish-Stirling.

Dans les conditions connues à ce jour, ces technologies nécessitent un ensoleillement direct important.

3.2.2.2 Potentialités

La région Centre Val de Loire est un territoire fertile pour le développement de projets de productions d'énergies renouvelables.

En 2014, la production photovoltaïque régionale atteint 197 GWh soit 16,9 ktep, en augmentation de plus de 18 % par rapport à l'année précédente. Fin 2014, la puissance installée du parc photovoltaïque

en région Centre-Val de Loire s'élève à 170 MW, soit 9 % d'augmentation par rapport à 2013. Le parc photovoltaïque de Crucey (Eure-et-Loir) de 60 MW, mis en service en 2012, est l'un des plus puissants de France.

D'après l'état initial de l'environnement du PCAET d'Orléans Métropole, la production solaire thermiques représentait 1,86 ktep/an en 2014, soit 21,6 GWh. Concernant l'énergie solaire photovoltaïque, 653 installations photovoltaïques sont raccordées au réseau sur le territoire. Elles représentent une puissance totale installée de 2,63 MW, soit une production d'environ 2,81 GWh. L'énergie solaire connaît une forte croissance aussi bien à l'échelle nationale que régionale, le territoire tire toutefois encore très peu profit de cette ressource.

En région Centre-Val de Loire, l'ensoleillement est compris entre 2 000 et 2 500 heures, en moyenne, par an. Cela correspond à un potentiel énergétique de 4 117GWh/an environ, soit un potentiel moyen, mais suffisant pour être exploitable.

D'après le PCAET d'Orléans Métropole, les contraintes réglementaires présente un frein à l'installation de capteurs solaires puisqu'elles nécessitent l'avis préalable à tout projet de l'Architecte des Bâtiments de France (ABF) dans les sites classés, sites inscrits, sites UNESCO, périmètres de protection autour d'un édifice protégé (à condition d'effectuer un examen des co-visibilités) et AVAP (ex ZPPAUP).

Concernant les installations au sol, en plus de cela, les contraintes environnementales sont également à prendre en compte, puisque les installations de grandes surfaces peuvent perturber le fonctionnement des différents écosystèmes sur le territoire. De ce fait, les centrales solaires sont donc fortement déconseillées dans les zones suivantes :

- ZNIEFF de types I et II : 433 ha (Type I) et 1 073 ha (Type II) sur le territoire ;
- Zones Natura 2000 : 3 972 ha sur le territoire ;
- Arrêtés préfectoraux de biotope : 27 ha sur le territoire ;
- Réserves naturelles nationales : 207 ha sur le territoire ;
- Sites classés et inscrits 653 ha sur le territoire ;
- Zones présentant un risque fort ou très fort pour les inondations.

La carte ci-dessous représente les contraintes à l'installation de centrales solaires photovoltaïques à l'échelle de la Métropole d'Orléans.

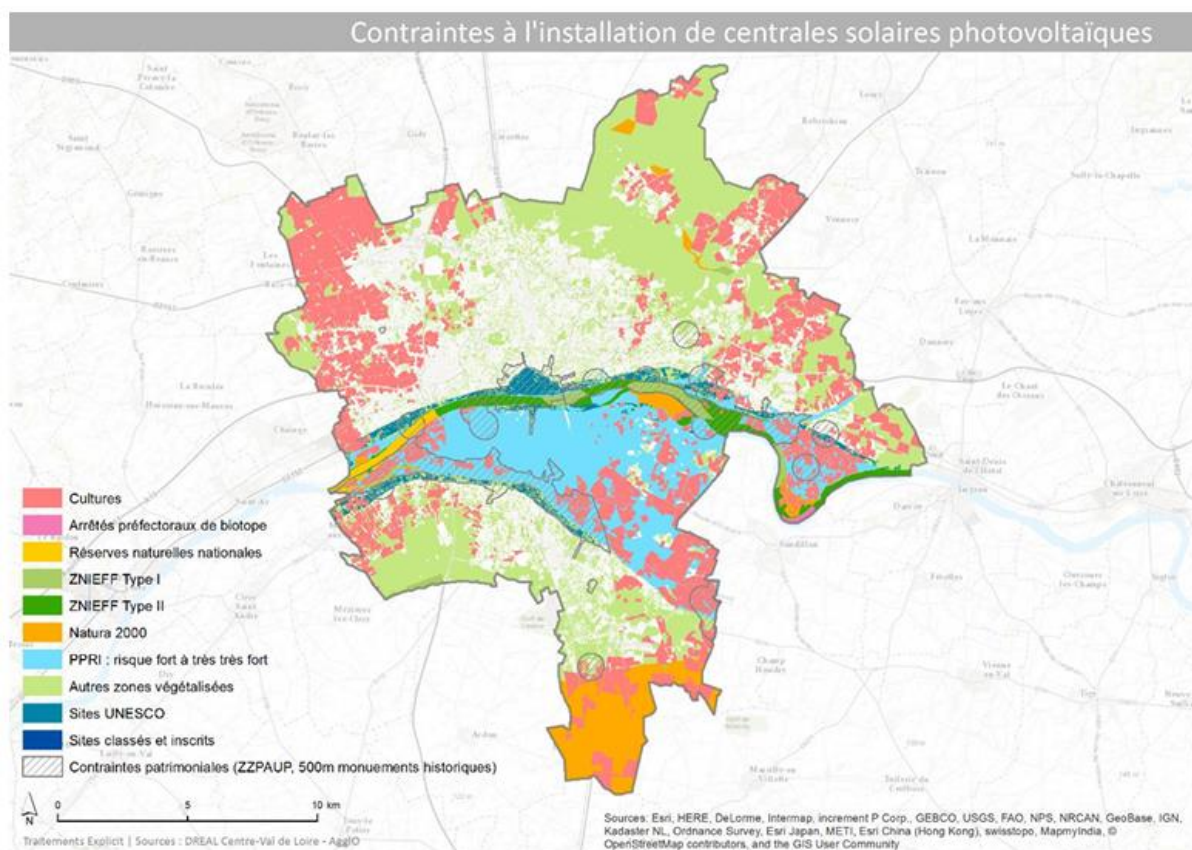


Figure 17 : Contraintes à l'installation de centrales solaires photovoltaïques (Source : PCAET Orléans Métropole

Pour l'analyse du potentiel solaire sur toitures inclinées, l'orientation est prise en compte et il est considéré que seules les toitures étant orientées d'Ouest-Sud-Ouest à Est-Sud-Est reçoivent un rayonnement solaire suffisant pour accueillir des installations solaires.

L'étude du potentiel solaire photovoltaïque et/ou thermique semble pertinente à l'échelle du projet étudié.

3.2.3 Energie géothermique

3.2.3.1 Définition

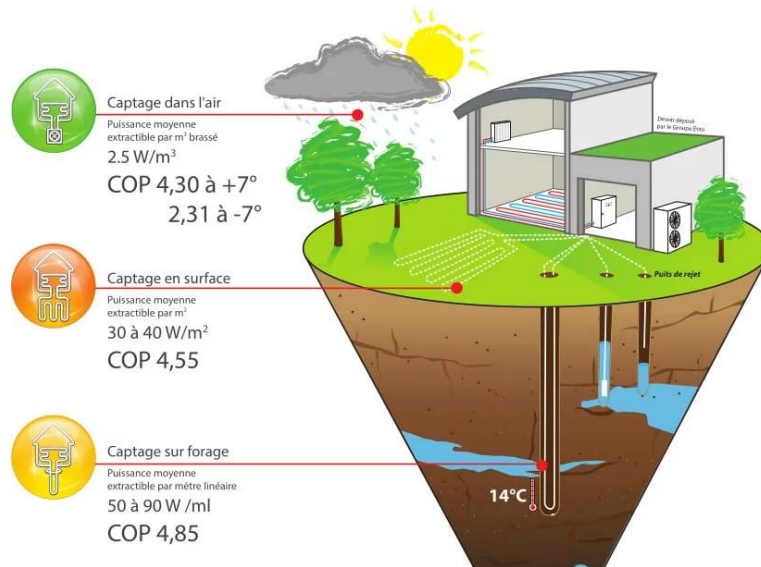


Figure 18 : Schéma de la géothermie

La géothermie permet de produire différents types d'énergie en fonction de la température de la chaleur puisée dans le sous-sol. En fonction des calories captées, l'eau chaude est valorisée pour des installations de chauffage ou de la climatisation à usage des maisons individuelles et des bâtiments, ou pour la production d'électricité. C'est une énergie renouvelable, source d'indépendance énergétique et à faible émission de gaz à effet de serre (GES). La France a engagé une politique volontariste pour soutenir le développement de la filière : simplification du cadre réglementaire pour la géothermie de minime importance, aides à l'investissement, soutien à la production d'électricité renouvelable, fonds de garantie géothermie et soutien à la recherche et à l'innovation.

