



SAGEO 2018

Spatial Analysis and GEOmatics

Actes de Conférence

Maguelonne Teisseire,
Mathieu Roche (Eds.)

6 au 9 novembre 2018

Montpellier, France

Pertinence des SI territoriaux pour la scénarisation énergétique

Démonstration par l'exemple de l'exploitation du SI OPTEER appliqué à l'éco-mobilité

Julien Crevant¹, Marie-Hélène de Sède-Marceau¹, Stéphane François², Massimiliano Capezzali³

1. Laboratoire ThéMA, UMR-6049 CNRS, Université de Bourgogne-Franche-Comté
32 rue Mégevand, 25000 Besançon, France
julien.crevant@univ-fcomte.fr; marie-helene.de-sede-marceau@univ-fcomte.fr
2. ATMO-Bourgogne-Franche-Comté, 37 rue Battant, 25000 Besançon, France
stephane.francois@atmo-BFC.org
3. Pôle Energie et IESE, HEIG-VD
1 route de Cheseaux, CP 521, 1401 Yverdon-les-Bains
massimiliano.capezzali@heig-vd.ch

RÉSUMÉ. Dans le cadre de l'ambition REPOS de la région Bourgogne-Franche-Comté, il est primordial de pouvoir scénariser l'évolution de son profil énergétique. Cependant à des échelles infrarégionales, la connaissance et la prise en compte des contextes territoriaux est essentielle pour pouvoir estimer la faisabilité et la pertinence de politiques énergétiques territoriales. Notre étude pose les bases d'une approche multicritère d'aide à la décision en utilisant le système d'information et d'observation OPTEER et ses différentes fonctionnalités ainsi que des données prospectives. L'étude porte sur la mobilité au bioGNV en Franche-Comté et sur l'analyse des impacts qu'aurait une substitution d'une partie du parc de poids lourds.

ABSTRACT. Giving the REPOS ambition of the Bourgogne-Franche-Comté, it is necessary to be able to make scenarios in order to plan energy systems evolutions. Yet at regional scale, knowing and taking account of territorial contexts is essential to estimate regional energy policies feasibility and relevance. Our study lays foundation to an aid-to-scenario-making approach using the observation and information system OPTEER, its functionalities and prospective data. The study addresses bioGNV mobility in Franche-Comté and concerns analysis of the impacts a bioGNV substitution in the current truck pool would have.

MOTS-CLÉS : OPTEER, aide à la scénarisation énergétique territoriale, territoire, système d'information, éco-mobilité.

KEYWORDS: OPTEER, territorial energy scenario making, territory, information system, eco mobility.

1. Introduction

Ce travail s'inscrit dans le cadre d'une thèse CIFRE effectuée au laboratoire ThéMA de l'Université de Bourgogne-Franche-Comté (UBFC) en partenariat avec Gaz Réseau Distribution France (GRDF) et la Haute Ecole d'Ingénierie et de Gestion du canton de Vaud (HEIG-VD). Cette thèse a pour but de contribuer à l'unification des ressources informationnelles distribuées et hétérogènes existantes pour poser les bases d'une approche d'analyse et de prospective énergétique territoriale multi-vecteurs et multi-scalaire. Cet exercice de scénarisation nous permet d'aborder plus spécifiquement la problématique de l'aide à la décision multicritère pour la construction et l'évaluation de scénarios régionaux.

La région Bourgogne-Franche-Comté a récemment affiché son ambition de devenir une région à énergie positive (REPOS) à l'horizon 2050¹. Cette perspective (en plus du cadre légal²) impose la mise au point d'une trajectoire cohérente de décarbonation du territoire au travers d'objectifs quantitatifs (qualité de l'air, émissions de GES, consommations énergétiques...). Ce besoin en scénarisation prospective pose un certain nombre de difficultés. Les incertitudes inhérentes à la transition énergétique concernent les évolutions du système énergétique et de son utilisation (décentralisation, technologies, comportements, nouveaux usages, dépendance spatiale et temporelle des productions d'EnR...). Les appropriations locales de la transition³ mènent à des approches de gouvernance (Magnin, 2013) et d'ingénierie territoriale (Trognon *et al.*, 2012) ou encore au développement de modèles et d'outils spécifiques fonctionnant souvent en boîte noire pour les non-initiés. Les échelles temporelles et spatiales varient également significativement d'une problématique à l'autre (rentabilité économique, temporalités et spatialités des EnR, politiques énergétiques, mandats politiques...) ce qui complexifie l'émergence d'une vision partagée de la question énergétique et de son inscription dans les territoires.

