

## La technologie éolienne

---

Technologie la plus mature avec le photovoltaïque, l'éolien permet la conversion de l'énergie cinétique du vent en énergie électrique. Les pales de l'éolienne captent l'énergie cinétique pour la transformer en énergie mécanique via un rotor puis en énergie électrique grâce à une génératrice.

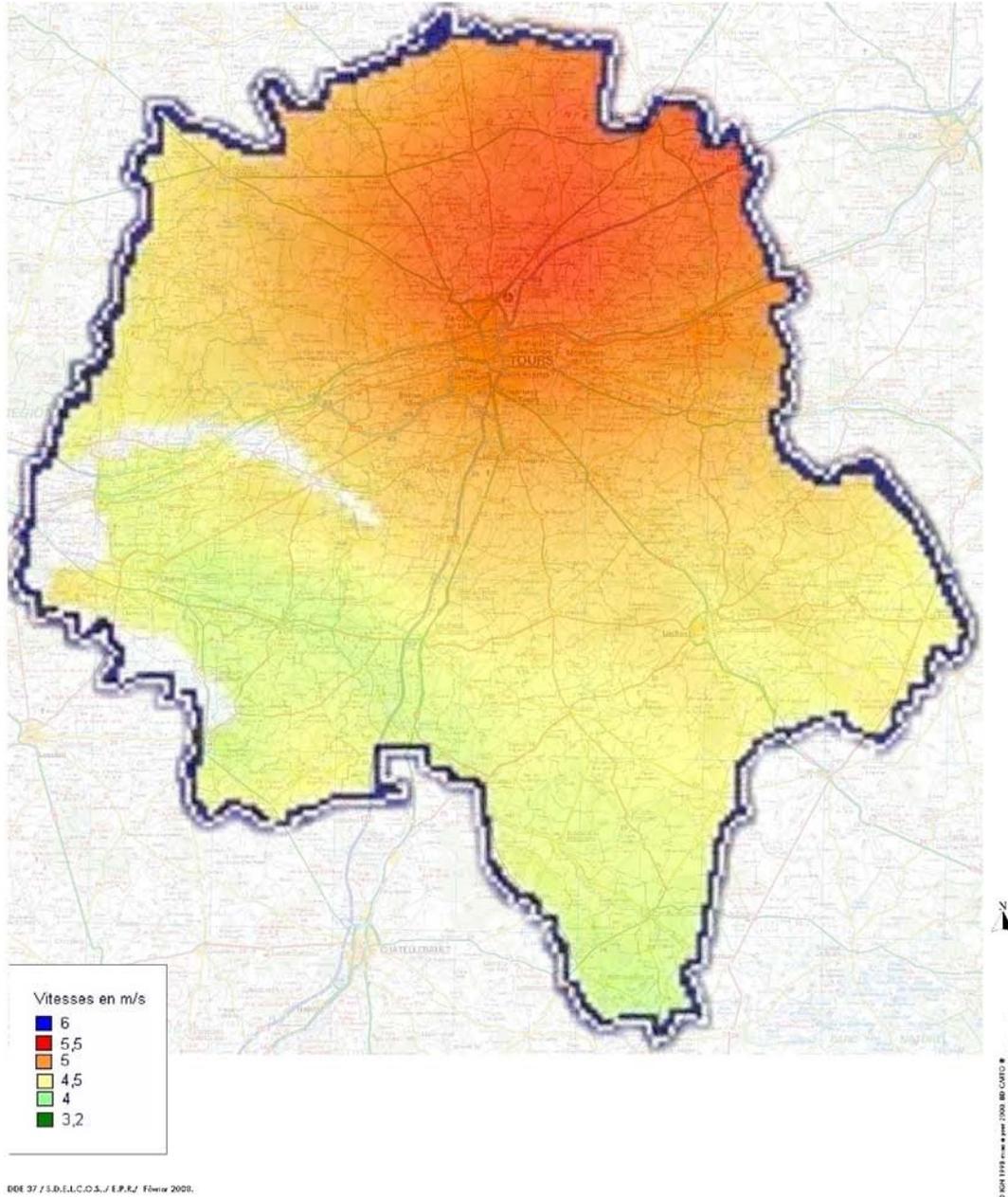
On estime le rendement de cette technologie compris entre 35 et 45% (part de l'énergie primaire cinétique convertie en énergie secondaire électrique) pour des machines dont le fonctionnement se fait pour des vitesses de vent comprises entre 5 et 90 km/h. Les machines les plus répandues sont à axe vertical à 3 pales, avec rotor à vitesse variable. La taille de leurs masts varie entre 45 et 115 mètres pour des puissances pouvant aller jusqu'à 3 MW.

La technologie éolienne est aujourd'hui absente du territoire d'Indre-et-Loire, pourtant le schéma éolien départemental réalisé en 2009 met en avant un potentiel éolien existant et non exploité. Comme le montre la carte n°11 ci-après, issue de ce document, la quasi-totalité du territoire départemental connaît des vents dont la vitesse moyenne à 80 mètres de hauteur est supérieure à 4 m/s, soit la vitesse minimale requise pour qu'une éolienne fonctionne. De plus il faut préciser que des mesures sur site réalisées par l'ADEME à 50 mètres de hauteur ont démontré que ce potentiel était largement sous-évalué. La puissance d'une éolienne évoluant comme le cube de la vitesse du vent, ce facteur est primordial dans le choix du site d'un futur parc éolien.

## Les Zones de Développement de l'Eolien en Indre-et-Loire

### Potentiel éolien

( Cartographie des vitesses moyennes à 80 mètres )



Carte 11 : potentiel éolien en Indre-et-Loire

## Le Schéma Régional Éolien

Comme préconisé par l'article 68 de la loi Grenelle II, depuis janvier 2010 les régions ont le devoir de co-élaborer avec l'Etat le Schéma Régional Climat Air Énergie (SRCAE). Ce document doit faire un état des lieux régional ainsi qu'un bilan énergétique dans le but de définir des objectifs et des orientations aux horizons 2020 et 2050 en termes de :

- Développement des énergies renouvelables
- Maîtrise des consommations énergétiques
- Réduction des émissions de gaz à effet de serre
- Réduction des émissions de polluants atmosphériques
- Évaluation des potentiels d'économie d'énergie

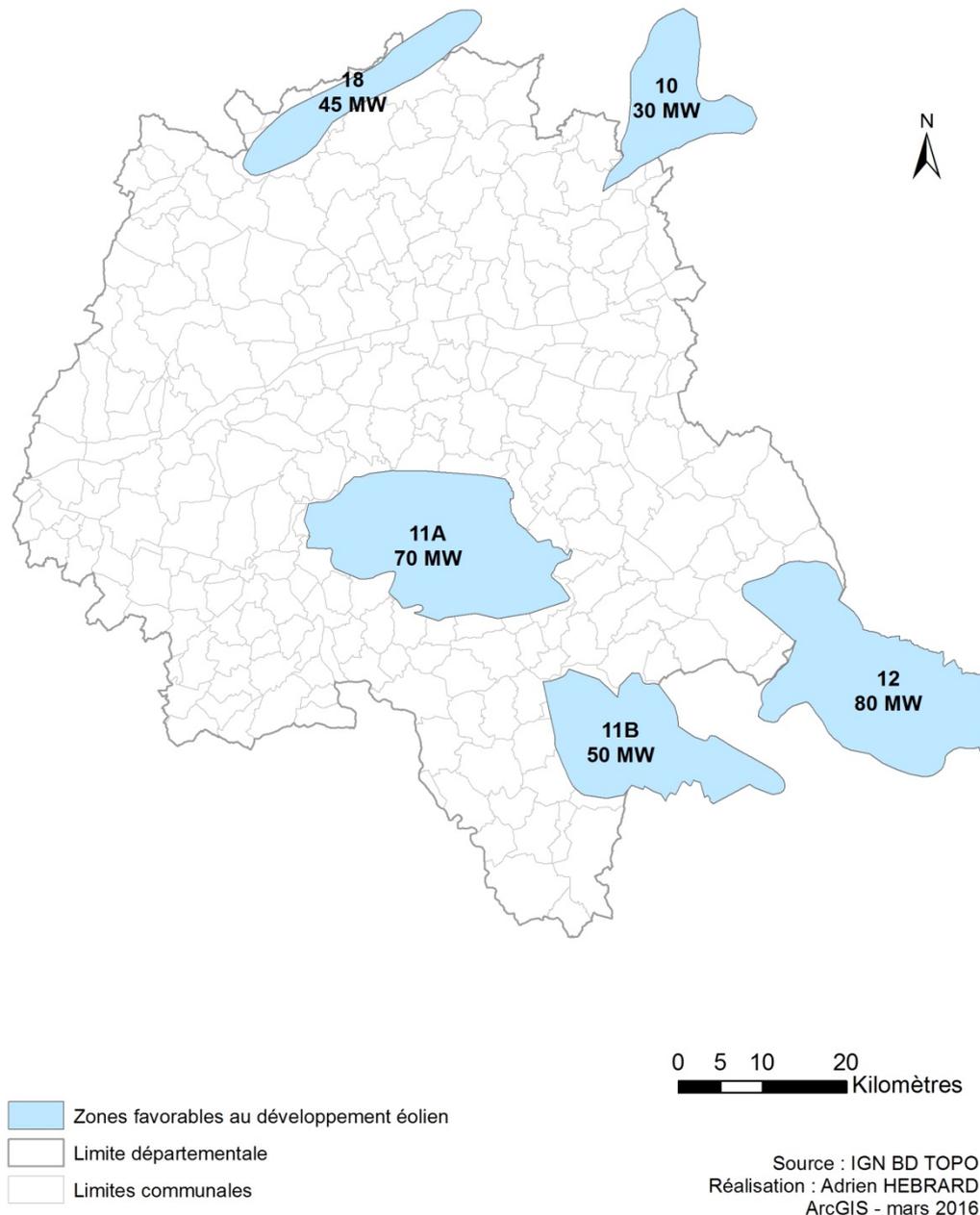
Annexe du SRCAE, le SRE, Schéma Régional Éolien, est lui aussi rendu obligatoire. Il définit, en tenant compte de diverses contraintes et facteurs des Zones Favorables au développement Éolien, ou ZFE. Ce schéma est aujourd'hui le document de référence en termes de développement éolien. Depuis la suppression des ZDE et du seuil minimal des 5 mats par la loi Brottes du 15 avril 2013, ce sont les ZFE qui définissent les zones susceptibles d'accueillir de nouveaux parcs éoliens. Ces zones bénéficient notamment du tarif de rachat de l'électricité éolienne par EDF.

