



POLYTECH[®]
TOURS

Département
Aménagement et Environnement



Ecole d'ingénieurs
polytechnique
de l'université de Tours

CITERES
UMR 6173
**Cités, Territoires,
Environnement et Sociétés**

Equipe IPA-PE
Ingénierie du Projet
d'Aménagement, Paysage,
Environnement

Projet de Fin d'Etudes

Comment le SIEIL peut-il s'inscrire
dans le développement durable du
territoire d'Indre-et-Loire ?



2015-2016

Directeur de recherche

LARRIBE Sébastien

HEBRARD Adrien

Comment le SIEIL peut-il s'inscrire dans le développement durable du territoire d'Indre-et-Loire ?

Directeur de recherche : LARRIBE Sébastien

Auteur : HEBRARD Adrien

2015/2016

Remerciements

Je tiens à remercier toutes les personnes qui m'ont apporté leur aide durant la réalisation de ce projet, notamment :

- Sébastien LARRIBE, mon tuteur pédagogique, pour ses conseils et sa disponibilité tout au long du projet.
- Dominique MÉNARD, Sophie NICOLAS et Aude POUCE pour leur accueil chaleureux et leur disponibilité.
- Gaëtan PALKA, enseignant chercheur à Polytech Tours pour ses conseils en SIG.
- Tout le personnel du SIEIL dont Pascal BALPE, Pascal BOUCHET, Joris BARBIER et Pascal BARROUX pour le temps qu'ils m'ont accordé.

Sommaire

Remerciements	4
Le développement durable, une priorité pour l'avenir de notre planète	6
Cadre international.....	8
Cadre national	9
Cadre territorial.....	10
Le SIEL, acteur privilégié du développement durable en Indre-et-Loire.....	12
L'installation de bornes de charge de véhicules électriques.....	14
La gestion de l'éclairage public, vers un éclairage moins consommateur en énergie	16
La production d'énergie renouvelable par EneRSIEIL	18
Quel mix énergétique pour EneRSIEIL en Indre-et-Loire ?.....	19
La technologie photovoltaïque.....	21
Le photovoltaïque sur toitures de bâtiments communaux.....	22
Le photovoltaïque en centrale au sol	30
La technologie éolienne	40
La méthanisation	54
L'hydroélectricité.....	60
Synthèse	62
Bibliographie.....	65
Index des sigles.....	67
Table des cartes.....	68
Table des figures.....	69
Annexes	70
Écoles primaires éligibles au photovoltaïque en toiture.....	70
Mairies éligibles au photovoltaïque en toiture	74
Bâtiments sportifs éligibles au photovoltaïque en toiture.....	77
Parcelles non agricoles éligibles en photovoltaïque en centrale au sol.....	82
Dimensionnement des installations photovoltaïques sur toiture.....	83
Calcul de la distance angulaire relative aux masques solaires.....	85
Méthanisation, UGB et SAU par commune.....	88
Méthanisation, calcul de la ressource.....	95

Le développement durable, une priorité pour l'avenir de notre planète

Alors que nous avons connu depuis quelques décennies une évolution sans précédent, nous devons aujourd'hui apprendre à concilier les progrès économique et sociaux sans mettre en péril l'équilibre naturel de la planète. L'explosion démographique, la surindustrialisation et l'émergence de nouveaux géants économiques font croître l'impact de l'humanité sur notre planète, dont les ressources s'amenuisent de plus en plus rapidement. Nous sommes aujourd'hui un peu plus de 7 milliards sur terre et devrions dépasser les 9 milliards d'ici 2050. Ainsi, en raison de la croissance démographique et de la hausse de nos besoins matériels, l'empreinte écologique de l'humanité sur la planète a plus que doublé au cours des 45 dernières années. En effet, encore excédentaire en 1960 avec un quart des ressources non consommées, la Terre est devenue déficitaire au début des années 1970. On estime aujourd'hui l'empreinte écologique de l'humanité à 1,5 : on consomme chaque année une fois et demie la quantité de ressources que la planète est capable de renouveler. Un tiers de notre consommation est donc puisé parmi les ressources stockées par la Terre depuis des millions d'années. Compte tenu de l'évolution démographique actuelle, ce chiffre devrait atteindre 2,5 en 2050.

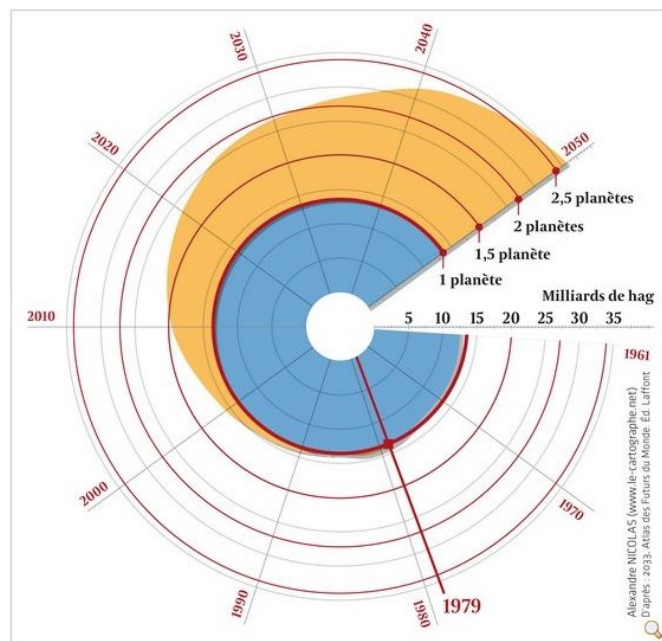


Figure 1: évolution de l'empreinte écologique de l'humanité

C'est dans ce contexte d'épuisement des ressources et de dégradation de l'environnement qu'est née au début des années 1960 la notion de Développement Durable, fruit d'une prise de conscience d'échelle mondiale. Il est défini en 1987 par la commission mondiale sur l'environnement et le développement dans le rapport Brundtland comme : « un développement qui répond aux besoins des générations du présent sans compromettre la capacité des générations futures à

répondre aux leurs ». Cette définition sera officialisée en 1992 lors du Sommet de la Terre de Rio, tenu sous l'égide des Nations-Unies.

Ce principe d'organisation de la société humaine s'articule autour de trois dimensions interdépendantes :

- La dimension environnementale : le développement des activités humaines doit se faire de façon à ne pas nuire à la capacité de renouvellement des ressources naturelles ou au bon fonctionnement des services écosystémiques
- La dimension sociale : le développement harmonieux de la société humaine passe par la cohésion sociale garantissant à tous l'accès à des ressources et services de base (la santé, l'éducation, le logement)
- La dimension économique : le développement économique doit permettre la diminution de l'extrême pauvreté et l'exercice par le plus grand nombre d'une activité économique dignement rémunérée

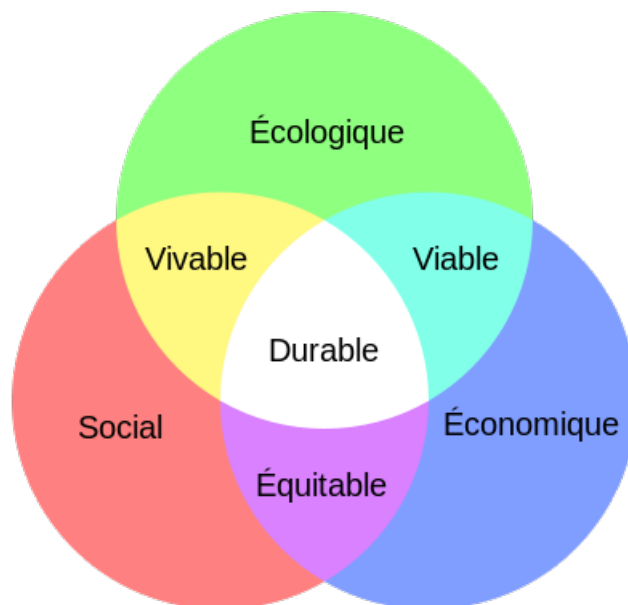


Figure 2 : composantes du développement durable

À long terme, il n'y aura pas de développement possible s'il n'est pas économiquement efficace, socialement équitable et respectueux de l'environnement.

Cadre international

Du 30 novembre au 12 décembre 2015, la France a présidé et accueilli la 21ème conférence des parties (COP21). Ce sommet, rassemblant 195 pays membres de la Convention Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique (UNFCCC), a abouti à un accord universel et ambitieux sur le climat. Il a pour objectif de contenir la hausse des températures en deçà de 2°C en s'efforçant de la limiter à 1,5°C.

Aussi, parallèlement à la COP21, Paris accueillera le CMP11, acronyme de « 11th Conference of the parties serving as the meeting of the parties to the Kyoto Protocol ». Ce sommet réunit les signataires du protocole de Kyoto élaboré en 1997 lors de la COP3 et entré en vigueur en 2005. Ce document vise quant à lui la réduction d'émissions de gaz à effet de serre. Pour simplifier les choses, les organisateurs de la COP21 et de la CMP11 ont choisi de réunir les deux évènements sous le nom générique de « Paris 2015 ».

Ces deux sommets ont pour but de fixer des accords universels et contraignants permettant de lutter efficacement contre le dérèglement climatique et d'impulser, d'accélérer la transition vers des sociétés et des économies résilientes et sobres en carbone. En effet, le GIEC (Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat) a mis en évidence, lors de son rapport sur le changement climatique publié en 2007, la nécessité pour les pays développés de diviser par 4 à 5 leurs émissions de gaz à effet de serre (GES) d'ici 2050.

L'Union Européenne s'est également engagée en faveur de la transition énergétique en se fixant comme objectif d'atteindre les réductions préconisées par le protocole de Kyoto, cependant elle dépasse ces objectifs internationaux en mettant en place le « Paquet Energie Climat » et son « 3*20 » :

- Augmenter l'efficacité énergétique de 20% par rapport à 1990
- Diminuer les émissions de GES de 20% par rapport à 1990
- Produire de manière renouvelable 20% de l'énergie qui sera consommée en Europe en 2020

Cadre national

La politique Française en matière de développement durable et de transition énergétique se fonde sur quatre lois : la loi de Programmation fixant les Orientations de la Politique Énergétique (POPE), les lois Grenelle 1 et 2 respectivement adoptées en 2009 et 2010 et la loi sur la transition énergétique pour une croissance verte promulguée en 2015.

- La loi POPE du 13 juillet 2005 fixe quatre grands objectifs qualitatifs étayés de moyens propres. Elle vise à contribuer à l'indépendance énergétique nationale et à garantir une sécurité d'approvisionnement, à assurer un prix compétitif, à préserver la santé humaine et l'environnement et à garantir la cohésion sociale et territoriale en assurant un accès à l'énergie pour tous.
- Les lois dites Grenelle 1 et 2 sont respectivement une loi de programmation et une loi d'application qui viennent consolider les engagements précédents. Le facteur 4 est notamment défini dans le Grenelle 1. Il désigne l'engagement pris en 2003 par la France de diviser par 4 ses émissions de GES d'ici 2050 par rapport au niveau de 1990.
- La loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte de 2015 a pour but de permettre à la France de contribuer plus efficacement à la lutte contre le dérèglement climatique et de renforcer son indépendance énergétique en équilibrant mieux son mix énergétique. Elle décline notamment l'objectif du facteur 4 à l'horizon 2030 (-40% d'émission de GES) : parvenir à une consommation énergétique finale divisée par deux en 2050 par rapport à 2012 et une part des énergies renouvelables portée à 32% en 2030.

Cadre territorial

Ces objectifs nationaux se déclinent à l'échelle territoriale au sein de deux documents de planification et d'urbanisme : le SRCAE (Schéma Régional du Climat de l'Air et de l'Énergie) et le PCET (Plan Climat Énergie Territoire).

- Conformément à la loi du 12 juillet 2010, dite Grenelle 2, l'État et la région Centre ont conjointement élaboré le SRCAE région Centre, destiné à définir les grandes orientations et objectifs régionaux aux horizons 2020 et 2050. Ces objectifs concernent la maîtrise de la consommation énergétique, la réduction des émissions de GES, la valorisation du potentiel d'énergies renouvelables ainsi que l'adaptation aux changements climatiques.
- Le Plan Climat Énergie Territoire (PCET) est, lui, obligatoire depuis le 31 décembre 2012 pour toutes collectivités (régions, départements, communes ou groupements de communes) de plus de 50 000 habitants. Ainsi, avec l'élaboration de son PCET et l'adoption de la charte « Touraine 2020 », le département d'Indre-et-Loire souhaite s'inscrire dans une dynamique dépassant la simple mise en conformité réglementaire et s'illustrer en tant que chef de file de la transition énergétique et du développement durable.

Il se fixe, dans la continuité des objectifs européens, nationaux et régionaux de :

- Diminuer de 20% les émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2020, 75 % à l'horizon 2050 (facteur 4)
 - Réduire de 20 % la consommation d'énergie à l'horizon 2020
 - Atteindre 23 % d'énergies renouvelables dans le bouquet énergétique d'ici à 2020
-
- Le Plan Départemental de Croissance Verte (PDCV) présenté le 28 septembre 2010 par monsieur Joël FILY, préfet d'Indre-et-Loire est un plan d'action pour la croissance sur le territoire de Touraine ayant pour but de soutenir et accélérer les projets environnementaux. Ce plan se compose de 21 actions concrètes s'articulant autour de huit thèmes majeurs :
 - Les énergies renouvelables
 - Le bâtiment
 - L'agriculture
 - L'urbanisme
 - Les technologies vertes
 - La formation et l'insertion professionnelle
 - L'administration écoresponsable
 - La communication

S'inscrivant directement dans la continuité des engagements pris au niveau national par les Grenelles 1 et 2 de l'environnement, cette stratégie en trois points (impulsion d'une dynamique territoriale, soutien des filières environnementales, promotion et accélération des projets) place le département d'Indre-et-Loire pilote en matière de croissance verte.

Atteindre les objectifs fixés par ces lois et ces documents suppose une mise à contribution de l'ensemble des filières de l'économie Française. Nous devons produire mieux notre énergie tout en consommant moins et plus judicieusement pour atteindre une efficacité et une sobriété énergétique indispensable au développement durable de notre société.

Le SIEIL, acteur privilégié du développement durable en Indre-et-Loire

En application de la loi du 15 juin 1906, les communes ont le devoir de développer leurs propres réseaux de distribution d'électricité. Elles s'engagent donc à construire, entretenir et agrandir ces réseaux sur l'ensemble de leurs territoires. C'est dans ce contexte national que naît le SIEIL en septembre 1937. Les maires ont rapidement réalisé qu'il était nécessaire de s'unir pour faire face aux coûts élevés des travaux en les mutualisant et ainsi répondre à cette mission d'ordre public.

Le SIEIL, Syndicat Intercommunal d'Énergie d'Indre et Loire est un établissement public de coopération intercommunale (EPCI) qui se compose aujourd'hui de l'ensemble des communes du département à l'exception de celle de Tours (276). Sa mission principale est de développer et de renforcer le réseau de distribution publique d'électricité dont il est propriétaire, notamment dans le milieu rural. Il s'est plus récemment doté de nouvelles compétences que sont celles du gaz, de l'éclairage public, de la cartographie numérisée (SIG) et des énergies nouvelles. Sa gestion est assurée par un comité syndical regroupant les délégués des communes adhérentes et par un bureau directeur composé de 24 membres.

Missions du SIEIL :

- Assurer le service public d'électricité auprès des communes adhérentes
- Garantir l'égal accès de tous à l'énergie et s'assurer de la qualité et de la fiabilité des réseaux (contrôle des concessionnaires électrique et gaz)
- Assumer l'extension, le renforcement et l'effacement des réseaux
- Défendre les intérêts des usagers
- Développer le réseau de distribution du gaz
- Opérer l'étude et le suivi technique des dossiers, la surveillance des travaux confiés aux entreprises (maîtrise d'ouvrage) ainsi que la gestion financière des opérations
- Conseiller les collectivités locales dans la maîtrise de leur consommation d'énergie pour l'éclairage public et les bâtiments
- Faire bénéficier les communes et communautés de communes de son expertise en numérisant cadastres et cartographies
- Favoriser les économies d'énergie, le respect de l'environnement et le développement des énergies renouvelables

Compte tenu de l'ensemble de ses missions, le SIEIL a la capacité et la volonté de s'inscrire dans la démarche du développement durable du territoire d'Indre-et-Loire. En tant que propriétaire et délégataire du réseau de distribution publique d'électricité du département, et également compétent dans le domaine du gaz, de l'éclairage public et des énergies renouvelables, il dispose de tous les outils nécessaires pour s'illustrer comme l'un des chefs de file du département dans ce domaine.

Conscient de cette responsabilité et du rôle qui lui incombe, le SIEIL a fait réaliser, en collaboration avec des étudiants, son PCET interne qui préconise des actions à plus ou moins court terme pour une gestion et un fonctionnement durable de l'EPCI :

- Engager une démarche de commande publique éco responsable
- Promouvoir une mode de fonctionnement interne plus économe et responsable
- Inciter à l'utilisation de modes de transport doux et en commun
- Participer à l'amélioration de l'efficacité énergétique et au développement des énergies propres sur le territoire
- Participer à la mobilisation des acteurs du territoire en faveur de la lutte contre les émissions de gaz à effet de serre
- Réduire la vulnérabilité du territoire au changement climatique

Sa participation au développement durable du territoire d'Indre-et-Loire se fera par l'appréhension de plusieurs problématiques liant aménagement du territoire et gestion du réseau de distribution d'énergie.

Le SIEIL œuvre d'ores et déjà en faveur du développement durable du territoire d'Indre et Loire en répondant aux missions qui lui sont confiées, notamment l'installation de bornes de charge pour véhicules électriques, la gestion des parcs de luminaires communaux et le soutien de projet de production d'énergie renouvelable.

L'installation de bornes de charge de véhicules électriques

Afin de répondre aux objectifs fixés par la loi « grenelle 2 », qui prévoit de multiplier les points d'alimentation des véhicules électriques sur le territoire Français, le SIEIL s'est positionné, auprès de Monsieur le préfet, le 10 mars 2010 comme l'entité compétente en matière d'installation de bornes de charge sur le département d'Indre-et-Loire. S'inscrivant au sein du plan départemental de croissance verte, le plan de déploiement de bornes de charge du SIEIL aura permis l'installation de quelques 110 bornes de charge (dont 2 de charge rapide) au 22 février 2016. Un potentiel de 190 bornes pourrait être installé à terme sur l'ensemble des communes du département à l'exception de Tours.

Ainsi, Le SIEIL a réussi à impulser sur le territoire du département une utilisation toujours plus importante des véhicules électriques. Cette nouvelle offre s'est rapidement fait suivre d'une demande croissante de la part des usagers puisque l'on observe que le nombre de véhicules électriques recensés sur le département a augmenté en corrélation avec celui du nombre de bornes disponibles. Si l'on ne comptait que 3 véhicules électriques utilisant les bornes mises à disposition par le SIEIL la première année, celles-ci étaient au nombre de 100 en 2015 puis de 294 aujourd'hui. On estime qu'environ 80 de ces véhicules ne sont pas immatriculés au sein d'Indre-et-Loire, preuve de l'existence d'une demande émanant même de territoires extérieurs au département.

Conscient du succès que connaît son réseau de bornes de recharge de véhicules électriques, le SIEIL décide aujourd'hui de s'intéresser à la question de l'itinérance des usagers et aux débouchés que pourrait représenter cette pratique. Le but est de permettre aux propriétaires de véhicules électriques d'envisager leurs autos comme un moyen de locomotion sur de grandes distances. Ils sont aujourd'hui restreints aux zones dans lesquelles ils peuvent charger leurs véhicules, soit le département.

Le SIEIL, en intervenant dans la maîtrise d'ouvrage par l'intermédiaire d'EneRSIEIL, a su s'affranchir de la contrainte de la limite de son champ d'action qu'est le territoire du département. Il planifie aujourd'hui l'extension de son réseau de bornes de charge de véhicules électriques à l'échelle régionale voire nationale dans un futur proche, répondant ainsi au mieux aux attentes de l'itinérance du véhicule électrique. Ceci est rendu possible grâce à l'anticipation du SIEIL qui a fait le choix des bornes proposées par le constructeur ENSTO dès les prémices du développement de son réseau. Ces bornes, proposant le protocole le plus largement répandu aujourd'hui en France comme en Europe, permettent le développement du réseau à l'échelle nationale et une insertion facilitée de ce dernier au sein du réseau Européen existant. Ceci n'implique pas le changement du matériel préalablement installé mais uniquement une adaptation et une intégration du système de ce dernier.

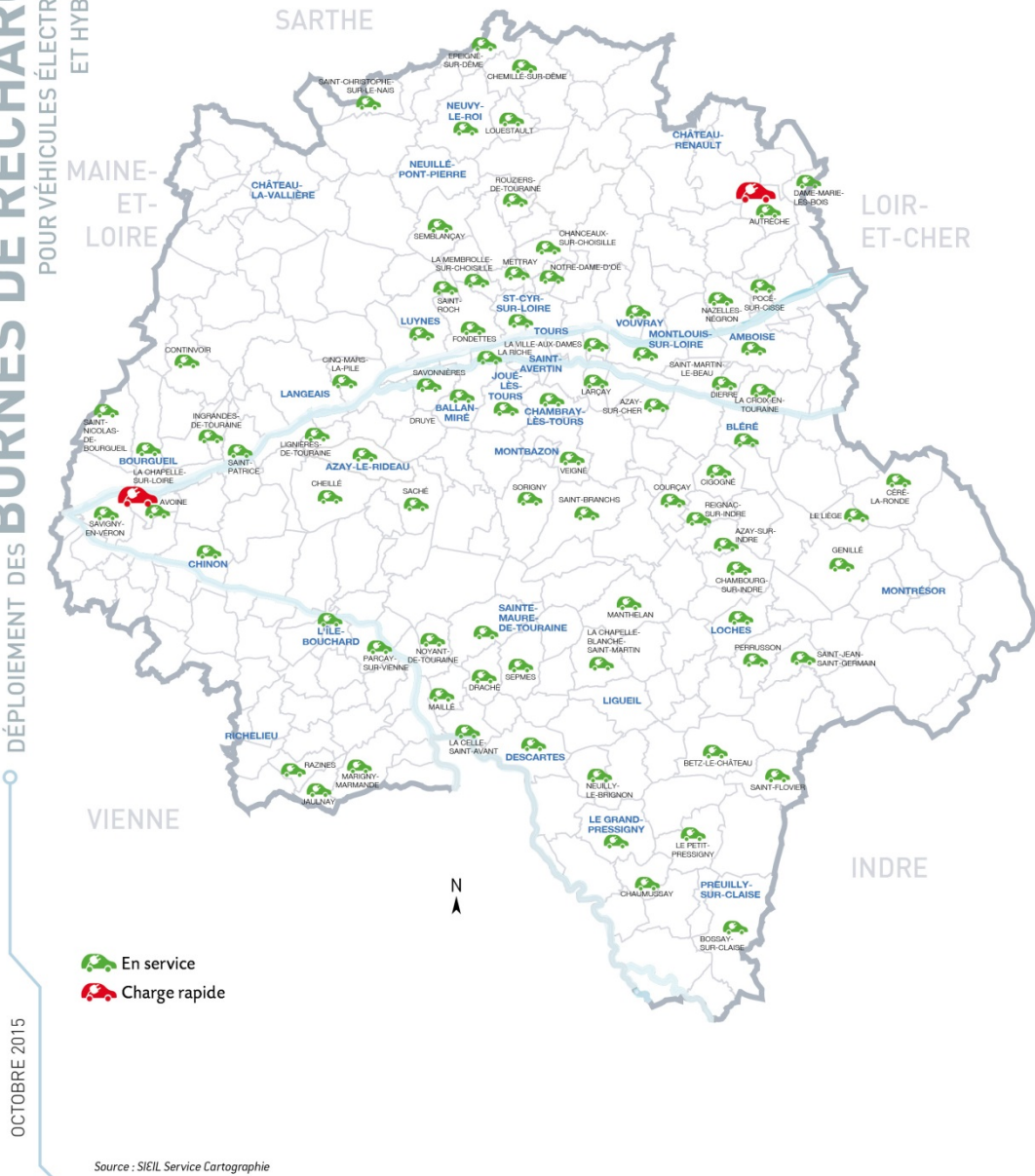
En favorisant l'émergence de l'utilisation des véhicules électriques sur le territoire départemental et national, le SIEIL participe à la réduction des émissions de gaz à effet de serre et répond ainsi à l'un des trois objectifs fixés par le PCET :

- Diminuer de 20% les émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2020, 75 % à l'horizon 2050 (facteur 4)



ÉNERGIES RENOUVELABLES BORNES DE RECHARGE

BORNES DE RECHARGE
POUR VÉHICULES ÉLECTRIQUES
ET HYBRIDES



En service
 Charge rapide

Source : SIEIL Service Cartographie



12-14 rue Blaise Pascal - BP 51314 - 37013 TOURS cedex 1 - 02 47 31 68 68 - sieil@sieil37.fr

Plus d'informations sur : <http://sieil37.fr/activites/bornes-de-charge.html>

CONTACTS

Coordination : PROJE - 011 02 47 28 91 00

Carte 1 : localisation des bornes de charge de véhicules électriques installées par le SIEIL

La gestion de l'éclairage public, vers un éclairage moins consommateur en énergie

Depuis le 15 avril 2011, les communes adhérentes ont la possibilité de transférer leur compétence éclairage public au SIEIL, qui assure alors l'entière gestion de leurs parcs de luminaires. Celui-ci se charge de la maintenance, de l'installation neuve et de la mise en sécurité de l'ensemble des luminaires présents sur le territoire communal. Ainsi, 134 communes ont aujourd'hui fait le choix de transmettre cette compétence au SIEIL qui gère l'ensemble des 26 050 points lumineux composant le parc départemental.