Dans ce contexte, le travail consiste à exploiter les fonctionnalités de la plateforme OPTTEER de l'observatoire régional Energie-Climat-Air de Bourgogne-Franche-Comté (ORECA) pour concevoir et diffuser des scénarios régionaux dans le domaine de l'éco-mobilité. L'exploitation de données territoriales via le système d'information (SI) OPTTEER répond ainsi à un double-objectif : l'évaluation de la pertinence de trajectoires de décarbonation de la mobilité en regard des opportunités et des contraintes territoriales (appliquée au bioGNV⁴), et la validation de l'intérêt des Systèmes d'Information Territoriaux pour la scénarisation énergétique et l'aide à la décision.

1. <https://jeparticipe.bourgognefranche-comte.fr/proposition/faire-de-bourgogne-franche-comte-region-a-energie-positive/>

2. La loi MAPTAM charge la région « d'organiser, en qualité de chef de file, les modalités de l'action commune des collectivités territoriales et de leurs établissements publics pour l'exercice des compétences relatives (...) au climat, à la qualité de l'air et à l'énergie »

3. Conditionnées par les représentations des acteurs du territoire (de Sède-Marceau et Moine, 2012)

4. Gaz Naturel Véhicule d'origine renouvelable

2. Périmètre de l'étude

2.1. Choix du territoire d'étude

Du fait de son développement en Franche-Comté et de l'historique plus long de collaborations locales, les données de mobilité disponibles dans OPTEER y sont plus riches qu'en Bourgogne. Dans un premier temps, nous ne considérerons donc que le territoire franc-comtois. La Franche-Comté consomme environ 5,7 TWh de gaz naturel par an, ainsi que 12,8 TWh de produits pétroliers pour le transport routier, tous types de véhicules confondus. Si l'on considère les émissions de GES et de polluants plus en détail, on constate sans surprise que la mobilité y occupe une place prépondérante : elle est responsable de près de 50 % des émissions de CO₂, d'environ 20 % des émissions de PM10 et de PM2,5 et de 63 % des émissions de NO_x.

2.2. Choix du bioGNV

Nous concentrons notre étude sur la problématique de la mobilité et sur le vecteur énergétique qu'est le gaz renouvelable sous forme de bioGNV. Le gaz renouvelable utilisable comme bioGNV peut être issu de deux filières : la méthanisation, essentiellement basée sur des ressources agricoles, et la pyro-gazéification, qui utilise du bois (Gassner, 2010). Son principal intérêt est son cycle de production court et local, et donc une empreinte environnementale globale (du puits à la roue) faible par rapport aux produits pétroliers traditionnels (ADEME, 2011). Par ailleurs, au-delà des aspects purement technologiques, la prospective nous impose d'intégrer des éléments liés à la disponibilité et la gestion des ressources, aux concurrences et évolutions des usages, aux spécificités territoriales, à l'évolution des parcs de véhicules, ou bien encore aux contraintes liées aux systèmes de culture et à leur production.

3. Mise en œuvre

3.1. OPTEER

OPTEER (Observation Prospective Territoriale Énergétique à Échelle Régionale) est initialement un projet de recherche, développé sur des bases transdisciplinaires (voir (de Sède-Marceau *et al.*, 2018) pour une présentation détaillée du dispositif et de sa construction). OPTEER est un dispositif technique d'observation et d'analyse qui s'appuie sur un réseau d'acteurs multidisciplinaires. Depuis 2010, il a contribué à l'élaboration de tous les plans et schémas stratégiques territoriaux portant sur l'énergie, le climat et l'air en Franche-Comté (plus de 80). En plus de l'animation territoriale effectuée par ATMO, la plateforme d'outils d'OPTEER offre un certain nombre de fonctionnalités⁵ aux acteurs du territoire, en mettant à leur disposition des

5. Qualification et importation de données, hébergement sécurisé, requêtage spatio-temporel, construction de territoires et d'indicateurs personnalisés, visualisation de cartographies thématiques en ligne, création, sauvegarde et diffusion de profils de territoire dynamiques, administration de profils d'utilisateurs, des comptes utilisateurs, des zonages géographiques personnalisés, des données, des formules et des illustrations, mise à disposition d'un portail grand public avec un accès sécurisé aux utilisateurs experts

données énergétiques, des données de qualité de l'air et climatiques ainsi que des données contextuelles.