Bien qu'aucun parc éolien ne soit aujourd'hui présent sur le territoire départemental, la région centre a défini sur celui-ci, à travers son Schéma Régional Éolien, cinq zones favorables au développement éolien regroupant ensemble un potentiel de raccordement de **275 MW**. Cette puissance raccordable est définie en fonction des schémas régionaux de raccordement au réseau des énergies renouvelables (S3REnR). Une puissance raccordable est définie pour chaque poste source, elle correspond à la puissance maximale dédiée aux énergies renouvelables qui peut être raccordée sur chacun d'entre eux.

L'élaboration de ce document témoigne de la volonté de la région centre d'œuvrer en faveur du développement de l'éolien sur son territoire. Bien que l'Indre-et-Loire ne soit pas le département à la puissance raccordable la plus importante, il dispose néanmoins de cinq zones favorables et donc d'un potentiel de production d'énergie renouvelable conséquent et encore inexploité.

Nous étudierons donc le potentiel de production en énergie renouvelable de chacune des cinq ZFE présentes sur le territoire départemental en tenant compte des diverses contraintes réglementaires, environnementales et techniques s'appliquant à la technologie éolienne.

## ZONES FAVORABLES AU DÉVELOPPEMENT ÉOLIEN ET PUISSANCES RACCORDABLES DU DÉPARTEMENT D'INDRE-ET-LOIRE



Carte 12 : zones favorables au développement éolien et puissances raccordables en Indre-et-Loire

## **Le jeu de contraintes à prendre en compte**

Tout comme pour la technologie photovoltaïque, plusieurs contraintes réglementent la construction de parcs éoliens. Nous procéderons de la même manière, en dégradant la ressource (ZFE) pour aboutir aux zones susceptibles d'accueillir des parcs éoliens.

### **Les contraintes physiques :**

➤ *La vitesse des vents :*

La technologie éolienne transforme l'énergie cinétique du vent en énergie électrique, la vitesse des vents soufflants sur une zone est donc le critère primordial à son éligibilité. Nous conserverons uniquement les zones où les vents soufflent en moyenne à plus de 4 mètres par seconde. Ce critère étant préalablement considéré pour définir les zones favorables au développement éolien présentées au sein du SRE, nous n'aborderons pas à nouveau ce dernier dans cette étude.

### **Les contraintes réglementaires :**

➤ *L'éloignement du bâti résidentiel :*

Il est indispensable de tenir compte de la contrainte principale définissant les zones éligibles au développement éolien : un périmètre de 500 mètres autour du bâti résidentiel. Cette distance a été instaurée dans le but de préserver les riverains des nuisances sonores que peuvent engendrer la présence d'éoliennes.

➤ *Préservation du patrimoine architectural :*

Comme pour la technologie photovoltaïque, nous excluons l'ensemble des parcelles situées au sein des zones de préservation du patrimoine architectural : ZPPAUP, AVAP et périmètre des 500 mètres autour des monuments inscrits ou classés.

➤ *Préservation du patrimoine environnemental :*

Nous excluons également l'ensemble des parcelles situées au sein des zonages de protection du patrimoine environnemental du département. Comme l'illustre la carte n°6, nous tiendrons compte des aires de protection biotope, des ZNIEFF de types 1 et 2, des différentes zones NATURA 2000, des sites inscrits et classés, du zonage UNESCO du Val de Loire ainsi que du Parc Naturel Régional Loire-Anjou-Touraine.

### **Les contraintes techniques :**

➤ *L'éloignement des postes sources :*

Afin de limiter le coût du raccordement au réseau électrique et ainsi de s'assurer de la rentabilité des potentiels futurs parcs, nous excluons l'ensemble des zones situées à plus de 10 km des postes sources du territoire.

➤ *L'éloignement des lignes électriques :*

Les éoliennes étant des installations pouvant dépasser les 100 mètres de hauteur, il est nécessaire de tenir compte de la distance du réseau électrique afin d'éviter une potentielle dégradation de ce dernier en cas d'accident. Il est admis, dans ce but, qu'une distance de 200 mètres doit être respectée entre les éoliennes et les lignes électriques, nous excluons donc l'ensemble des zones ne respectant pas cette condition.

➤ *La nature de la parcelle :*

Les éoliennes captant l'énergie cinétique du vent à des hauteurs comprises entre 80 et 110 mètres, elles ne requièrent pas de grandes surfaces au sol pour fonctionner. En effet seuls leurs mâts consomment de la surface au sol avec une emprise d'environ 100 m<sup>2</sup>, dont la seule utilité est le soutien de la nacelle et des pales installées à son sommet. Ainsi, on peut affirmer que le développement de la technologie éolienne n'engendre pas de réel conflit d'intérêt avec l'agriculture, un exploitant pourra continuer d'exploiter ses terres malgré la présence d'éoliennes sur celles-ci. Il gagnera in fine plus d'argent en dédiant cette surface à la production éolienne (via un bail) plutôt qu'en l'exploitant.

L'ensemble de ces contraintes seront donc considérées pour définir, au sein des ZFE préalablement exposées par le SRE, les zones susceptibles d'accueillir des parcs éoliens. Nous dimensionnerons ensuite, comme expliqué dans la méthodologie qui suit, les potentiels parcs pouvant voir le jour au sein de ces zones et estimerons leurs productions annuelles.

## Dimensionnement des parcs :

Lors de l'installation d'éoliennes au sein d'un parc, certaines distances doivent être respectées pour permettre à la masse d'air de se rétablir entre deux passages à travers les pales. Ainsi on considère qu'une distance d'environ cinq fois le diamètre des pales doit séparer les éoliennes dans la direction dans laquelle souffle le vent et qu'une distance de trois fois le diamètre est nécessaire dans la direction perpendiculaire. Ce sont ces deux contraintes qui déterminent l'organisation d'un parc d'éoliennes.

Détermination de l'emprise utile d'une éolienne :

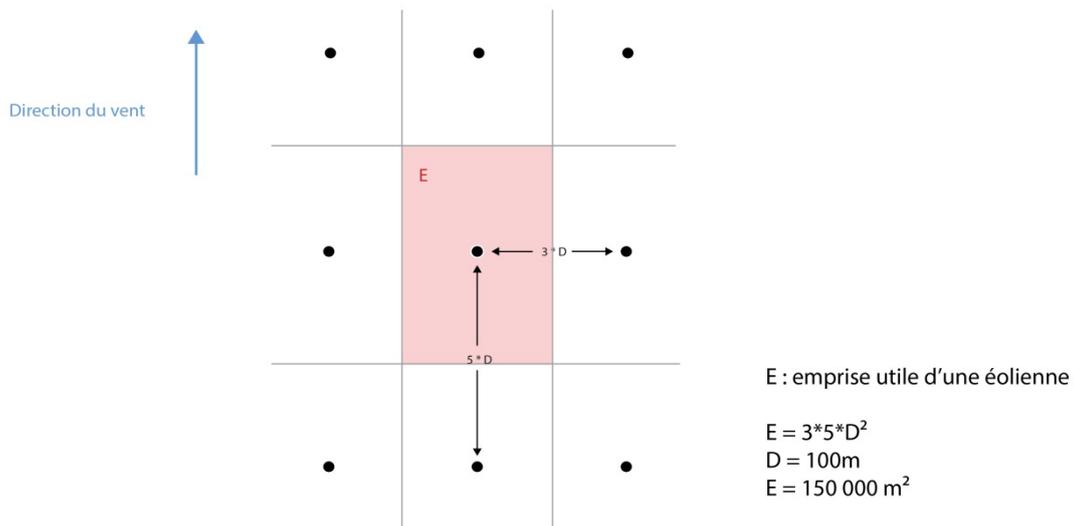
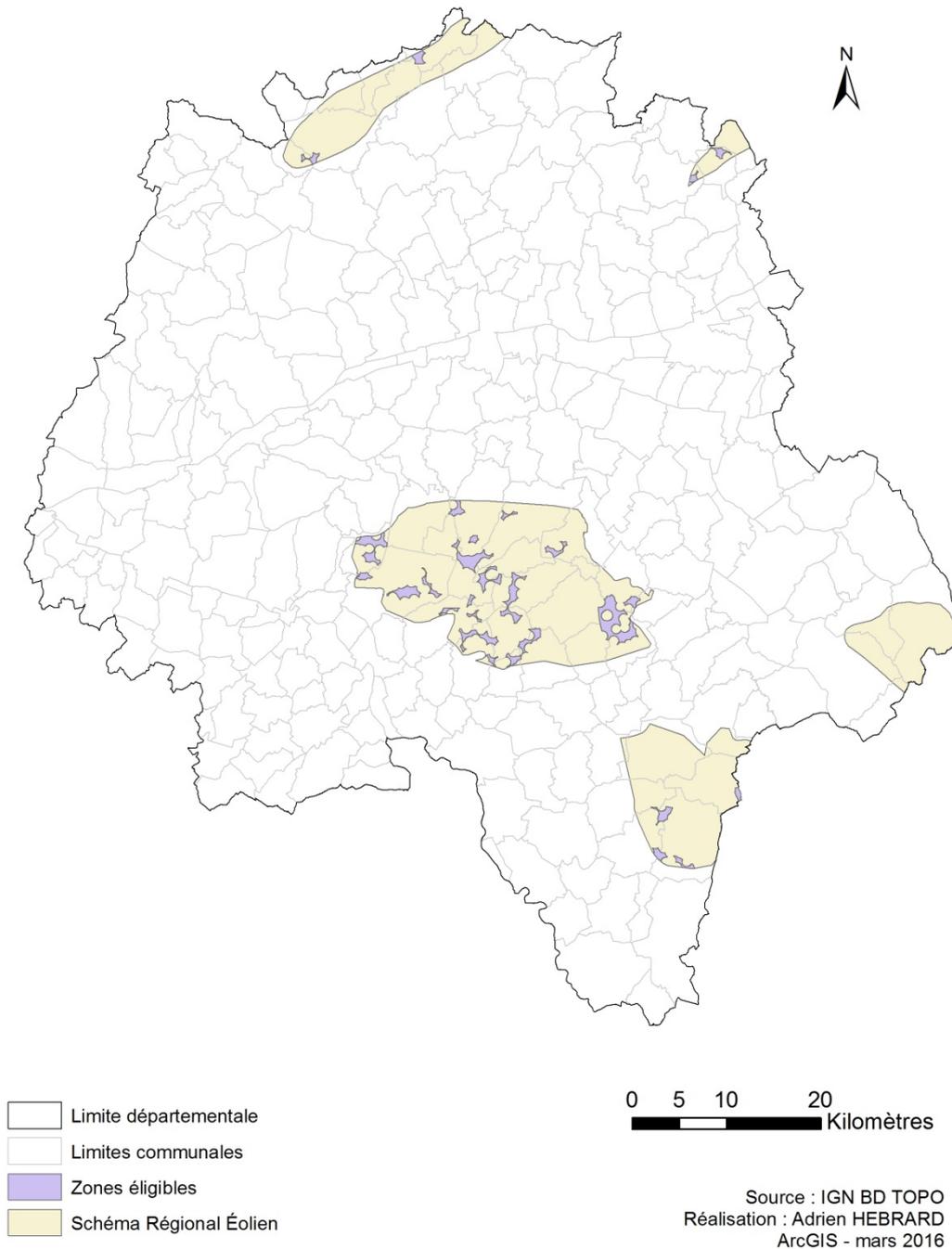