Le parc départemental connaît une vétusté assez importante, principalement liée à son âge : suite à la nationalisation de 1946 et à la réunification de toutes les entreprises locales d'électricité au sein d'Electricité de France (EDF), une campagne intensive d'installation de luminaires a eu lieu sur l'ensemble du territoire nationale. L'objectif était alors de trouver un débouché à l'électricité produite par les centrales nucléaires durant la nuit. La solution toute trouvée fut de développer l'éclairage public de l'ensemble des communes du pays. Une partie du parc de luminaires actuel date encore de cette période et représente donc un matériel vétuste sur-consommateur, comparé aux luminaires modernes proposés aujourd'hui. Le meilleur exemple reste le luminaire « lune » en forme de sphère qui, avec son rayonnement à 360°, éclaire aussi bien le ciel que la chaussée qui nécessite un réel éclairage public.

Le SIEIL a proposé dès 2008 aux communes le souhaitant, et lui ayant transmis leur compétence éclairage public, de réaliser des audits visant à faire l'état des lieux de leurs parcs de luminaires. Cette large campagne d'études visait à déterminer, pour chaque commune, le nombre de luminaires présents sur le territoire communal, leurs types, âges et localisations dans le but de déterminer les travaux à effectuer et de les prioriser. Il effectue aujourd'hui, en sa qualité de maître d'ouvrage, l'ensemble des travaux de sécurisation, modernisation ou d'installation de matériel neuf ainsi impulsés.

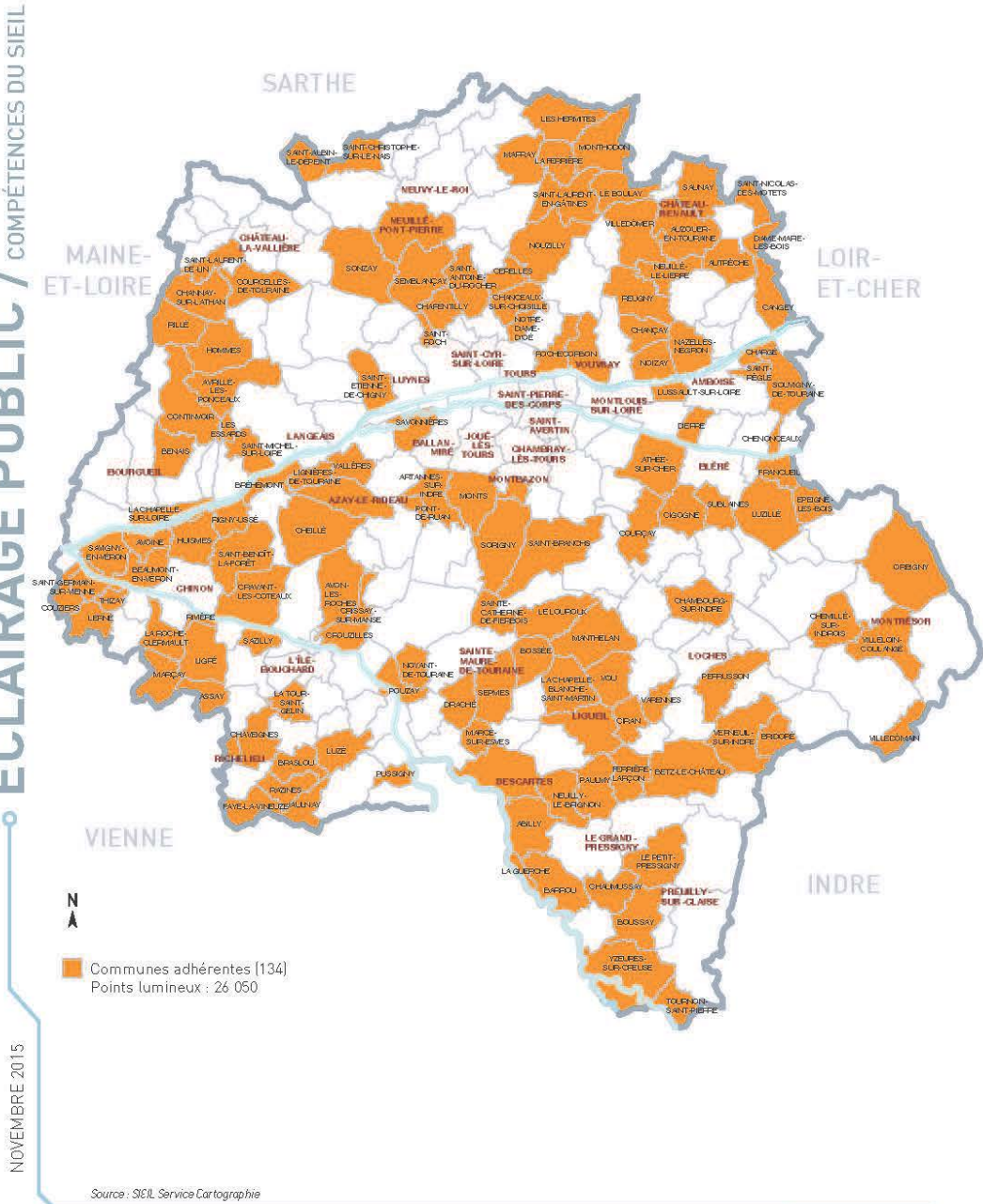
La modernisation des luminaires du territoire d'Indre-et-Loire représente un enjeu certain en matière d'économie d'énergie. En faisant évoluer le parc de luminaires vers un éclairage public plus réfléchi et économe en énergie, le SIEIL s'inscrit dans le deuxième objectif fixé par le PCET :

- Réduire de 20 % la consommation d'énergie à l'horizon 2020



ÉCLAIRAGE PUBLIC COLLECTIVITÉS ADHÉRENTES

ÉCLAIRAGE PUBLIC / COMPÉTENCES DU SIEIL



CONTACTS

12-14 rue Blaise Pascal - BP 51314 - 37013 TOURS cedex 1 - 02 47 31 68 68 - sieil@sieil37.fr

Plus d'informations sur : www.sirap.fr/rads.html

Consultation : PROJET DE FIN D'ÉTUDES

Carte 2 : communes adhérentes à la compétence éclairage public du SIEIL

La production d'énergie renouvelable par EneRSIEIL

En créant la société anonyme d'économie mixte locale, EneRSIEIL en 2012, le SIEIL et ses délégués ont confirmé leur volonté de s'inscrire dans la démarche de développement durable du territoire d'Indre-et-Loire. Cette société a pour but d'accompagner et de porter des projets de production d'énergie renouvelable avec des partenaires privés ou publics.

EneRSIEIL intervient principalement dans les projets de :

- Méthanisation
- Hydroélectricité
- Panneaux photovoltaïques sur toitures
- Champs solaires
- Parcs éolien

En favorisant la production d'énergie renouvelable, EneRSIEIL s'inscrit parfaitement dans les orientations du Plan départemental de Croissance Verte en participant au développement local de l'économie verte sur le département d'Indre-et-Loire.

L'émergence de projets locaux de production d'énergie renouvelable permet aussi l'allègement des réseaux de distribution dont est propriétaire le SIEIL, limitant ainsi les travaux de renforcement et de renouvellement des lignes électriques. En effet, en vertu des lois physiques, l'électricité, lorsqu'elle est injectée à hauteur du réseau de distribution, parcourt un moins long trajet sur les lignes électriques avant d'être consommée. On imagine facilement le contre-exemple des électrons en provenance de centrales nucléaires, qui transitent d'abord sur le réseau de transport français avant de rejoindre les réseaux de distribution et d'être consommés en bout de ligne. La multiplication de projets de production locaux permet d'alléger les réseaux de distribution et donc de transporter plus d'énergie sur un réseau de même capacité.

Le SIEIL, en se dotant de cette nouvelle compétence, via la création de sa société d'économie mixte EneRSIEIL, participe une nouvelle fois à l'atteinte des objectifs fixés par le Plan Climat Energie Territoire (PCET) du département d'Indre-et-Loire :

- produire 23% de l'énergie qui sera consommée en 2020 de manière renouvelable.

C'est sur cette dernière compétence du SIEIL que nous nous focaliserons dans cette étude en essayant de déterminer le potentiel de production en énergie renouvelable du territoire départemental.

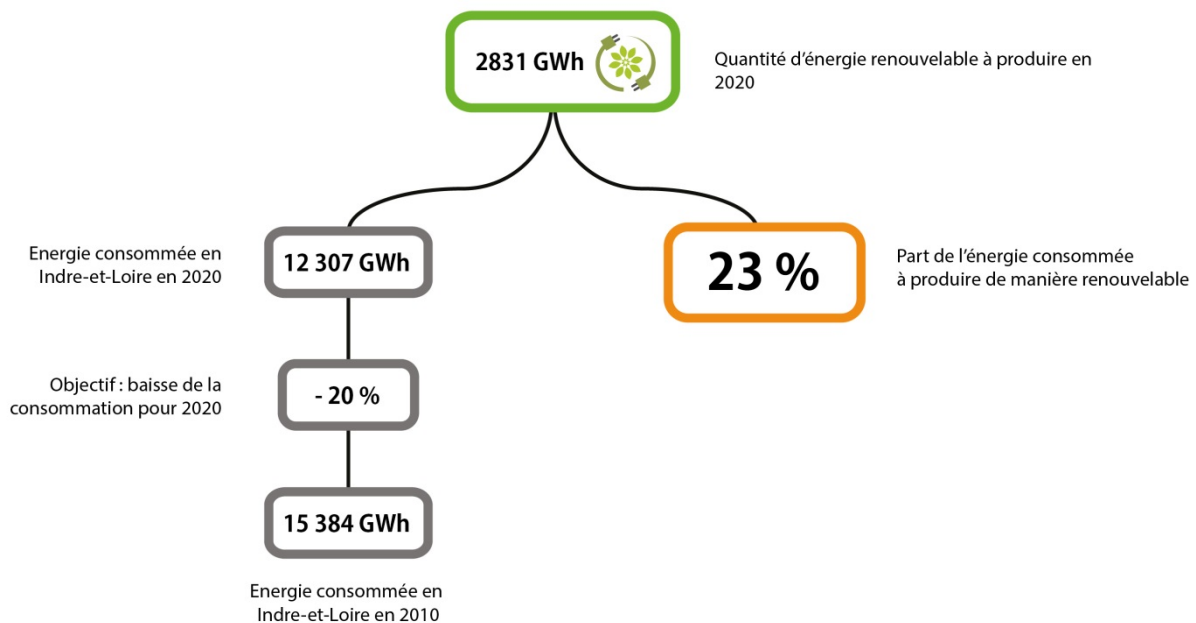
Quel mix énergétique pour EnerSIEIL en Indre-et-Loire ?

EnerSIEIL, en sa qualité de porteur de projets d'énergie renouvelable, est en capacité de participer à l'atteinte du troisième objectif fixé par le Plan Climat Energie Territoire :

- Produire 23% de l'énergie qui sera consommée en 2020 de manière renouvelable

Cet objectif dépend directement de l'évolution de la consommation d'énergie du territoire et donc de l'atteinte ou non du second objectif du PCET : réduire de 20% la consommation d'énergie à l'horizon 2020. Les trois objectifs fixés par ce document sont en réalité intimement liés puisque une baisse de la consommation et une augmentation de la part d'énergie d'origine renouvelable entrainera forcément une réduction des émissions de gaz à effet de serre sur le territoire.

Nous partirons du postulat que l'objectif de la baisse de consommation à l'horizon 2020 sera atteint pour déterminer la quantité d'énergie renouvelable qu'il faudra produire sur le territoire d'Indre-et-Loire pour satisfaire l'objectif des 23%. Selon l'OREGES, l'observatoire des énergies du centre, ce sont quelques 1 322 836 tonnes équivalent pétrole d'énergie finale qui était consommées en 2010 par le département, soit 15 384 GWh.



Compte tenu de la baisse de la consommation prévue et de l'objectif en matière de production d'énergie renouvelable, ce sont 2831 GWh d'énergie renouvelable qui devront être produits en 2020 sur le département pour satisfaire l'objectif fixé par le PCET.

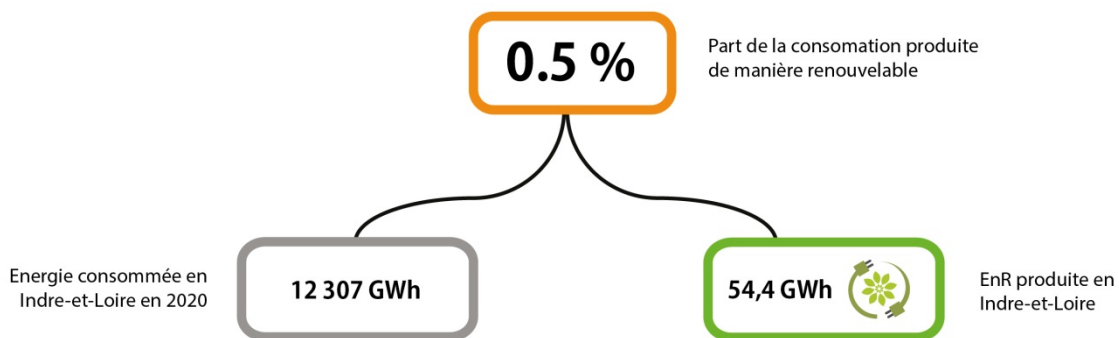
Selon le SOeS, le Service de l'Observation et des Statistiques du ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer, c'est une puissance totale de 31,6 MW qui était installée

au 31 décembre 2014 sur l'ensemble du département. L'ensemble de ces unités de production d'énergie renouvelable sont réparties par technologie comme suit :

Biogaz		Hydraulique		Solaire photovoltaïque		Production totale GWh/an
Nombre d'installations	Puissance installée (MW)	Nombre d'installations	Puissance installée (MW)	Nombre d'installations	Puissance installée (MW)	
5	3,0	1	0,1	2 802	28,5	54,4

Seulement trois technologies sont aujourd'hui représentées sur le territoire départemental : la méthanisation, l'hydroélectrique et le solaire photovoltaïque. Certaines d'entre elles, pourtant matures et à la ressource conséquente sur le territoire départemental, ne sont toujours pas développées.

Toujours selon le SOeS, cette puissance totale installée produirait 54,4 GWh d'énergie renouvelable chaque année. Si l'on considère la consommation d'énergie du territoire prévue à l'horizon 2020, l'objectif des 23% de production d'EnR est encore bien loin d'être atteint puisque le territoire ne produit aujourd'hui de manière renouvelable que 0,5% de l'énergie qui sera consommée à cette date.



Nous analyserons donc dans cette étude les débouchés possibles pour ENERSIEIL en matière d'installation d'unité de production d'énergie renouvelable. Acteur clef du territoire départemental dans ce domaine, ENERSIEIL aura un rôle capital à jouer dans l'atteinte des objectifs fixés par le PCET, notamment celui des 23% de production d'énergie renouvelable. Nous nous focaliserons sur l'étude de quatre technologies que sont le photovoltaïque sur toiture et en centrale, l'éolien, la méthanisation et l'hydroélectrique.

La technologie photovoltaïque

La technologie photovoltaïque (PV) permet la conversion de l'énergie issue du rayonnement solaire en électricité utilisable localement ou injectable sur le réseau de distribution. Elle se présente sous la forme de cellules photovoltaïques organisées en panneaux qui peuvent être installées au sein de petites installations sur toitures (quelques kW) ou dans le cadre de centrales photovoltaïques, aussi appelées champs photovoltaïques (plusieurs MW).

Il existe aujourd'hui trois types de panneaux photovoltaïques qui diffèrent en fonction des matériaux qui les composent. On distingue les semi-conducteurs cristallins (silicium monocristallin ou polycristallin), de couche mince (silicium amorphe, tellure de cadmium) ou en matière organique (couche mince). Chacune de ces technologies présente des caractéristiques qui lui sont propres et qui justifient son utilisation en fonction de la zone géographique dans laquelle elles sont amenées à être utilisées.

Nous considérerons ici des panneaux de type polycristallins tels que ceux proposés par le distributeur BISOL et installés par l'entreprise CEL, partenaire d'EneRSIEIL dans ses projets de photovoltaïque sur toiture. Technologie la plus largement répandue sur le territoire national, les panneaux semi-conducteurs cristallins proposent aujourd'hui les meilleurs rendements sur le marché du photovoltaïque.

La technologie photovoltaïque puisant sa source directement dans le rayonnement solaire, il est indispensable de considérer ce facteur à l'échelle du territoire du département pour justifier son développement. Le territoire départemental connaît un rayonnement moyen de 1300 kWh/m² par an, suffisant puisque l'on estime une installation rentable si elle est située dans une zone au rayonnement supérieur ou égal à 1100 kWh/m²/an.

Le photovoltaïque sur toitures de bâtiments communaux

L'installation sur toiture représente l'un des deux débouchés possibles de la technologie photovoltaïque. EneRSIEIL a fait le choix de se positionner sur ce débouché en travaillant principalement sur les toitures de bâtiments publics communaux qui représentent aujourd'hui son cœur de cible.

Propriété des collectivités locales, les projets sur bâtiments publics ont l'avantage de faire intervenir des acteurs publics moins sensibles au temps d'amortissement relativement long de ce genre de projets (15 à 20 ans). Un privé, cherchant une rentabilité à court terme, sera souvent réticent à l'installation de panneaux photovoltaïques sur sa toiture. De plus, compte tenu de la conjoncture économique actuelle, il est souvent difficile pour un particulier de se projeter sur la période impliquée par un bail emphytéotique (99 ans). Bon nombre de professionnels ne réfléchissent pas à si long terme et ne peuvent donc garantir la disponibilité de leurs toits sur de si longues périodes.

En intervenant auprès des communes, EneRSIEIL s'assure une facilitation des démarches en traitant avec des partenaires privés tout en favorisant l'émergence de projet conséquents de production d'énergie renouvelable. La surface des toitures envisagées est généralement grande et permet donc une production importante.

Ainsi ce sont aujourd'hui 10 projets qui ont été réalisés ou sont en cours de réalisation par EneRSIEIL : huit écoles ont vu leurs toitures se couvrir de panneaux photovoltaïques pour une production annuelle totale de 358,5 MWh et deux autres projets sont en cours de réalisation sur la déchetterie de la communauté de communes de Loches Développement et sur le local technique de la mairie de Monthodon.

Nous étudierons donc dans un premier temps le potentiel de production d'énergie renouvelable des bâtiments communaux du département d'Indre-et-Loire, le but étant de cibler de potentiels projets pour EneRSIEIL et d'en déterminer la production envisageable.

Le jeu de contraintes à prendre en compte

La détermination du bâti éligible pour l'installation de panneaux photovoltaïques se fait par un processus de dégradation de la ressource (ensemble du bâti) en fonction de différentes contraintes qui conditionnent l'aboutissement d'un projet. La prise en compte de l'ensemble de ces contraintes (physiques, réglementaires ou techniques) permettra d'aboutir à une ressource finale pour laquelle il sera possible d'estimer une production annuelle.

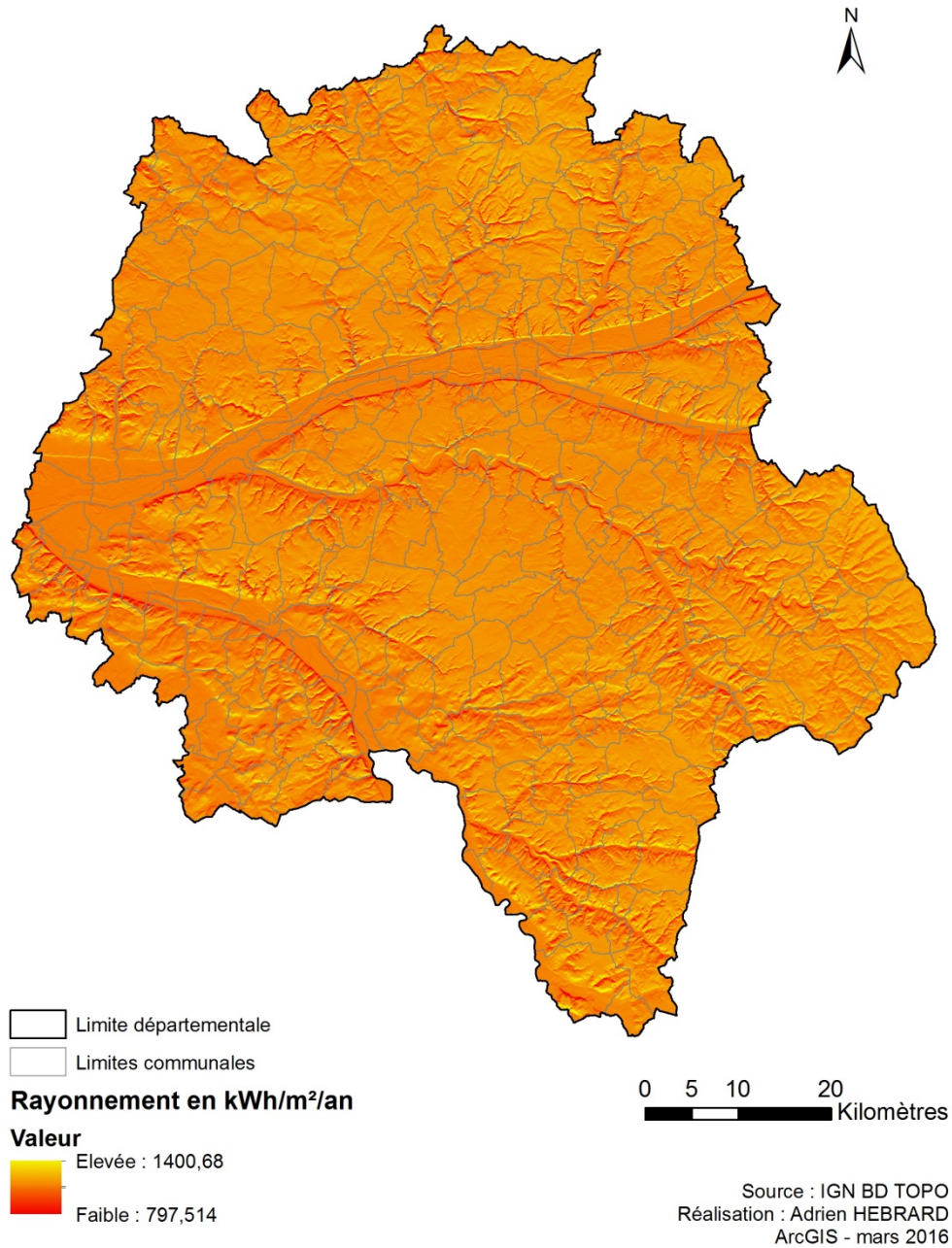
Le choix a été fait de tenir compte de critères non rédhibitoires, mais qui ont de grandes chances de nuire à l'aboutissement d'un projet. Ceci dans le but de dégrader au mieux notre ressource et donc d'estimer une production minimale réaliste par technologie. Les zones soumises à l'avis de l'architecte des bâtiments de France ont par exemple été exclues même si leur validation est possible, mais rare, dans la réalité. Il en est de même pour les zones de protection du patrimoine naturel : une ZNIEFF (zone naturelle d'intérêt écologique faunistique et floristique) n'est qu'un inventaire d'espèces à protéger et ne réglemente aucunement l'installation d'équipement de production d'énergie renouvelable. Cependant, et compte tenu de la réalité politique, il est préférable d'exclure ces dernières de la ressource finale exploitable.