3.2. Données utilisées

Les données utilisées dans l'étude proviennent de différentes sources et sont pour l'essentiel disponibles dans OPTEER : données de consommations énergétiques ; données climatiques et de qualité de l'air (émissions de GES et de polluants) ; données contextuelles de démographie et de mobilité (source INSEE, ORT-FC...). La scénarisation s'appuie sur des données produites par Solagro⁶ dans leur scénario prospectif *Afterres 2050* (Solagro, 2016). Ces données proposent des estimations de gisements potentiellement méthanisable et gazéifiable à horizon 2050⁷ (voir annexe pour le détail de ces données).

3.3. Méthodologies utilisées

3.3.1. Construction de jeux de données prospectifs

Dans un premier temps, nous avons choisi de construire des jeux de données prospectifs simples, afin de pouvoir comparer à l'horizon 2050 les données de gisement potentiel avec les consommations de gaz et de pouvoir estimer ainsi la faisabilité et l'intérêt éventuel du développement du bioGNV.

Les données de gisement méthanisable sont disponibles à la maille cantonale. Celles concernant la pyro-gazéification le sont à une maille départementale. Afin de conserver une lisibilité régionale et de ne pas dénaturer les données, nous nous placerons à une maille départementale. Nous avons choisi d'utiliser les évolutions des consommations de gaz en 2050 issues du scénario Facteur 4 régionalisé de GRDF (hors mobilité). Ce scénario présente des évolutions globales similaires à celui de (ADEME, 2017) et s'appuie sur une solide connaissance du réseau de gaz naturel. La baisse de la demande en gaz prévue par ce scénario (de l'ordre de 35 %) a plusieurs sources, mais nous faisons ici l'hypothèse que les actions de Maîtrise de la Demande en Energie (isolation du bâti, efficacité des technologies...) constituent le moteur principal (et relativement homogène) de cette évolution. Nous supposons également que l'application de ce ratio va permettre de conserver une cohérence à la maille départementale ; cette maille permet de « moyenniser » certains contextes territoriaux qui pourraient infirmer cette hypothèse (différences urbain/rural, implications locales plus ou moins marquées...).

Ainsi, nous construisons simplement nos jeux de données prospectifs en appliquant ce ratio aux consommations de gaz actuelles disponibles dans OPTEER. La comparaison de ces consommations prospectives avec le gisement potentiel permet

6. Solagro est une entreprise associative reconnue pour son expertise sur les ressources naturelles

7. Ces données sont également utilisées dans l'étude prospective « Un mix de gaz 100% renouvelable en 2050 ? » (ADEME, GRDF, GRTgaz) (<https://www.ademe.fr/mix-gaz-100-renouvelable-2050>)

de calculer les excès ou les manques potentiels pour répondre à la demande en gaz (renouvelable) hors mobilité. Cela donne assez simplement une idée de la marge existante et donc de l'éventuel potentiel de développement.

3.3.2. Calcul d'une substitution théorique basée sur le potentiel identifié

Dans un deuxième temps, sur la base du potentiel identifié, nous proposons ici un raisonnement simple permettant de quantifier les impacts qu'aurait la substitution d'une partie du parc actuel de poids lourds fonctionnant au gazole par des véhicules bioGNV. Ce choix s'explique par la répartition en flottes des poids lourds dans les entreprises ou les collectivités, qui permettent des changements de parcs plus faciles à mettre en œuvre que pour les véhicules particuliers, notamment grâce à l'accompagnement de GRDF (connaissances techniques, subventions nationales et régionales...). Les moteurs diesel et GNV étant tous deux thermiques, nous supposons que les avancées technologiques seront comparables, et les calculs sont effectués ici à technologie constante.