Figure 5: emprise utile d'une éolienne

Ayant spécifié l'emprise utile d'une éolienne qui est d'environ  $150\,000\text{m}^2$  pour un diamètre de  $100\text{m}$ , il nous est possible de déterminer, pour chaque zone exploitable, le nombre de mâts installables. Nous ne conserverons que les zones permettant l'accueil d'au moins trois éoliennes. Les investisseurs s'intéressant avant tout à l'aspect rentable d'un projet, nous admettrons qu'ils ne se lanceront pas dans des projets comptant moins de trois mâts.

## ZONES ELIGIBLES A L'INSTALLATION DE PARCS ÉOLIENS EN INDRE-ET-LOIRE



Carte 13 : zones éligibles à l'installation de parcs éoliens en Indre-et-Loire

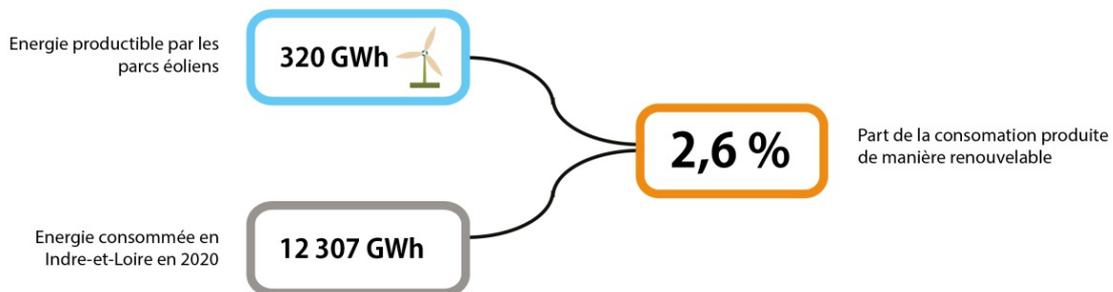
Une fois l'analyse de l'ensemble des contraintes citées précédemment effectuée, il ressort des ZFE proposées par le schéma régional éolien 27 zones effectivement susceptibles d'accueillir de futurs parcs éoliens. Il est notable que la prise en compte de la contrainte de l'éloignement des postes sources a engendré l'exclusion totale de la ZFE n°12, du moins sur le territoire d'Indre-et-Loire.

**Répartition des zones éligibles :**

Code ZFE	Nombre de zones éligibles	Nombre de mâts installables	Puissance installable (MW)	Production estimée (GWh)
10	2	10	30	49,9
11A	19	243	70	116,5
11B	4	26	50	83,2
18	2	14	42	69,9
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>293</b>	<b>192</b>	<b>320</b>

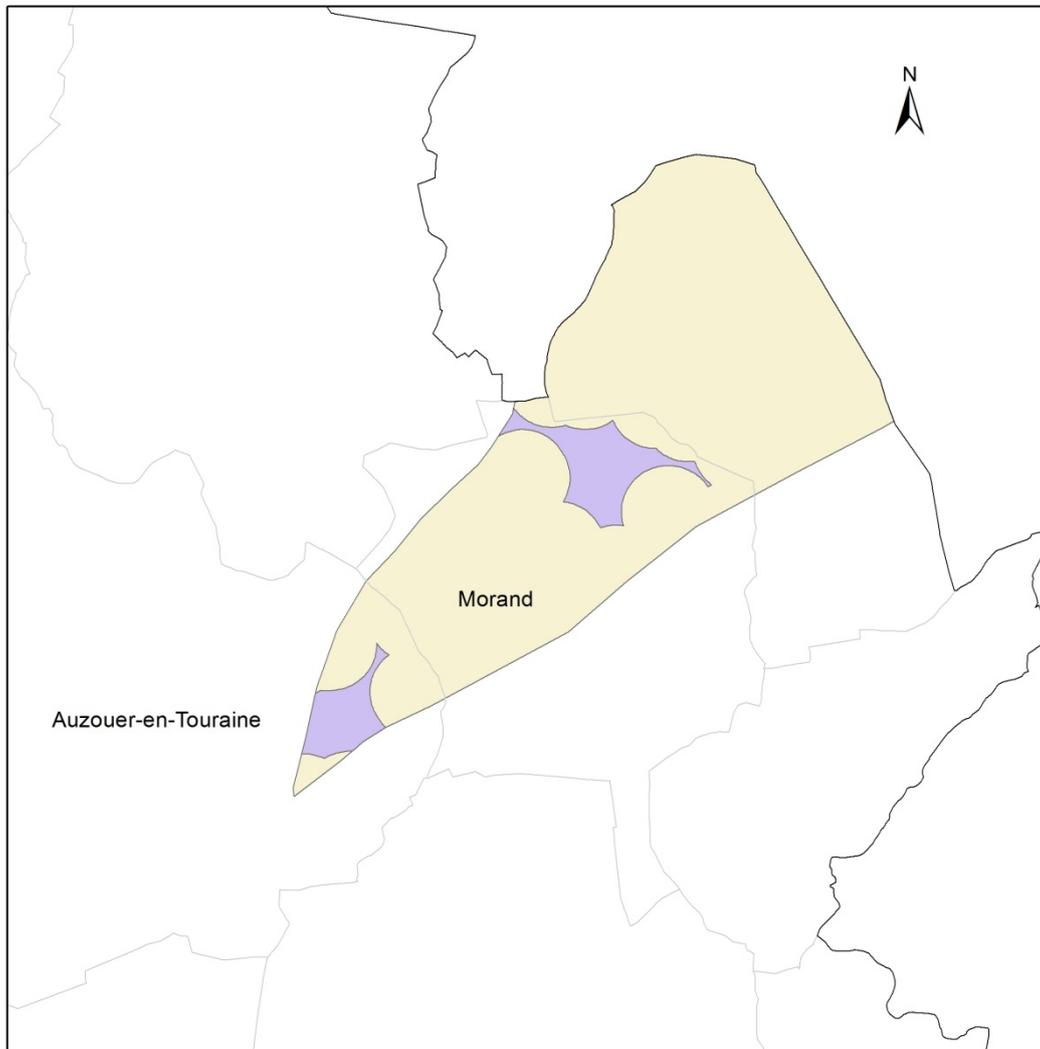
L'estimation de la production s'est faite grâce aux facteurs de charges moyens par département présentés par RTE au sein de son bilan électrique 2014. Celui-ci est de 24% pour la région Centre et estimé à 19% pour le département d'Indre-et-Loire. Il équivaut à la part du temps annuel durant laquelle une éolienne devrait fonctionner à plein régime pour produire la quantité d'énergie électrique qu'elle a effectivement produit sur l'année. En réalité, une éolienne ne fonctionne pas en permanence à plein régime. Cette valeur théorique permet l'estimation de la production de ce type d'équipement. Malgré le nombre important de mâts installables sur les ZFE 11A et 11B, la puissance totale ne peut dépasser la capacité de raccordement dédiée aux énergies renouvelables des postes sources. Ceci explique les puissances moindre de ces deux zones comparées aux nombre d'éoliennes qu'elles pourraient accueillir.

Ainsi, le développement de la technologie éolienne sur le département d'Indre-et-Loire permettrait la production de **320 GWh** annuels, soit 2,6% de l'énergie qui sera consommée sur le territoire en 2020, si l'objectif de baisse de la consommation est atteint.



Le secteur le plus intéressant est celui de la ZFE 18. Bien qu'elle ne propose que deux parcs potentiels, c'est elle qui connaît les vents les plus forts et donc la production potentielle annuelle la plus importante.