Les contraintes physiques :

➤ *Le rayonnement*

Facteur déterminant de la rentabilité ou non d'un projet, le rayonnement solaire a été estimé grâce au logiciel de système d'information géographique ArcGIS. On considèrera que seul le bâti se situant dans des zones dont le rayonnement annuel dépasse les 1100kWh/m² sera éligible.

RAYONNEMENT SOLAIRE ANNUEL SUR LE DÉPARTEMENT D'INDRE-ET-LOIRE



Carte 3 : rayonnement solaire annuel en Indre-et-Loire

➤ *Les masques solaires*

On appelle masque solaire le phénomène d'obstruction des rayons solaires que peuvent produire certains bâtiments sur leurs voisins. La production d'une installation dépendant principalement de la quantité d'énergie solaire qu'elle reçoit à l'année, ces masques sont bien évidemment à prendre en compte pour déterminer la rentabilité d'un projet photovoltaïque sur toiture.

Nous excluons dans cette étude l'ensemble du bâti susceptible de recevoir de l'ombre en provenance de bâtiments voisins situé dans un champ de +/-60°S et dont l'angle d'obstruction est supérieur à 10°. (cf. annexe)

➤ *L'orientation du bâti*

Afin de s'assurer de la rentabilité d'un projet, l'orientation du pan de toit susceptible d'accueillir les panneaux doit être connue. Sachant que la pente moyenne des toits d'Indre-et-Loire est de 40° (STAP Indre-et-Loire), nous ne conserverons que les toitures orientées à +/- 30°S, ceci afin de s'assurer d'une production maximale.

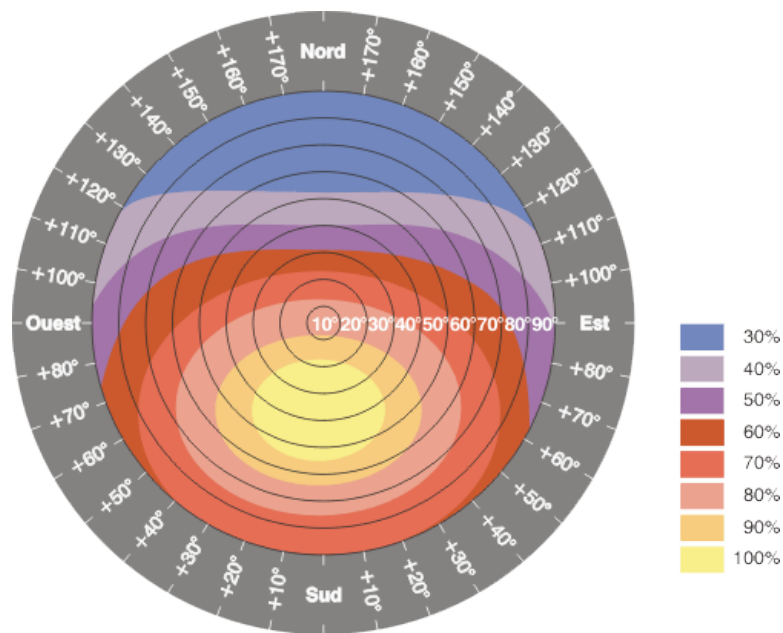


Figure 3: diagramme solaire

Les contraintes règlementaires :

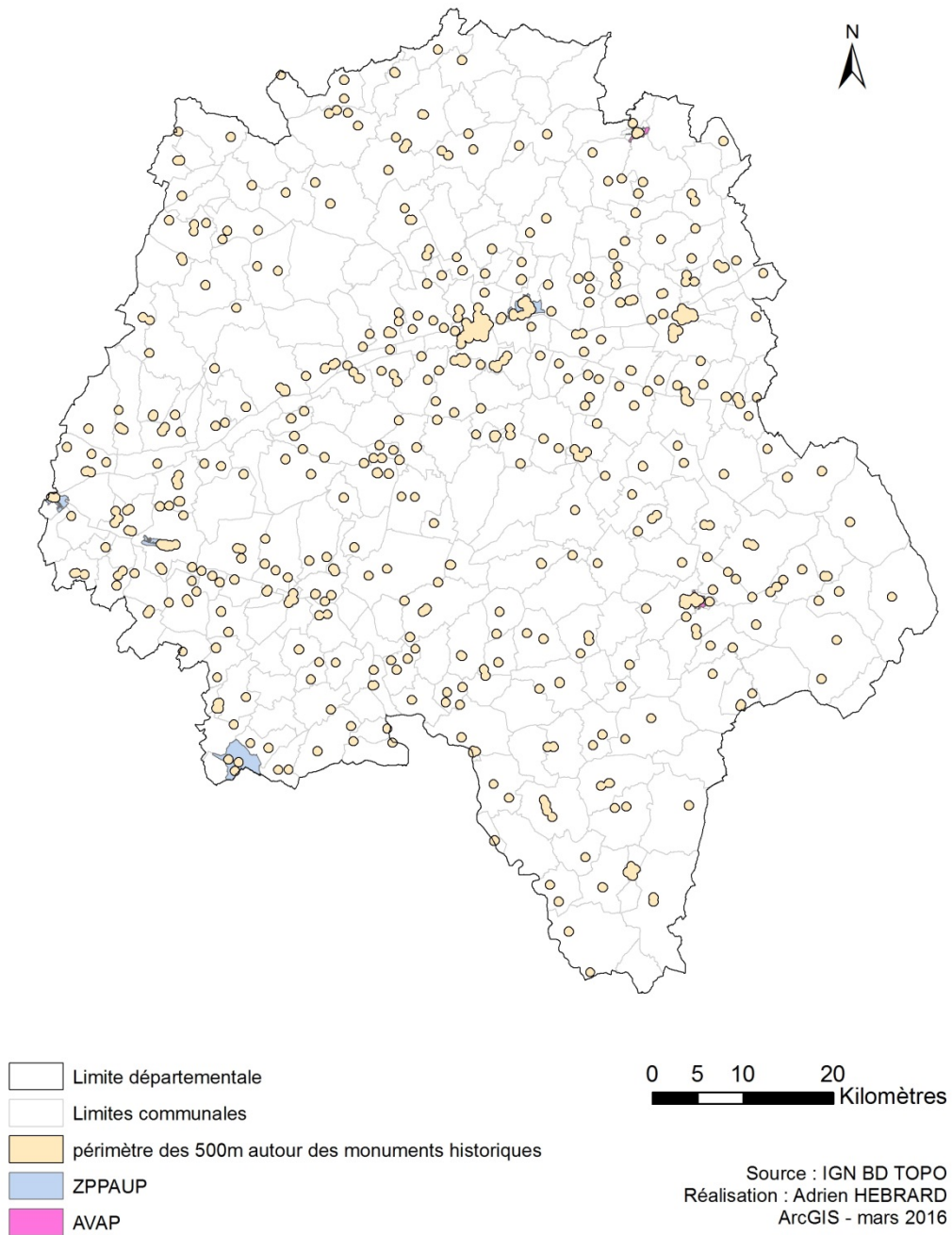
➤ *Préservation du patrimoine architectural*

Ce type d'installation est soumis à l'avis de l'Architecte des bâtiments de France (ABF) dans certaines zones de préservation du patrimoine architectural. On exclura donc dans cette étude l'ensemble du bâti communal situé dans les Zones de Protection du Patrimoine Architectural, Urbain et Paysager (ZPPAUP), celui situé dans les Aires de Valorisation de l'Architecture et du Patrimoine (AVAP) ainsi que l'ensemble du bâti situé dans un périmètre de 500 mètres défini autour des monuments inscrits ou classés sur le territoire départemental.

➤ *Préservation du patrimoine environnemental*

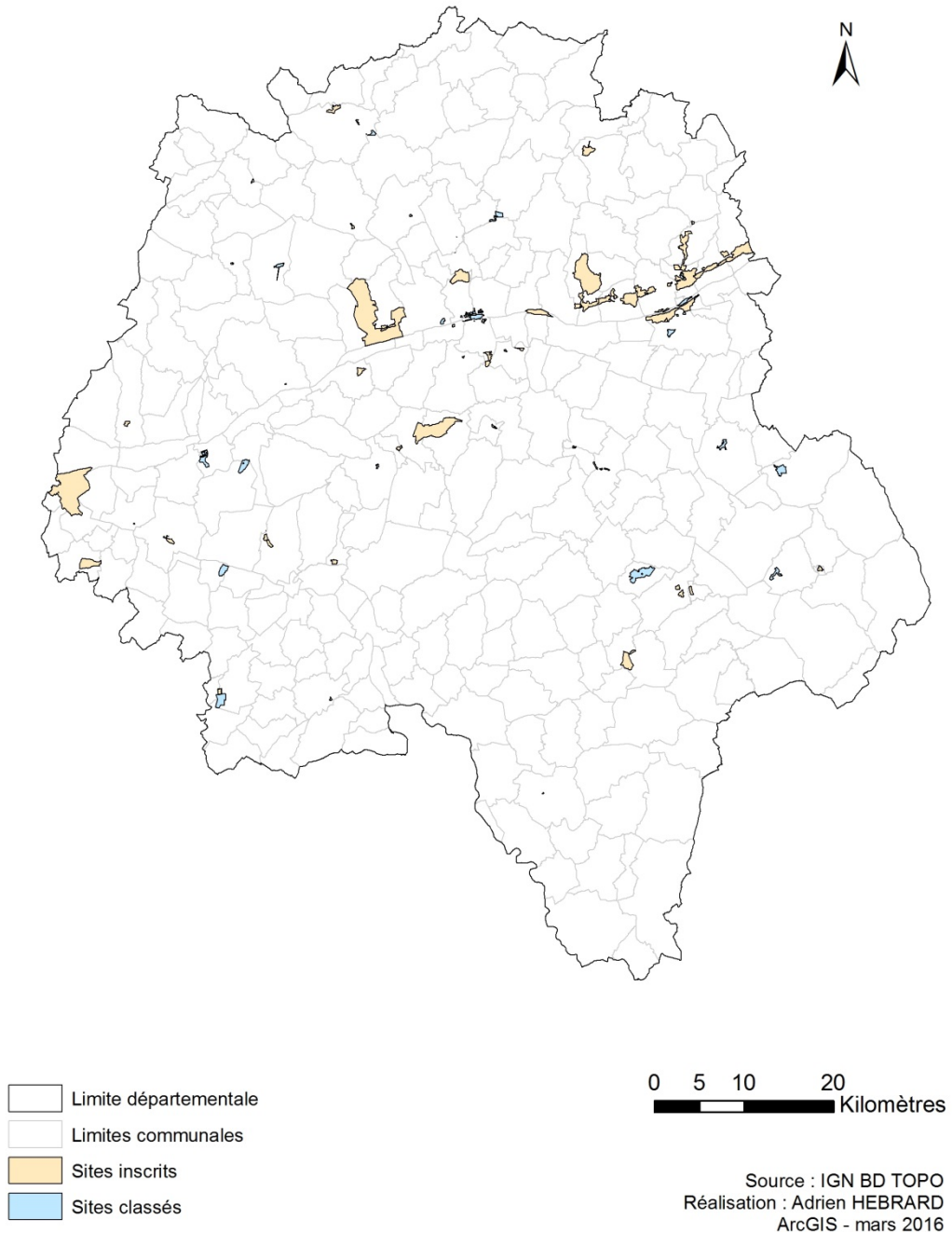
Il existe également certains zonages spécifiques à la préservation du patrimoine environnemental qui régulent l'installation de panneaux solaires photovoltaïques sur le territoire départemental. Ainsi, nous excluons l'ensemble du bâti situé au sein des sites inscrits ou classés du département.

ZONES DE PROTECTION DU PATRIMOINE ARCHITECTURAL



Carte 4: zones de protection du patrimoine architectural en Indre-et-Loire

PHOTOVOLTAÏQUE TOITURE : ZONES DE PROTECTION DU PATRIMOINE ENVIRONNEMENTAL



Carte 5 : zones de protection du patrimoine environnemental (photovoltaïque toiture)

La dégradation successive de l'ensemble des bâtiments communaux du territoire départemental en fonction des contraintes précédemment citées nous permet d'aboutir à une ressource dégradée finale correspondant aux bâtiments pouvant accueillir des installations photovoltaïques. Nous avons ensuite dimensionné les installations pour chaque bâtiment en considérant une part utile de l'emprise de ce dernier. Cette part a été définie à 30% suite à l'étude des réalisations déjà effectuées par EnerSIEIL et de la typologie du bâti. La production a, quant à elle, été estimée à l'aide du logiciel PVSol disponible en ligne.

	Nombre de bâtiments	Nombre de panneaux	Surface (m ²)	Puissance (kW)	Production (MWh)
Écoles primaires	88	13 688	23 543	3 695	4 264
Mairies	62	2 063	3 548	557	641
Bâtiments sportifs	97	23 702	40 767	6 399	7 387
Total	247	39 453	67 858	10 651	12 292

L'ensemble de la ressource dégradée représente quelques 247 bâtiments communaux qui pourraient accueillir 10,6 MW de panneaux solaires photovoltaïques pour une production annuelle estimée à 12,3 GWh. Il est à noter que ce sont les bâtiments sportifs qui représentent le plus gros potentiel de production compte tenu du nombre et de la surface de toiture de ces bâtiments, et donc d'acteurs à faire intervenir. Cependant, il reste à définir pour ce type de bâtiment leurs natures exactes et s'ils appartiennent à la commune, au département, ou à la région (question qui ne se pose pas pour les mairies et des écoles primaires).

Cette étude prospective n'a pas donné lieu à des visites de terrain permettant de confirmer ou non le potentiel de chaque bâtiment. Une suite possible serait l'étude au cas par cas de chaque bâtiment énoncé dans le tableau récapitulatif des résultats présenté en annexe.



L'exploitation de l'ensemble de la ressource en toiture disponible sur le territoire départemental permettrait une avancée de 0,1% dans l'atteinte de l'objectif des 23% fixé par le PCET.

Le photovoltaïque en centrale au sol

Outre le débouché de l'installation sur toiture, la technologie photovoltaïque peut également être développée sous forme de centrale au sol proposant de plus grande surfaces utiles pour de plus grandes puissances. Ce type d'installation apparait sous la forme de plusieurs rangées de tables comprenant chacune des dizaines de panneaux photovoltaïques. Celles-ci sont ensuite reliées à un onduleur qui va permettre la réinjection du courant continu produit dans le réseau en le transformant en courant alternatif.

La puissance de ce type d'unité de production varie entre 250kW pour les plus petites (limite à partir de laquelle un permis de construire est nécessaire) et des centaines de MW pour les plus grandes. En décembre 2015 a été inaugurée à Cestas, en Gironde, la plus grande centrale photovoltaïque d'Europe. Elle a été développée par la société NEOEN. D'une puissance de 300MW pour une superficie de 2 km², cette centrale devrait suffire à satisfaire la consommation annuelle de l'équivalent de la population de Bordeaux.

EneRSIEIL a déjà fait preuve de son intérêt envers cette technologie en prenant part dans les SAS des Landes de la Motte et dans la SAS du Soleil. Ces deux sociétés visent à développer des champs photovoltaïques sur tracker. Les projets sont aujourd'hui en cours de développement.

Le processus de dégradation de la ressource du photovoltaïque en centrale est similaires à celui proposé pour les installations en toiture. Nous disposons d'un ensemble de contraintes, aussi bien physiques, techniques que réglementaires, dont il nous faut tenir compte pour dégrader totalement la ressource initiale (ensemble des parcelles du département) et aboutir à une ressource finale exploitable qui nous permettra l'estimation d'une production annuelle. Encore une fois, nous tiendrons compte, en plus des contraintes primordiales, de contraintes non rédhibitoires qui minimisent cependant fortement les chances d'aboutissement d'un projet.

Le jeu de contraintes à prendre en compte

Les contraintes physiques :

➤ *Le rayonnement*

Les centrales au sol et sur toitures exploitant une énergie primaire identique, il est ici aussi nécessaire de tenir compte du rayonnement comme condition à l'éligibilité de parcelles susceptibles d'accueillir ce genre d'installations. On fixera ici aussi la limite minimale de rayonnement à 1100 kWh/m²/an.

➤ *L'exposition*

L'installation d'une centrale photovoltaïque au sol est conditionnée par l'exposition de la parcelle susceptible de l'accueillir. Nous ne conserverons dans cette étude que les parcelles exposées Sud, comprenant le Sud-Ouest et le Sud-Est (+/- 70° S).

➤ *Pentes*

Afin de minimiser les coûts liés à l'intervention du génie civil, nous ne conserverons que les parcelles ayant une pente inférieure à 15%. Nous considérons qu'au-delà de cette valeur limite, le surcoût lié aux travaux de terrassement rendrait le projet trop onéreux et donc non viable au niveau financier.

Les contraintes réglementaires :

➤ *Préservation du patrimoine architectural*

Comme pour l'installation de panneaux photovoltaïques sur toitures, il faut ici aussi considérer l'ensemble des zonages de préservation du patrimoine architectural du territoire. Nous excluons donc l'ensemble des parcelles situées au sein des ZPPAUP, AVAP ou dans le périmètre des 500 mètres autour des monuments classés ou inscrits.

➤ *Préservation du patrimoine environnemental*

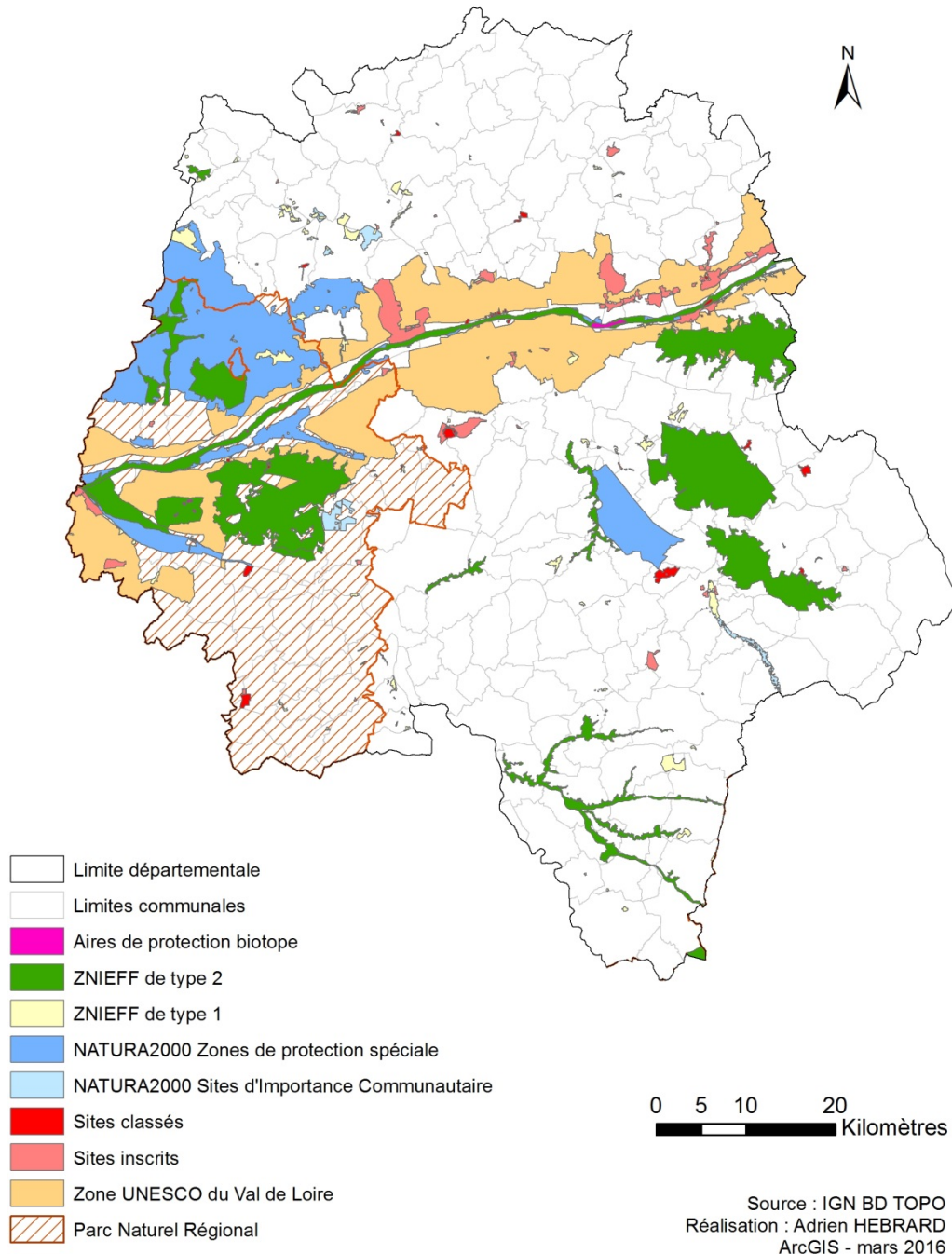
Nous tiendrons compte ici de l'ensemble des contraintes liées à la préservation du patrimoine environnemental considérées au préalable avec l'étude du potentiel photovoltaïque en toiture. Il est cependant nécessaire d'ajouter aux sites inscrits et classés les aires de protection biotope du département, les zones NATURA 2000, les zones situées au sein du Parc Naturel Régional Loire-Anjou-Touraine, les ZNIEFF de type 1 et 2 ainsi que le zonage UNESCO du Val de Loire.

Les risques naturels :

➤ *Les Territoire à Risque d'Inondation*

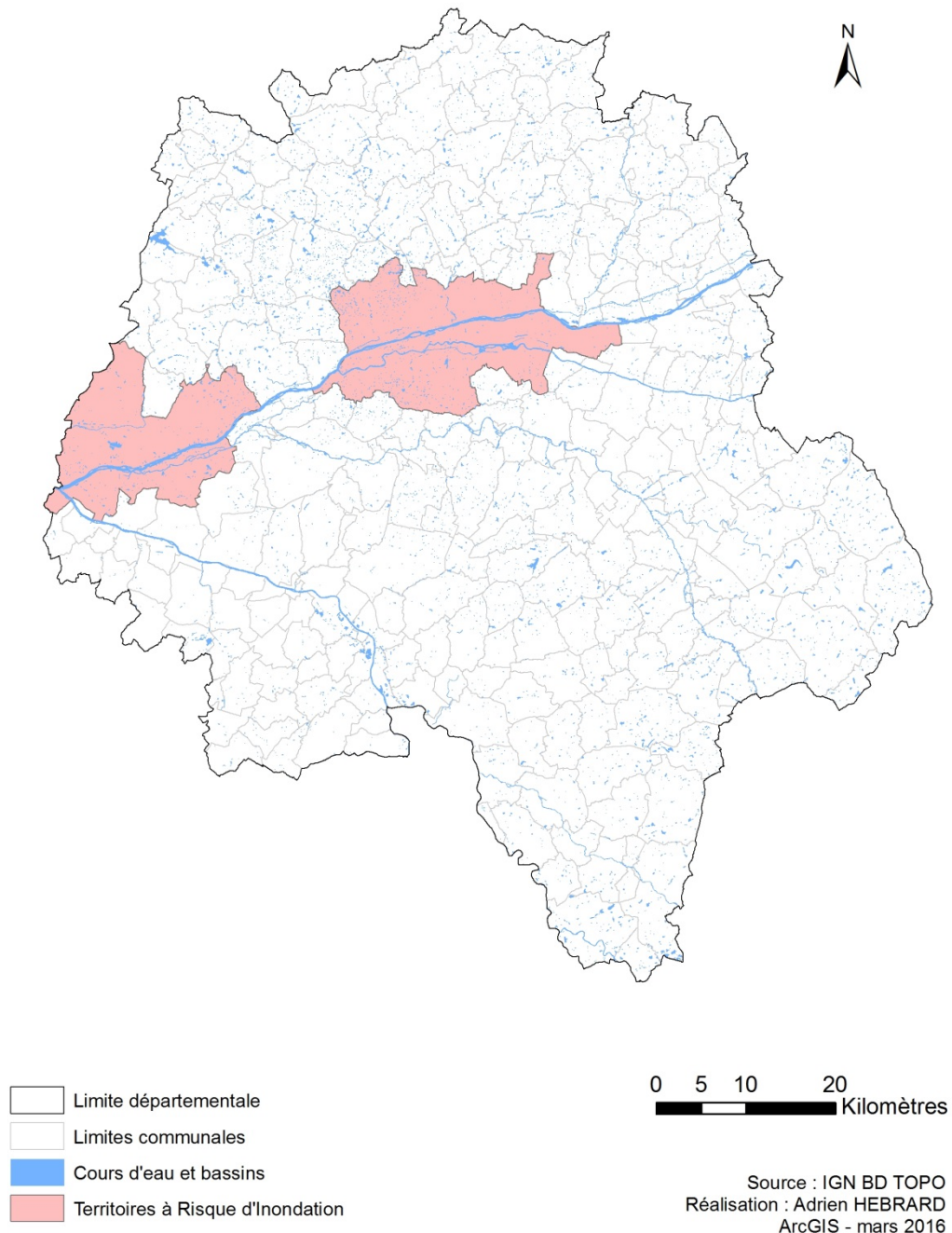
Afin d'éviter toute dégradation par les inondations, nous excluons l'ensemble des parcelles situées dans les zones TRI (Territoires à Risque d'Inondation) du département.