Afin d'effectuer les calculs d'impact, nous évaluons la part du trafic interne à la Franche-Comté grâce à la base de données Eider du ministère de la Transition Écologique et Solidaire⁸ (MTES). L'application de ce ratio aux consommations actuelles nous permet d'estimer la part qui pourrait être impactée par une substitution. Les données sur le parc de poids lourds sont issues du site Observation et statistiques du MTES⁹. Elles nous permettent d'évaluer le nombre de poids lourds qui serait impacté par la substitution.

Pour les différences d'émissions entre les poids lourds diesel et GNV, nous nous référons au projet Equilibre¹⁰. Nous y considérons les valeurs de synthèse pour les poids lourds de 44 tonnes, à savoir : une réduction d'environ 10 % des émissions de CO₂, et une réduction de l'ordre de 60 % pour les NO_x. La combustion du gaz naturel produit peu de particules fines, et nous ne considérons pas ici les autres sources (usure de la route, des freins et des roues principalement).

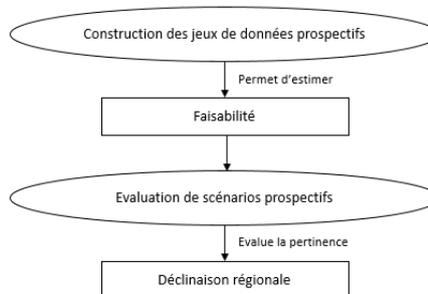


Figure 1 : Démarche méthodologique globale

8. Voir <http://www.stats.environnement.developpement-durable.gouv.fr/Eider/>

9. http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/transports/r/parcs.html?cHash=&tx_ttnews%5Btt_news%5D=23872

10. Voir <http://www.projetequilibre.fr/analyse-des-consommations-et-emissions-de-co2-et-nox-sur-des-poids-lourds-gnv-et-diesel/>

Ainsi, nous pouvons calculer la part des émissions actuelles qui pourrait être réduite et estimer simplement la baisse des émissions de CO₂ et de NO_x correspondant à la substitution diesel/bioGNV. La démarche méthodologique est résumée sur la Figure 1.

4. Résultats

4.1. Faisabilité régionale

L'application de notre méthodologie de construction de jeux de données prospectifs simples nous permet, en exploitant les fonctionnalités de l'outil OPTTEER, de créer une carte (Figure 2) indiquant les potentiels existants en Franche-Comté à l'horizon 2050 (en GWh). On constate ici que la région a un potentiel important, y compris une fois que le gaz dans les réseaux est totalement renouvelable : nous avons ici soustrait la totalité des consommations prospectives de gaz naturel aux potentiels existants, et il reste un potentiel théorique de plus de 7 TWh. Les valeurs extrêmes s'expliquent assez simplement : la Haute-Saône (le plus clair) est un département majoritairement rural et peu dense, tandis que le Territoire de Belfort (le plus foncé) se compose en grande partie de l'agglomération de Belfort et ne contient donc que peu de gisements d'origine agricole ou forestière.

L'augmentation de la part des énergies renouvelables dans les réseaux de distribution est prévue par la loi LTECV, mais celle-ci n'impose pas de verdissement complet d'ici à 2050 (il s'agit cependant du message porté par GRDF, qui s'appuie sur l'étude « 100 % gaz renouvelable en 2050 ? »). On peut donc supposer que le fléchage du biométhane vers une utilisation comme bioGNV permettrait de dégager un potentiel supplémentaire par rapport à une injection dans le réseau. Il faut aussi préciser que cela correspond à un cas où tout le gisement potentiel est utilisé, ce qui paraît peu probable dans la réalité, principalement en raison des usages possibles de la ressource et des arbitrages effectués (par exemple, en Franche-Comté le chauffage au bois est très développé). Ce genre d'analyses « macroscopiques » peut ainsi permettre des discussions autour de l'existence d'un potentiel et d'un choix de développement avant de s'intéresser à sa mobilisation éventuelle et aux bénéfices environnementaux qui en découleraient.