Parmi les différents types de valorisation de la chaleur géothermique, peuvent être cités :

- La géothermie superficielle aussi appelé géothermie très basse température ou géothermie très basse énergie. Elle exploite la chaleur du sol ou de l'eau du sous-sol à des profondeurs généralement inférieures à 200 mètres de profondeur, pour des températures inférieures à 30°C.
- La géothermie basse température (ou basse énergie) exploite la chaleur de gisements d'eau situés à des profondeurs de quelques centaines de mètres jusqu'à environ 2 000 m, pour des températures généralement comprises entre 30°C et 90°C.
- La géothermie haute température (aussi appelée haute enthalpie) concerne les fluides dont les températures sont supérieures à 150 °C. Ceux-ci sont mis en production par forages généralement à plus de 1 500 mètres de profondeur. Les ressources de géothermie haute température sont situées dans des zones au gradient géothermal anormalement élevé (jusqu'à 30 °C par 100 m).

Dans la plupart des cas, une utilisation directe de cette chaleur par simple échange n'est pas efficace. Elle nécessite donc la mise en œuvre de pompes à chaleur qui prélèvent cette énergie à basse température pour l'augmenter à une température suffisante pour le chauffage.

3.2.3.2 Potentialités

La région Centre-Val de Loire bénéficie d'un bon potentiel géothermique. Deux aquifères profonds contenus dans les niveaux géologiques du Dogger et du Trias sont potentiellement intéressants pour la production d'énergie géothermique associée à des réseaux de chaleur urbains. Les potentialités des aquifères profonds font encore l'objet d'études.

L'essentiel des opérations de géothermie en région Centre-Val de Loire repose sur l'exploitation de nappes superficielles à très basse énergie. Ces installations de géothermie sont toutes assistées par pompe à chaleur.

La production régionale de chaleur grâce à la géothermie assistée par pompes à chaleur était estimée à 7,9 ktep en 2012. En 2011 on comptait plus de 1 000 opérations fonctionnelles de géothermie de basse et très basse température en région Centre-Val de Loire, dont 80 % chez les particuliers et 10 % en sondes géothermiques verticales.

Le territoire d'Orléans Métropole dispose de cinq opérations de sonde géothermique verticale assistée par pompe à chaleur, et plus d'une centaine d'opérations de géothermie sur nappe assistée par pompe à chaleur, avec la répartition suivante :

- 104 chez les particuliers,
- 8 dans une entreprise,
- 12 dans un bâtiment public.

Une étude réalisée par le BRGM révèle une forte potentialité de la ressource géothermique sur le territoire d'Orléans Métropole, mais ce sont les communes d'Orléans et Fleury-les-Aubrais qui se trouvent en zones réputées favorables des aquifères du Dogger et du Trias (voir Figure 19). La commune de Marigny-les-Usages possède quant à elle un potentiel géothermique plus faible puisqu'il est compris entre 3,7 et 10 GWh.

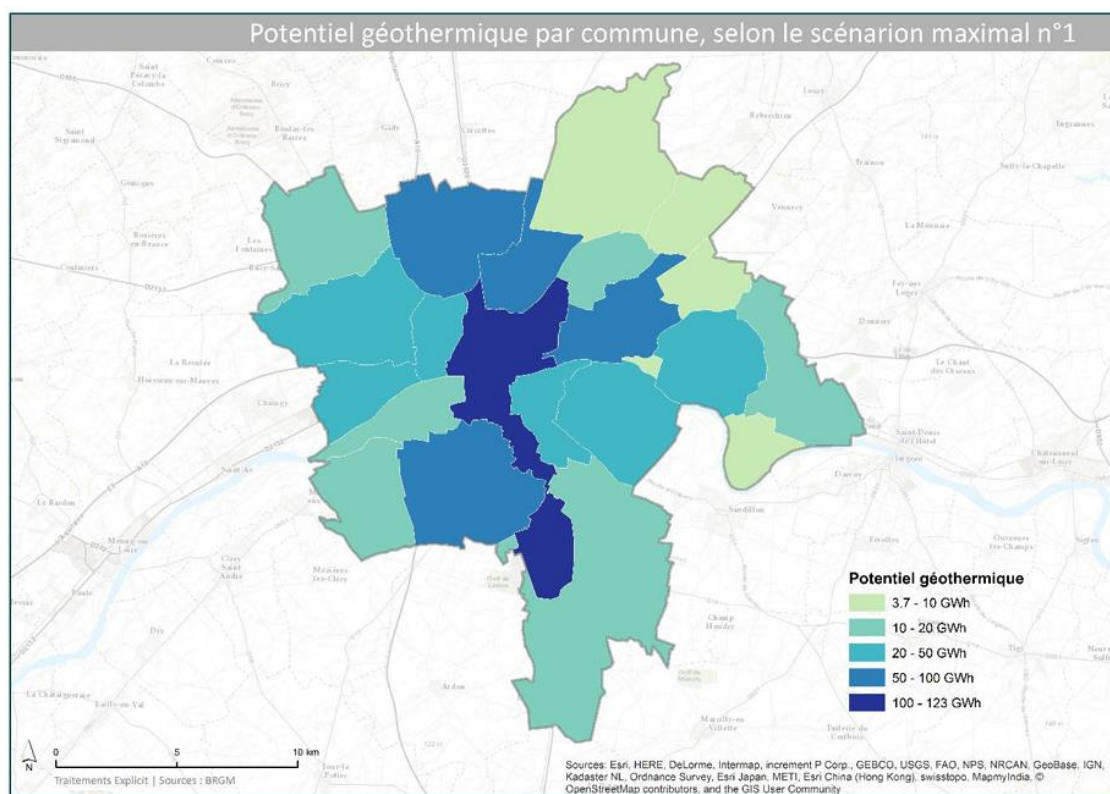


Figure 19 : Potentiel géothermie par commune en GWh (Source : Diagnostic du PCAET)

3.2.4 Energie ambiante

3.2.4.1 Définition

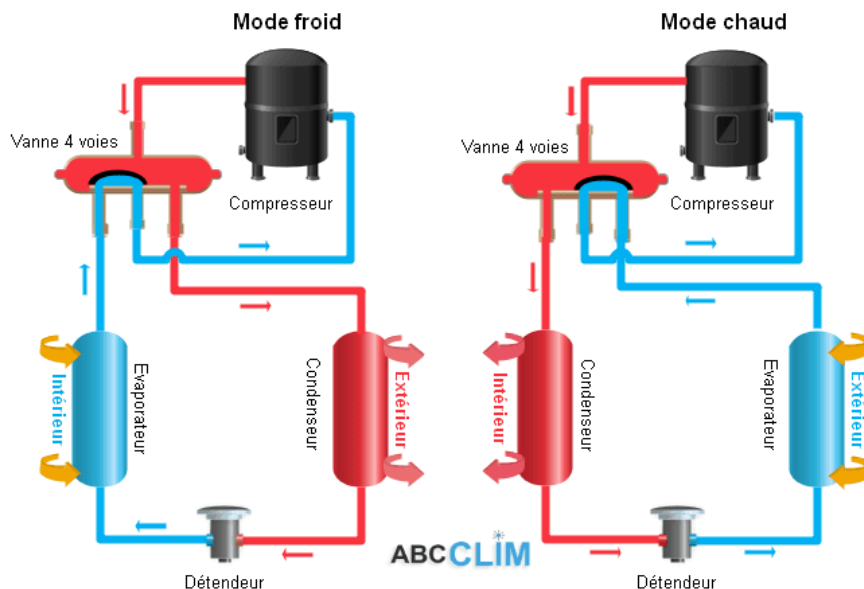


Figure 20 : Schéma de pompes à chaleur / froid

Les pompes à chaleur (PAC) sont des systèmes thermodynamiques qui ont plusieurs usages : la production de chauffage, la fourniture d'eau chaude sanitaire et le rafraîchissement. Il s'agit d'une technologie mature avec un potentiel d'évolution dans les marchés du neuf et de la rénovation. La filière doit poursuivre ses efforts en matière de performance grâce à l'innovation mais aussi de réduction des coûts pour continuer à se développer.