PHOTOVOLTAÏQUE AU SOL : ZONES DE PROTECTION DU PATRIMOINE ENVIRONNEMENTAL



Carte 6 : zones de protection du patrimoine environnemental (photovoltaïque en centrale au sol)

TERRITOIRES À RISQUES D'INONDATION SUR LE DÉPARTEMENT D'INDRE-ET-LOIRE



Carte 7: territoires à risques d'inondation

Les contraintes techniques :

➤ L'éloignement du réseau routier

Afin de minimiser les coûts liés à la création d'un chemin d'accès à la centrale, nous ne conserverons que les parcelles situées à moins d'un kilomètre des routes déjà existantes. Le réseau routier étant très ramifié sur le territoire départemental, cette contrainte n'est en fait pas limitante puisque l'ensemble du territoire est correctement desservi.

➤ L'éloignement des postes sources

Dans le but de minimiser les coûts liés au raccordement au réseau électrique de la centrale, nous excluons l'ensemble des parcelles situées à plus de 10 kilomètres d'un poste source (poste de transformation HTB/HBA). On considère qu'au-delà de cette valeur limite, le surcoût lié au raccordement électrique rend la rentabilité du projet trop faible pour que les investisseurs s'intéressent à ces parcelles.

➤ La surface parcellaire

La parcelle susceptible d'accueillir une future centrale au sol doit être d'une surface suffisante pour l'installation de puissances considérées comme rentables pour l'investisseur. Ainsi nous ne considérerons dans cette étude que les parcelles dont la surface est supérieure ou égale à 3 hectares.

De plus, il est important de différencier la surface totale d'une parcelle de sa surface utile à l'installation de tables de modules photovoltaïques. Il est admis que seul un tiers de la surface totale d'une parcelle sert à l'installation de tables, les deux tiers restants étant dédiés aux chemins d'accès et d'entretien, aux clôtures, aux bassins de rétention d'eau, au locaux etc...

Il faut ensuite, pour déterminer le nombre de tables installables, considérer la distance séparant les rangées (pitch) et nécessaire à l'évitement des ombres portées. On considère que celle-ci est égale à trois fois la hauteur des tables.

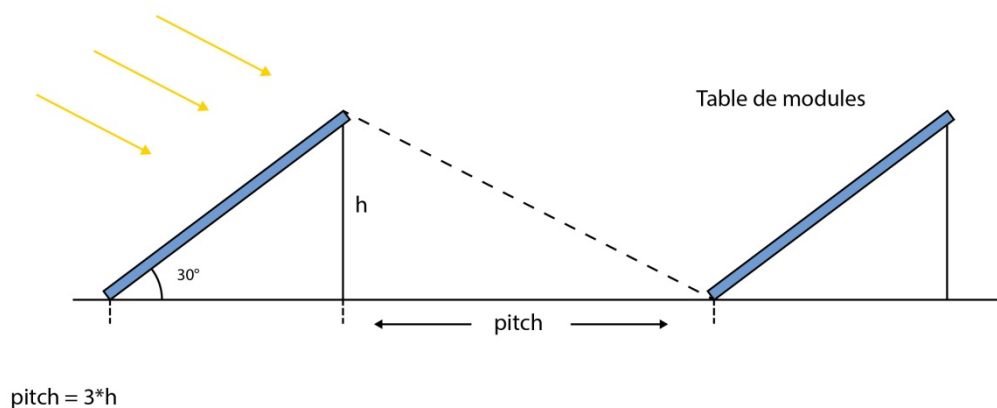
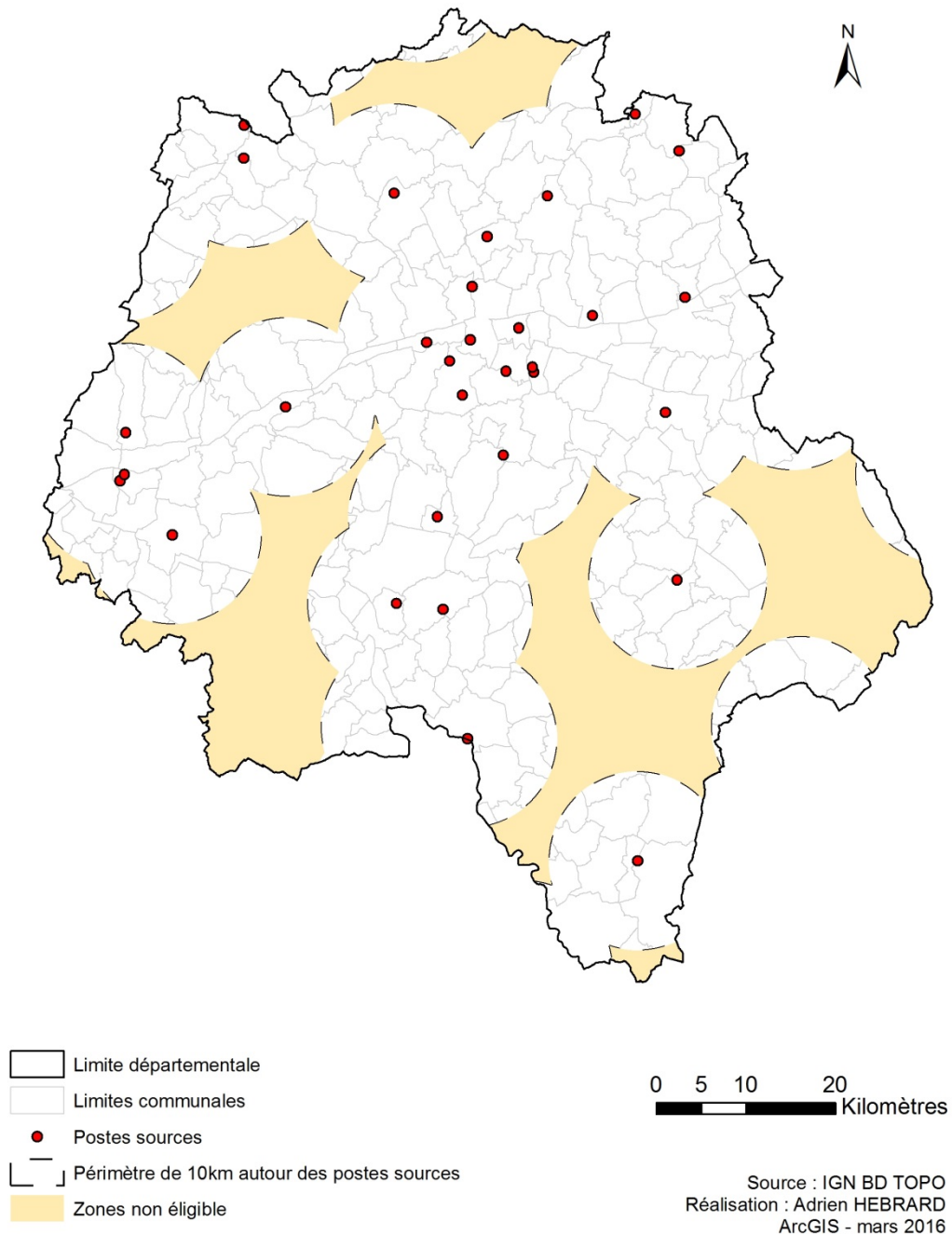


Figure 4: pitch (photovoltaïque)

ÉLIGIBILITÉ DES PARCELLES EN FONCTION DU RACCORDEMENT AU RÉSEAU ÉLECTRIQUE



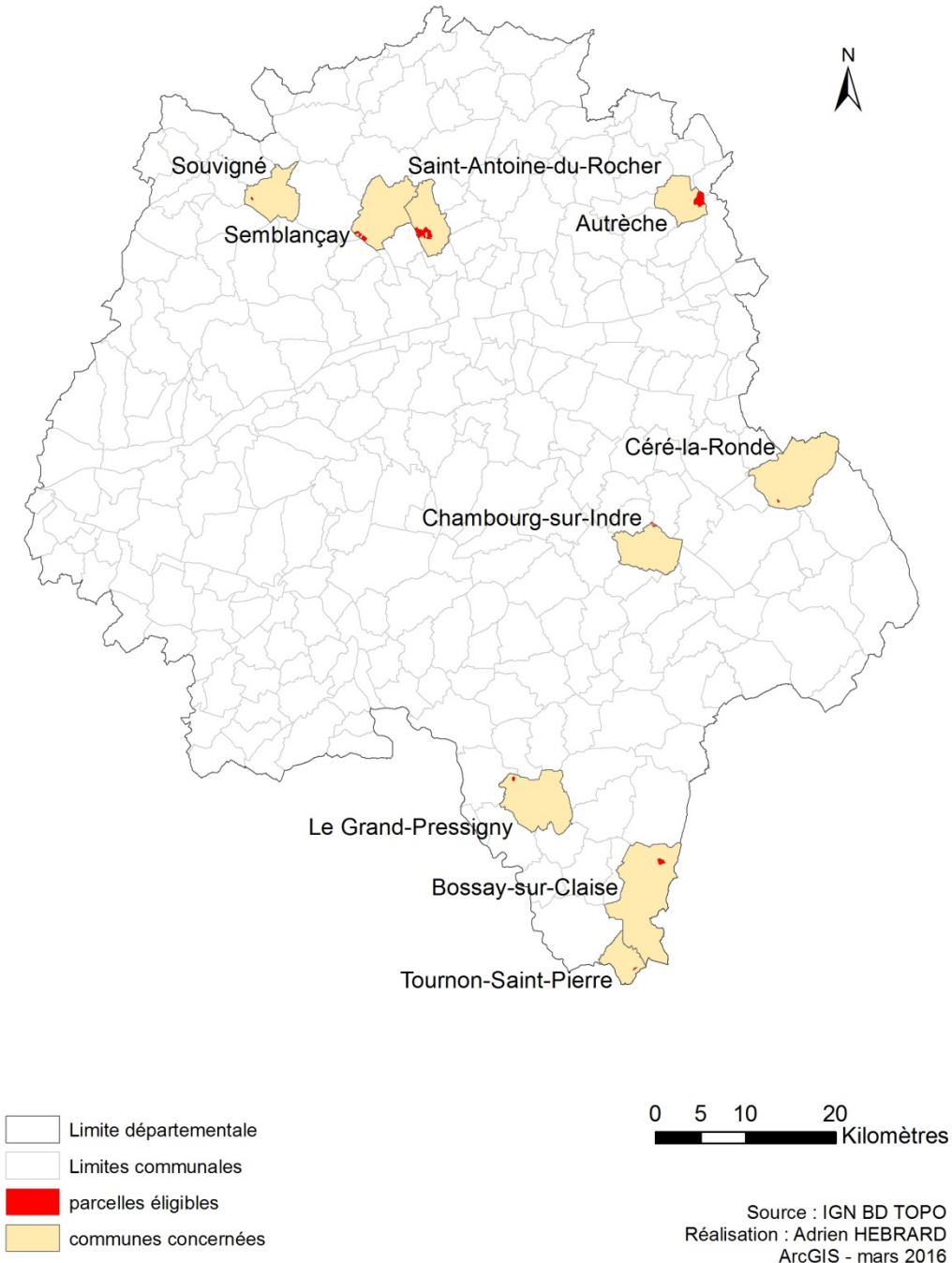
Carte 8 : éligibilité des parcelles en fonction de la l'éloignement des postes sources

➤ La nature des parcelles :

L'agriculture étant très présente sur le territoire du département, il est important de tenir compte de la nature des parcelles pour ne pas créer de conflit d'intérêt avec cette activité. Il est certes louable de promouvoir la production d'énergie renouvelable sur le territoire départemental, mais ceci ne doit pas se faire au détriment de la production alimentaire que représente la filière agricole.

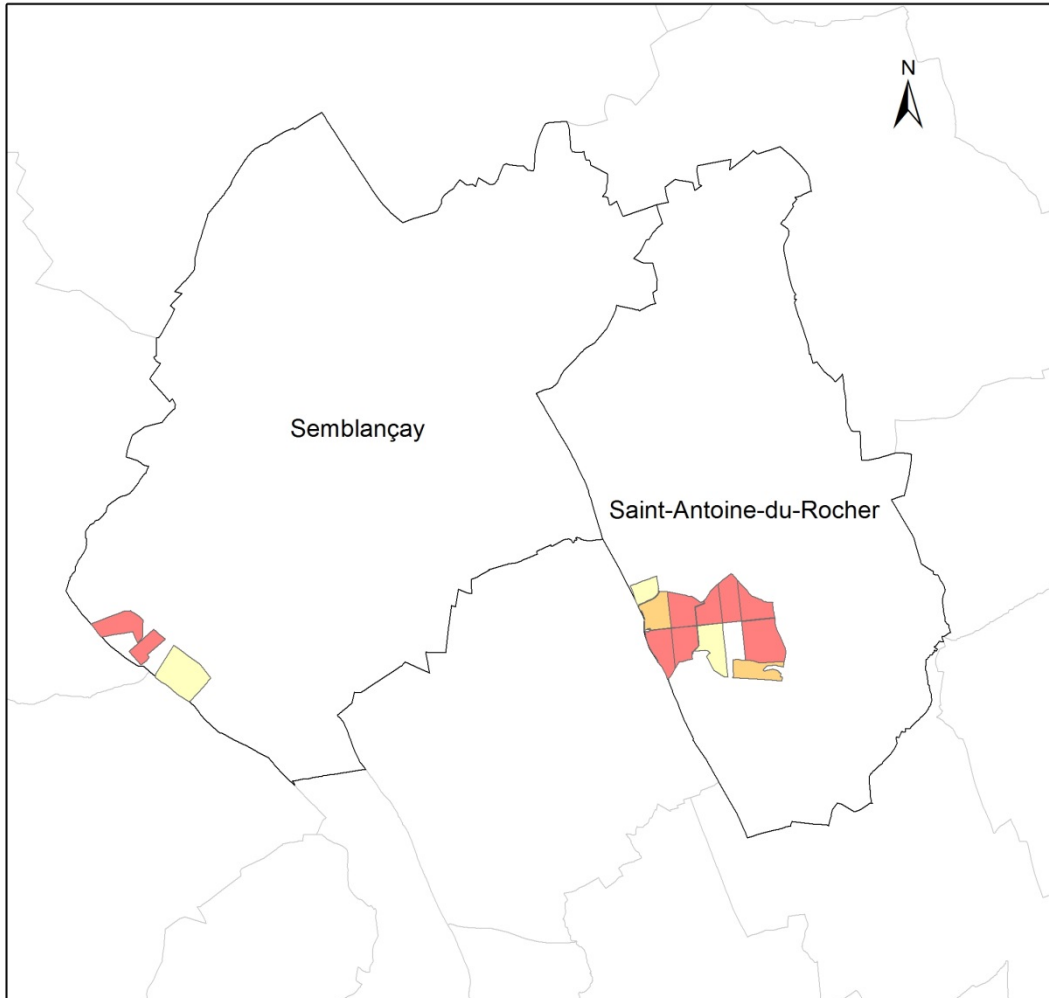
Nous excluons donc l'ensemble des parcelles classées « agricole » dans la base de données d'occupation des sols du CORINE Land Cover 2012 mise à disposition par le ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer. Après avoir tenu compte de l'ensemble des contraintes précédemment citées, seules des landes, broussailles et végétations arbustives permettent aujourd'hui l'installation de centrales photovoltaïques au sol.






PARCELLES NON AGRICOLES ÉLIGIBLES SUR LE TERRITOIRE D'INDRE-ET-LOIRE



Carte 9 : parcelles non agricoles éligibles au photovoltaïque en centrale au sol

PARCELLES NON AGRICOLES ÉLIGIBLES SUR LE TERRITOIRE D'INDRE-ET-LOIRE



-  Limite départementale
-  Limites communales
-  surfaces supérieures à 5ha
-  surfaces comprises entre 4 et 5ha
-  surfaces inférieures à 4ha

0 0,5 1 2
Kilomètres

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

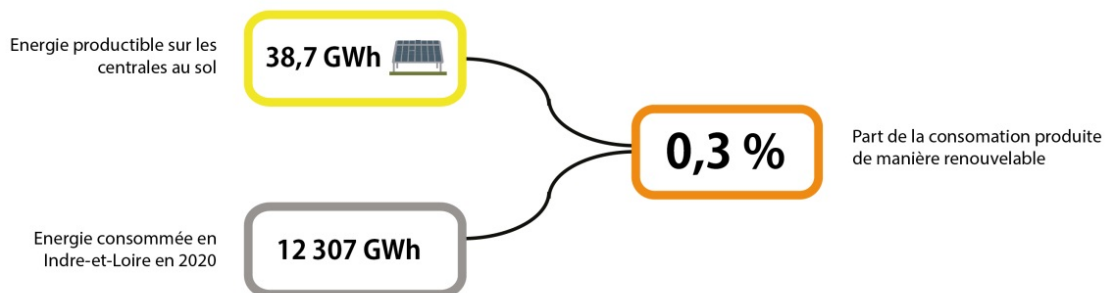
Carte 10 : parcelles non agricoles éligibles sur les communes de Saint-Antoine-du-Rocher et de Semblançay

Une fois la dégradation totale de la ressource effectuée, nous aboutissons à un gisement potentiel pour la technologie photovoltaïque au sol. Celui-ci correspond aux parcelles non agricoles susceptibles d'accueillir des centrales. Il est alors possible de déterminer le potentiel de production de ces terrains et ainsi d'aboutir au potentiel de production total de cette technologie sur le territoire départemental. Comme pour l'estimation du potentiel de production des installations sur toitures, nous utilisons le logiciel de dimensionnement en ligne PVSol.

Surface	Nombre de parcelles	Nombre de panneaux	Surface (m ²)	Puissance (MW)	Production (GWh)
> 5 ha	12	93 584	160 966	25,6	28,2
entre 4 et 5 ha	7	25 791	44 361	7,0	7,8
< 4 ha	3	9 068	15 597	2,5	2,7
Total	22	128 443	220 924	35	38,7

La ressource dégradée finale

22 parcelles constituent in fine la ressource exploitable du département. Celles-ci pourraient permettre de produire quelques 38,7 GWh d'énergie renouvelable à l'année. Comme on peut le constater à la lecture de la carte n°9 ci-avant, les parcelles se répartissent sur les territoires de 9 communes dont la moitié (11) sur la commune de Saint-Antoine-du-Rocher et 3 sur la commune de Semblançay (cf. tableau récapitulatif en annexe). Cette étude cartographique est prospective et nécessite une validation in situ des sites qui en ressortent. Certains facteurs ou obstacles ne peuvent être considérés dans le processus de dégradation utilisé, d'où la nécessité de confirmer ou d'infirmier la possibilité en réalisant des visites des parcelles. Cette production annuelle de 38,7 GWh permettrait une progression de 0,3% dans l'objectif des 23% de production d'énergie renouvelable à l'horizon 2020 fixé par le PCET du département.



Il pourrait être intéressant par la suite d'étudier le potentiel de production des parcelles agricoles du territoire départemental. Bien qu'entrant en conflit avec l'agriculture, ce débouché pourrait permettre d'accroître grandement la production d'énergie renouvelable du département.

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.

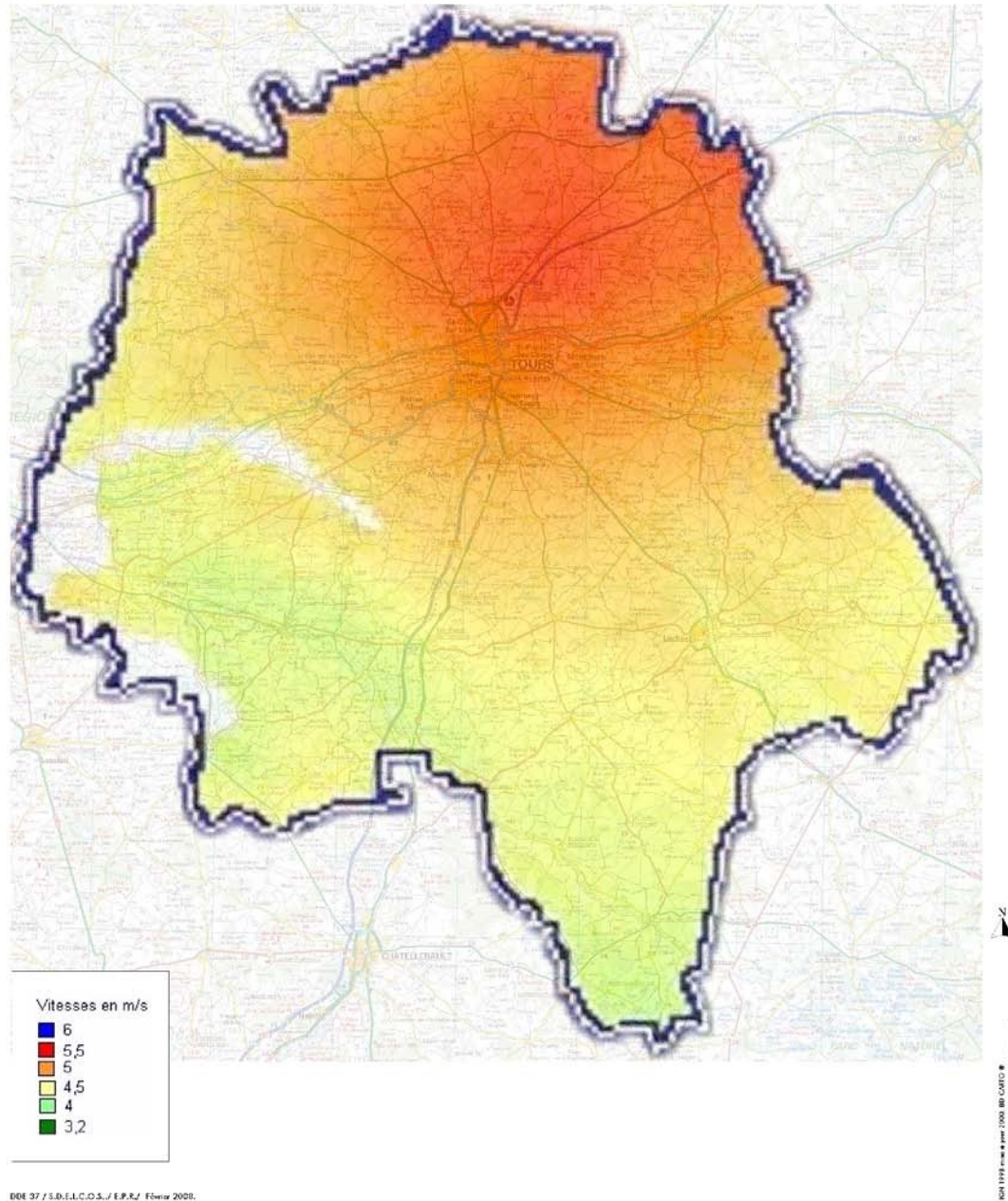
On estime le rendement de cette technologie compris entre 35 et 45% (part de l'énergie primaire cinétique convertie en énergie secondaire électrique) pour des machines dont le fonctionnement se fait pour des vitesses de vent comprises entre 5 et 90 km/h. Les machines les plus répandues sont à axe vertical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

