



72023.31 PCAET - Communauté d'agglomération du Pays de Fontainebleau
26 mars 2019

**Communauté d'agglomération
du Pays de Fontainebleau**



PLAN CLIMAT - AIR - ENERGIE

CAHIER N°2 : LES POTENTIELS DU TERRITOIRE

PLAN CLIMAT - AIR - ENERGIE

BG Ingénieurs Conseils SAS

Immeuble METROSUD, 1, bd Hippolyte Marques - F-94200 Ivry sur Seine

SAS au capital de 1 516 800 € - R.C.S Créteil 2007B04453 - SIRET 303 559 249 00162 - Code APE 7112B

T +33 1 56 20 64 60 – F +33 1 56 20 65 09 – paris@bg-21.com – www.bg-21.com

FR 493 035 592 49 TVA

■ INGENIOUS SOLUTIONS



CAHIER N°2 : LES POTENTIELS DU TERRITOIRE



VERSION	-	i
DOCUMENT	72023.31 PCAET - Communauté d'agglomération du Pays de Fontainebleau	72023.31 PCAET - Communauté d'agglomération du Pays de Fontainebleau
DATE	11 septembre 2018	26 mars 2019
ELABORATION	Rémi Noirot	Rémi Noirot
VISA	Loïc Lepage	Loïc Lepage
COLLABORATION	Rémi Noirot Benoît Amiot Emerson Cabane	Rémi Noirot Benoît Amiot Emerson Cabane
DISTRIBUTION	Communauté d'agglomération du Pays de Fontainebleau Algoé BG Ingénieurs Conseils	Communauté d'agglomération du Pays de Fontainebleau Algoé BG Ingénieurs Conseils

TABLE DES MATIÈRES		Page
1.	Introduction	4
2.	Potentiel – Gisement d'économies d'énergie	6
2.1	Résidentiel	6
2.2	Tertiaire	12
2.3	Transport routier	15
2.4	Industrie et entreprises	18
2.5	Agriculture	21
2.6	Synthèse des gisements d'économie d'énergie	24
3.	Potentiel énergie renouvelable et de récupération (EnR&R)	25
3.1	Méthode d'évaluation des gisements énergétiques du territoire	25
3.2	La ressource solaire	27
3.3	La ressource air	33
3.4	La ressource biomasse	39
3.5	La ressource biogaz (méthanisation des matières organiques)	41
3.6	La ressource géothermique	43
3.7	La ressource eau	46
3.8	Les rejets thermiques	47
3.9	Synthèse des gisements EnR&R	56
4.	Diagnostic des réseaux	58
4.1	Les réseaux de gaz	58
4.2	Les réseaux de chaleur	60
4.3	Les réseaux électriques	62
4.4	Vers une synergie entre réseaux d'énergie	67
5.	Focus résidentiel	68
5.1	État des lieux	68
5.2	Synthèse et préconisations	83
6.	Focus sur le trafic routier	84
6.1	État des lieux	84
6.2	Synthèse et perspectives	97
7.	Synthèse des potentiels	98

1. Introduction

Dans le rapport intitulé "Stratégie énergie-climat de la région Île-de-France", la Région affirme sa volonté de mobiliser, autour d'une ambition partagée, tous les acteurs du territoire, citoyens, collectivités, entreprises, monde universitaire et de la recherche sur une trajectoire qui lui permettra de prendre une place dans le peloton de tête des territoires sobres sur le plan énergétique et à l'économie décarbonée.

Plusieurs trajectoires ont été développées en combinant deux scénarios de baisse des consommations (base et ambitieux) et trois scénarios de production d'Énergie renouvelable et de récupération (EnR&R) (mobilisateur, performant et offensif). En retenant le scénario ambitieux de réduction des consommations et le scénario offensif de développement des ENR&R, la Région a fait le choix d'un scénario de rupture, en se fixant deux horizons 2030 et 2050 et trois principes : sobriété, production d'énergies renouvelables et réduction de notre dépendance.