Une pompe à chaleur (PAC) est un système thermodynamique qui permet de prélever de la chaleur d'un milieu donné à bas niveau de température, pour la transférer vers un autre milieu à un niveau de température plus élevé. Pour assurer ce transfert de chaleur, les PAC consomment de l'énergie, sous forme électrique dans plus de 95% des cas en France (la seconde alternative étant un fonctionnement au gaz). Les performances d'une PAC sont caractérisées par son efficacité énergétique saisonnière, qu'on retrouve sur l'étiquette énergétique de la PAC. Cette étiquette indique également la classe énergétique de la PAC : A+, A++ ou A+++.

On distingue :

- les pompes à chaleur aérothermiques qui rassemblent les technologies qui utilisent l'air comme source de chaleur ;
- les pompes à chaleur géothermiques qui captent l'énergie du sol ou de l'eau.

Les chauffe-eaux thermodynamiques sont des pompes à chaleur dédiées à la production d'eau chaude sanitaire.

Les pompes à chaleur double-service sont des pompes à chaleur dédiées à la fois à la production de chauffage et d'eau chaude sanitaire.

3.2.4.2 Potentialités

En dessous d'un certain seuil de température (variable, selon les machines, de 3 à -20°C), un système de chauffage de type pompe à chaleur (PAC) aérothermique voit son efficacité énergétique chuter. Dans ce cas, un système d'appoint doit prendre le relais pour la production de calories.

Les températures minimales moyennes au plus près du territoire durant la période de chauffe sont les suivantes :

Tableau 2 : Températures minimales moyennes à Loury (Source : Infoclimat, période 1991 - 2020)

Température minimale (moyenne en °C)						
Janvier	Février	Mars	Avril	Octobre	Novembre	Décembre
1,6	1,1	3,1	5,0	7,9	4,4	2,0

Nous constatons que les moyennes des températures minimales durant la période de chauffe sont comprises entre 1,1 et 7,9 degrés. L'énergie aérothermique est adaptée à l'échelle d'un bâtiment, mais pas à l'échelle d'un réseau. Son principal avantage réside dans la capacité de réversibilité (chauffage et rafraîchissement).

Les conditions météorologiques du site ne sont pas incompatibles avec le bon fonctionnement d'une PAC aérothermique, toutefois, le matériel choisi doit garantir un coefficient de performance minimal.

Note : Les PAC sont considérées comme un système à énergie renouvelable, sous conditions, selon l'annexe 4 de l'arrêté du 8 mai 2007 : ces systèmes doivent présenter un coefficient de performance annuel, COP annuel, supérieur ou égal à 3,5.

Le coefficient de performance annuel est défini par le calcul thermique. Il dépend de la consommation énergétique du bâtiment et de sa localisation géographique. Une énergie d'appoint peut être nécessaire pour répondre aux fortes demandes énergétiques.

Les conditions météorologiques du site ne sont pas incompatibles avec le bon fonctionnement d'une PAC aérothermique, toutefois, le matériel choisi doit garantir un coefficient de performance minimal.

3.2.5 Energie marine

3.2.5.1 Définition

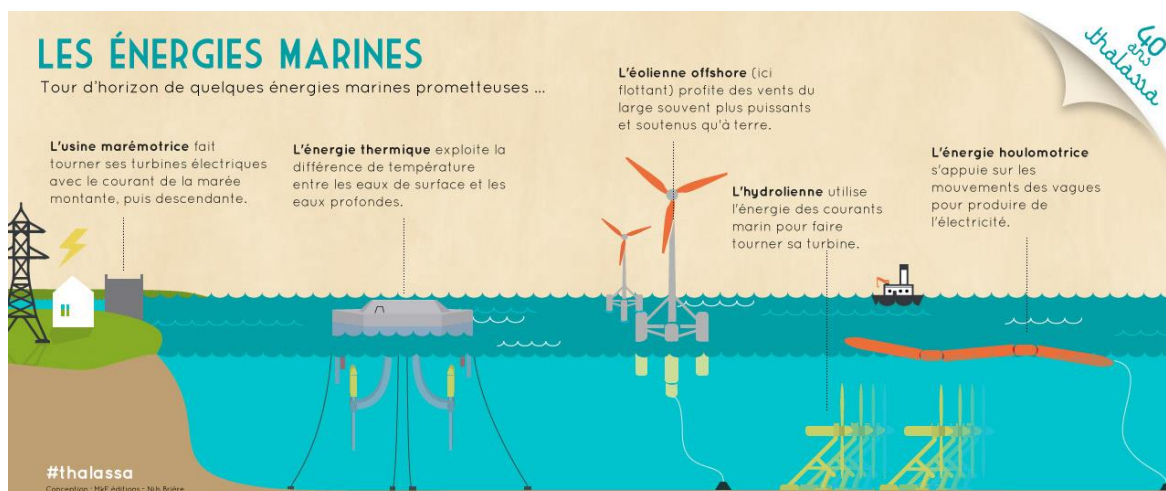


Figure 21 : Schéma des énergies marines

Les énergies marines renouvelables comprennent l'ensemble des technologies permettant de produire de l'électricité à partir de différentes forces ou ressources du milieu marin : la houle, les courants, les marées, le gradient de température entre les eaux de surface chaudes et les eaux froides en profondeur.

Chacune de ces filières a un degré de maturité et des perspectives de développement spécifiques à plus ou moins long terme. Les technologies renouvelables en mer sont pour la plupart au stade de la recherche et de l'expérimentation. Aujourd'hui, à l'exception notable de l'usine marémotrice de la Rance, il n'y a pas encore de parc de production en France, mais de nombreux projets de démonstration sont en cours de déploiement.

La France dispose d'un fort potentiel de développement pour ces technologies, compte tenu des atouts naturels de son territoire (11 millions de km² d'eaux sous sa juridiction). La ressource connue, estimée entre 2000 et 3000 MW, est concentrée majoritairement au large des côtes de Normandie, de Bretagne et des Pays de la Loire, et des opportunités sont aussi à saisir dans les territoires d'outre-mer, et dans les régions Aquitaine, Languedoc-Roussillon et Provence Alpes Côte d'Azur.

3.2.5.1.1 L'énergie hydrolienne

L'énergie hydrolienne est produite par l'énergie des courants de marée qui sont concentrés dans certains endroits près des côtes. On peut comparer une installation hydrolienne à une éolienne sous-marine. Plus le courant est fort, plus l'énergie produite sera importante. La côte Nord-Ouest de la France, où les courants sont particulièrement puissants, est propice au développement de cette énergie.

3.2.5.1.2 L'énergie marémotrice

Elle consiste à profiter du flux et du reflux de la marée pour alternativement remplir ou vider un bassin de retenue en actionnant des turbines incorporées dans le barrage, qui entraînent un générateur d'électricité. Le potentiel de cette énergie est très distribué mais l'évaluation du gisement disponible reste à faire.