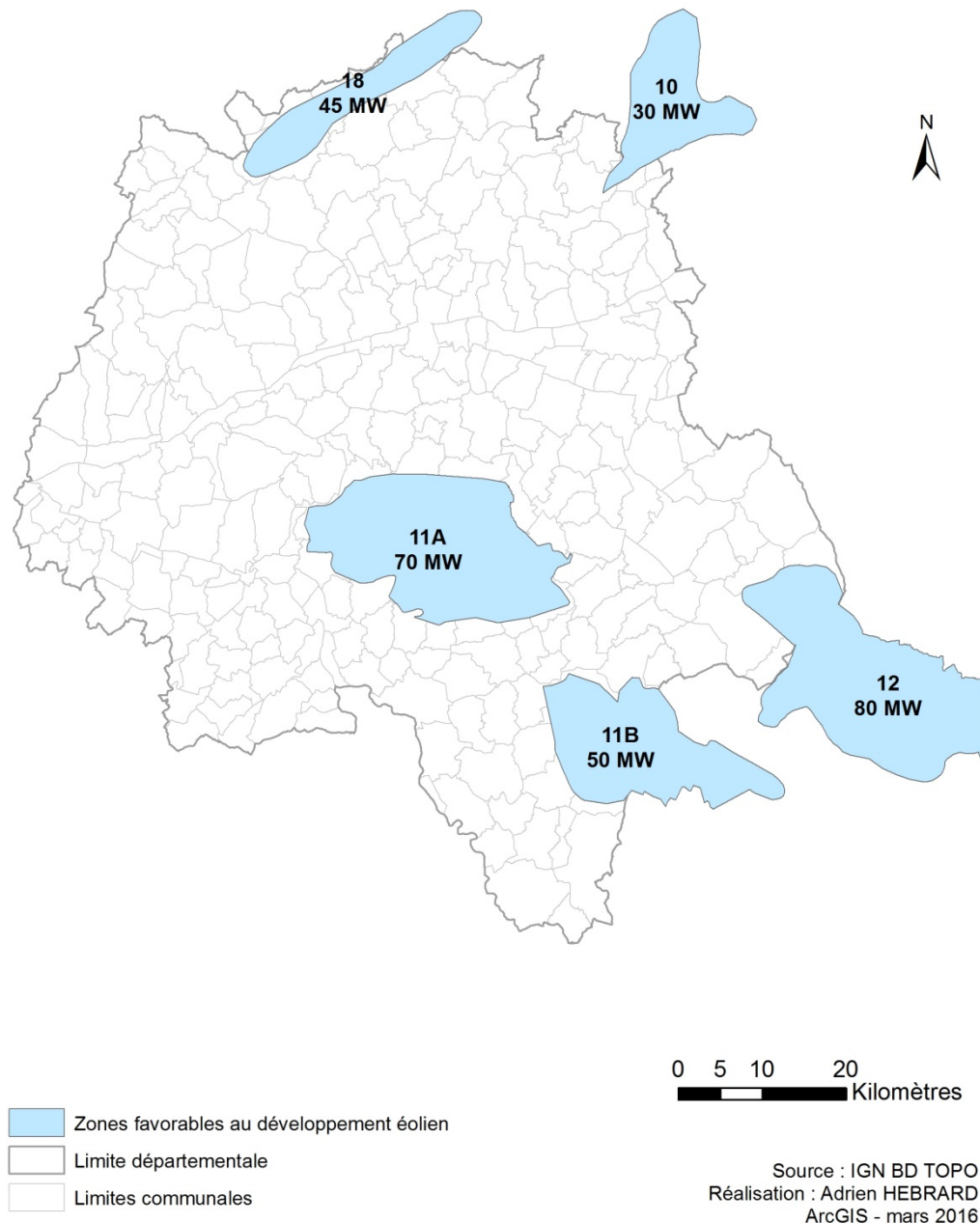
Annexe du SRCAE, le SRE, Schéma Régional Éolien, est lui aussi rendu obligatoire. Il définit, en tenant compte de diverses contraintes et facteurs des Zones Favorables au développement Éolien, ou ZFE. Ce schéma est aujourd'hui le document de référence en termes de développement éolien. Depuis la suppression 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 m², 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 :

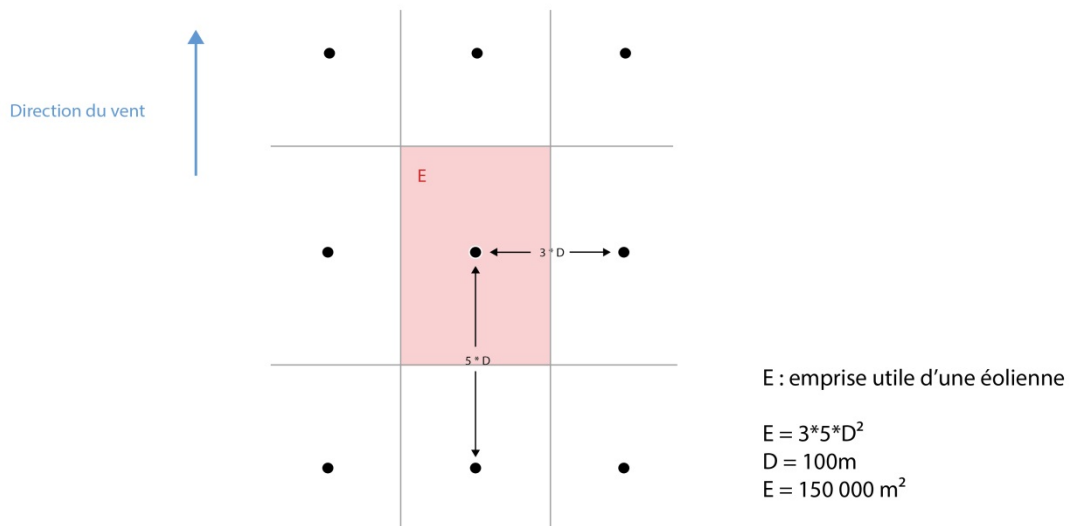
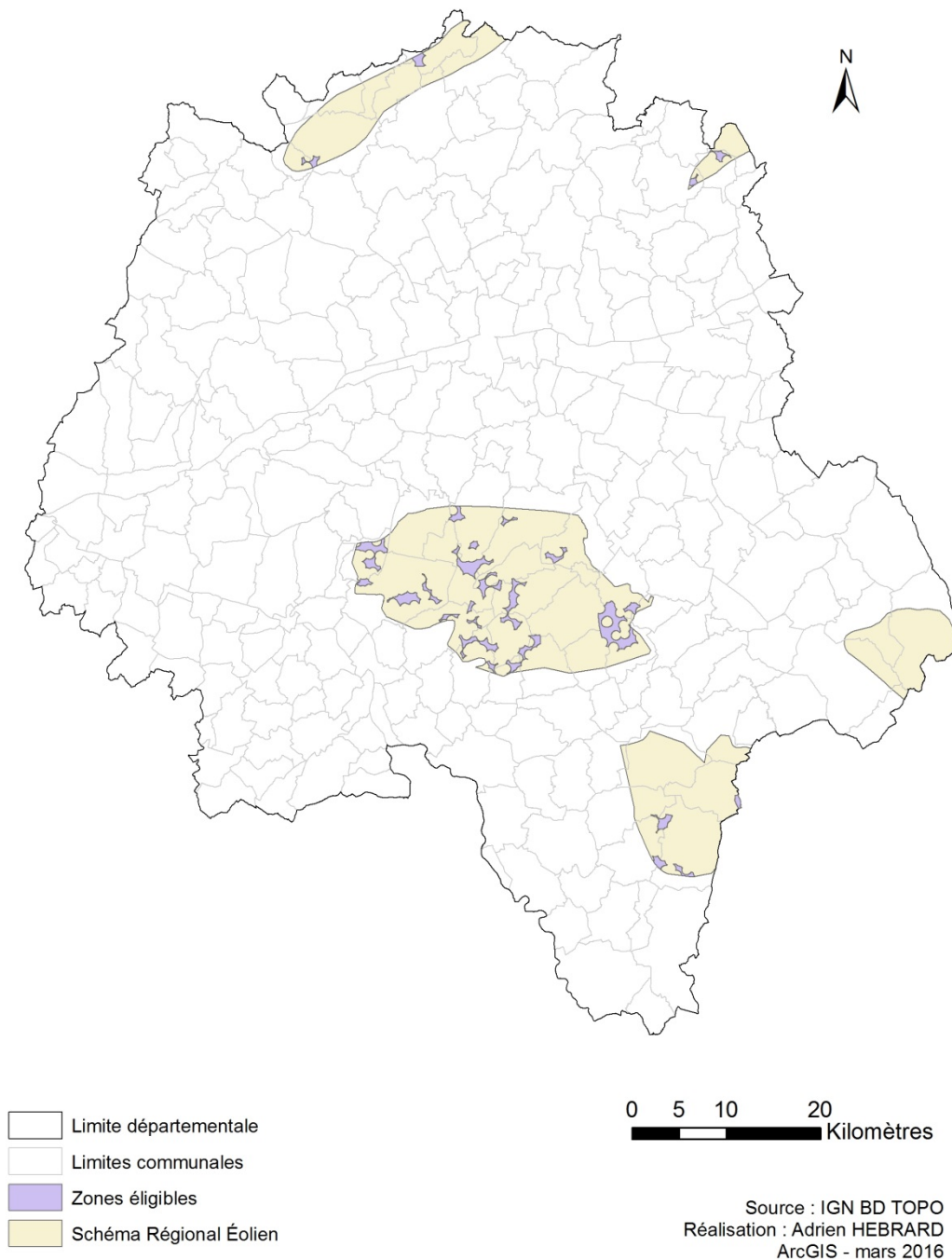


Figure 5: emprise utile d'une éolienne

Ayant spécifié l'emprise utile d'une éolienne qui est d'environ $150\,000\text{m}^2$ pour un diamètre de 100m, 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

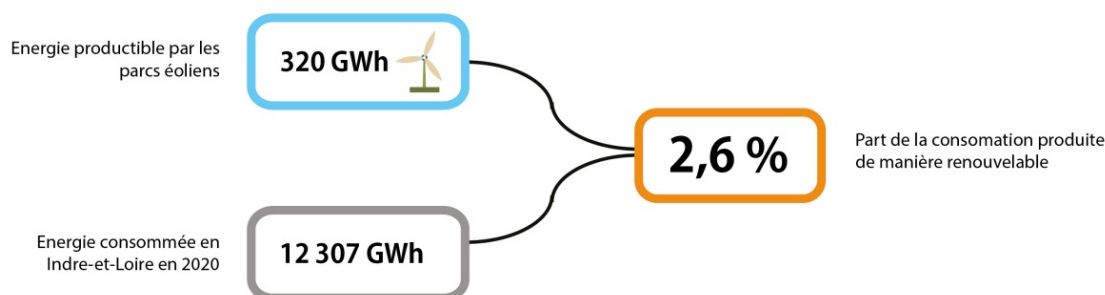
Une fois l'analyse de l'ensemble des contraintes citées précédemment effectuée, il ressort des ZFE proposées par le schéma régional éolien 27 zones effectivement susceptibles d'accueillir de futurs parcs éoliens. Il est notable que la prise en compte de la contrainte de l'éloignement des postes sources 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
Total	27	293	192	320

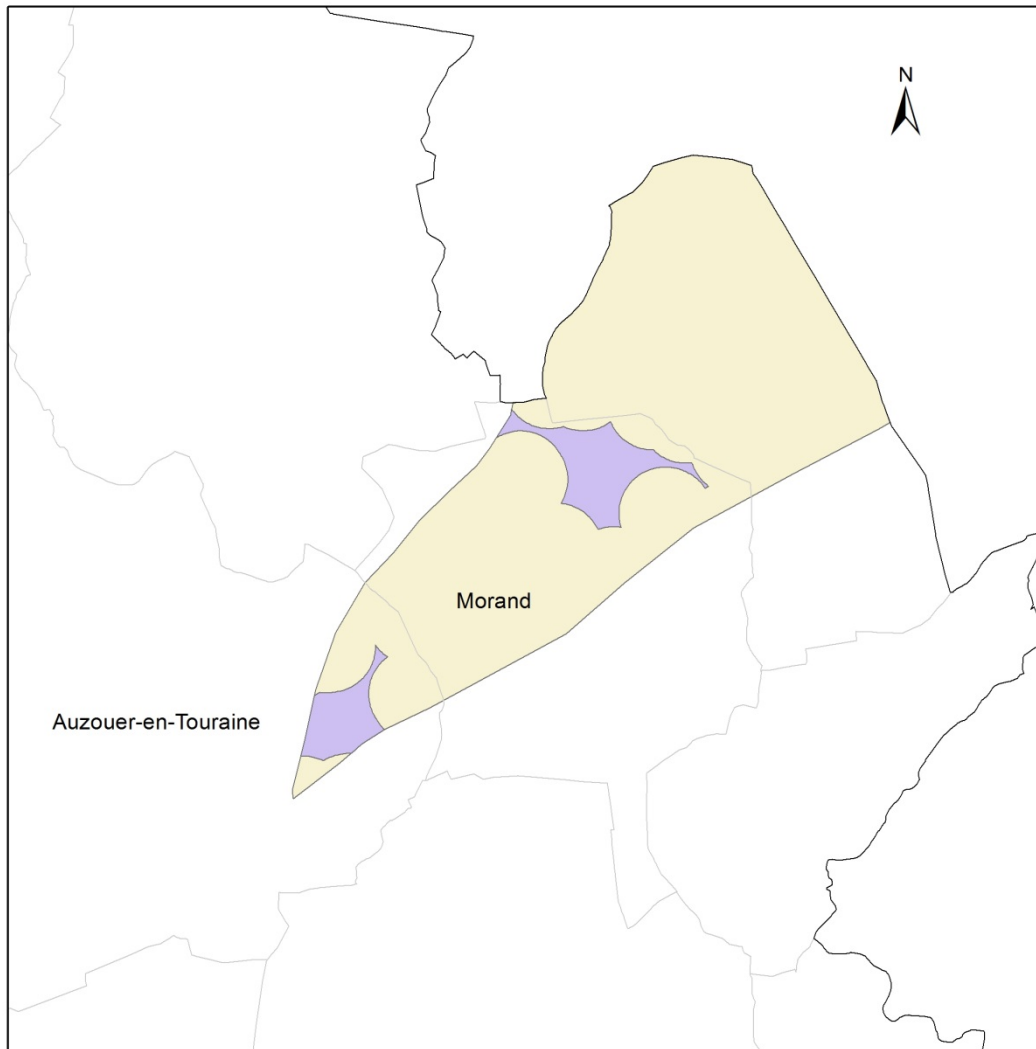
L'estimation de la production s'est faite grâce aux facteurs de charges moyens par département présentés par RTE au sein de son bilan électrique 2014. Celui-ci est de 24% pour la région Centre et estimé à 19% pour le département d'Indre-et-Loire. Il équivaut à la part du temps annuel durant laquelle 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



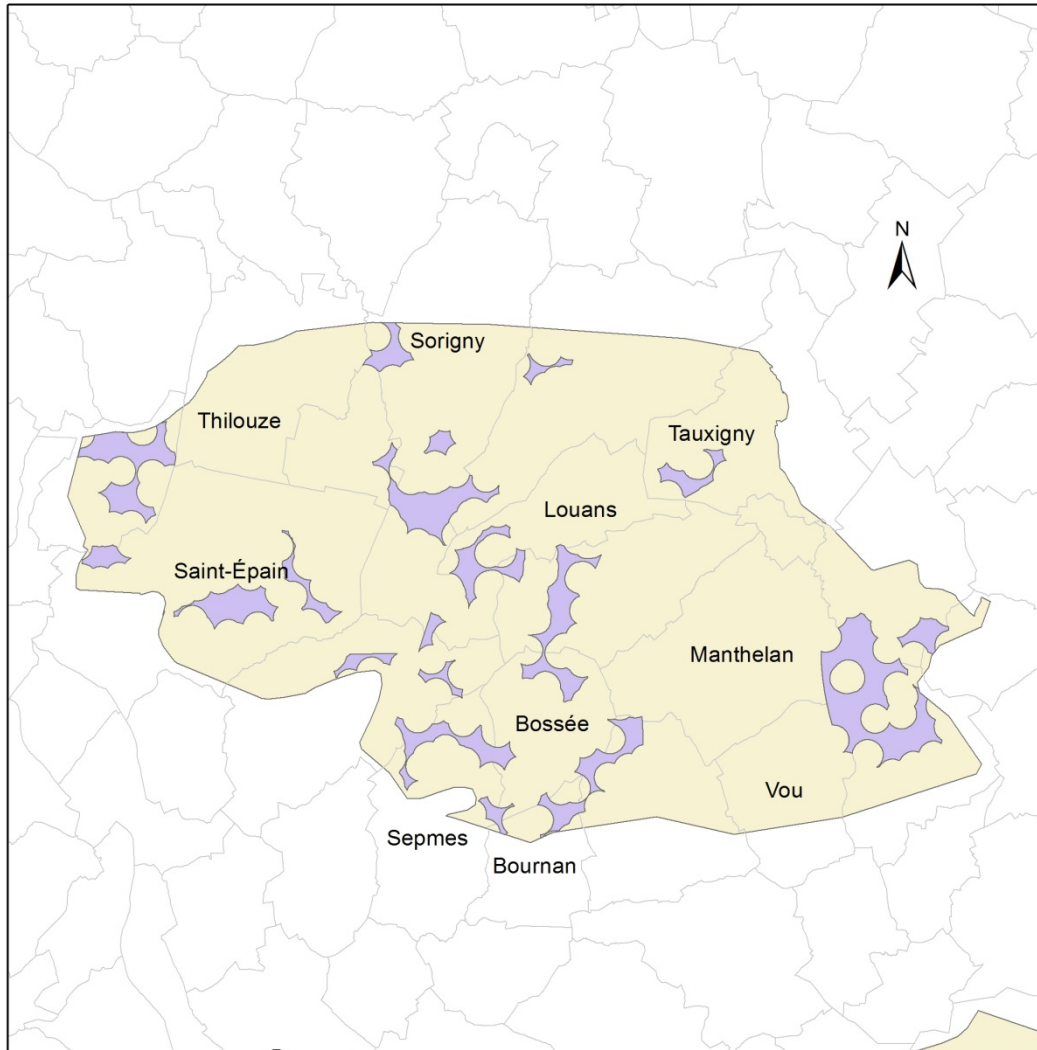
-  Limite départementale
-  Limites communales
-  Zones éligibles
-  Schéma Régional Éolien





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



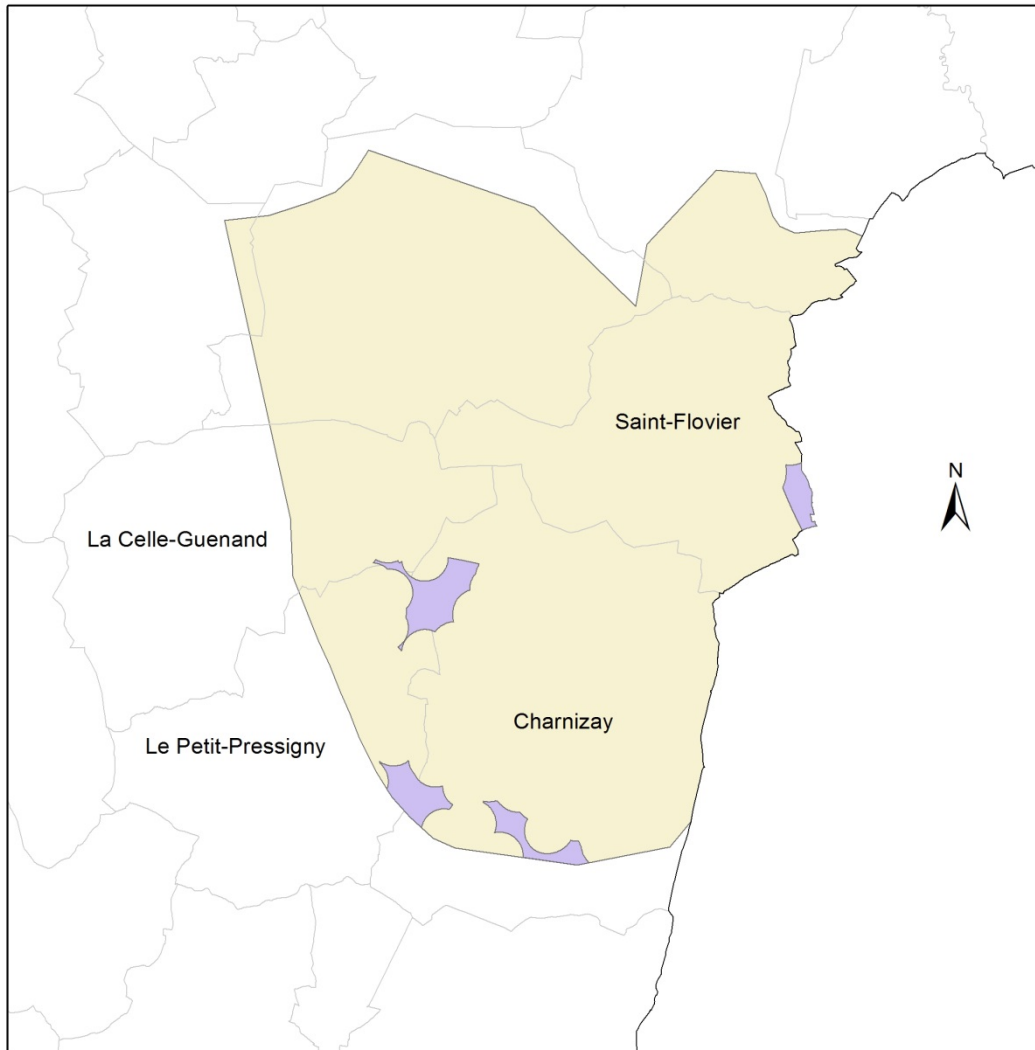
-  Limite départementale
-  Limites communales
-  Zones éligibles
-  Schéma Régional Éolien





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



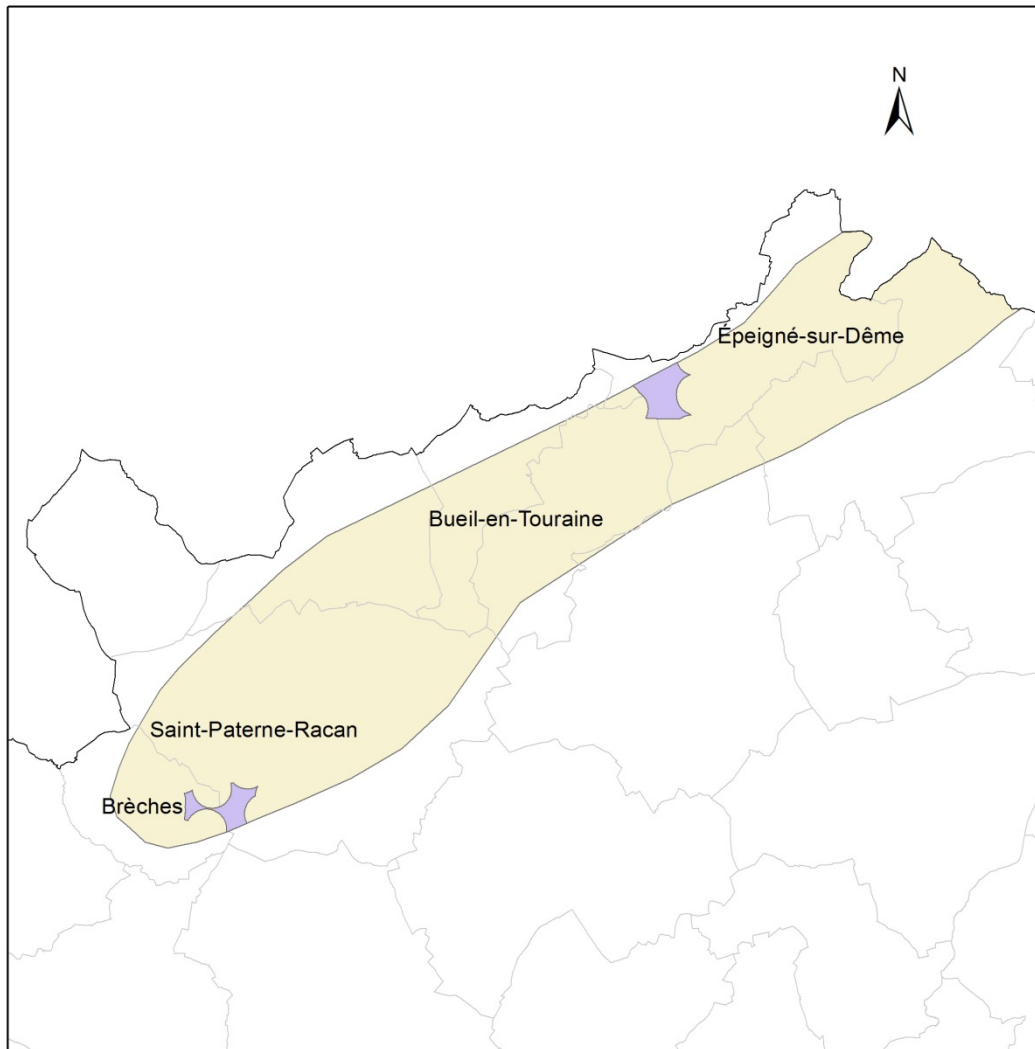
-  Limite départementale
-  Limites communales
-  Zones éligibles
-  Schéma Régional Éolien





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.