## ZFE 10 : ZONES ÉLIGIBLES À L'INSTALLATION DE PARCS ÉOLIENS



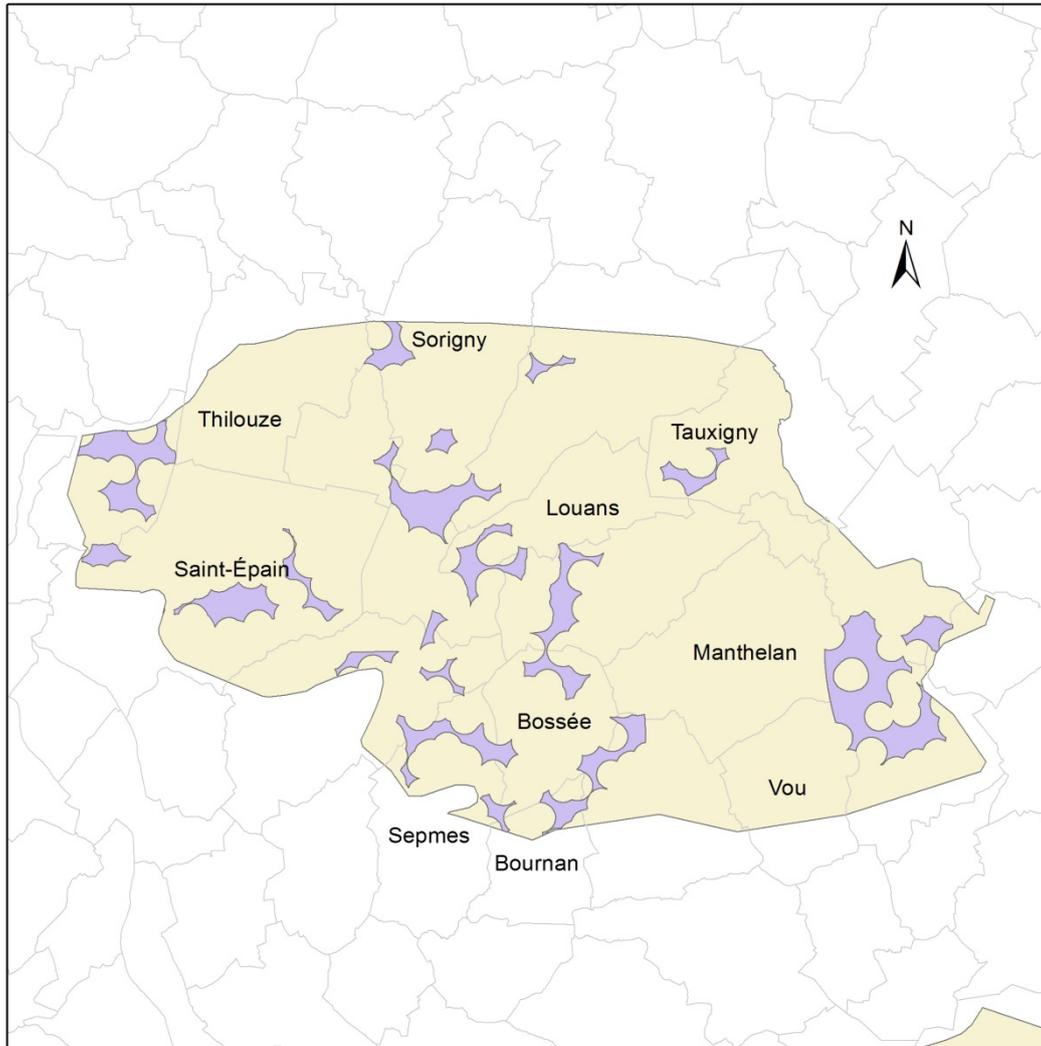
-  Limite départementale
-  Limites communales
-  Zones éligibles
-  Schéma Régional Éolien

0 0,5 1 2  
Kilomètres

Source : IGN BD TOPO  
Réalisation : Adrien HEBRARD  
ArcGIS - mars 2016

Carte 14 : zones éligibles au sein de la ZFE 10

## ZFE 11A : ZONES ÉLIGIBLES À L'INSTALLATION DE PARCS ÉOLIENS



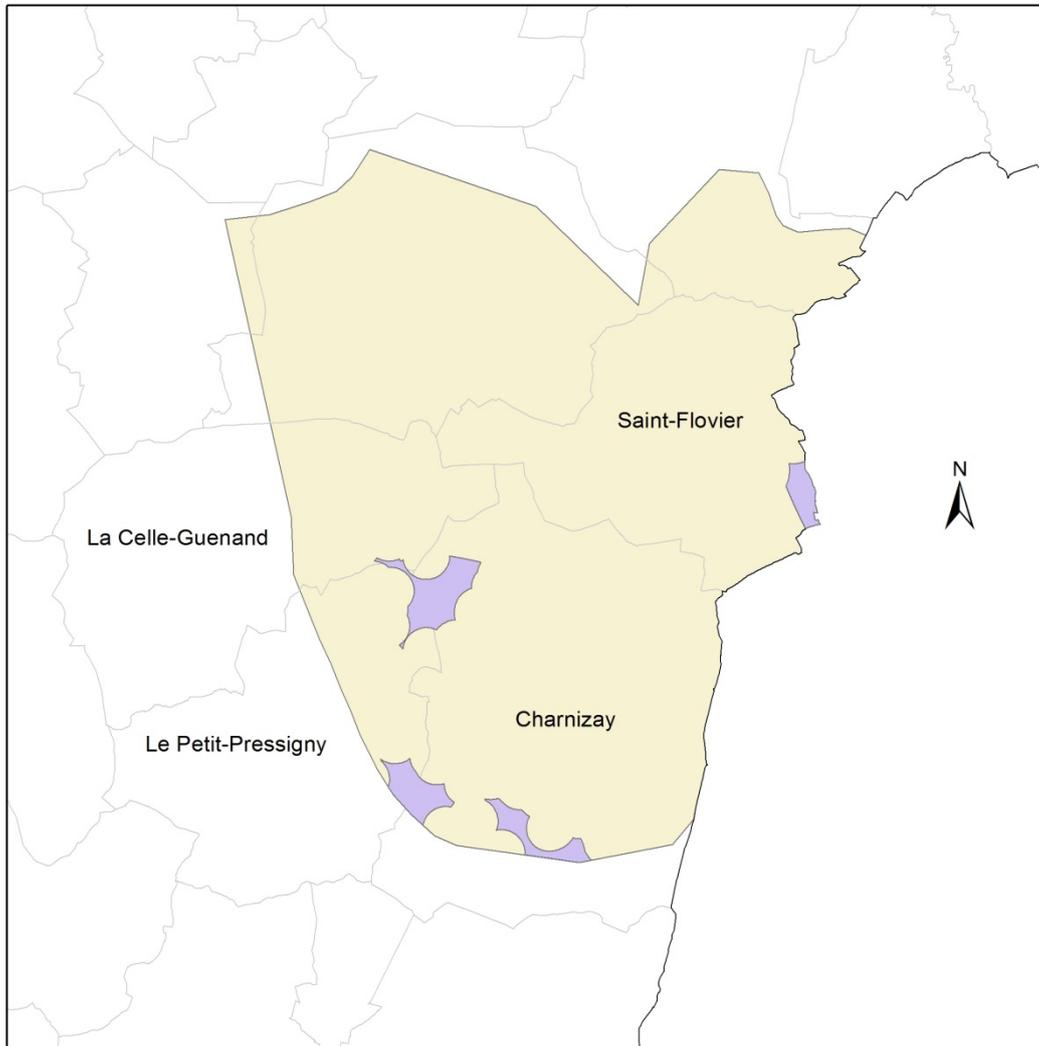
-  Limite départementale
-  Limites communales
-  Zones éligibles
-  Schéma Régional Éolien

0 2 4 8  
Kilomètres

Source : IGN BD TOPO  
Réalisation : Adrien HEBRARD  
ArcGIS - mars 2016

Carte 15 : zones éligibles au sein de la ZFE 11A

## ZFE 11B : ZONES ÉLIGIBLES À L'INSTALLATION DE PARCS ÉOLIENS



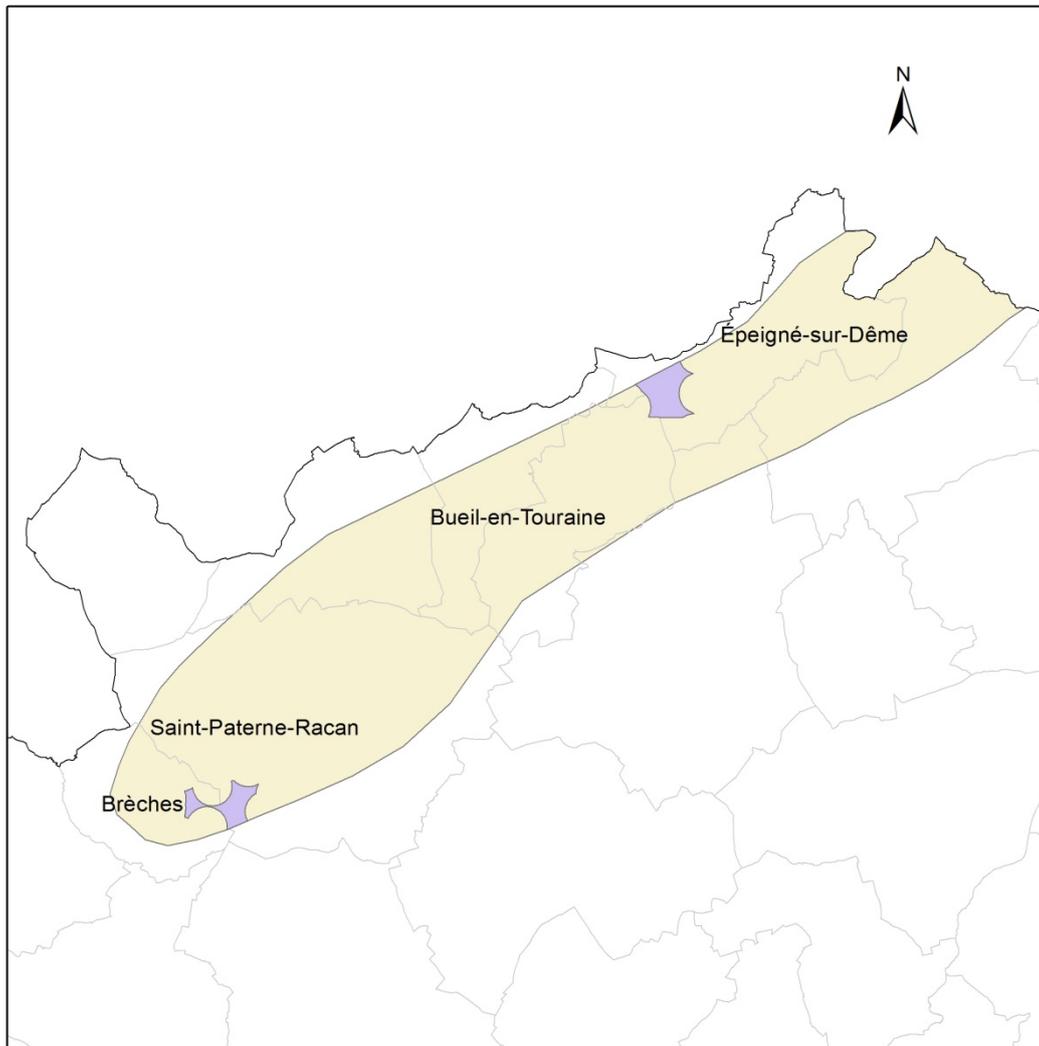
-  Limite départementale
-  Limites communales
-  Zones éligibles
-  Schéma Régional Éolien