- 2030 : Réduire de moitié la dépendance aux énergies fossiles et au nucléaire de l'Île-de-France par rapport à 2015 grâce à un double effort :
 - **La réduction de près de 20% de la consommation énergétique régionale**
 - La multiplication par 3 de la part globale des ENR&R dans la consommation énergétique régionale, en portant leur contribution à 40% de cette consommation
 - La multiplication par 2 de la quantité d'énergie renouvelable produite sur le territoire francilien portée à 20 % de cette consommation

- 2050 : Tendre vers une région 100% ENR&R et zéro carbone grâce à :
 - **La réduction de 40% de la consommation énergétique régionale**
 - La multiplication par 4 de la quantité d'énergie renouvelable produite sur le territoire francilien

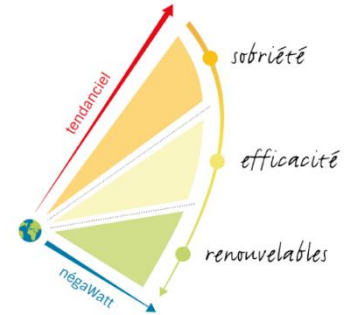
Le Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Énergie (SRCAE) élaboré conjointement en 2012 par les services de l'État, du Conseil régional et de l'ADEME définit trois grandes priorités pour 2020 :

- Renforcement de l'efficacité énergétique des bâtiments
- Développement des réseaux de chaleur alimentés par des ENR&R
- Réduction de 20% des émissions de GES du transport routier.

Les Plans climat air énergie territorial (PCAET) des territoires franciliens doivent être compatibles avec les objectifs et orientations définies dans le SRCAE.

Afin d'atteindre ces objectifs, la philosophie de l'approche de ce plan climat se calque sur les principes de la démarche Négawatt en priorisant les actions selon le schéma suivant, en accord avec la stratégie définie ci-dessus :

1. Sobriété → Prioriser les besoins énergétiques essentiels
2. Efficacité → Réduire la quantité d'énergie nécessaire à la satisfaction d'un même besoin
3. Recours aux énergies renouvelables → Privilégier les énergies renouvelables pour couvrir les besoins énergétiques



©Association négaWatt - www.negawatt.org

Figure 1 : L'approche Négawatt

Le premier volet traitera de la sobriété et de l'efficacité énergétique en estimant les gisements d'économies d'énergie dans les différents secteurs d'activité. Par la suite, nous évaluerons les gisements d'énergie renouvelables sur le territoire.

En fonction des potentiels de gisements, de l'état des lieux du territoire établi dans le cahier n°1 et des objectifs du territoire, des focus spécifiques seront ensuite détaillés et feront ressortir les enjeux propres au territoire.

2. Potentiel – Gisement d'économies d'énergie

2.1 Résidentiel

2.1.1 Situation initiale

Le résidentiel est le deuxième secteur le plus énergivore du territoire après le transport routier. Il représente 42% de la consommation d'énergie finale, comme vu dans le paragraphe dédié du cahier n°1. Les graphiques ci-dessous permettent d'analyser la consommation du résidentiel selon le vecteur énergétique et les usages associés.