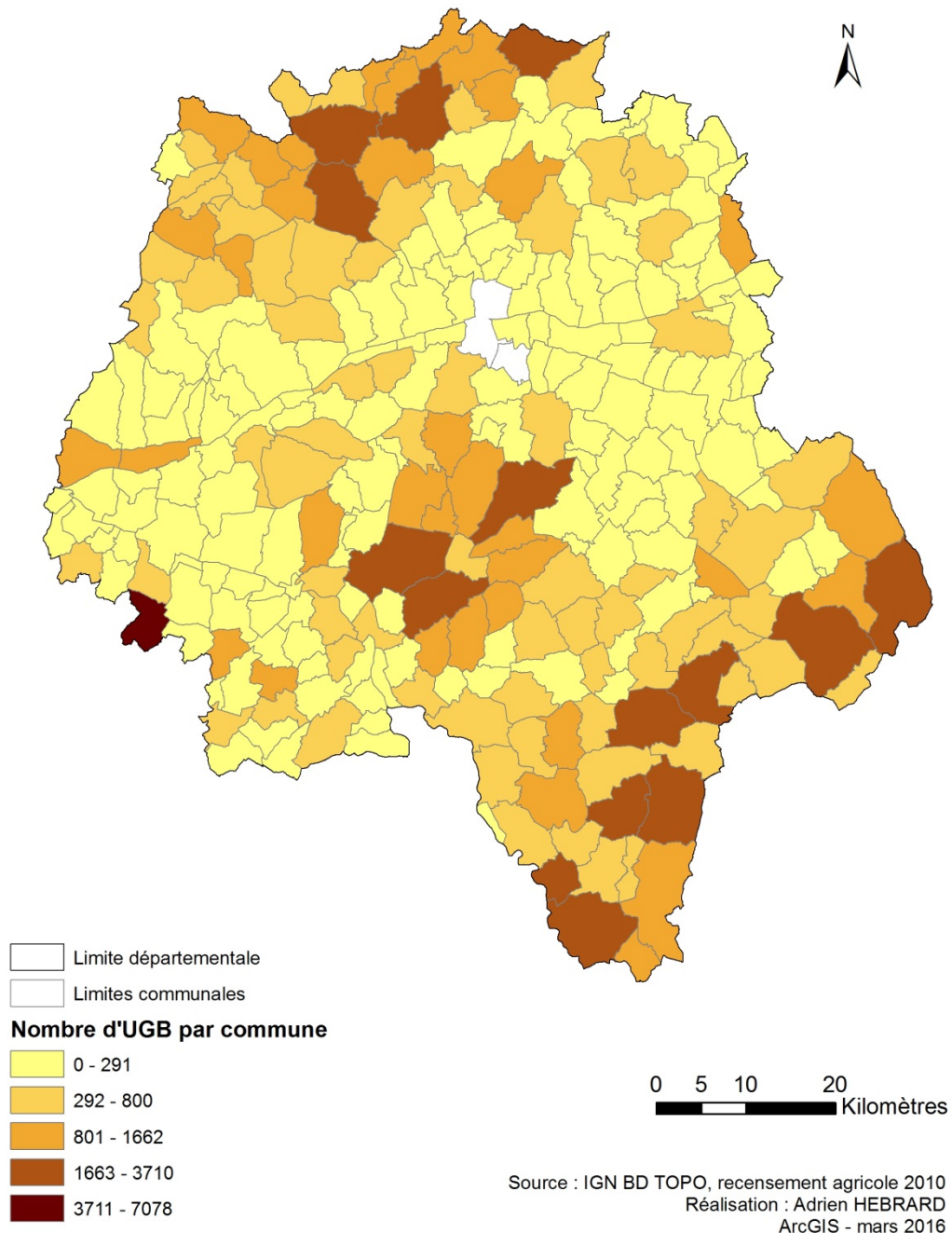
Les déchets agricoles représentant à eux seuls 90% des intrants d'une unité de production à la ferme, nous nous focaliserons sur ces derniers dans cette étude pour déterminer la quantité d'énergie productible sur le territoire départemental et les zones favorables à l'installation de ce type d'équipement. 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/m³ de CH₄). 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
		Total	293 025	418 607

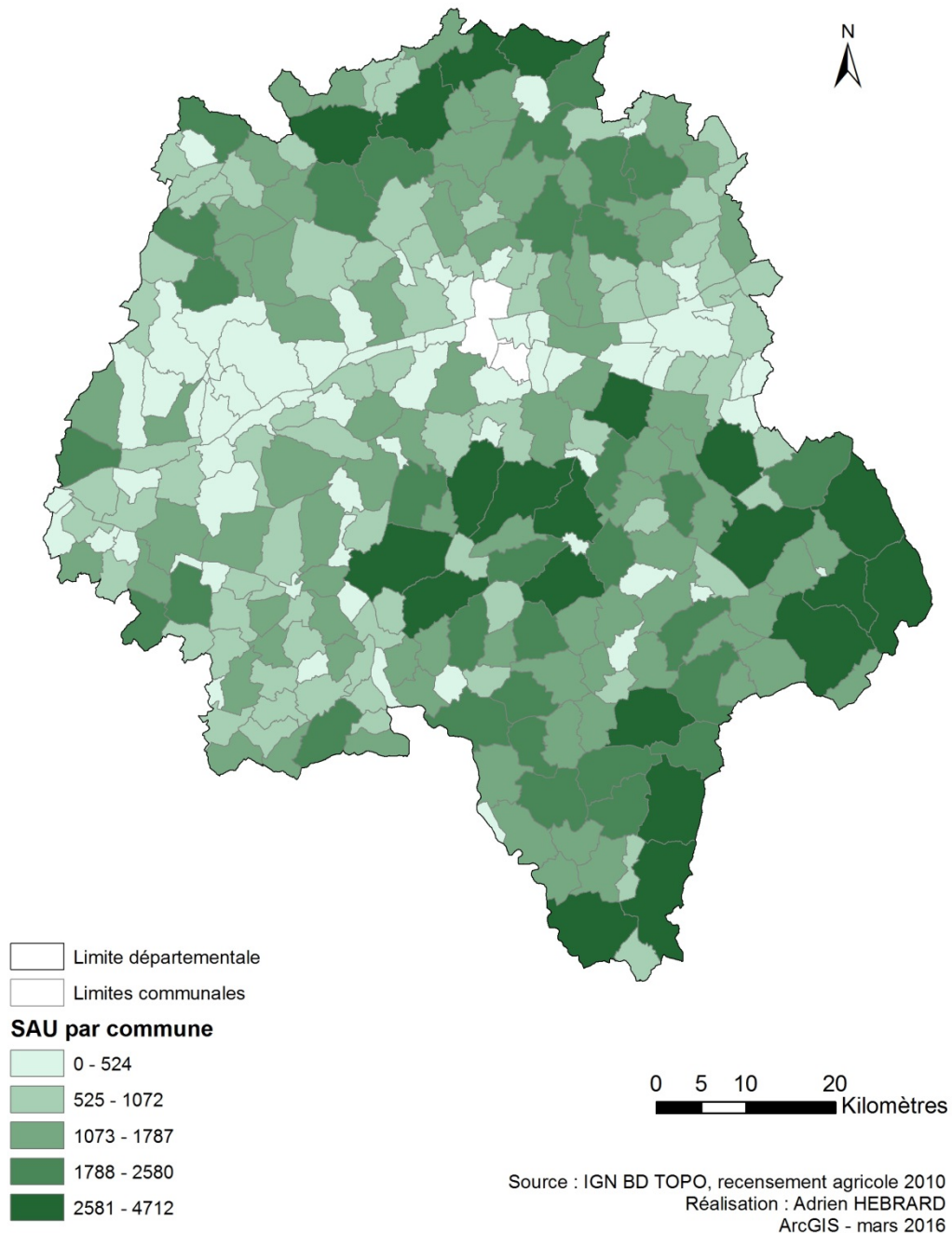
La réinjection d'électricité au sein du réseau de distribution étant le débouché le plus aisé pour une unité de méthanisation, nous estimons ici le potentiel de production d'énergie thermique et électrique d'unités de type cogénération. Cette technologie permet la valorisation de 85% de l'énergie potentielle 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



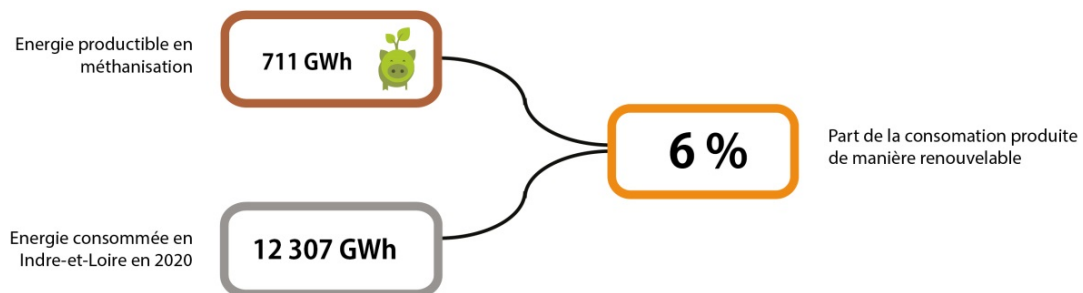
Carte 19 : SAU par commune en Indre-et-Loire

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

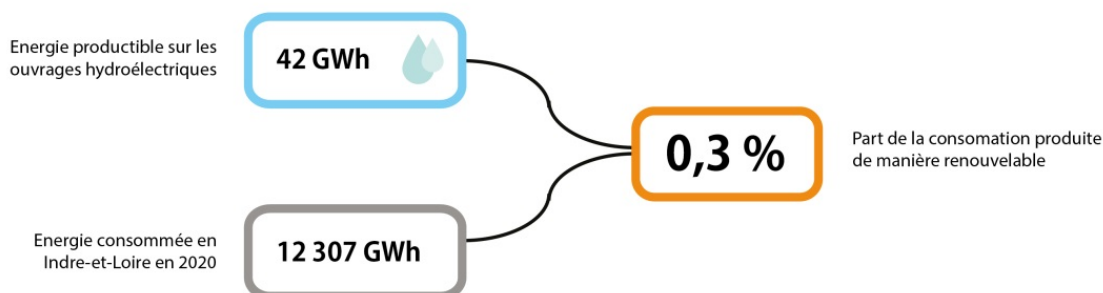
EneRSIEIL s'intéresse également à la production d'énergie via la technologie hydroélectrique. Un projet de production d'électricité sur le moulin de Descartes est actuellement étudié par la société. Une étude de faisabilité ainsi qu'un dossier de demande d'autorisation ont déjà été réalisés et devrait 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.

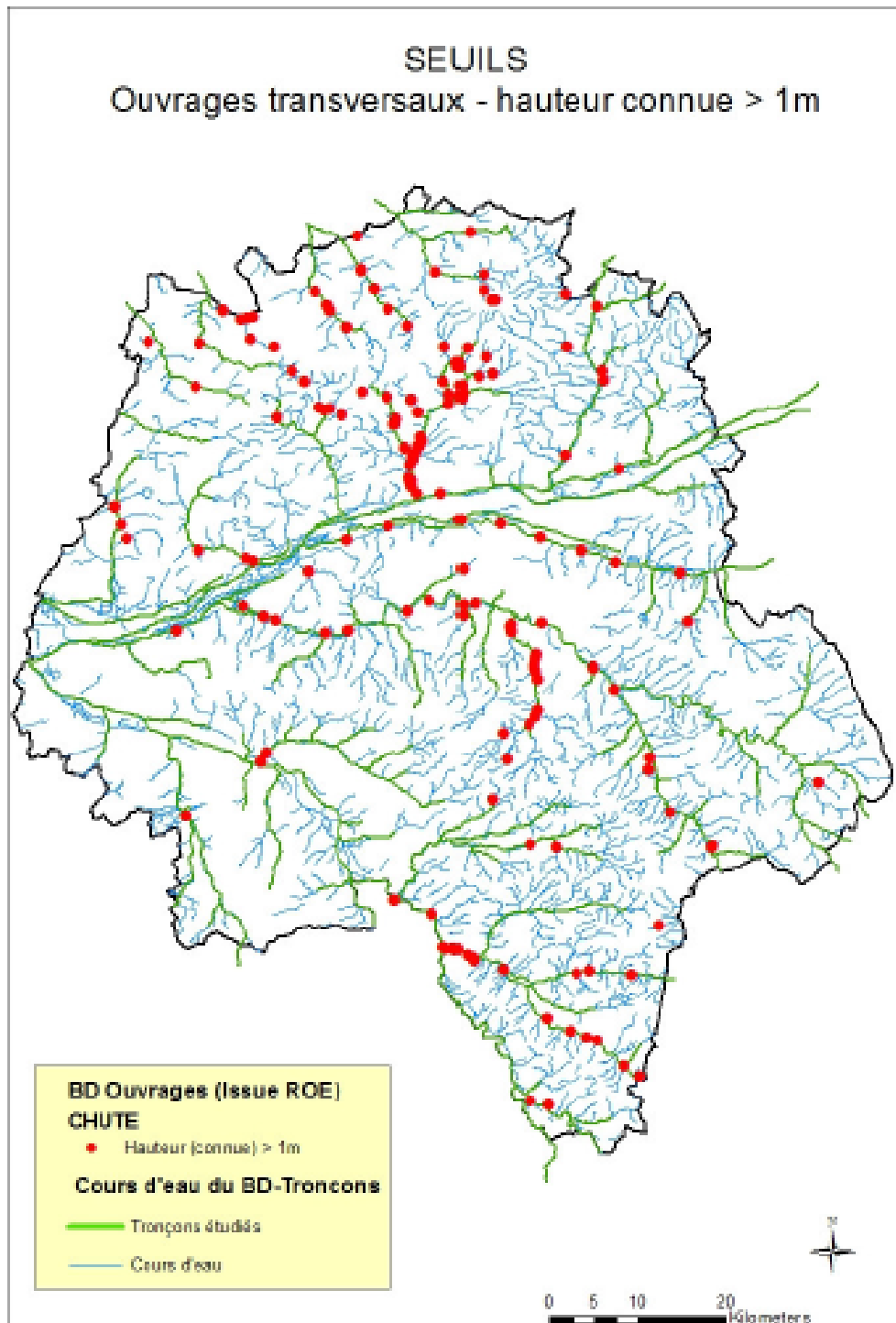
Après l'étude de l'ensemble des ouvrages existants et des cours d'eau du département, ils ont déterminé les puissances installables et les productions potentielles suivantes :

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

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

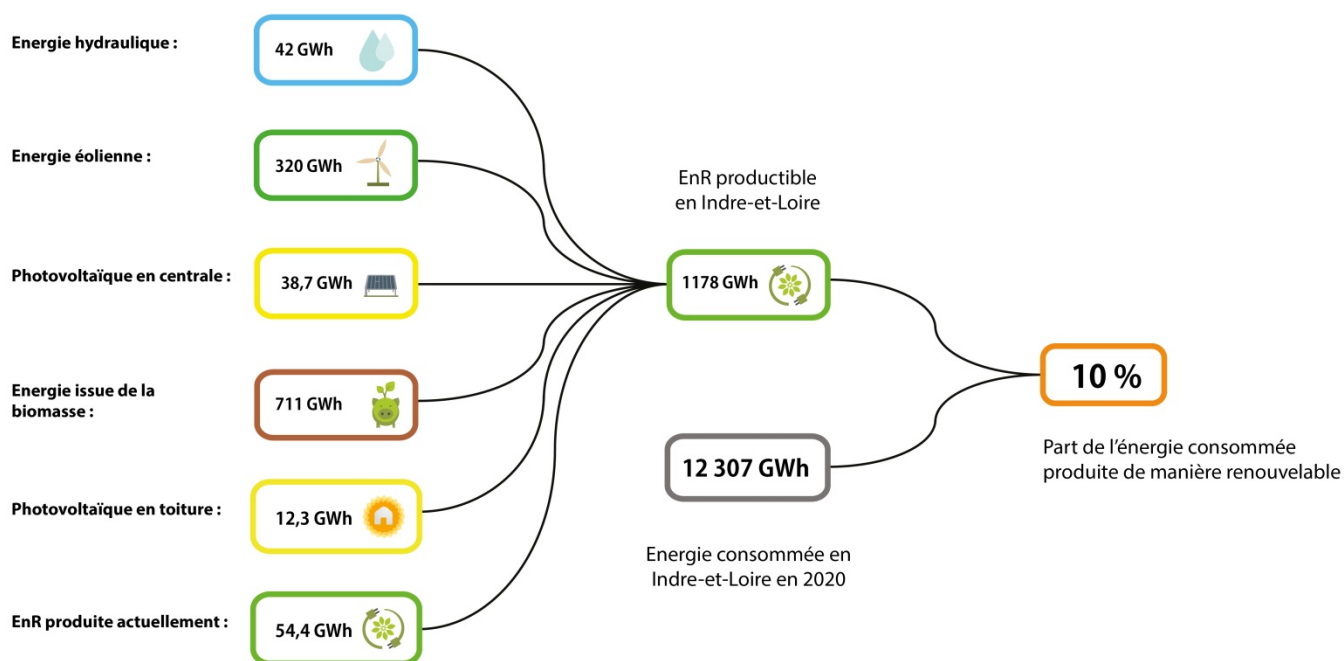
Synthèse

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.

Bibliographie

Sites web :

- ADEME - Agence de l'Environnement et de la maîtrise d'énergie, <http://www.ademe.fr/>, Consulté le 08 décembre 2015
- Association technique énergie environnement, www.atee.fr, Consulté le 09 février 2016
- Atlas de la ressource méthanisable, <http://energies-centre.regioncentre.fr/>, Consulté le 12 janvier 2016
- La Banque Mondiale, <http://donnees.banquemondiale.org/indicateur/>, Consulté le 09 février 2016
- Connaissances des énergies, <http://www.connaissancesdesenergies.org>, Consulté le 12 janvier 2016
- Consommation d'énergie en région Centre, <http://static.ligair.fr/>, Consulté le 26 mars 2016
- CRE, Commission de régulation de l'énergie, <http://www.cre.fr/reseaux/reseaux-publics-d-electricite/>, Consulté le 15 février 2016
- Développement Durable, Aix Marseille université, <http://developpement-durable.univ-amu.fr/>, Consulté le 12 janvier 2016
- Documentation Française, <http://www.ladocumentationfrancaise.fr/>, Consulté le 2 janvier 2016
- Eco-info, Energies Renouvelable, <http://les-energies-renouvelables.eu>, Consulté le 2 février 2016
- Eco solution énergie, <http://www.ecosolutionenergie.com/>, Consulté le 23 Avril 2015
- EDF Energie, <http://www.energie.edf.com>, Consulté le décembre 2015
- Ener'gence, <http://energence.net>, Consulté le 3 novembre 2015
- Energie Partagée, <http://energie-partagee.org>, Consulté le 3 novembre 2015
- Energie plus, <http://www.energieplus-lesite.be/>, Consulté le 13 décembre 2015
- FEE - France Energie Eolienne, <http://fee.asso.fr/>, Consulté le 16 décembre 2015
- INSEE, <http://www.insee.fr/>, Consulté le 2 mars 2016
- JRC European commission - Système d'information géographique photovoltaïque - carte interactive, <http://re.jrc.ec.europa.eu/>, Consulté le 10 novembre 2015
- Legifrance, service public de la diffusion du droit, <https://www.legifrance.gouv.fr/>, Consulté le 15 novembre 2015
- L'Institut pour la Transition Énergétique dédié aux Énergies Marines Renouvelables, <http://www.france-energies-marines.org/>, Consulté le 6 mars 2016
- Loi Brotte, éolien, <http://www.actu-environnement.com/> Consulté le 23 novembre 2015
- Méthanisation info, www.methanisation.info, Consulté le 23 mars 2016
- Ministère de l'écologie et du développement durable, www.developpement-durable.gouv.fr/, Consulté le 20 novembre 2015
- Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer, <http://www.developpement-durable.gouv.fr/>, Consulté le 05 novembre 2016
- Ostwind, <http://www.ostwind.fr/>, Consulté le 16 février 2016

- Observatoire des énergies du Centre, <http://www.observatoire-energies-centre.org/>, Consulté le 12 janvier 2016
- Photovoltaïqueinfo - Information sur le photovoltaïque en France, <http://www.photovoltaique.info/>, Consulté le 14 décembre 2015
- Potentiel méthane - <http://www.biogaz-energie-renouvelable.info/>, Consulté le 12 mars 2016
- Réseaux de Chaleur et Territoire, <http://reseaux-chaaleur.cerema.fr/>, Consulté le 12 mars 2016
- RTE France, <http://www.rte-france.com/>, Consulté le 26 mars 2016
- SIEIL 37, Syndicat Intercommunal d'Énergie d'Indre et Loire, <http://sieil37.fr/>, Consulté le 05 novembre 2015
- Service Territorial de l'Architecture et du Patrimoine 37, <http://www.sdap-37.culture.gouv.fr/>, Consulté le 12 mars 2016
- SolarTopo - Calcul de la position du soleil, <http://www.solartopo.com/>, Consulté le 20 décembre 2015
- Syndicat des Énergies, www.enr.fr, Consulté le 8 novembre 2015
- Vie publique, au cœur du débat public, <http://www.vie-publique.fr/>, Consulté le 09 février 2016

Ouvrages électroniques :

- RTE, Bilan électrique et perspectives, région Centre, <http://www.rte-france.com/>
- OREGES Centre, Production et Consommation d'énergies en région Centre- Val de Loire, <http://www.observatoire-energies-centre.org/>
- Conseil général d'Indre-et-Loire, PCET, <http://www.departement-touraine.fr/contact/>
- Conseil général d'Indre-et-Loire, Rapport sur la situation du développement durable 37, <http://www.departement-touraine.fr/contact/>
- Direction départementale de l'équipement 37, Schéma départemental éolien, janvier 2009, <http://www.indre-et-loire.gouv.fr/>
- Région Centre-Val de Loire, Schéma Régional Climat Air Énergie, SRCAE, 2012, <http://www.centre.developpement-durable.gouv.fr/>
- ADEME Bourgogne, Méthanisation de fumiers bovin et volaille, <http://www.bourgogne.ademe.fr/>
- Chambre d'agriculture Haute Loire, Méthanisation, <http://www.haute-loire.chambagri.fr/>
- AGRESTE, Poitou Charente, La méthanisation en Poitou Charente, <http://www.poitou-charentes.fr/>
- ADEME, méthanisation, février 2014, <http://www.ademe.fr/>

Index des sigles

ABF : Architecte des Bâtiments de France
ADEME : Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie
AVAP : Aire de Valorisation de l'Architecture et du Patrimoine
CMP11 : 11th conference of the parties serving at the meeting to the Kyoto protocol
COP21 : 21^{ème} Conférence des Parties
EDF : Électricité de France
EPCI : Établissement Public de Coopération Intercommunale
EnR : Énergie Renouvelable
GES : Gaz à Effet de Serre
GDF : Gaz de France
GIEC : Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat
OREGES : Observatoire des Énergies du Centre
PCET : Plan Climat Énergie Territoire
PDCV : Plan Départemental de Croissance Verte
POPE : Programme fixant les Orientations de la Politique Énergétique
PV : Photovoltaïque
RTE : Réseau de Transport d'Électricité
SAS : Société par Actions Simplifiée
SAU : Surface Agricole Utile
SIEIL : Syndicat Intercommunal d'Énergie d'Indre-et-Loire
SAEML : Société Anonyme d'Économie Mixte Locale
SOes : Service de l'Observation et des Statistiques du ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer
SRCAE : Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Énergie
SRE : Schéma Régional Éolien
STAP : Service Territorial de l'Architecture et du Patrimoine
TRI : Territoire à Risque d'Inondation
UGB : Unité Gros Bétail
UNESCO : Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la Science et la Culture
UNFCC : Pays membres de la convention cadre des nations unies sur le changement climatique
ZDE : Zone de Développement Éolien
ZFE : Zone Favorable au Développement Éolien
ZNIEFF : Zone Naturelle d'Intérêt Écologique Faunistique et Floristique
ZPPAUP : Zone de Protection du Patrimoine Architectural, Urbain et Paysager