0 1 2 4  
Kilomètres

Source : IGN BD TOPO  
Réalisation : Adrien HEBRARD  
ArcGIS - mars 2016

Carte 16 : zones éligibles au sein de la ZFE 11B

## ZFE 18 : ZONES ÉLIGIBLES À L'INSTALLATION DE PARCS ÉOLIENS



-  Limite départementale
-  Limites communales
-  Zones éligibles
-  Schéma Régional Éolien

0 1,25 2,5 5  
Kilomètres

Source : IGN BD TOPO  
Réalisation : Adrien HEBRARD  
ArcGIS - mars 2016

Carte 17 : zones éligibles au sein de la ZFE 18

## La méthanisation

Processus naturel biologique, la méthanisation (ou digestion anaérobie) permet la dégradation de la matière organique en absence d'oxygène grâce à une activité microbienne. On retrouve ce phénomène dans la nature, notamment dans des milieux tels que le fumier, les systèmes digestifs des bovins, les rizières, lacs, toundra ou tous milieux naturels contenant de la matière organique en absence d'oxygène. Ce processus permet la production d'un biogaz, composé gazeux dont la teneur en méthane varie entre 50 et 70% du volume total. C'est ce gaz qui sera par la suite valorisé dans une unité de méthanisation. Il se constitue également de gaz secondaires tels que la vapeur d'eau ou le dioxyde de carbone.

Une unité de méthanisation exploite donc ce processus naturel pour produire de l'énergie thermique, électrique, ou les deux dans le cadre d'unité de cogénération. On distingue de nombreux types d'unités en fonction des déchets traités et du type d'approvisionnement :

- À la ferme
- Collectif (à la ferme + autres déchets extérieurs)
- Centralisé (déchets de tous types)
- STEP (boue de stations d'épuration des eaux)
- Industries Agro-Alimentaires (IAA)
- Unité traitant des biodéchets
- Unité traitant des déchets ménagers
- Installation de stockage de déchets non dangereux

Le fonctionnement général est similaire d'un type d'unité à l'autre : d'un côté rentre de la matière organique et de l'autre ressortent du biogaz et du substrat qui pourra être réutilisé. La particularité de ce type d'installation réside dans le caractère permanent de son régime de fonctionnement. Contrairement aux technologies photovoltaïque, éolienne ou hydraulique, intermittentes car exploitant une ressource à la disponibilité variable, une unité de méthanisation fonctionne, elle, en permanence. En cas de non approvisionnement du digesteur, lieu où se passe la digestion, les bactéries responsables du processus physico-chimique périssent et stoppent donc la production du biogaz. Ce genre d'incident peut engendrer 6 mois d'inactivité, temps nécessaire à la relance de l'activité microbienne interne.

Cette particularité rend obligatoire la mise en place d'un plan d'approvisionnement complet et précis visant à assurer l'approvisionnement continu et le stockage de la matière première. Celui-ci devra tenir compte de l'abondance de la ressource, de son potentiel méthanogène et de sa temporalité.

Une autre particularité de ce type de production d'énergie renouvelable réside dans le fait que la ressource n'est pas unique ni localisable. Contrairement aux éoliennes qui s'implantent sur les lieux connaissant des vents forts et fréquents, ici c'est la ressource qui vient à l'installation, et non l'inverse. Une installation à la ferme bénéficiera de l'ensemble du fumier produit par le bétail, collecté, stocké et déplacé par l'exploitant. Elle pourra même bénéficier d'intrants externes à l'exploitation.

## **Valorisation du biogaz**

Le biogaz ainsi produit peut ensuite être valorisé via divers débouchés :

- Le plus commun est la production de chaleur. Il suffit de brûler le biogaz pour produire de la chaleur qui pourra ensuite être utilisée dans un système de chauffage local ou même au sein d'un réseau de chaleur.
- Seconde valorisation possible, la cogénération permet, comme son nom l'indique, de générer de la chaleur et de l'électricité. La chaleur produite sera utilisée dans un système de refroidissement qui produira de l'électricité. La chaleur résiduelle pourra être réutilisée.
- Débouché possible pour les grosses unités de production, le biogaz peut, après traitement (déshumidification), être injecté dans le réseau de gaz de ville (méthane). L'installation doit être située à proximité d'une canalisation de gaz pour limiter les coûts de raccordement.
- Enfin, le biogaz peut aussi être traité pour être utilisable par les véhicules au gaz. Ceci peut servir à l'alimentation en carburant d'une flotte captive de véhicules par exemple.

L'étude des débouchés du biogaz qui sera produit est tout aussi importante que la définition du plan d'approvisionnement. A moins que l'unité soit raccordée à un réseau, de chaleur ou électrique, il est capital de mettre en avant dès les prémices du projet les moyens qui devront être mis en place pour assurer la distribution de l'énergie produite.

## **Projets existants et en cours de développement**

D'après le Service de l'Observation et des Statistiques du ministère de l'environnement, on recense aujourd'hui cinq unités de méthanisation sur le département d'Indre-et-Loire pour une puissance totale de 3 MW. Consciente du potentiel de production que représente le milieu agricole, EnerSIEIL s'est déjà positionnée sur cette technologie en prenant part à trois projets de méthanisation en cours de développement. La société porteuse des projets de production d'énergie renouvelable du SIEIL a pris des parts dans la création de deux SAS de méthanisation : La SAS Descartes Biomasse Investissement qui vise la création d'une centrale de cogénération et la SAS BRE méthanisation, projet de méthanisation à la ferme.

De plus EnerSIEIL a commandé une étude visant l'émergence d'un projet de production de biogaz à la ferme, en collaboration avec la société CANOPY, rassemblant un groupement d'agriculteurs et dont le débouché serait soit la réinjection du gaz produit dans le réseau d'ENGIE (GDF SUEZ), soit la production d'électricité (cogénération), soit les micro-réseaux développés par le SIEIL et exploités par SOREGIES.

## La ressource

Comme spécifié auparavant, la ressource pouvant servir à la méthanisation est diverse et aux caractéristiques variées. Il s'agit, d'une manière globale, de l'ensemble de la matière pouvant donner naissance au phénomène de dégradation microbienne qu'est la méthanisation. On retrouve principalement sur un territoire l'ensemble des déchets agricoles (fumier, lisier et restes de cultures), les boues d'épuration, les pelouses et déchets verts ainsi que les déchets industriels biologiques.