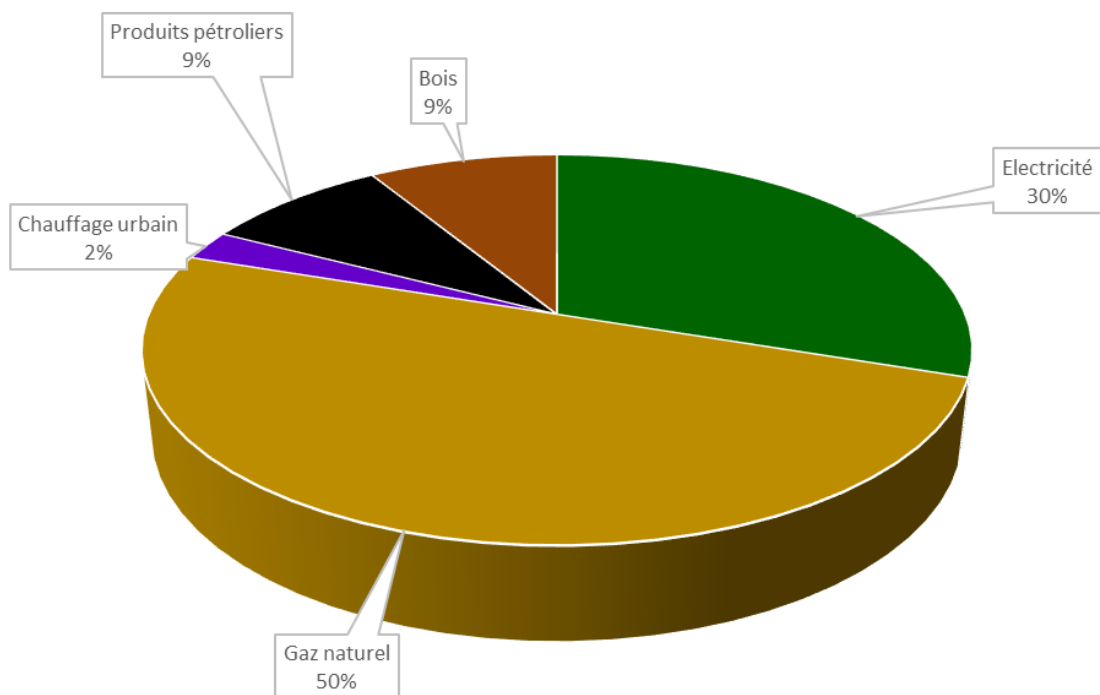


Figure 2 : Répartition des consommations par énergie du secteur résidentiel en 2015 pour la communauté d'agglomération du Pays de Fontainebleau (source : AIRPARIF)

En 2015, l'analyse des consommations fait ressortir une consommation prépondérante du chauffage avec :

- Le gaz naturel (50%)
- Les produits pétroliers (9%)
- Le bois de chauffage (9%)
- Le chauffage urbain (2%)

Auquel peut être ajoutée une partie de l'électricité (30%)

Les usages de chauffage, d'eau chaude sanitaire et de cuisson représentent donc un total de 70% de la consommation totale du secteur résidentiel (hors source électrique).

De plus, sur un territoire voisin similaire (la communauté de communes du Pays de Montereau), nous savons également que 30% de l'électricité à usage résidentiel correspond au chauffage électrique et 7% est destiné à l'eau chaude sanitaire.

Ces valeurs sont conformes avec le graphique de RTE (Réseau de transport d'électricité) ci-dessous, qui décrit la répartition des consommations par usage en 2015 à l'échelle de la France est la suivante :