3.2.5.1.3 L'énergie houlomotrice

Produite par le mouvement des vagues, la houle, l'énergie houlomotrice est une forme concentrée de l'énergie du vent. Quand le vent souffle sur la mer, des vagues se forment et concentrent cette énergie. La houle peut voyager sur de très longues distances et apporter sur une côte de l'énergie collectée au large. Plusieurs démonstrateurs sont en cours de test dans le monde, cette technologie étant aujourd'hui à un stade très amont de développement.

3.2.5.1.4 L'énergie thermique des mers

L'énergie thermique des mers est une technique particulièrement adaptée dans les départements d'Outre-mer où les gradients de températures entre les eaux de surface chaudes et les eaux froides en profondeur sont plus importants qu'en métropole.

3.2.5.1.5 Sea Water Air Conditioning (SWAC)

Il s'agit d'un système de climatisation où le froid est produit grâce à un réseau alimenté par de l'eau puisée en grande profondeur. Cette technologie est particulièrement intéressante dans la zone inter-tropicale et en particulier dans les territoires d'outre-mer où le développement de la climatisation est un enjeu pour les systèmes énergétiques.

3.2.5.2 Potentialités

Compte tenu de la situation géographique des secteurs Arrachis et Pistole de la ZAC 3 du PTOC, cette énergie n'est pas applicable au territoire concerné par la présente étude.

L'étude du potentiel marin ne semble pas pertinente compte tenu de la situation géographique des secteurs Arrachis et Pistole de la ZAC 3 du PTOC.

3.2.6 Energie hydroélectrique

3.2.6.1 Définition

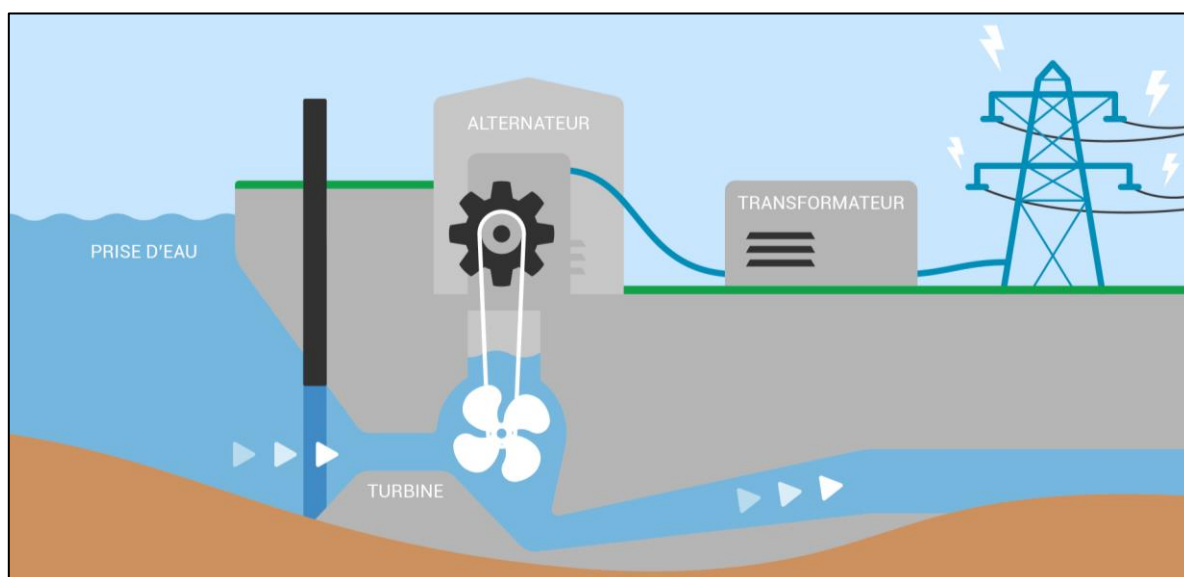


Figure 22 : Schéma de l'hydro-électricité

L'hydroélectricité est la deuxième source de production électrique derrière le nucléaire et la première source d'électricité renouvelable en France. Cette filière est importante pour le système électrique à

plusieurs titres, notamment en termes d'équilibre et de sécurisation du réseau. La France est historiquement bien équipée avec un développement important des ouvrages hydroélectriques dès le début et tout au long du vingtième siècle. L'enjeu actuel pour l'État est d'assurer la modernisation et la compatibilité du parc aux exigences accrues de sécurité et d'environnement d'une part, et de permettre l'exploitation du gisement résiduel d'autre part.

L'hydroélectricité transforme l'énergie gravitaire des lacs, des cours d'eau et des marées, en électricité. Une installation hydroélectrique est généralement composée d'un ouvrage de retenue (barrage) permettant le cas échéant de stocker l'eau, et de l'orienter vers une usine de production au sein de laquelle l'eau met en mouvement une turbine. Comme dans d'autres moyens de production d'électricité, la turbine est associée à un alternateur qui transforme l'énergie cinétique de la rotation en énergie électrique, évacuée sur le réseau électrique. La puissance électrique est proportionnelle à la hauteur de chute et au débit turbiné.

On distingue plusieurs types d'installations hydroélectriques en fonction de la durée de remplissage de leur réservoir :

- Les installations dites « au fil de l'eau » ;
- Les installations dites par « éclusées » ;
- Les installations dites « centrale de lac » ;
- Les « stations de transfert d'énergie par pompage » ou STEP.

Les installations au fil de l'eau, voire par éclusées, fournissent une hydroélectricité de base peu modulable alors que les installations avec des retenues importantes sont très utiles pour la flexibilité du système électrique, et permettent de répondre aux pics de consommation : en effet, ces installations peuvent fournir de grandes puissances très rapidement mobilisables (quelques minutes).

Depuis quelques années, un nouveau type d'installation hydroélectrique est expérimenté sur les cours d'eau français, l'hydrolienne fluviale, qui ne nécessite pas de barrage.

3.2.6.2 Potentialités

Au premier abord, le potentiel de l'hydroélectricité en Région Centre-Val de Loire est assez modeste. Les pentes faibles, des étiages longs et marqués et des cours d'eau de faible débit ne favorisent pas d'emblée cette énergie. Pourtant, la région compte plus d'une vingtaine d'installations hydroélectriques et la production s'élevait à 99 GWh en 2015.

Sur la Loire, la production hydroélectrique est assurée par plusieurs barrage (Naussac (Lozère (48)) avec 60 MW, Villerest (Loire (42)) avec 19 MW), qui ne sont pas situés dans le territoire d'Orléans Métropole. En 2014, la ville d'Orléans a testé la première hydrolienne fluviale de France sur la Loire, d'une puissance nominale de 40 kW. Les performances et le raccordement de l'hydrolienne ont été validés, mais les hydroliennes n'ont pas vocation à se généraliser sur la Loire.

On recense 25 seuils en rivière en fonctionnement sur le territoire et 6 d'entre eux correspondent à d'anciens moulins. Le gisement brut s'élève, d'après les estimations réalisées dans le PCAET d'Orléans Métropole, à 115 kW sur l'ensemble du territoire orléanais, ce qui correspond à une production potentielle brute d'environ 500 MWh.