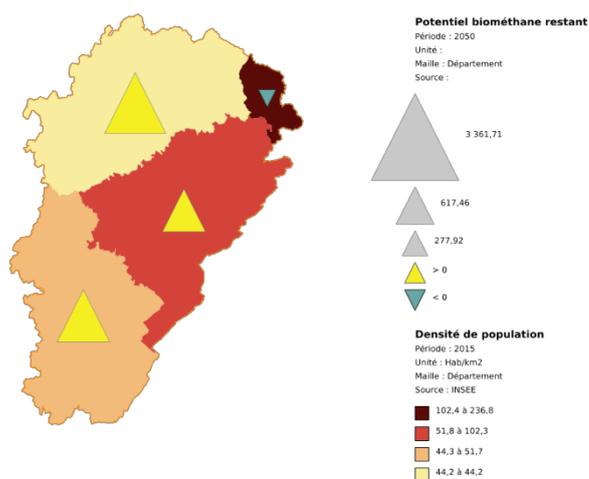


Figure 2 : Estimation du potentiel de production net de biométhane en Franche-Comté

4.2. Substitution de poids lourds et impacts potentiels

La consommation de produits pétroliers des poids lourds en Franche-Comté est de 5,05 TWh, à mettre en regard des 7,2 TWh de bioGNV potentiels. Cependant, cette consommation comprend le trafic interne au territoire ainsi que le transit. Afin d'estimer la part des consommations substituable, il faut donc estimer les parts relatives de ces transports interne et de transit. Les données de la base Eider nous permet d'évaluer la part interne du trafic à 16 %, ce qui correspond à une consommation de 0,808 TWh. Il y a 14 430 poids lourds (bus compris) d'après le site Observation et statistiques, et on évalue à l'aide du même ratio de 16 % le nombre de poids lourds circulant en infrarégional, soit environ 2 300 poids lourds.

OPTEER nous permet de savoir que les émissions dues au transport routier de poids lourds sont de 7 300 tonnes de NO_x et d'environ 1 277 500 tonnes de CO₂. L'application du ratio de 16 % à ces émissions nous permet d'estimer la part des émissions qui sera impactée par la substitution vers le bioGNV. On peut ainsi évaluer pour les poids lourds une réduction de 9,6 % pour les émissions de NO_x et de 1,6 % pour les émissions de CO₂ à l'échelle de la Franche-Comté, soit respectivement 700 et 20 440 tonnes. Les cartes montrant ces gains sont présentées ci-dessous (Figure 4 et Figure 3).

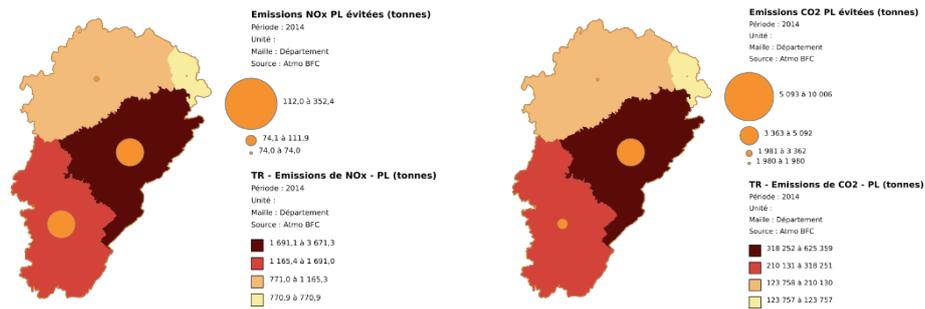


Figure 4 : Emissions de NO_x évitées par la substitution Figure 3 : Emissions de CO₂ évitées par la substitution

Ces résultats ne paraissent pas très significatifs en regard des émissions régionales totales du secteur routier. Cependant, dans le scénario proposé, le gaz consommé hors mobilité est entièrement renouvelable. Selon les hypothèses de fléchage retenues, la prise en compte du cycle de vie complet des carburants réduirait donc significativement les émissions de CO₂ dans le cadre d'une substitution. Dans ce cas, le calcul utilisé par Samavati *et al.* (2018) permettrait d'estimer les gains d'émissions sur le cycle de vie complet des carburants en passant du diesel au bioGNV :

$$\text{Gain émissif total} = (E_{\text{fossile}} - E_{\text{bioGNV}}) / E_{\text{fossile}}$$

Cependant, les gains émissifs ne seraient pas tous localisés en Franche-Comté, ce qui rendrait difficile leur spatialisation.