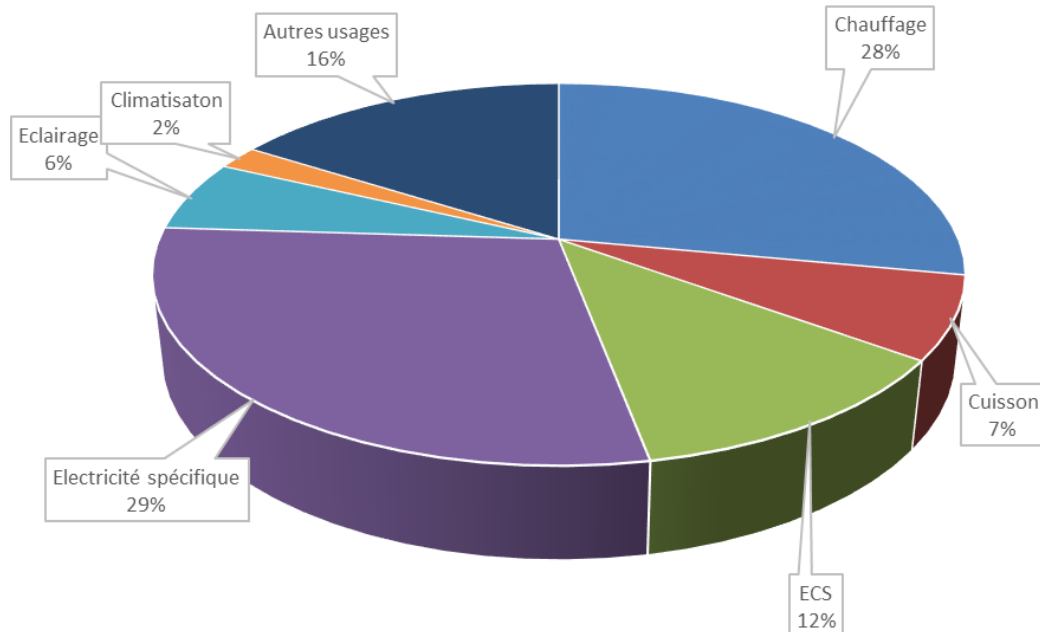


Figure 3 : Répartition des consommations par usage du secteur résidentiel en 2015 en France (Source : RTE)

Le territoire voisin de la CCPM (30%) et la France (28%) possèdent approximativement la même part d'électricité domestique dédiée au chauffage. Nous supposons donc par la suite que la part de l'électricité du secteur résidentiel pour le chauffage est de 30%. Pour les usages de l'eau chaude sanitaire, de la cuisson et du chauffage, ce pourcentage monte à 47% (28% pour le chauffage, 7% pour la cuisson, et 12% pour l'eau chaude sanitaire, soit 47%).

Les usages de chauffage, d'eau chaude sanitaire et de cuisson représentent donc un total d'environ 84% (70% et 47% de 30%) de la consommation totale du secteur résidentiel en tenant compte de la source électrique.

En comparaison, la part des consommations énergétiques de ces trois usages est de 84% au niveau national (chiffres clés de l'ADEME de 2014). La répartition des consommations d'énergie par usages pour le secteur résidentiel est donc similaire à celle de la moyenne française.

D'après les données INSEE 2014, l'analyse du parc résidentiel fait ressortir une part de 59% de logement construit avant 1970. Ces logements construits avant l'apparition de la toute première réglementation thermique en 1975 sont reconnus pour être des constructions à rénover en priorité.

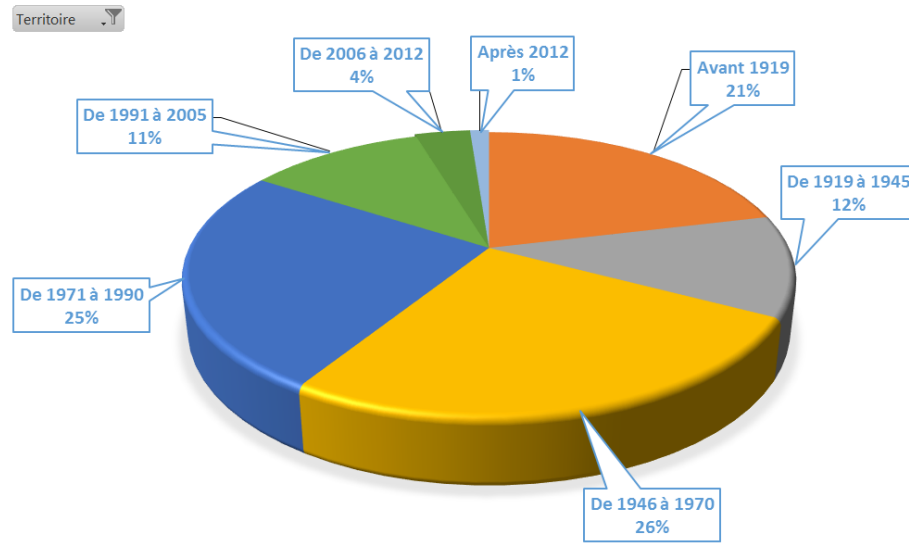


Figure 4 : Répartition des années de construction des bâtiments du secteur résidentiel en 2012 sur le territoire (source : INSEE 2014)