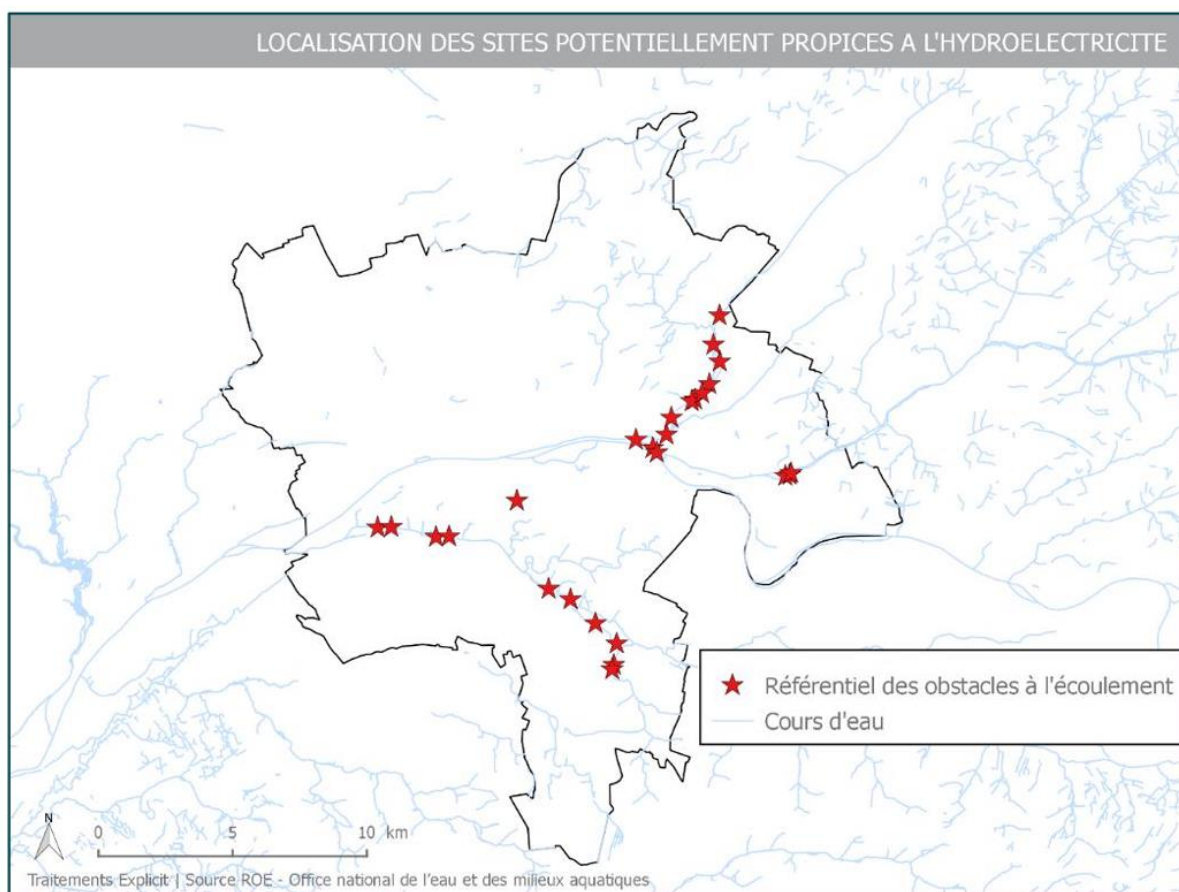


Figure 23 : Identification des sites potentiels pour la production d'hydroélectricité (Source : Diagnostic du PCAET)

L'étude du potentiel hydroélectrique ne semble pas pertinente à l'échelle du projet étudié.

3.2.7 Energies de récupération

3.2.7.1 Définition

La biomasse-énergie est la principale source d'énergie renouvelable en France : elle représente plus de 55 % de la production d'énergie finale et contribue donc significativement à réduire notre consommation d'énergies fossiles.

La biomasse solide, liquide ou gazeuse produit de l'énergie pour différents usages comme la chaleur, l'électricité, le biogaz ou les carburants.

Cette biomasse provient de la forêt, de l'agriculture (cultures dédiées, résidus de culture, cultures intermédiaires et effluents d'élevage), de déchets (déchets verts ; biodéchets des ménages ; déchets de la restauration, de la distribution, des industries agroalimentaires et de la pêche ; déchets de la filière bois ; boues de stations d'épuration ; etc).

La bioénergie est encore amenée à se développer fortement, sur la base de ressources issues d'une gestion durable, en veillant soigneusement à contenir les impacts en termes de qualité de l'air et dans le cadre d'une bonne articulation avec les usages autre que énergétiques.

La stratégie nationale de mobilisation de la biomasse organise les conditions du recours accru et harmonieux à cette ressource, en déclinaison des programmations pluriannuelles de l'énergie et de la

stratégie nationale pour la bio-économie. Pour être efficace sur son objectif de mobilisation, cette stratégie vise à surmonter les rigidités observées de l'offre de biomasse, en synergie avec les politiques déjà en place dans les domaines de la forêt, de l'agriculture, des déchets.

Pour la coordination et le pilotage d'ensemble de ces projets de mobilisation ou de production de biomasse, l'échelon de référence est la région, étant donné le renforcement des compétences des conseils régionaux sur l'aménagement du territoire et les soutiens publics aux filières économiques. Ainsi vont être établis des schémas régionaux biomasse, co-élaborés par les régions et l'État.

La filière biomasse est composée de plusieurs filières qui reflètent d'importantes disparités. Il peut être dénombré trois sous-filières, segmentées selon la taille et la production d'énergie résultante :

- Le chauffage individuel au bois ;
- Les chaufferies biomasse ;
- La cogénération biomasse.

Le bois représente la première énergie renouvelable utilisée en France. La filière bois, incluant le bois-énergie, se présente de la manière suivante :

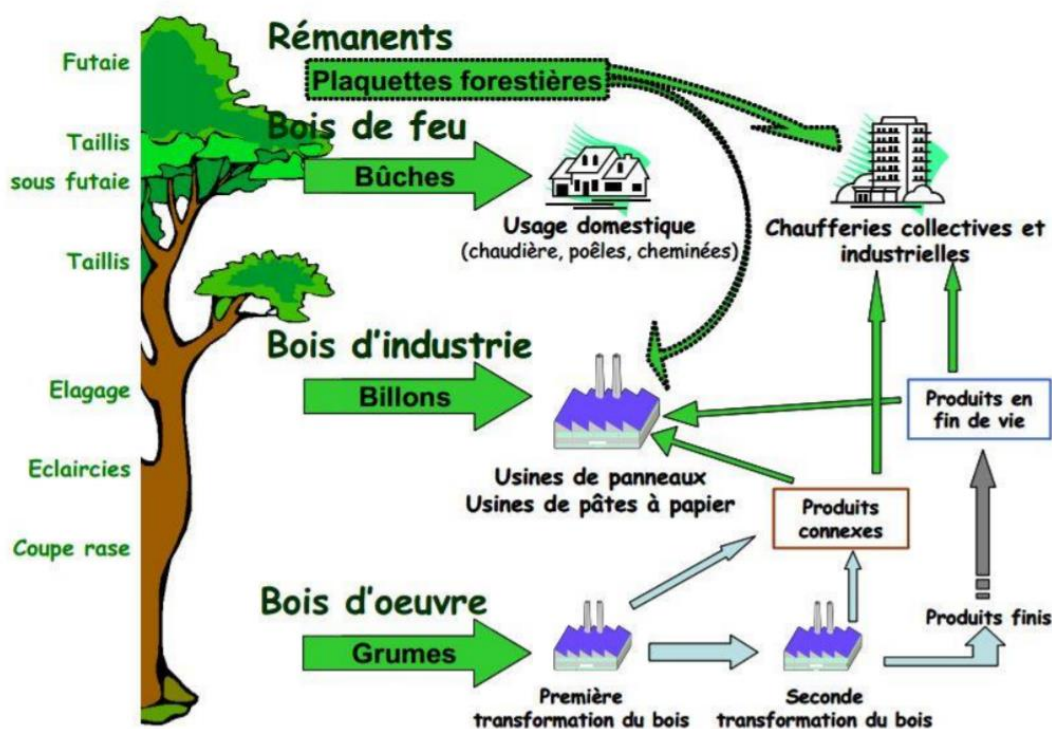


Figure 24 : La filière bois-énergie

La place du bois-énergie dans la filière sylvicole est celle d'un sous-produit de l'exploitation forestière. Le bois d'œuvre assure la majorité des revenus de la filière. L'exploitation du bois-énergie est fortement dépendante de celle du bois d'œuvre. Il est donc nécessaire de tenir compte de l'évolution de la filière bois d'œuvre dans le développement de la filière bois-énergie.

Une autre source de bois-énergie provient de l'entretien et de la valorisation des haies bocagères. Cet entretien est majoritairement assuré par les agriculteurs. Le développement de la valorisation de cette ressource doit s'accompagner d'une juste rémunération du travail agricole. Ces contraintes entraînent une différence de coût des divers combustibles bois-énergie. Alors que le bois déchiqueté industriel se vend environ 60 à 70 €/T, les plaquettes forestières et bocagères locales coûtent environ 90 à 100 €/T, soit un surcoût d'environ 30%. Il appartient donc aux collectivités de faire un choix important entre

le coût du combustible bois énergie et le développement de la filière locale de production créatrice d'emploi et de richesse pour le territoire.