5. Discussions et limites

Nous avons vu que l'utilisation d'OPTEER dans un cadre prospectif permet à des utilisateurs non-informaticiens la mobilisation de données externes, la construction de jeux de données prospectifs ainsi que des évaluations simples, visant à débroussailler un futur difficile à prévoir dans le cadre contraignant qu'est celui de la transition énergétique dans les territoires. L'exploitation de données prospectives de gisements a permis l'évaluation macroscopique du potentiel franc-comtois, en nous basant sur des méthodes d'estimation simples, qui demandent à être affinées sur une base plus détaillée, probablement non-linéaire (via la considération d'une typologie de tronçons routiers par exemple, qui impactent les consommations et les émissions). La mobilisation de différentes sources de données a posé un certain nombre de difficultés, notamment quant à leur compatibilité méthodologique et leur finesse : les parcs de véhicules sont au mieux disponibles à la maille départementale, ce qui limite les possibilités d'analyse plus fine en l'état.

L'application de la démarche à d'autres territoires permettrait d'estimer la répliquabilité des méthodes utilisées et des résultats, notamment à un niveau national. En outre, il serait intéressant de faire des liens avec les échelles et les mailles plus petites, notamment pour discuter de la déclinaison possible dans un territoire ; la filière méthanisation par exemple pose un certain nombre de questions quant à la localisation des infrastructures et leur raccordement au réseau, quant aux modalités d'approvisionnement en bioGNV pour les camions (stations sur site ? injection dans le réseau et maillage territorial de stations ?) ou encore quant aux données pertinentes dans ce cadre (ressources disponibles, données techniques de réseaux énergétiques, trafic généré par les stations/les installations...).

Les données prospectives et la mise au point d'objectifs peuvent aussi servir de supports de médiation entre les acteurs territoriaux (Noucher, 2009). Les données prospectives pourraient également servir de tiers de confiance dans le cas où (comme ici) les données sont produites par des acteurs extérieurs experts. Cependant les limites posées par les données et leurs échelles de disponibilité (cantonale et départementale dans notre cas) contraignent les possibilités, ce qui souligne l'intérêt d'une meilleure coordination entre les acteurs institutionnels en charge de la prospective et de la décision et les producteurs de données, ainsi que d'une meilleure harmonisation entre les différentes sources de données.

Par ailleurs, les analyses menées à une échelle régionale ne peuvent pas suffire : l'un des intérêts de dispositifs comme OPTEER est de mettre en relation l'information énergétique et territoriale existante avec les acteurs territoriaux (à différentes échelles) connaissant les spécificités et caractéristiques de leur territoire. Dans un cadre prospectif, OPTEER contribue donc à lier les aspects de prospective (scénarisation, long terme) et de planification (mise en œuvre, court terme) via l'implication des acteurs territoriaux.

Bibliographie

- ADEME (2011). *Analyse du cycle de vie du biogaz issu de cultures énergétiques*, <http://www.ademe.fr/analyse-cycle-vie-acv-biogaz-issu-cultures-energetiques>, Rapport d'études, mars 2011
- ADEME (2017). *Actualisation du scénario énergie-climat ADEME 2035-2050*, <http://www.ademe.fr/actualisation-scenario-energie-climat-ademe-2035-2050>, Rapport d'études, octobre 2017
- Association négaWatt (2017). *Scénario négaWatt 2017-2050*, <https://negawatt.org/Scenario-negaWatt-2017-2050>
- Gassner M. (2010). *Process Design Methodology for Thermochemical Production of Fuels from Biomass. Application to the Production of Synthetic Natural Gas from Lignocellulosic Resources*. Thèse de doctorat, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), 2010
- Magnin G (2013). La transition énergétique pour quelle société ? International Conference of Territorial Intelligence "Territorial Intelligence, Socio-Ecological Transition and Resilience of the Territories". May 2013, Besançon-Dijon, 2013
- Noucher M. (2009). *La donnée géographique aux frontières des organisations : approche socio-cognitive et systémique de son appropriation*. Thèse de géographie, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), 2009.
- Trognon L., Cayre P., Lardon S., Maury C. (2012). Ingénierie territoriale : de quoi parle-t-on ? *Productions, Gouvernance et Ingénierie Territoriales*, In Trognon, Baumont, Ingrand, Lardon, Turpin, Vollet (Ed.) Revue d'Auvergne, N°602-603, pp.321-342, 2012.
- Samavati M., Martin A., Santarelli M., Nemanova V (2018). Synthetic Diesel Production as a Form of Renewable Energy Storage. *Energies. Vol. 11, pp 1-21, May 2013*.
- de Sède-Marceau M.-H., Moine A. (2012). Les observatoires territoriaux. Une représentation collective du territoire. *Communication et langages, n°171, pp 55-65, 2012*.
- de Sède-Marceau M.-H., François S., Pauc B. (2018). OPTEER, une expérience de construction collective d'un dispositif de connaissance et d'analyse territoriale par et pour les acteurs de la transition énergétique. *Numéro spécial de la Revue Internationale de Géomatique « Observer les usages collectifs de l'information géographique », vol. 28, n°1, janvier-mars 2018*
- Solagro (2016). *Afterres 2050, le scénario 2016*, http://afterres2050.solagro.org/wp-content/uploads/2015/11/Solagro_afterres2050-v2-web.pdf