Table des cartes

Carte 1 : localisation des bornes de charge de véhicules électriques installées par le SIEIL	15
Carte 2 : communes adhérentes à la compétence éclairage public du SIEIL.....	17
Carte 3 : rayonnement solaire annuel en Indre-et-Loire	24
Carte 4: zones de protection du patrimoine architectural en Indre-et-Loire	27
Carte 5 : zones de protection du patrimoine environnemental (photovoltaïque toiture)	28
Carte 6 : zones de protection du patrimoine environnemental (photovoltaïque en centrale au sol)..	32
Carte 7: territoires à risques d'inondation	33
Carte 8 : éligibilité des parcelles en fonction de la l'éloignement des postes sources	35
Carte 9 : parcelles non agricoles éligibles au photovoltaïque en centrale au sol	37
Carte 10 : parcelles non agricoles éligibles sur les communes de Saint-Antoine-du-Rocher et de Semblançay	38
Carte 11 : potentiel éolien en Indre-et-Loire	41
Carte 12 : zones favorables au développement éolien et puissances raccordables en Indre-et-Loire	43
Carte 13 : zones éligibles à l'installation de parcs éoliens en Indre-et-Loire	47
Carte 14 : zones éligibles au sein de la ZFE 10	50
Carte 15 : zones éligibles au sein de la ZFE 11A	51
Carte 16 : zones éligibles au sein de la ZFE 11B	52
Carte 17 : zones éligibles au sein de la ZFE 18	53
Carte 18 : UGB par commune en Indre-et-Loire	57
Carte 19 : SAU par commune en Indre-et-Loire.....	58
Carte 20 : ouvrages exploitables en hydroélectricité en Indre-et-Loire	61

Table des figures

Figure 1: évolution de l'empreinte écologique de l'humanité	6
Figure 2 : composantes du développement durable	7
Figure 3: diagramme solaire.....	25
Figure 4: pitch (photovoltaïque).....	34
Figure 5: emprise utile d'une éolienne.....	46
Figure 6 : emprise au sol d'un panneau photovoltaïque toiture.....	83
Figure 7 : calcul du pitch : photovoltaïque en centrale au sol	84
Figure 8 : emprise au sol d'un panneau photovoltaïque en centrale au sol	84
Figure 9 : Illustration de la distance angulaire	85
Figure 10 : calcul de la distance angulaire.....	85
Figure 11 : élévation du soleil au long de l'année	86
Figure 12 : perte estimée en fonction de la distance angulaire.....	86
Figure 13 : zone d'exclusion relative aux masques solaires	87

Annexes

Écoles primaires éligibles au photovoltaïque en toiture

Commune	emprise exploitable en m ²	puissance installable en kW	Production en kWh/an	coordonnée X Lambert 93	coordonnée Y Lambert 93
Amboise	325,6	62,9	72473	550280	6702159
Avrillé-les-Ponceaux	47,7	9,2	10627	495360	6702830
Azay-le-Rideau	406,3	78,3	90444	508813	6687912
Beaumont-en-Véron	611,4	118,0	136101	486994	6680981
Braslou	51,2	10,0	11390	502068	6658746
Bréhémont	36,1	7,0	8028	500199	6691708
Bréhémont	57,7	11,1	12852	500191	6691667
Cerelles	102,4	19,7	22801	525495	6713615
Cerelles	62,5	12,2	13911	525485	6713538
Chambray-lès-Tours	135,1	25,9	30063	526237	6696401
Chambray-lès-Tours	130,4	25,1	29016	527496	6695937
Chambray-lès-Tours	78,0	15,1	17355	527922	6696249
Chédigny	41,8	8,1	9310	548629	6680675
Ciran	96,1	18,6	21401	538380	6664327
Crotelles	34,6	6,8	7700	537310	6718061
Dame-Marie-les-Bois	62,0	11,9	13798	551922	6717525

Druye	133,0	25,7	29604	513926	6692595
Hommes	149,8	28,9	33354	496259	6706179
Ingrandes-de-Touraine	34,1	6,5	7598	493463	6690516
Joué-lès-Tours	94,7	18,4	21087	522622	6695322
Joué-lès-Tours	192,9	37,3	42945	522684	6695327
Joué-lès-Tours	245,9	47,5	54734	523348	6696498
Joué-lès-Tours	125,4	24,3	27903	524453	6695443
Joué-lès-Tours	302,5	58,3	67343	524617	6696738
Joué-lès-Tours	108,1	20,8	24052	523594	6697313
Joué-lès-Tours	414,0	79,9	92157	523367	6697203
La Membrolle-sur-Choisille	213,6	41,3	47557	521874	6706670
La Riche	338,4	65,3	75330	523066	6700979
La Ville-aux-Dames	210,0	40,5	46742	531935	6701876
Larçay	531,3	102,6	118275	531658	6697609
Lussault-sur-Loire	75,3	14,6	16768	543502	6701808
Luynes	169,3	32,7	37681	515001	6701807
Luynes	219,5	42,4	48853	515007	6701838
Luzillé	51,7	10,0	11507	553239	6686363
Marcilly-sur-Vienne	62,1	11,9	13813	513218	6663577
Marigny-Marmande	2,3	0,5	510	509193	6656629
Mazières-de-Touraine	110,5	21,3	24605	505731	6701315
Monthodon	37,4	7,3	8323	537594	6729866
Neuville-sur-Brenne	79,9	15,4	17778	542933	6726306
Notre-Dame-d'Oé	532,4	102,6	118514	527617	6708250
Noyant-de-Touraine	117,2	22,7	26079	514991	6670403

Paulmy	24,5	4,9	5454	535781	6655755
Pernay	133,5	25,7	29725	511603	6707843
Richelieu	227,0	43,7	50524	496170	6661059
Rouziers-de-Touraine	321,7	62,1	71602	523028	6715362
Saint-Antoine-du-Rocher	98,8	19,2	21986	521559	6713430
Saint-Antoine-du-Rocher	102,3	19,7	22768	521529	6713444
Saint-Branchs	163,8	31,6	36464	530857	6683259
Saint-Cyr-sur-Loire	1101,3	212,5	245134	524503	6703661
Saint-Cyr-sur-Loire	154,9	30,0	34472	524567	6702850
Saint-Cyr-sur-Loire	216,5	41,9	48201	524224	6703167
Saint-Cyr-sur-Loire	35,7	6,8	7946	524094	6703019
Saint-Cyr-sur-Loire	581,4	112,1	129422	522755	6705075
Saint-Flavier	3,2	0,5	708	549960	6653854
Saint-Genouph	84,0	16,2	18693	518917	6700138
Saint-Genouph	87,5	16,7	19467	518964	6700185
Saint-Martin-le-Beau	227,4	43,7	50613	541416	6697660
Saint-Nicolas-de-Bourgueil	43,1	8,4	9594	482782	6691172
Saint-Pierre-des-Corps	994,4	191,7	221347	529213	6701832
Saint-Pierre-des-Corps	223,4	43,2	49730	529109	6701777
Saint-Pierre-des-Corps	255,4	49,1	56849	528500	6701761
Saint-Pierre-des-Corps	258,0	49,7	57428	528840	6701264
Saint-Senoche	115,6	22,4	25721	545904	6662509
Saunay	85,1	16,5	18945	547621	6724626
Savigny-en-Véron	205,4	39,7	45731	483835	6681800
Savonnières	139,3	26,7	30998	515221	6697141

Sonzay	220,8	42,7	49140	508572	6716801
Sorigny	30,7	5,9	6836	525561	6684561
Tours	1023,5	197,4	227826	527309	6700193
Tours	680,6	131,2	151507	525925	6700173
Tours	325,0	62,6	72345	526784	6701057
Tours	750,5	144,7	167059	525166	6706471
Tours	144,3	27,8	32126	527043	6698301
Tours	219,3	42,4	48815	525704	6705269
Tours	310,4	59,9	69084	525076	6705126
Tours	85,0	16,5	18924	526510	6703903
Tours	65,3	12,7	14537	526515	6703869
Tours	339,9	65,6	75651	526797	6700275
Tours	694,5	133,9	154593	526024	6704735
Tours	176,7	34,0	39337	526866	6704406
Tours	439,0	84,8	97721	526332	6699521
Tours	263,4	50,8	58636	527596	6703631
Tours	41,7	8,1	9284	527545	6703657
Tours	180,4	34,8	40146	526069	6698128
Tours	22,5	4,3	5014	527349	6702876
Vallères	104,2	20,0	23201	509231	6693005
Veigné	221,7	42,7	49356	527538	6691903
Vernou-sur-Brenne	104,0	20,0	23156	536958	6708172

Mairies éligibles au photovoltaïque en toiture

Commune	emprise exploitable en m ²	puissance installable en kW	Production en kWh/an	coordonnée X Lambert 93	coordonnée Y Lambert 93
Antogny-le-Tillac	57,0	11,1	12688	515887	6654362
Avrillé-les-Ponceaux	45,0	8,6	10028	495364	6702871
Beaumont-en-Véron	92,0	17,8	20478	487014	6680866
Berthenay	40,2	7,8	8951	513304	6698823
Braslou	13,5	2,7	3014	501988	6658817
Braye-sur-Maulne	40,5	7,8	9018	493138	6720770
Brèches	56,0	10,8	12476	503821	6722028
Bréhémont	15,4	3,0	3422	500194	6691728
Bréhémont	21,2	4,1	4709	500191	6691732
Cerelles	46,0	8,9	10232	525527	6713512
Chanceaux-près-Loches	41,9	8,1	9328	543491	6673963
Charnizay	35,4	6,8	7883	546730	6647860
Chédigny	10,8	2,2	2412	548617	6680679
Chezelles	31,8	6,2	7088	505790	6665138
Chisseaux	44,6	8,6	9928	555645	6693981
Continvoir	89,0	17,3	19821	490281	6702321
Courcoué	34,6	6,8	7698	502342	6662565
Courcoué	13,0	2,4	2887	502354	6662563

Crotelles	16,9	3,2	3751	537308	6718039
Dame-Marie-les-Bois	13,2	2,4	2946	551928	6717509
Dolus-le-Sec	54,2	10,5	12070	540575	6675978
Druye	88,3	17,0	19653	513954	6692609
Hommes	107,2	20,8	23860	496252	6706166
La Ferrière	33,1	6,5	7367	530881	6727861
Le Boulay	26,1	5,1	5812	539112	6725139
Le Liège	19,2	3,8	4280	556539	6682686
Louestault	83,9	16,2	18675	523455	6726702
Lussault-sur-Loire	53,2	10,3	11840	543482	6701829
Luzé	24,7	4,9	5501	506591	6661206
Luzillé	36,7	7,0	8177	553240	6686389
Marcilly-sur-Vienne	88,5	17,0	19697	513314	6663332
Mazières-de-Touraine	82,3	15,9	18324	505721	6701286
Mettray	68,5	13,2	15247	522901	6708437
Monthodon	41,6	8,1	9256	537659	6729934
Monts	180,7	34,8	40225	521812	6688703
Morand	47,2	9,2	10510	550457	6720069
Mouzay	44,5	8,6	9905	540139	6667606
Neuville-sur-Brenne	59,7	11,6	13292	542867	6726368
Noyant-de-Touraine	25,7	4,9	5725	514921	6670617
Noyant-de-Touraine	1,9	0,3	417	514901	6670618
Noyant-de-Touraine	48,4	9,5	10770	514910	6670621
Paulmy	58,7	11,3	13062	535765	6655748
Pernay	57,3	11,1	12757	511568	6707895

Reugny	53,2	10,3	11848	540637	6711130
Rigny-Ussé	35,4	6,8	7879	495743	6687031
Saint-Antoine-du-Rocher	72,5	14,0	16134	521535	6713373
Saint-Benoît-la-Forêt	19,8	3,8	4416	497417	6683492
Saint-Benoît-la-Forêt	13,4	2,7	2986	497415	6683499
Saint-Genouph	22,2	4,3	4951	518886	6700296
Saint-Laurent-de-Lin	32,9	6,5	7328	493613	6715354
Saint-Nicolas-de-Bourgueil	56,2	10,8	12513	482766	6691126
Saint-Règle	39,3	7,6	8751	553177	6702725
Sonzay	59,4	11,3	13231	509061	6717128
Sorigny	14,5	2,7	3220	525602	6684958
Tournon-Saint-Pierre	37,8	7,3	8405	543815	6628553
Tours	29,2	5,7	6506	525349	6704989
Tours	18,1	3,5	4039	525348	6704981
Vallères	27,1	5,1	6029	509188	6693117
Varennes	20,7	4,1	4618	541845	6665346
Villedômain	104,4	20,3	23237	567616	6662860
Vouvray	51,3	10,0	11429	534076	6703628
Yzeures-sur-Creuse	84,2	16,2	18745	537486	6633868

Bâtiments sportifs éligibles au photovoltaïque en toiture

Commune	emprise exploitable en m ²	puissance installable en kW	Production en kWh/an	coordonnée X Lambert 93	coordonnée Y Lambert 93
Amboise	350,9	67,8	78116	547980	6701951
Artannes-sur-Indre	6,4	1,4	1418	517836	6688466
Athée-sur-Cher	577,7	111,5	128583	542865	6693967
Avoine	136,0	26,2	30283	486514	6682162
Avoine	829,3	159,8	184609	486833	6682507
Avoine	121,1	23,5	26965	486860	6682405
Avoine	681,7	131,5	151754	486856	6682433
Avon-les-Roches	211,2	40,8	47020	509127	6680531
Azay-le-Rideau	417,7	80,5	92969	508917	6688064
Beaumont-en-Véron	473,5	91,3	105388	486337	6682485
Beaumont-en-Véron	7,6	1,4	1695	486310	6682458
Beaumont-en-Véron	37,7	7,3	8397	486333	6682459
Beaumont-en-Véron	17,7	3,5	3947	486310	6682453
Beaumont-en-Véron	69,3	13,5	15429	486333	6682453
Beaumont-en-Véron	337,4	65,1	75100	486333	6682434
Bléré	377,1	72,6	83935	548338	6692961
Bléré	688,2	132,8	153190	548295	6692838
Braye-sur-Maulne	18,9	3,8	4216	493129	6720742
Chambray-lès-Tours	239,1	46,2	53231	527630	6694710

Chambray-lès-Tours	1171,9	226,0	260849	524989	6695737
Chambray-lès-Tours	74,5	14,3	16584	527564	6694573
Chanceaux-sur-Choisille	195,3	37,5	43462	527400	6710678
Château-la-Vallière	369,2	71,3	82191	498701	6719486
Chinon	553,6	106,7	123223	490311	6677197
Chinon	413,6	79,7	92057	492538	6678305
Cinq-Mars-la-Pile	673,7	129,9	149961	507828	6696837
Cléré-les-Pins	45,3	8,6	10092	503198	6706470
Cléré-les-Pins	91,4	17,6	20352	503200	6706465
Descartes	326,0	62,9	72563	523797	6655942
Descartes	423,5	81,8	94278	523698	6655945
Descartes	550,9	106,4	122638	523853	6655878
Esvres	246,9	47,5	54968	532887	6690325
Esvres	394,9	76,1	87893	532878	6690291
Fondettes	95,7	18,4	21307	519612	6703766
Fondettes	147,2	28,4	32756	522240	6702403
Hommes	112,6	21,6	25072	496246	6706223
Joué-lès-Tours	123,1	23,8	27404	523251	6696344
Joué-lès-Tours	515,2	99,4	114673	523630	6697406
Joué-lès-Tours	351,0	67,8	78125	522693	6696542
Joué-lès-Tours	433,0	83,4	96378	523098	6695817
Joué-lès-Tours	22,4	4,3	4978	523102	6695836
Joué-lès-Tours	461,9	89,1	102807	523030	6696234
Joué-lès-Tours	412,8	79,7	91884	524748	6696435
Joué-lès-Tours	300,7	58,1	66930	523969	6697235

Langeais	279,6	54,0	62249	504236	6695766
Ligueil	250,3	48,3	55722	533822	6662105
Loches	467,7	90,2	104106	546746	6671912
Loches	863,7	166,6	192247	546836	6670702
Luynes	381,8	73,7	84982	514990	6701597
Luynes	430,2	82,9	95763	514943	6701504
Mettray	542,8	104,8	120816	522917	6707932
Mettray	281,8	54,3	62720	522807	6708326
Monnaie	276,5	53,2	61543	533390	6713848
Montbazou	15,4	3,0	3434	527406	6690614
Montbazou	373,0	71,8	83032	527405	6690642
Montlouis-sur-Loire	249,8	48,1	55602	536313	6699690
Montlouis-sur-Loire	215,4	41,6	47939	536305	6699681
Montlouis-sur-Loire	16,8	3,2	3746	535349	6700754
Monts	233,2	45,1	51901	522569	6689096
Monts	524,1	101,0	116665	522520	6689134
Nazelles-Négron	350,1	67,5	77929	546459	6704908
Nazelles-Négron	56,3	10,8	12540	547183	6704578
Neuillé-Pont-Pierre	322,1	62,1	71692	516027	6719133
Notre-Dame-d'Oé	391,7	75,6	87195	526866	6708964
Nouâtre	107,0	20,5	23823	514626	6664611
Reignac-sur-Indre	252,1	48,6	56118	542012	6682909
Reugny	403,6	77,8	89833	541092	6710880
Saint-Avertin	203,2	39,2	45223	528060	6697145
Saint-Avertin	423,8	81,8	94341	528096	6697161

Saint-Avertin	721,2	139,1	160525	530264	6698007
Saint-Avertin	606,8	116,9	135062	529096	6698590
Saint-Branchs	341,6	65,9	76031	531137	6683053
Saint-Cyr-sur-Loire	342,1	65,9	76143	524251	6703906
Saint-Cyr-sur-Loire	880,6	169,8	196017	523008	6704742
Saint-Cyr-sur-Loire	119,7	23,2	26653	524098	6704034
Saint-Genouph	155,5	30,0	34623	518850	6699848
Saint-Nicolas-de-Bourgueil	310,1	59,7	69024	482737	6690170
Saint-Pierre-des-Corps	395,8	76,4	88096	528632	6699925
Saint-Pierre-des-Corps	504,1	97,2	112205	528926	6699996
Saint-Pierre-des-Corps	430,0	82,9	95708	529657	6701472
Saint-Pierre-des-Corps	413,4	79,7	92028	527896	6701468
Saint-Pierre-des-Corps	404,6	78,0	90072	530310	6701786
Saint-Pierre-des-Corps	246,0	47,5	54764	528740	6701340
Sainte-Catherine-de-Fierbois	86,6	16,7	19274	522039	6674363
Savigné-sur-Lathan	7,6	1,4	1689	497707	6708388
Savonnières	525,9	101,5	117068	515465	6696463
Tours	422,8	81,5	94120	525300	6706524
Tours	919,0	177,1	204556	526613	6697841
Tours	306,4	59,1	68212	526845	6704348
Tours	796,2	153,6	177227	526649	6704798
Tours	282,3	54,5	62839	526283	6698046
Villedômer	235,8	45,4	52478	540614	6718348

Villeperdue	230,0	44,3	51189	520830	6680677
Vouvray	15,2	3,0	3375	534242	6703367
Vouvray	520,3	100,4	115810	534217	6703353
Vouvray	106,8	20,5	23766	534190	6703329

Parcelles non agricoles éligibles en photovoltaïque en centrale au sol

Numéro cadastre	Nom commune	surface exploitable (m ²)	nombre de panneaux installables	Puissance (MW)	production (GWh/an)
0006	Autrèche	14169	3490	1,0	1,1
0004	Bossay-sur-Claise	25697	6329	1,7	1,9
0083	Bossay-sur-Claise	30814	7590	2,1	2,3
0229	Céré-la-Ronde	14638	3605	1,0	1,1
1017	Chambourg-sur-Indre	13890	3421	0,9	1,0
0023	Le Grand-Pressigny	15006	3696	1,0	1,1
0769	Saint-Antoine-du-Rocher	11416	2812	0,8	0,8
0046	Saint-Antoine-du-Rocher	31088	7657	2,1	2,3
0042	Saint-Antoine-du-Rocher	36561	9005	2,5	2,7
0047	Saint-Antoine-du-Rocher	30582	7532	2,1	2,3
0054	Saint-Antoine-du-Rocher	36392	8964	2,5	2,7
0052	Saint-Antoine-du-Rocher	19431	4786	1,3	1,4
0043	Saint-Antoine-du-Rocher	47799	11773	3,2	3,5
0048	Saint-Antoine-du-Rocher	12991	3200	0,9	1,0
0055	Saint-Antoine-du-Rocher	16601	4089	1,1	1,2
0056	Saint-Antoine-du-Rocher	37540	9246	2,5	2,8
0059	Saint-Antoine-du-Rocher	13944	3435	0,9	1,0
0858	Semblançay	12407	3056	0,8	0,9
0878	Semblançay	41621	10251	2,8	3,1
0870	Semblançay	24604	6060	1,7	1,8
0148	Souvigné	16464	4055	1,1	1,2
0029	Tournon-Saint-Pierre	17829	4391	1,2	1,3

Dimensionnement des installations photovoltaïques sur toiture

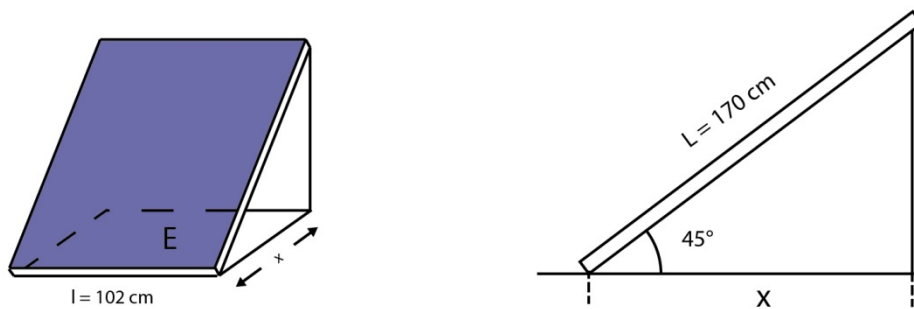
Sur toiture :

Ayant comme valeur initiale l'emprise au sol de chaque bâtiment du territoire départemental sur la BD TOPO, je me suis questionné quant à la méthode à employer pour quantifier la puissance installable sur chaque immeuble.

Nous avons défini que l'emprise utile à l'installation de panneaux solaire était égale à 30% de l'emprise totale au sol d'un bâtiment. Ainsi, en connaissant l'emprise au sol d'un panneau, il est possible de déterminer combien nous pourrions en installer sur une toiture.

Emprise au sol d'un panneau photovoltaïque sur toiture individuelle :

Prenant comme modèle type le panneau BSU 270 de 270 Watts aux dimensions de 102 par 170 cm et sachant que ceux-ci seront placés sur des toits pentus à 40° (d'après le STAP) il nous est possible de trouver son emprise au sol par le calcul suivant :



$$x = L * \cos (40) = 130$$

$$E = l * x = 102 * 130 = 13260 \text{ cm}^2$$

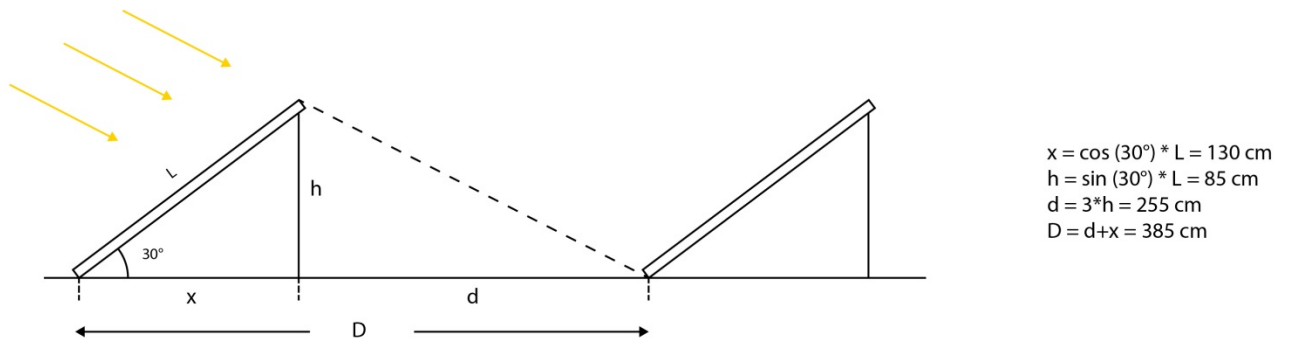
$$E = 1,32 \text{ m}^2$$

Figure 6 : emprise au sol d'un panneau photovoltaïque toiture

Ainsi, un panneau photovoltaïque a une emprise au sol égale à 1,32 m². Il suffit ensuite de diviser l'emprise utile de toiture par cette valeur pour savoir combien de panneaux sont installables par toiture.