La méthanisation, quant à elle, consiste à valoriser la biomasse fermentescible au travers d'une digestion anaérobie (sans oxygène) produisant du biogaz. Les sources d'approvisionnement peuvent être variées : l'agriculture (effluents d'élevage, résidus de culture, cultures « énergétiques »), l'industrie agroalimentaire (effluents, déchets) ou encore les collectivités (fractions fermentescibles des ordures ménagères, boues de stations d'épuration, tontes, déchets de restauration collective...).

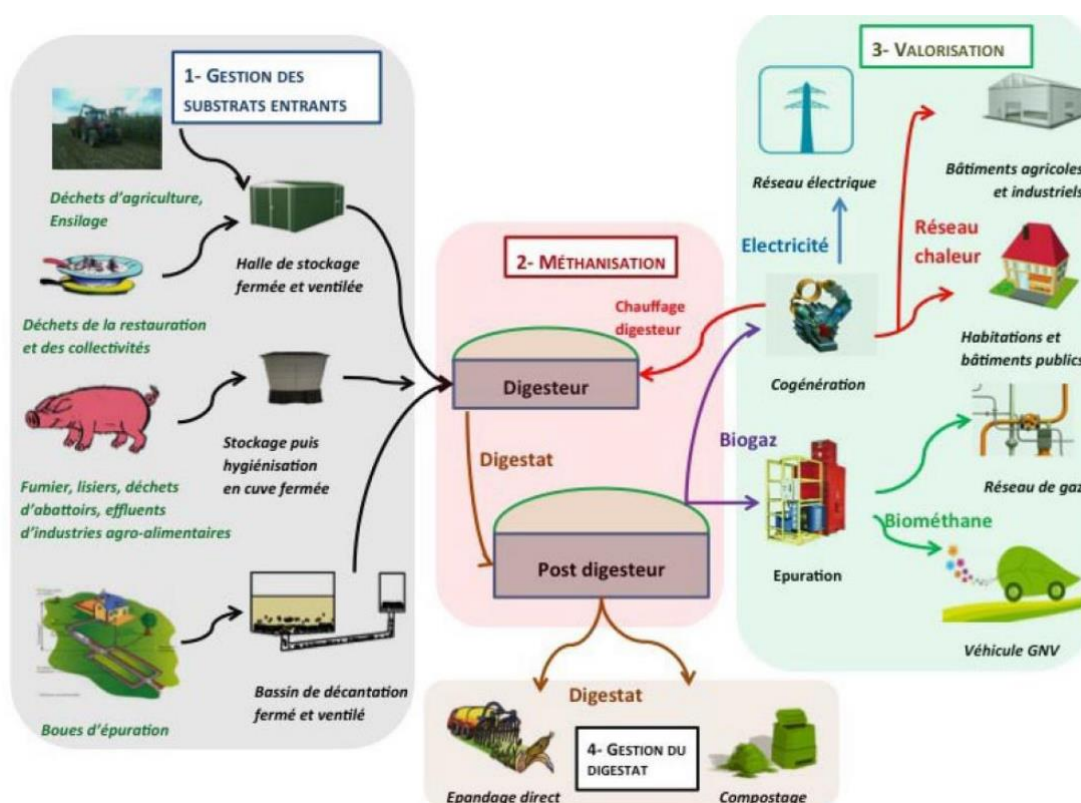


Figure 25 : La méthanisation

Ce biogaz est principalement constitué de méthane (environ 60%). Il peut ensuite être valorisé de 3 façons : la cogénération, l'injection du biogaz dans le réseau ou son utilisation en bioGNV22 :

- La cogénération consiste à brûler le biogaz afin de produire de la chaleur et de l'électricité ;
- L'injection du biogaz dans le réseau permet une utilisation ultérieure de l'énergie pour le chauffage ou l'industrie. Elle nécessite une épuration du biogaz afin de le débarrasser des éléments indésirables pour le réseau de gaz naturel ;
- Le bioGNV est un carburant automobile pouvant alimenter des véhicules roulant au gaz naturel.

3.2.7.2 Potentialités filière bois

La région Centre-Val de Loire présente, avec 955 000 hectares de forêts de production (hors bosquet et avec peupleraies), un taux de boisement régional de 24%.

Avec un total de 7 465 hectares, les espaces boisés représentent environ 22% de la superficie du territoire d'Orléans Métropole. Ces espaces sont plutôt répartis au Nord et au Sud de la métropole, le centre du territoire étant plutôt urbanisé et traversé par la Loire.

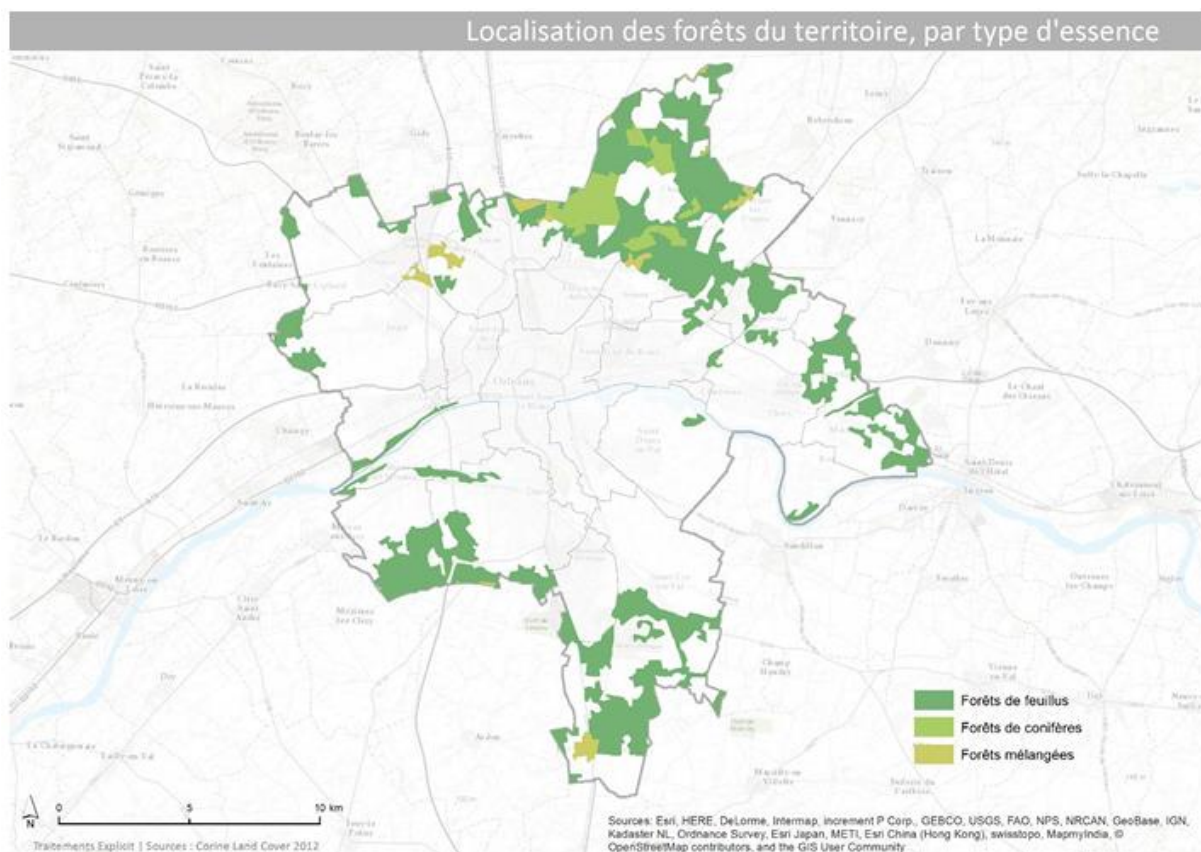


Figure 26 : Localisation des forêts du territoire (Source : PCAET Orléans Métropole)

Les forêts jugées « facilement exploitables » représentent 99 % de la superficie totale des forêts. Cela s'explique par le fait que le territoire de la métropole orléanaise présente un relief plutôt plat. D'après le diagnostic territorial du PCAET d'Orléans Métropole, 82% des forêts du territoire sont techniquement exploitables facilement.