Annexe : Source des données de gisement utilisées et hypothèses structurantes

Il s'agit des données de **potentiel de gaz renouvelable injectable** dans les réseaux en 2050, donc **après application d'un rendement** de conversion par filière, en TWh PCS

Rendements considérés:

- méthanisation: **94%** (déterminé par méthane injectable (PCS)/biogaz produit (PCS)
- pyrogaséification: **70%** (déterminé par méthane injectable (PCS) / intrants (PCI)
- power-to-gas: **66%** (déterminé par méthane injectable (PCS) / électricité consommée

Intrants agricoles

- Source: *Etude « Aftertes 2050 » de SOLAGRO, 2016*
- Maille *cantonale*
- Pas de concurrence avec les usages alimentaires
- Suppose de *nouvelles pratiques agrologiques*, en particulier la généralisation des *CIMSE*
 - *Pour les CIMSE, il est très important de noter que seul 50% des terrains agricoles où il est possible de mettre en place ces cultures intermédiaires, et qui dépassent un niveau minimum de rendement à l'hectare, ont été considérés dans l'étude.*
 - *Généralisation des CIMSE mais seulement dans les régions propices. Ainsi certaines régions en sont totalement dépourvues du fait d'un contexte pédoclimatique défavorable.*

| Valeurs à 2050 | Masse produite [MtMS] | Masse utilisée [MtMS] | Taux de mobilisation | Energie produite, [TWh _{PCS}] | Milliards de m ³ de méthane |
|--------------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|---|--|
| Déjections d'élevages | 15 | 10 | 67 % | 27 | 2,5 |
| Cultures intermédiaires | 41 | 21 | 51 % | 51 | 4,6 |
| Herbe et fourrages | 53 | 5,8 | 11 % | 13 | 1,2 |
| Résidus de culture | 62 | 13 | 21 % | 31 | 2,8 |
| TOTAL | - | 50 | - | 123 | 11,2 |



Biodéchets

- Sources:
 - *Etude, ADEME, SOLAGRO et INDDIGO: « Estimation des gisements potentiels de substrats utilisables en méthanisation », 2013*
 - *Etude ADEME, GRDF, GREENBIRDIE: « Evaluation du potentiel de production du biométhane à partir des boues d'épuration des eaux usées urbaines », 2014*
- Biodéchets des ménages, de la restauration, des commerces et des industries
- Seulement **46% du gisement net disponible** est considéré dans l'étude (7,8 TWh vs 17,4 TWh)

Biomasse bois énergie

- Sources:
 - *ADEME, IGN, FCBA, « Disponibilités forestières pour l'énergie et les matériaux à l'horizon 2035 », 2016*
 - *Etude INRA et IGN, « Quel rôle pour les forêts et la filière forêt-bois française dans l'atténuation du changement climatique ? » Juin 2017.*
- *Extrapolation au-delà de 2035* en se basant sur le scénario « sylviculture dynamique » établi par ECOFOR
- Sur toute la quantité de bois disponible (usages matériaux & énergie), seul **75%** est considéré comme technico-économiquement disponible (accès aux parcelles, pentes, coûts de mobilisation...)
- Pas de concurrence avec les usages « bois matériaux »
 - Uniquement les parties « hors troncs » et les résidus des usages matériaux
- Suppose de la mise en place d'une *sylviculture dynamique*
- *Pas d'arbitrage* de la biomasse entre l'usage chaleur et l'usage gaz
 - Potentiel total disponible pour la production de chaleur et de gaz