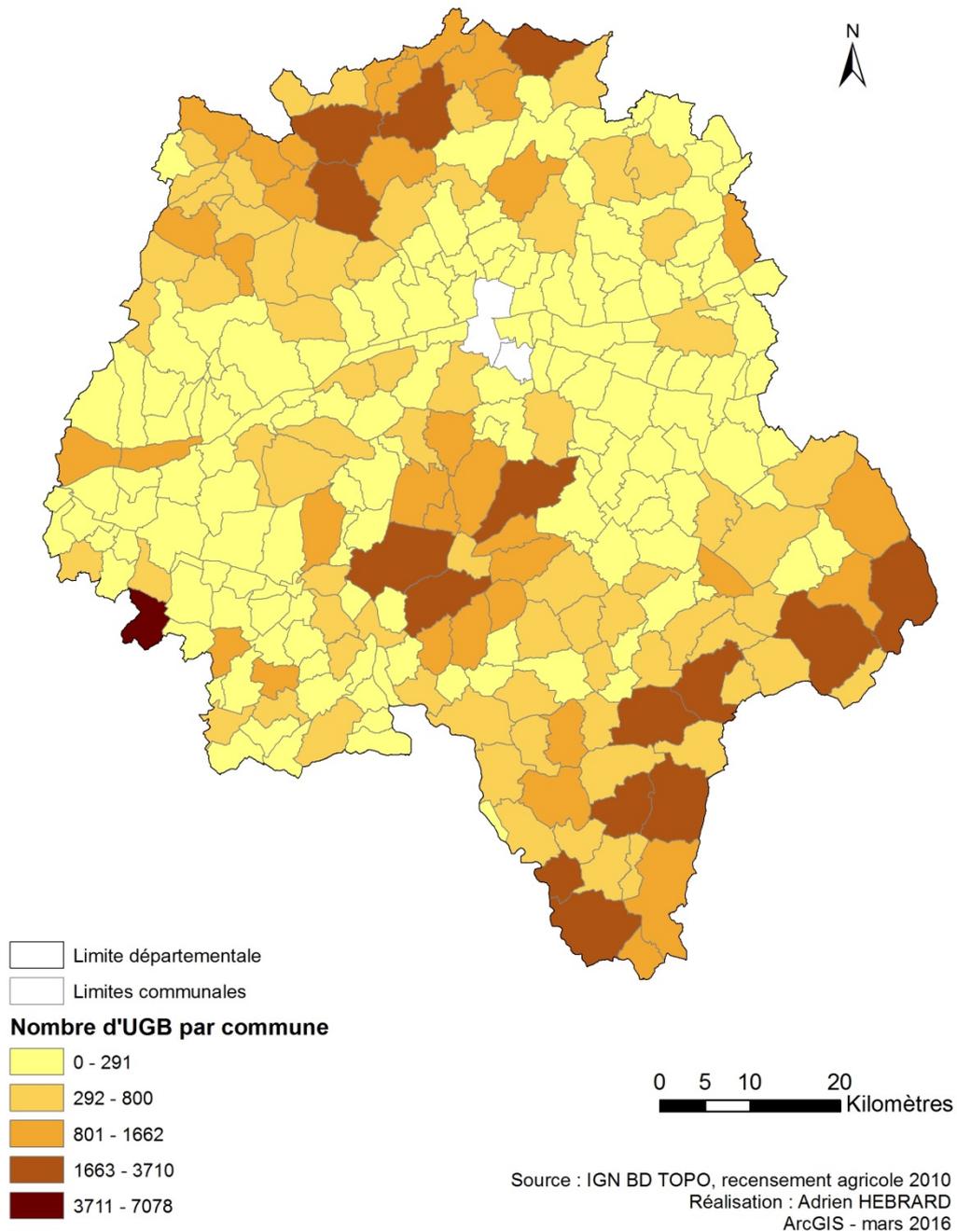
Les déchets agricoles représentant à eux seuls 90% des intrants d'une unité de production à la ferme, nous nous focaliserons sur ces derniers dans cette étude pour déterminer la quantité d'énergie productible sur le territoire départemental et les zones favorables à l'installation de ce type d'équipement. Ces données sont disponibles au sein du recensement agricole de 2010 sur le site du ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt.

Connaissant le nombre d'UGB par commune et donc le cheptel total du territoire, il nous est possible d'estimer la quantité de fumier et de lisier produits chaque année sur le territoire départemental. Il suffit ensuite d'appliquer le potentiel méthanogène de chacun pour connaître le volume de méthane productible et donc la quantité d'énergie (9,6 kWh/m<sup>3</sup> de CH<sub>4</sub>). La même méthodologie a été utilisée pour l'estimation du potentiel de production lié aux restes de culture (surface SAU par commune). Nous avons tenu compte de facteurs limitants (cf. annexe) mêlant bibliographie et réalité de terrain. Il est en réalité impossible de valoriser la totalité des déchets agricoles produits sur un territoire, une partie du fumier est par exemple directement réutilisée par l'exploitant comme fertilisant. On peut aussi souligner qu'une partie de la ressource est perdue au cours de son transport ou simplement non récoltée car non accessible. Plusieurs facteurs limitants entrent ainsi en jeu pour estimer, pour chaque type de ressource, la part qui pourra effectivement être valorisée au sein d'une unité de méthanisation.

Type de ressource	Ressource Indre-et-Loire (t)	Ressource mobilisable Indre-et-Loire (t)	Potentiel de production électrique (MWh)	Potentiel de production thermique (MWh)
fumier	1 968 900	984 450	132 310	189 014
lisier	2 362 680	945 072	47 632	68 045
Reste de culture	1 121 856	224 371	113 083	161 547
		<b>Total</b>	293 025	418 607

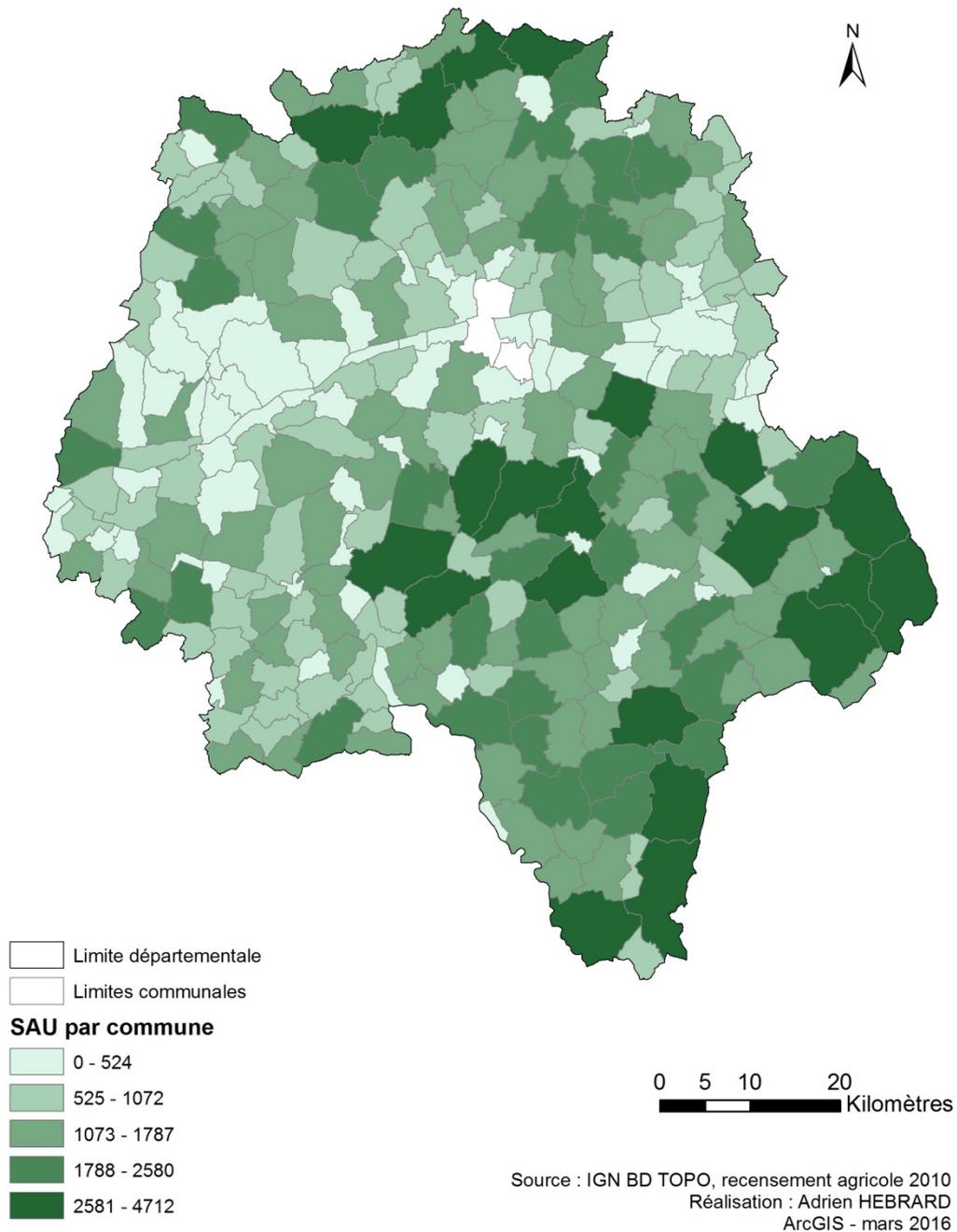
La réinjection d'électricité au sein du réseau de distribution étant le débouché le plus aisé pour une unité de méthanisation, nous estimons ici le potentiel de production d'énergie thermique et électrique d'unités de type cogénération. Cette technologie permet la valorisation de 85% de l'énergie potentielle du biogaz, 35% en électricité et de 50% en chaleur. C'est donc un total de **711 GWh** thermiques et électriques qui pourraient être produits chaque année en exploitant la ressource issue de l'activité agricole du département.

## RÉPARTITION DES UNITÉS GROS BÉTAIL SUR LE DÉPARTEMENT D'INDRE-ET-LOIRE



Carte 18 : UGB par commune en Indre-et-Loire

## SURFACE AGRICOLE UTILE PAR COMMUNE EN INDRE-ET-LOIRE



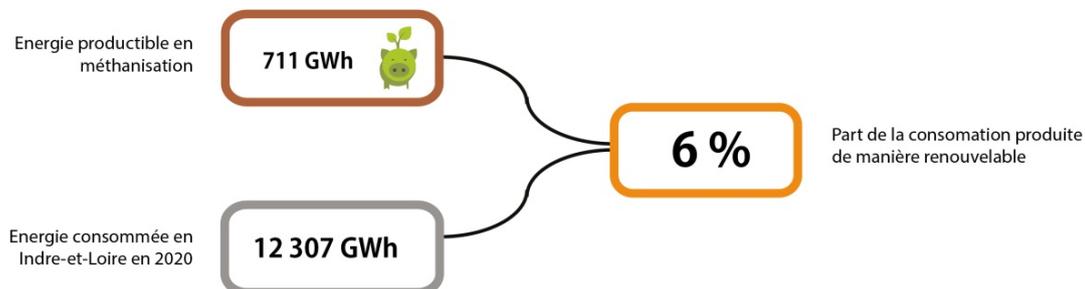
Carte 19 : SAU par commune en Indre-et-Loire

Cette quantité d'énergie productible est certes conséquente mais doit être considéré avec prudence compte tenu de la complexité à mettre en place une filière de méthanisation. Comme indiqué précédemment, si le fonctionnement d'une unité de méthanisation est assez simple, c'est le développement du plan d'approvisionnement qui représente le plus gros challenge de ce genre de projet.