En centrale au sol :

La méthode utilisée pour quantifier le nombre de panneaux installables en centrale au sol est la même que la précédente, seules les valeurs changent.



$$E = l * D$$

$$E = 102 * 385 = 39270 \text{ cm}^2$$

$$E = 4 \text{ m}^2$$

Figure 7 : calcul du pitch : photovoltaïque en centrale au sol

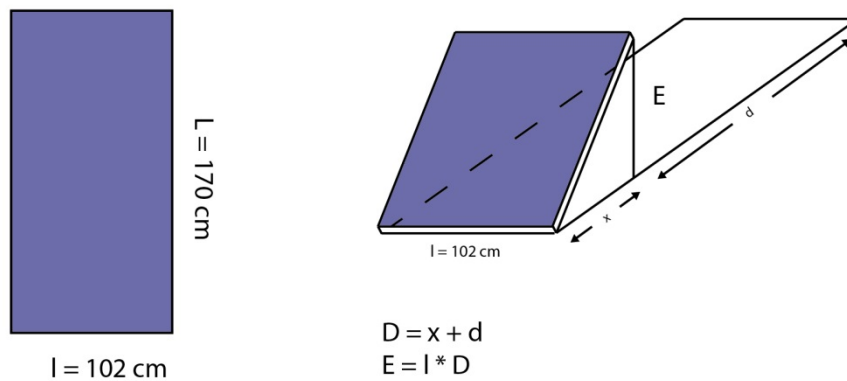


Figure 8 : emprise au sol d'un panneau photovoltaïque en centrale au sol

Nous considérons toujours le même panneau photovoltaïque (102 * 170 cm) cependant, les panneaux étant installés en rangées sur une surface plane, il faut tenir compte ici de l'espace requis entre chacune d'elles. On estime que les rangées de modules doivent être séparées par une distance égale à trois fois la hauteur de ces derniers, ceci afin de minimiser l'effet de masque des uns sur les autres.

Ainsi, l'emprise au sol d'un module photovoltaïque sur une surface plane est égale à 4 m². Il suffit ensuite de diviser l'emprise utile d'une toiture industrielle par cette valeur pour connaître le nombre maximum de panneaux installables sur cette dernière.

Calcul de la distance angulaire relative aux masques solaires

On appelle effet de masque le phénomène d'ombrage qui peut exister entre plusieurs bâtiments situés à proximité les uns des autres. Ceux-ci peuvent alors jouer le rôle d'un « masque » et cacher, par moment, le soleil aux immeubles environnants. Ce phénomène est évidemment à prendre en compte lorsque l'on s'intéresse à la rentabilité d'une future installation solaire et donc, le cas échéant, au gisement solaire du bâti communal du territoire d'Indre-et-Loire. Deux paramètres influencent l'effet de masque d'un bâtiment: sa distance angulaire avec les bâtiments voisins et leurs directions.

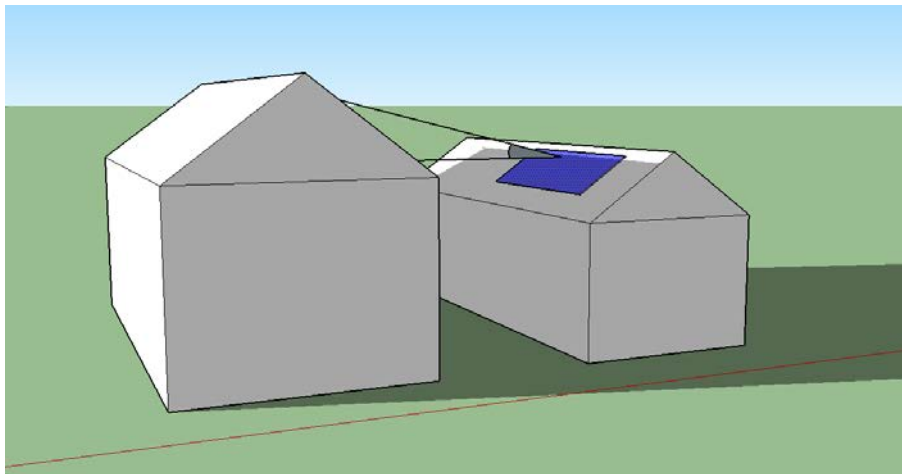


Figure 9 : Illustration de la distance angulaire

La distance angulaire :

La distance angulaire, notée α sur le schéma ci-dessous, correspond à l'angle formé entre l'horizontale passant par le sommet d'un bâtiment A et la droite qui relie ce point au sommet d'un second bâtiment B. Cette valeur s'exprime en degrés et nous permet de discriminer l'ensemble des bâtiments susceptibles de porter trop d'ombres, ce qui pourrait nuire à la rentabilité des panneaux solaires installés à proximité.

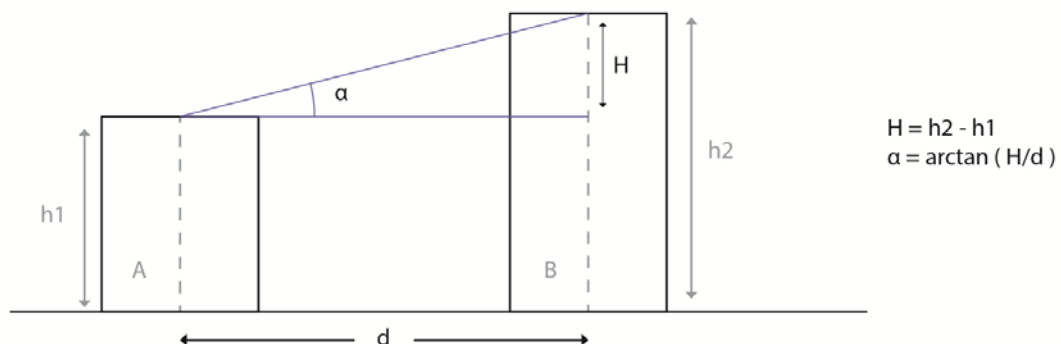


Figure 10 : calcul de la distance angulaire

Afin de connaître la distance angulaire maximale acceptable, nous avons utilisé un logiciel capable de tracer le diagramme solaire du territoire départemental. Ce diagramme nous indique l'élévation, en degrés, du soleil dans le ciel en fonction du mois et de l'heure de la journée. Nous sommes capables, à partir de ce dernier de fixer une distance angulaire limite ainsi qu'une plage d'angle d'exclusion du bâti.

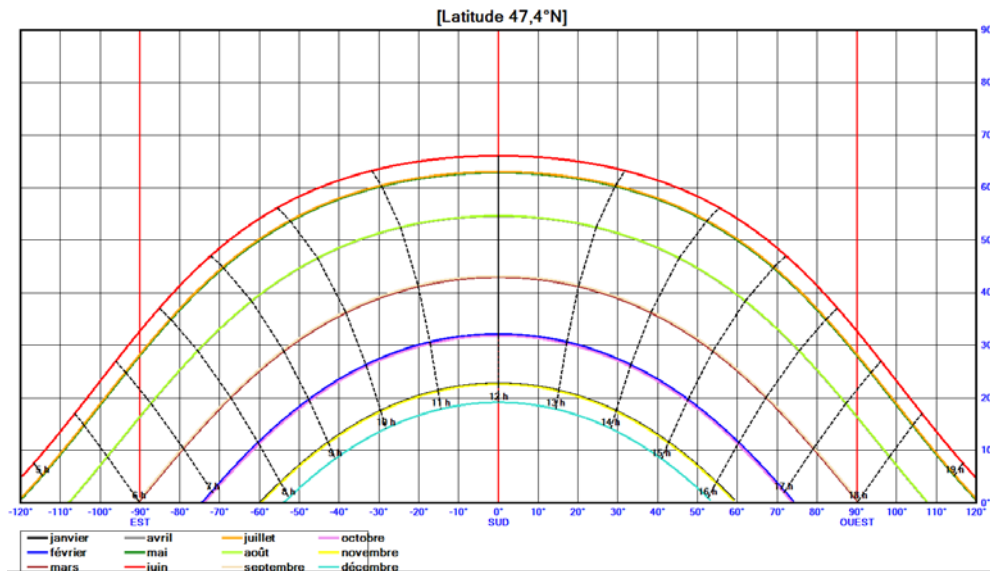


Figure 11 : élévation du soleil au long de l'année

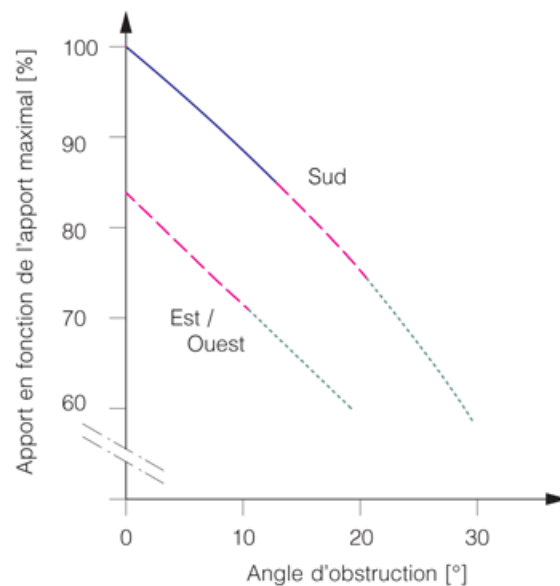


Figure 12 : perte estimée en fonction de la distance angulaire

On définit, à partir de ces deux documents, la valeur discriminante de la distance angulaire. Celle-ci sera fixée à 10°. Au-delà de cette valeur, la perte en termes de rayonnement solaire est supérieure à 10% et la période d'ensoleillement inférieure à 6 heures pour les mois de novembre et décembre.

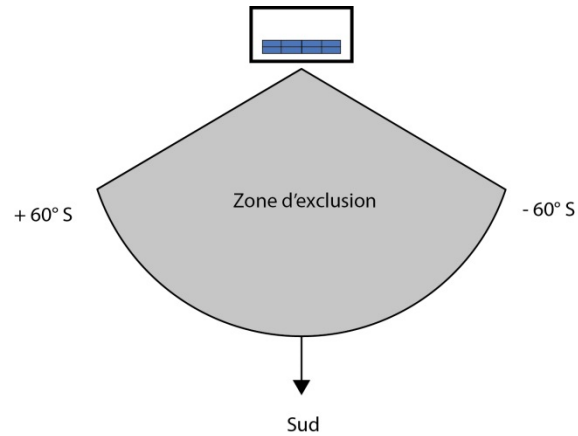


Figure 13 : zone d'exclusion relative aux masques solaires

Outils utilisés sous ArcGIS :

- Générer la table de proximité (analyse) :
 - Nous avons tenu compte des 5 bâtiments les plus proches situés dans un rayon de 100 mètres autour du bâtiment référence.
- Liaison de la table de proximité et de la couche du bâti éligible :
 - Cette double liaison nous permet de calculer la différence de hauteur entre un bâtiment et ses 5 voisins les plus proches. Connaissant la distance les séparant, il nous est possible de calculer la distance angulaire grâce au calcul présenté ci-avant.

Méthanisation, UGB et SAU par commune

Code INSEE	Nom Commune	Unités Gros Bétail	Surface Agricole Utile en (ha)
37001	Abilly	504	1787
37002	Ambillou	355	687
37003	Amboise	694	437
37004	Anché	21	265
37005	Antogny-le-Tillac	0	1298
37006	Artannes-sur-Indre	347	1633
37007	Assay	58	678
37008	Athée-sur-Cher	145	2831
37009	Autrèche	66	751
37010	Auzouer-en-Touraine	421	2547
37011	Avoine	94	462
37012	Avon-les-Roches	932	1369
37013	Avrillé-les-Ponceaux	90	408
37014	Azay-le-Rideau	441	649
37015	Azay-sur-Cher	166	1636
37016	Azay-sur-Indre	77	809
37018	Ballan-Miré	122	491
37019	Barrou	717	1481
37020	Beaulieu-lès-Loches	60	290
37022	Beaumont-en-Véron	0	697
37021	Beaumont-la-Ronce	151	1557
37023	Beaumont-Village	251	1245
37024	Benais	0	352
37025	Berthenay	102	223
37026	Betz-le-Château	2980	3566
37027	Bléré	42	1568
37028	Bossay-sur-Claise	1211	3622
37029	Bossée	1276	1028
37031	Bourgueil	1	460
37032	Bournan	135	1170
37033	Boussay	366	1287
37034	Braslou	497	815
37035	Braye-sous-Faye	308	800

37036	Braye-sur-Maulne	395	436
37037	Brèches	968	924
37038	Bréhémont	22	227
37039	Bridoré	739	1161
37040	Brizay	0	1155
37041	Bueil-en-Touraine	894	1072
37042	Candes-Saint-Martin	31	279
37043	Cangey	1006	1661
37046	Céré-la-Ronde	668	2088
37047	Cerelles	116	625
37048	Chambon	2246	1458
37049	Chambourg-sur-Indre	34	1105
37050	Chambray-lès-Tours	2	232
37051	Champigny-sur-Veude	912	741
37052	Chançay	95	910
37053	Chanceaux-près-Loches	423	492
37054	Chanceaux-sur-Choisille	103	1195
37055	Channay-sur-Lathan	1196	1814
37059	Charentilly	144	774
37060	Chargé	30	813
37061	Charnizay	3710	3101
37062	Château-la-Vallière	357	628
37063	Château-Renault	0	130
37064	Chaumussay	622	1201
37065	Chaveignes	184	1759
37066	Chédigny	164	1934
37067	Cheillé	564	1119
37068	Chemillé-sur-Dême	924	3012
37069	Chemillé-sur-Indrois	290	1098
37070	Chenonceaux	2	2
37071	Chezelles	1	672
37072	Chinon	94	1176
37073	Chisseaux	122	236
37074	Chouzé-sur-Loire	1115	2270
37075	Cigogné	48	1170
37076	Cinçais	111	227
37077	Cinq-Mars-la-Pile	90	451
37078	Ciran	350	1524
37079	Civray-de-Touraine	106	1043

37080	Civray-sur-Esves	138	545
37081	Cléré-les-Pins	660	1424
37082	Continvoir	6	61
37083	Cormery	4	138
37084	Couesmes	927	1197
37085	Courçay	0	1959
37086	Courcelles-de-Touraine	787	1120
37087	Courcoué	1476	1053
37088	Couziers	3	372
37089	Cravant-les-Côteaux	218	1476
37090	Crissay-sur-Manse	130	350
37092	Crotelles	256	1683
37093	Crouzilles	462	1399
37094	Cussay	694	2170
37095	Dame-Marie-les-Bois	0	636
37115	Descartes	575	2503
37096	Dierre	31	276
37097	Dolus-le-Sec	217	1864
37098	Draché	1327	1673
37099	Druye	259	1255
37100	Épeigné-les-Bois	123	611
37101	Épeigné-sur-Dême	1194	1232
37103	Esves-le-Moutier	241	720
37104	Esvres	613	1769
37105	Faye-la-Vineuse	146	1589
37107	Ferrière-Larçon	690	1372
37108	Ferrière-sur-Beaulieu	916	822
37109	Fondettes	207	592
37110	Francueil	7	294
37111	Genillé	353	3199
37112	Gizeux	464	764
37117	Hommes	730	1894
37118	Huismes	194	926
37120	Ingrandes-de-Touraine	23	199
37121	Jaulnay	282	1131
37122	Joué-lès-Tours	302	1107
37119	L'Île-Bouchard	110	249
37044	La Celle-Guenand	436	2009

37045	La Celle-Saint-Avant	509	1102
37056	La Chapelle-aux-Naux	26	99
37057	La Chapelle-Blanche-Saint-Martin	577	2321
37058	La Chapelle-sur-Loire	1441	731
37091	La Croix-en-Touraine	146	598
37106	La Ferrière	130	524
37114	La Guerche	174	449
37151	La Membrolle-sur-Choisille	82	265
37195	La Riche	0	187
37202	La Roche-Clermault	431	1530
37260	La Tour-Saint-Gelin	15	1739
37273	La Ville-aux-Dames	0	321
37123	Langeais	143	494
37124	Larçay	8	17
37030	Le Boulay	282	969
37113	Le Grand-Pressigny	1118	2381
37127	Le Liège	0	547
37136	Le Louroux	1662	2274
37184	Le Petit-Pressigny	2051	2534
37125	Lémeré	14	1002
37126	Lerné	411	1153
37102	Les Essards	0	0
37116	Les Hermites	2673	3756
37128	Lignières-de-Touraine	263	743
37129	Ligré	173	2357
37130	Ligueil	291	1636
37131	Limeray	73	855
37133	Loché-sur-Indrois	2468	4355
37132	Loches	134	1286
37134	Louans	1294	1377
37135	Louestault	530	1329
37137	Lublé	343	733
37138	Lussault-sur-Loire	4	245
37139	Luynes	213	1470
37140	Luzé	229	967
37141	Luzillé	184	3142
37142	Maillé	83	1610
37143	Manthelan	581	3276

37144	Marçay	7078	2455
37145	Marcé-sur-Esves	0	479
37146	Marcilly-sur-Maulne	202	597
37147	Marcilly-sur-Vienne	253	741
37148	Marigny-Marmande	357	2361
37149	Marray	1482	1500
37150	Mazières-de-Touraine	677	1497
37152	Mettray	124	760
37153	Monnaie	793	2424
37154	Montbazou	66	159
37155	Monthodon	406	1861
37156	Montlouis-sur-Loire	147	1479
37157	Montrésor	1	297
37158	Montreuil-en-Touraine	521	1633
37159	Monts	859	890
37160	Morand	168	1417
37161	Mosnes	30	628
37162	Mouzay	314	1209
37163	Nazelles-Négron	215	973
37165	Neuil	2	817
37166	Neuillé-le-Lierre	192	1152
37167	Neuillé-Pont-Pierre	1042	2361
37168	Neuilly-le-Brignon	591	2326
37169	Neuville-sur-Brenne	26	764
37170	Neuvy-le-Roi	2106	3671
37171	Noizay	100	722
37172	Notre-Dame-d'Oé	21	294
37173	Nouans-les-Fontaines	2040	3363
37174	Nouâtre	231	481
37175	Nouzilly	1268	1608
37176	Noyant-de-Touraine	119	739
37177	Orbigny	1504	3444
37178	Panzoult	43	972
37179	Parçay-Meslay	40	780
37180	Parçay-sur-Vienne	446	1139
37181	Paulmy	882	1779
37182	Pernay	441	601
37183	Perrusson	781	2302

37185	Pocé-sur-Cisse	67	351
37186	Pont-de-Ruan	5	15
37187	Ports	143	941
37188	Pouzay	569	1058
37189	Preuilly-sur-Claise	763	637
37190	Pussigny	128	852
37191	Razines	203	624
37192	Reignac-sur-Indre	0	1565
37193	Restigné	95	1337
37194	Reugny	221	1814
37196	Richelieu	32	248
37197	Rigny-Ussé	23	410
37198	Rillé	386	923
37199	Rilly-sur-Vienne	310	1393
37200	Rivarenes	405	745
37201	Rivière	52	260
37203	Rochechouart	113	660
37204	Rouziers-de-Touraine	307	1185
37205	Saché	231	1345
37206	Saint-Antoine-du-Rocher	78	1321
37207	Saint-Aubin-le-Dépeint	377	1184
37208	Saint-Avertin	<nul>	<nul>
37209	Saint-Bauld	5	245
37210	Saint-Benoît-la-Forêt	33	382
37211	Saint-Branches	1761	3744
37213	Saint-Christophe-sur-le-Nais	598	1607
37214	Saint-Cyr-sur-Loire	0	261
37216	Saint-Épain	3156	4712
37217	Saint-Étienne-de-Chigny	158	234
37218	Saint-Flovier	800	2580
37219	Saint-Genouph	0	282
37220	Saint-Germain-sur-Vienne	34	730
37221	Saint-Hippolyte	369	1557
37222	Saint-Jean-Saint-Germain	474	1722
37223	Saint-Laurent-de-Lin	396	576
37224	Saint-Laurent-en-Gâtines	140	1968
37225	Saint-Martin-le-Beau	70	435
37227	Saint-Michel-sur-Loire	44	78
37228	Saint-Nicolas-de-Bourgueil	7	1191

37229	Saint-Nicolas-des-Motets	0	914
37230	Saint-Ouen-les-Vignes	174	872
37231	Saint-Paterne-Racan	1906	2925
37232	Saint-Patrice	13	501
37233	Saint-Pierre-des-Corps	0	6
37234	Saint-Quentin-sur-Indrois	516	1619
37236	Saint-Règle	105	348
37237	Saint-Roch	101	137
37238	Saint-Senoch	347	1461
37212	Sainte-Catherine-de-Fierbois	716	709
37226	Sainte-Maure-de-Touraine	2362	3242
37240	Saunay	150	1116
37241	Savigné-sur-Lathan	1022	1293
37242	Savigny-en-Véron	73	539
37243	Savonnières	372	892
37244	Sazilly	0	537
37245	Semblançay	522	874
37246	Sennevières	641	1280
37247	Sepmes	832	1948
37248	Seuilly	125	586
37249	Sonzay	1850	2572
37250	Sorigny	1572	2906
37251	Souvigné	1073	1158
37252	Souvigny-de-Touraine	265	889
37253	Sublaines	163	1540
37254	Tauxigny	111	2904
37255	Tavant	0	611
37256	Theneuil	0	760
37257	Thilouze	1218	2524
37258	Thizay	1	148
37259	Tournon-Saint-Pierre	892	977
37261	Tours	<nul>	<nul>
37262	Trogues	0	175
37263	Truyes	23	750
37264	Vallères	175	498
37265	Varennes	43	427
37266	Veigné	3	814
37267	Véretz	72	231

37268	Verneuil-le-Château	169	206
37269	Verneuil-sur-Indre	1770	2098
37270	Vernou-sur-Brenne	283	1271
37271	Villaines-les-Rochers	31	401
37272	Villandry	561	842
37274	Villebourg	1568	655
37275	Villedômain	433	1196
37276	Villedômer	395	2162
37277	Villeloin-Coulangé	1041	3058
37278	Villeperdue	855	1457
37279	Villiers-au-Bouin	944	2236
37280	Vou	369	1386
37281	Vouvray	5	1754
37282	Yzeures-sur-Creuse	1812	2837

Méthanisation, calcul de la ressource

Production fumier/UGB (t/UGB/an)	15
Production lisier/UGB (m³/UGB/an)	18
Tonnage 1m³ lisier UGB (t)	1
Reste de culture/ha SAU (t)	3,38

	Fumier	Lisier	Restes de cultures
% mobilisable	50	40	20
potentiel méthanogène (m3/tonne)	40	15	150

Comment le SIEIL peut-il s'inscrire dans le développement durable du territoire d'Indre-et-Loire ?

Résumé :

Depuis sa création en 1937, le SIEIL, Syndicat Intercommunal d'Énergie d'Indre et Loire œuvre pour le développement et l'entretien du réseau de distribution publique d'électricité du département dont il est propriétaire. Il s'est doté plus récemment de nouvelles compétences que sont le gaz, l'éclairage public, le système d'information géographique, la télécommunication, l'installation de bornes de charge pour véhicules électriques et le développement des énergies renouvelables. En effet, en fondant en 2012 sa société anonyme d'économie mixte locale EnerSIEIL, le SIEIL a confirmé sa volonté de s'inscrire dans le développement durable du territoire départemental. Il participe ainsi à l'atteinte de l'objectif fixé par le PCET de produire 23% de l'énergie qui sera consommée en 2020 de manière renouvelable. Nous verrons qu'il intervient également dans l'atteinte des deux autres objectifs définis par ce document : consommer 20% d'énergie en moins à l'horizon 2020 et réduire les émissions de gaz à effet de serre de 20% à cette date. Cependant, nous nous focaliserons dans cette étude sur la production d'énergie renouvelable et tenterons de déterminer le potentiel de production de quatre technologies que sont le photovoltaïque (toiture et au sol), l'éolien, la méthanisation et l'hydroélectrique. Ainsi, nous parviendrons à mettre en exergue des débouchés potentiels pour EnerSIEIL et estimerons l'avancée que représenteraient ces derniers dans l'atteinte de l'objectif des 23%.

Directeur de recherche :

LARRIBE Sébastien

HEBRARD Adrien

Projet de Fin d'Études

DAE5 2015-2016

Mots Clés : développement durable, énergie renouvelable, éolien, biomasse, méthanisation, photovoltaïque, réseau de distribution publique, SIEIL, PCET.