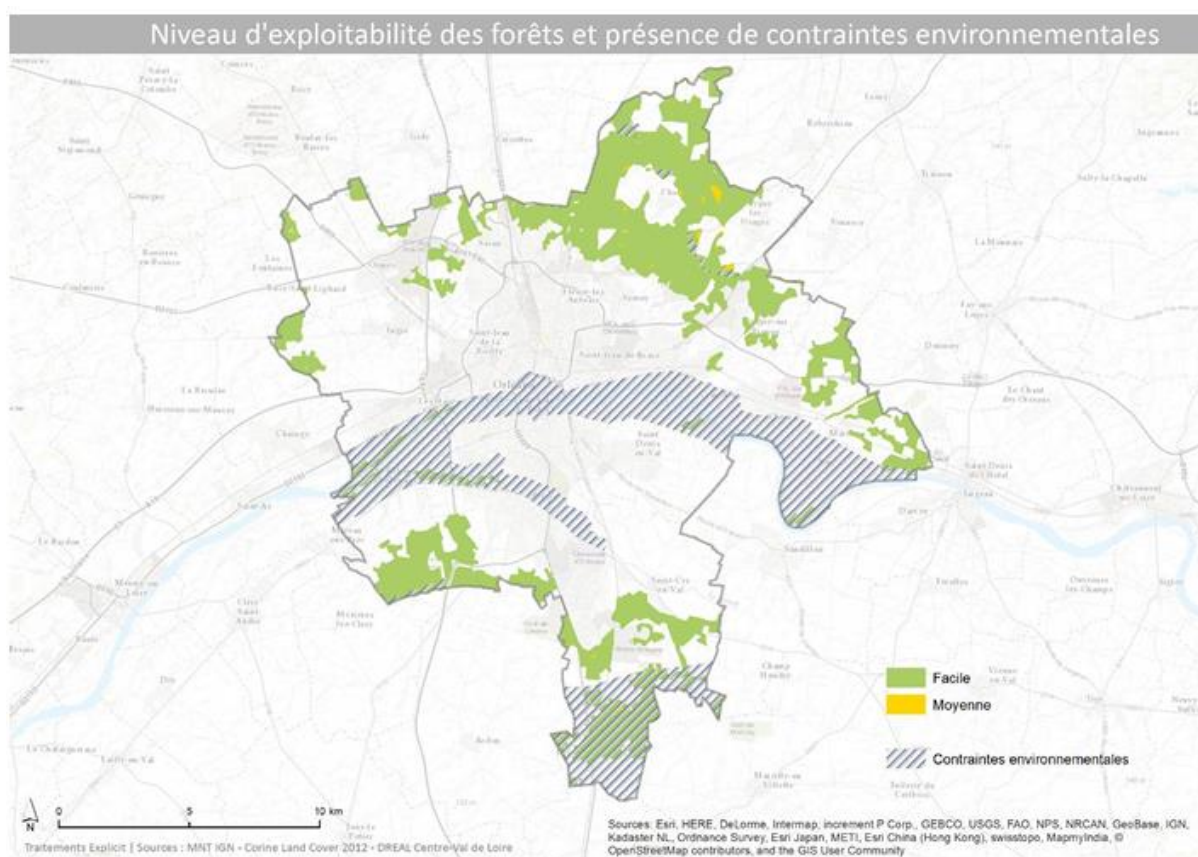


Figure 27 : Exploitabilité des forêts et présence ou non de contraintes environnementales (Source : Diagnostic du PCAET d'Orléans Métropole)

Le potentiel de production associé aux forêts facilement exploitables est estimé à 80 GWh minimum si l'on considère les contraintes environnementales comme un obstacle à l'exploitation. Si l'on considère que ces contraintes environnementales ne sont pas gênantes à l'exploitation, ce potentiel de production passe à 96 GWh.

Le développement de la filière bois-énergie par le projet étudié ici ne semble pas pertinent. En effet, les secteurs Arrachis et Pistole de la ZAC 3 du PTOC n'émettront pas de volumes de déchets verts suffisants pour être énergétiquement valorisés.

3.2.7.3 Potentialités méthanisation

Le potentiel de développement de la méthanisation d'un territoire dépend de plusieurs facteurs :

- Gisement d'intrants méthanogènes disponible pour la méthanisation sur le territoire ;
- Capacités de gestion du digestat ;
- Besoins de chaleurs identifiés sur le territoire ;
- Disponibilité de sites potentiels pour l'injection réseau ;
- Opportunités de développement du bioGNV sur le territoire.

En région Centre-Val de Loire, il y a 33 méthaniseurs en cogénération et 26 méthaniseurs en injection en fonctionnement à fin juillet 2022.

En septembre 2023, une centrale biogaz a été inaugurée à l'Ouest du secteur Pistole. Cette centrale produit 22 GWh par an de biométhane, soit l'équivalent de la consommation de gaz de 2 000 foyers.

Les substrats permettant la production de ce gaz sont à 40 % d'origine agricole (fumiers, résidus végétaux) et 60 % d'origine agro-industrielle (boue, graisse, glycérine). Plus de 25 000 tonnes de digestat (liquide et solide) sont restitués aux agriculteurs, permettant ainsi de remplacer partiellement l'utilisation d'engrais chimiques issus d'énergies fossiles, soit un plan d'épandage d'environ 4 200 ha.

Un méthaniseur est déjà implanté dans le secteur Pistole de la ZAC 3 du PTOC. Le méthaniseur réinjecte dans le réseau de gaz qui se trouve à proximité du secteur Pistole. Par conséquent, si des branchements doivent être réalisés, une proportion du gaz consommé sera issue du méthaniseur de Lugère.

3.2.8 Réseau de chaleur

3.2.8.1 Définition



Figure 28 : Schéma d'un réseau de chaleur

Les réseaux de chaleur, mis en place par les collectivités sur leurs territoires notamment afin de chauffer des bâtiments publics et privés à partir d'une chaufferie collective, permettent de mobiliser d'importants gisements d'énergie renouvelable difficiles d'accès ou d'exploitation, notamment en zones urbaines (bois-énergie, géothermie, chaleur de récupération...). Ces réseaux devront être fortement développés, modernisés, étendus et densifiés au cours des prochaines années, en les orientant au maximum vers les énergies renouvelables et de récupération afin de contribuer aux objectifs nationaux de la transition énergétique.

En France, les réseaux de chaleur permettent aujourd'hui de chauffer un peu plus de 2 millions d'équivalents-logements. Ils contribuent ainsi pour près de 6 % de la production nationale de chaleur.

Un réseau de chaleur est un système de distribution de chaleur produite de façon centralisée, permettant de desservir plusieurs usagers. Il comprend une ou plusieurs unités de production de chaleur, un réseau de distribution primaire dans lequel la chaleur est transportée par un fluide caloporteur, et un ensemble de sous-stations d'échange, à partir desquelles les bâtiments sont desservis par un réseau de distribution secondaire.

Tout réseau de chaleur comporte les principaux éléments suivants :

- L'unité de production de chaleur ;
- Le réseau de distribution primaire composé de canalisations dans lesquelles la chaleur est transportée par un fluide caloporteur (vapeur ou eau chaude) ;

- Les sous-stations d'échange.

Dans le cas de réseaux de chaleur, la densité thermique correspond à la quantité d'énergie délivrée par rapport à la longueur totale des canalisations. La densité thermique s'exprime en kWh/m.