On peut observer, en recoupant les informations des deux cartes ci-avant, que la majorité de la ressource (UGB et SAU) est localisée au sein de quatre pôles « agricoles » sur le département :

- Le premier se situe au Nord du département et rassemble les communes de Chemillé-sur-Dême, Les Hermites, Neuvy-le-Roi et Saint-Paterne-Racan.
- Le second, au centre du département rassemble les communes de Sorigny, Saint-Épain, Sainte-Maure-de-Touraine et Saint-Branchs
- À l'Ouest du territoire, les communes de Loché-sur-Indrois, Orbigny, Villeloin-Coulangé et Nouan-les-Fontaines.
- Enfin le dernier pôle se situe au Sud du département et rassemble les communes d'Yzeures-sur-Creuse, Le Petit-Pressigny, Charnizay et Bossay-sur-Claise.

Finalement, le développement optimal de la filière de méthanisation du territoire d'Indre-et-Loire permettrait une avancé de 6% dans l'objectif fixé par le PCET.



Étant donné qu'une unité de cogénération d'une puissance de 250 kW produit en moyenne 3 GWh annuel (1,2 GWh électrique + 1,7 GWh thermique), ce sont 230 projets d'unités de méthanisation à la ferme qui pourraient voir le jour sur le territoire d'Indre-et-Loire. Compte tenu de la ressource mobilisable du département et de la production potentielle, ce sont des unités aux puissances bien plus importantes qui pourraient émerger en Indre-et-Loire. La plus importante unité de méthanisation de France se situe sur la commune d'Hagetmau, dans les Landes et permet, grâce à sa puissance de 4,5 MW, la production de quelques 38 GWh électriques annuels. Des unités de ce type pourraient être envisagées en Indre-et-Loire. Que le développement de la filière se fasse par la création de petites unités de méthanisation à la ferme ou de plus imposantes telles que cette dernière, des études au cas par cas sont à réaliser pour chaque projet afin de mettre en place un plan d'approvisionnement fiable et continu et de déterminer les débouchés possible pour le biogaz produit.

## L'hydroélectricité

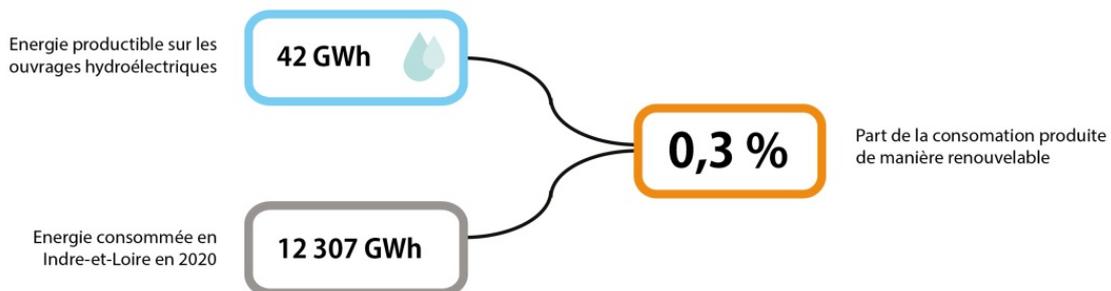
EneRSIEIL s'intéresse également à la production d'énergie via la technologie hydroélectrique. Un projet de production d'électricité sur le moulin de Descartes est actuellement étudié par la société. Une étude de faisabilité ainsi qu'un dossier de demande d'autorisation ont déjà été réalisés et devrait permettre prochainement au projet de voir le jour. La gestion de ce barrage devrait se faire en collaboration avec plusieurs entreprises locales porteuses de projets d'énergie renouvelable, celles-ci pourront prendre part à la gestion du barrage. Aussi, le SIEIL a commandé une étude de faisabilité de l'installation d'une hydrolienne au fil de l'eau sur la Loire. Celle-ci a été réalisée par trois étudiants de Polytech Tours en 2015.

Afin d'estimer le potentiel de production d'électricité des cours d'eau et des ouvrages du département, le SIEIL a également commandé en 2011 une étude à l'université François Rabelais. L'équipe ayant travaillé sur ce projet était composée de 7 étudiants et d'enseignants issus du département mécanique de l'école d'ingénieur Polytech Tours et du master IMACOF.

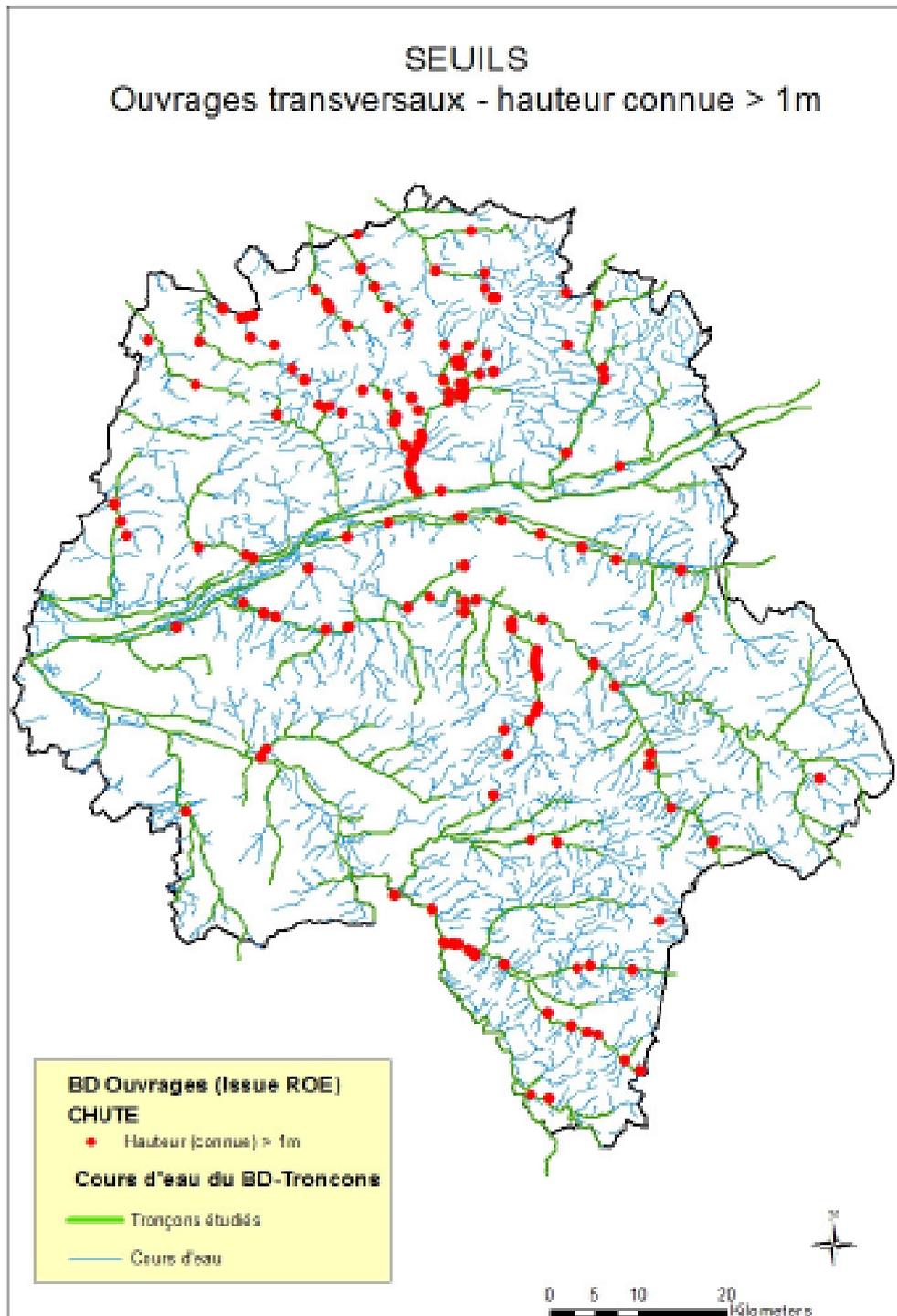
Après l'étude de l'ensemble des ouvrages existants et des cours d'eau du département, ils ont déterminé les puissances installables et les productions potentielles suivantes :

	Puissance (MW)	Production (MWh)
Ouvrages exploités	3,7	13 117
Ouvrages à équiper	12,0	42 188
Tronçons potentiels	1,3	4 594
<b>Total</b>		<b>59 899</b>

Ainsi, l'équipement des ouvrages existants vierges permettrait, selon cette étude, une production annuelle totale de **42 GWh** d'électricité. Nous considérons que la création de nouveaux barrages sur des cours d'eau est aujourd'hui impossible compte tenu des fortes contraintes écologiques. Cette production potentielle ferait progresser de 0,5% l'atteinte de l'objectif fixé par le PCET.