La densité thermique moyenne d'un réseau de chaleur en milieu urbain est de l'ordre de 3 000 à 6 000 kWh/m. Ces valeurs sont nécessaires pour garantir un bon équilibre économique (les aides du Fonds Chaleur de l'ADEME ne sont attribuées que pour une densité supérieure à 1,5 MWh/m).

Les densités thermiques sont calculées selon les hypothèses de consommations et les hypothèses de longueur de réseau primaire (0,8*longueur de voirie dans les zones peu denses et 0,6*longueur de voirie dans les zones denses). Il conviendra de préciser ces hypothèses dans une étude spécifique si la solution du réseau de chaleur était envisagée.

La procédure de classement des réseaux de chaleur créée par la loi n°80531 du 15/07/1980 permet de définir un périmètre de développement prioritaire et la possibilité d'instaurer une obligation de raccordement. Cela permet de dimensionner les sources de production d'énergie et d'assurer un retour sur investissement pour le gestionnaire du réseau. En effet, même s'il est possible de faire évoluer la puissance au fur et à mesure des besoins en rajoutant des générateurs, il est préférable d'anticiper la puissance totale, et de prévoir la place et les accès nécessaires dès le démarrage du projet.

Par ailleurs, les systèmes énergétiques des bâtiments doivent être compatibles avec les caractéristiques du réseau (basse température, haute température, appoint ou non pour l'ECS...). Les promoteurs et constructeurs doivent donc être informés le plus en amont possible des caractéristiques à prendre en compte.

La source de production énergétique centralisée nécessite un emplacement réservé. Elle peut être intégrée dans un bâtiment ou dans un ouvrage indépendant spécialement dédié (obligatoire à partir d'une puissance de production énergétique de 20 MW).

3.2.8.2 Potentialités

Selon l'état des lieux des réseaux de chaleur dans le Centre-Val de Loire réalisé par le CEREMA en 2018, un réseau de chaleur est recensé dans la commune de Saint-Jean-de-Braye, à proximité de la commune de Marigny-les-Usages.

Dans la commune d'Orléans, deux réseaux de chaleur sont équipés d'unités de cogénération de biomasse (quartier Centre-ville et Nord et SOCOS). La commune de Fleury-les-Aubrais est également équipée d'un réseau de chaleur associé à la chaudière biomasse.

Ces réseaux de chaleur sont relativement éloignés des secteurs Arrachis et Pistole. Les réseaux de chaleur sont plutôt destinés à alimenter les réseaux immobiliers densément peuplés (logements collectifs, lycée, hôpitaux) et ne semblent donc pas pertinents pour les secteurs concernés.

3.3 Bilan des potentialités énergétiques du site

Le bilan des potentialités énergétiques du site est présenté dans le tableau suivant.

Tableau 3 : Bilan des potentialités énergétiques du site

Sources EnR (cf. article L.211-2 du Code de l'Énergie)	Commentaires	DIAGNOSTIC		
		Atouts	Contraintes	Conclusion
Energie éolienne	Solution décentralisée	Fort potentiel local	Densité urbaine du territoire et les impératifs de préservation des paysages	Non envisageable A l'échelle du projet
Energie solaire	Solution centralisée	Potentiel solaire suffisant. Les surfaces en toiture sont disponibles.	-	Envisageable
Energie géothermique	Solution décentralisée	-	-	Non envisageable A l'échelle du projet
Energie ambiante Aérothermie	Solution centralisée	Présence d'un gisement suffisant	-	Envisageable
Energie marine	Solution décentralisée	-	Absence de gisement	Non envisageable A l'échelle du projet
Energie hydroélectrique	Solution décentralisée	-	Absence de gisement suffisant	Non envisageable A l'échelle du projet
Energies de récupération 1. Bois-énergie 2. Méthanisation	1. Solution mixte	1. Filière en cours de développement et potentialités	1. La ZAC n'émettra pas de volumes de déchets verts suffisants pour être énergétiquement valorisés	1. Non envisageable A l'échelle du projet
	2. Solution décentralisée	2. Présence d'une centrale biogaz dans le périmètre	2. Une unité de méthanisation est déjà présente dans le secteur Pistole de la ZAC 3 du PTOC	2. Déjà présent dans le secteur Pistole
Réseau de chaleur	Solution à mutualiser	Un réseau de chaleur est présent dans la commune de Saint-Jean-de-Braye	-	Non-envisageable

4. PRECONISATION DE DEVELOPPEMENT DES ENR A L'ECHELLE DES SECTEURS ARRACHIS ET PISTOLE DE LA ZAC 3 DU PTOC

La nature et l'avancement des projets de la ZAC ne sont pas suffisamment avancés pour pouvoir déterminer et détailler les usages énergétiques et leurs conséquences financières et climatiques.

De fait, seules des pistes urbanistiques sont présentées, s'appuyant sur le bilan des potentialités énergétiques.

Dans le cadre de l'étude d'impact et avec les différents enjeux environnementaux décelés, nous avons pris l'hypothèse que les secteurs Arrachis et Pistole bénéficieront de 18,2527 ha de surfaces constructibles. Sur celles-ci, nous estimons que 50% sera occupé par des bâtiments soit 9,1264 hectares de logistique. Selon une étude réalisée par l'ADEME, la consommation d'énergie moyenne des entrepôts logistiques en France est de 135 kWh/an/m². Nous prenons également l'hypothèse qu'un panneau photovoltaïque recouvre une superficie de 1,70 m² et possède une puissance de 150Wc/m².

Tableau 4 : Estimation des consommations énergétiques

Estimation des consommations				
Surfaces	Parcelles (m ²)	Bâtiments (m ²)	Consos kwh/m ²	Conso totale (kwh/an)
Logistique	182 527	91 264	135	12 320 640

Le territoire d'Orléans Métropole bénéficie d'un bon potentiel solaire permettant ainsi de développer cette énergie.

L'objectif sera d'accompagner le développement du parc photovoltaïque avec l'installation de panneaux photovoltaïque en toiture dès que possible ainsi qu'en ombrières.

Également, le développement de cette énergie pourra s'accompagner d'une modification du PLUi intégrant des prescriptions quant à une surface minimale ou proportion de couverture de panneaux photovoltaïque.

À savoir que la loi dite « Climat et Résilience » du 8 novembre 2019 avait introduit des obligations de solarisation (c'est-à-dire l'installation de panneaux ou ombrières photovoltaïques) ou de végétalisation pour certaines constructions neuves de plus de 1 000 m².

Plus récemment, la loi n° 2023-175 du 10 mars 2023, relative à l'accélération de la production d'énergies renouvelables, est venue renforcer cette dernière loi avec un abaissement du seuil d'assujettissement, basé sur l'emprise au sol, et une extension à certaines constructions.

Ainsi, depuis le 1^{er} juillet 2023 il existe une obligation de panneaux photovoltaïques avec un taux de couverture minimal de 30% de la surface du bâtiment nouvellement construit ou lourdement rénové, pour :

- Les nouveaux bâtiments à usage commercial, artisanal, industriel, les entrepôts et hangars de plus de 500 m² d'emprise au sol ;
- Les nouveaux bâtiments de bureaux de plus de 1 000 m² d'emprise au sol ;

- Les nouveaux parkings couverts et ouverts au public de plus de 500 m² d'emprise au sol.

Estimation des consommations				Photovoltaïque	
Parcelles (m ²)	Bâtiments (m ²)	Consos kwh/m ²	Conso totale (kwh/an)	% de couverture PV	Panneaux solaire (m ²)
182 257	91 264	135	12 320 640	30 %	27 379
182 257	91 264	135	12 320 640	50 %	45 632
182 257	91 264	135	12 320 640	75 %	68 448

En ce sens, 27 379 m² minimum de panneaux photovoltaïques seraient à terme posés dans les secteurs Arrachis et Pistole de la ZAC 3 du PTOC (aménagements projetés) selon l'hypothèse développée. Si l'on prend l'hypothèse d'une puissance crête installée de 150 Wc/m², il est donc possible d'obtenir un parc de 4 107 kWc.

Le potentiel de production d'électricité est donc de 4 518,7 MWh par an, soit 2 037,4 tonnes de CO₂ évitées.