La carte qui suit localise l'ensemble des ouvrages pouvant être équipés d'après l'étude citée précédemment :



Carte 20 : ouvrages exploitables en hydroélectricité en Indre-et-Loire

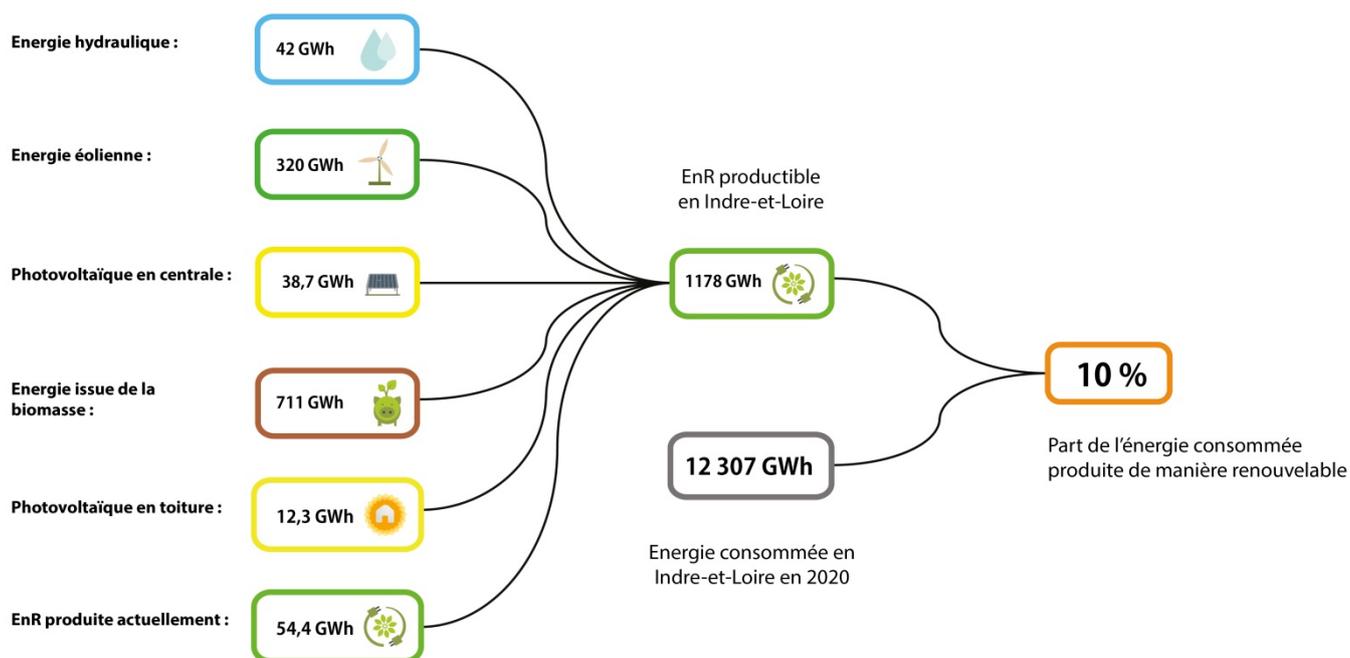
## Synthèse

L'étude du potentiel de la production en énergie renouvelable des technologies photovoltaïque (toiture de bâtiments communaux et au sol), éolienne, méthanisation et hydroélectricité sur le territoire d'Indre-et-Loire nous permet d'estimer la quantité totale d'énergie productible et l'avancée que cela représenterait dans l'objectif des 23% fixé par le PCET.

**Quantité d'énergie renouvelable productible en GWh par technologie :**

Éolien	Photovoltaïque sur toiture communales	Photovoltaïque en centrale au sol	Méthanisation	Hydroélectrique
320	12,3	38,7	711	42

Comme on peut le voir sur le schéma qui suit, le développement optimal des technologies étudiées permettrait une production totale de quelques **1178 GWh** d'énergie renouvelable (électrique et thermique) annuels sur le département d'Indre-et-Loire. Compte tenu de la consommation prévue en 2020 et si l'objectif de baisse est atteint, cette production devrait satisfaire 10% de l'énergie qui sera consommée sur le territoire à cette date. A titre indicatif, cette production d'énergie renouvelable ne satisferait que 8% de l'énergie qui était consommée sur le département en 2010.



Il est cependant nécessaire de rappeler que le choix a été fait d'adopter une démarche la plus discriminante possible afin d'aboutir à un résultat réaliste minimum. Certaines zones qualifiées de sensibles et ayant été exclues pourraient néanmoins accueillir des projets de production d'énergie renouvelable. Les démarches et le temps d'aboutissement seraient sûrement plus importants.

Aussi, il faut préciser que les données de production proposées par le système de l'observation et des statistiques du ministère ne recensent que les installations de production d'énergie renouvelable raccordées au réseau électrique. Il serait donc nécessaire de tenir compte également des modes de production d'énergie renouvelable non raccordés afin d'estimer au mieux la production actuelle du territoire. Ceci comprend principalement, à l'échelle de l'habitation, l'ensemble de l'énergie thermique produite par le bois (bûches, granulés, plaquettes) et les systèmes d'échange thermique (aérothermie, géothermie). Le fait de considérer ces modes de production pourrait accroître grandement la production d'un territoire.

Bien que l'objectif des 23% semble difficilement atteignable à l'horizon 2020, le territoire regorge tout de même de nombreuses ressources exploitables dont EnerSIEIL peut tirer profit pour s'inscrire dans le développement durable du département via la production d'énergie renouvelable.

#### **Les toitures de bâtiments communaux :**

L'étude de l'éligibilité des bâtiments communaux a abouti à 247 toitures potentiellement exploitables : 88 écoles, 62 mairies et 97 bâtiments sportifs répartis sur les communes du territoire comme indiqué dans le tableau en annexe. Comme spécifié dans la partie en question, cette étude n'a pas donné lieu à des visites de terrain, il serait donc nécessaire pour chaque bâtiment de se rendre sur place afin de confirmer ou d'infirmer la possibilité de réalisation d'un projet. EnerSIEIL étant déjà intervenu en tant que maître d'ouvrage dans la réalisation de projets similaires et ayant encore sous contrat la réalisation de projets avec une entreprise locale, le débouché toiture de la technologie photovoltaïque représente un enjeu majeur pour la société porteuse de projets. Si le caractère « communal » ne fait aucun doute pour les écoles primaires et les mairies, il est cependant à vérifier pour les bâtiments sportifs qui rassemblent aussi bien les stades que les piscines et les gymnases. Etant donné que l'objectif des 23% est aujourd'hui difficilement envisageable, les toitures privées ou industrielles pourraient représenter une ressource conséquente et donc un potentiel de production important auquel EnerSIEIL pourrait s'intéresser à l'avenir.

#### **Le photovoltaïque en centrale au sol :**

Second débouché de la technologie photovoltaïque, la création de centrales au sol pourrait permettre la production de 38,7 GWh d'énergie renouvelable sur le territoire départemental. En ne considérant pas les terres agricoles, ce sont au total 22 parcelles qui pourraient accueillir des centrales photovoltaïques, dont la moitié se situent sur la commune de Saint-Antoine-du-Rocher. Encore une fois, deux choix s'offrent à EnerSIEIL pour participer au développement de cette technologie : l'investissement ou le codéveloppement. La considération des parcelles classées agricole pourrait permettre d'accroître grandement le potentiel de production de cette technologie. Il faut cependant rappeler que ceci engendrerait un conflit d'intérêt certain avec l'agriculture et que, bien que la production d'énergie renouvelable soit louable, elle ne peut se faire au détriment de la production alimentaire.

### **La méthanisation à la ferme :**

Peu développée sur le département d'Indre-et-Loire (5 unités) la méthanisation représente pourtant, avec 711 GWh d'énergie électrique et thermique productibles, le plus important potentiel de production d'énergie renouvelable du département. La ressource mobilisable aujourd'hui présente sur le territoire justifierait la création d'un peu plus de 200 unités de méthanisation à la ferme, considérant la puissance moyenne de ce genre d'installation à 250 kW pour une production annuelle d'environ 3GWh (dimensions observable aujourd'hui sur le territoire). Les débouchés sont donc nombreux pour EnerSIEIL qui est en capacité de soutenir cette filière en investissant dans des sociétés de méthanisation. La ressource (effluents agricoles et restes de cultures) se localisant au sein de quatre pôles « agricoles » sur le territoire du département, c'est au sein de ces derniers qu'il serait judicieux de faire émerger des projets de méthanisation. Ceci dans le but de faciliter l'approvisionnement de l'unité dans le cas de production coopérative rassemblant un groupement d'agriculteurs. Les chiffres proposés par le recensement agricole datant de 2010, il est possible que le paysage agricole du département ait légèrement évolué depuis.

### **L'Éolien :**

Technologie la plus mature avec le photovoltaïque, l'éolien est aujourd'hui absent du département d'Indre-et-Loire. Pourtant, comme spécifié dans la partie le concernant, l'Indre-et-Loire possède un potentiel de production conséquent de 320 GWh électrique annuel répartis au sein de quatre zones qualifiées de favorables au développement éolien par le schéma régional éolien. Finalement ce sont 27 zones, susceptibles d'accueillir des parcs éoliens qui ont été recensées sur le département, dont les deux les plus intéressantes se situent dans la ZFE 18 au Nord du département (zones les plus ventées). Le développement, la construction et l'exploitation d'un parc éolien étant complexe et nécessitant des périodes souvent longues (6 à 10 ans), plusieurs options s'offrent à EnerSIEIL pour soutenir le développement de cette technologie. En prenant des actions dans d'autres SEM investies dans l'éolien telles que NIEVRE ENERGIES ou YONNE ENERGIES, EnerSIEIL participe déjà à l'émergence de l'éolien dans les départements voisins. Le développement de projet en collaboration avec des développeurs éolien permettrait à la SAEML d'impulser directement l'apparition de parcs sur le département d'Indre-et-Loire.

### **L'hydroélectricité :**

Comme présenté dans le compte rendu de l'étude effectuée par les étudiants de Polytech Tours et du master IMACOF, 64 ouvrages sont aujourd'hui mobilisables sur les cours d'eau du département pour produire de l'électricité. Ceci représente une production potentielle totale estimée à 42 GWh. EnerSIEIL œuvre déjà à la production d'électricité via l'hydroélectricité en travaillant au développement d'un projet sur le moulin de Descartes.

Ainsi, plusieurs projets potentiels de production d'énergie renouvelable ressortent de cette étude et témoignent de la réelle opportunité qu'a EnerSIEIL de s'inscrire dans le développement durable du territoire d'Indre-et-Loire. Bien qu'intervenant principalement aujourd'hui sur de petits projets, la société devra s'intéresser à des projets de plus grande ampleur (photovoltaïque en centrale et/ou éolien) si elle veut rendre l'objectif des 23% fixé par le PCET atteignable à l'horizon 2020.