La réduction des consommations de chauffage est le premier gisement d'économie d'énergie dans le résidentiel, plus particulièrement en ciblant les logements construits avant 1970 ainsi que les habitations chauffées au fioul et à l'électrique.

À titre de comparaison, les autres territoires voisins ont également un parc d'habitation ancien.

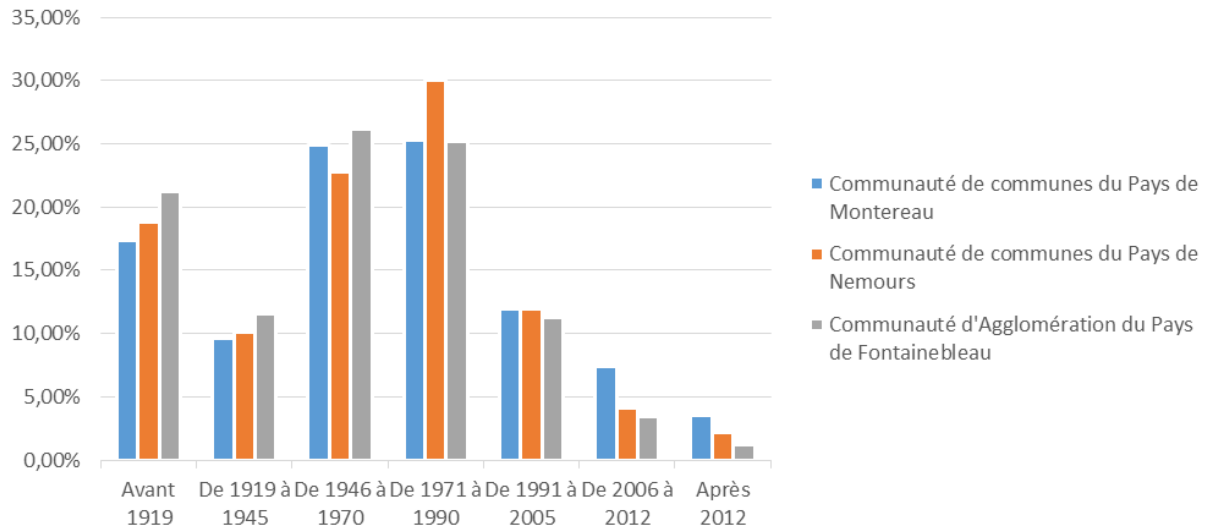


Figure 5 : Comparaison des répartitions par année de construction des logements entre les trois EPCI

En moyenne, les logements sont plus anciens sur la communauté d'agglomération de Fontainebleau, suivi par la communauté de communes de Nemours. La communauté de communes du Pays de Montereau possède une part plus importante de logements construits depuis 2006. Actions d'économie d'énergie et potentiel associé.

Des retours d'expérience de l'expérimentation familles à énergie positive permettent d'évaluer un gain énergétique moyen de l'ordre de 12% en moyenne sur les consommations d'énergie (www.familles-a-energie-positive.fr). Ces gains sont obtenus par application de changement de comportement.

Action	Description	Gain	Application
Sobriété	Réduction de la consommation d'électricité spécifique par des écogestes	12%	Parc de résidences principales

Tableau 1 : Actions de sobriété pour le parc résidentiel

Concernant l'action de rénovation, les hypothèses de gain énergétique de 35% pour les maisons et de 30% pour les appartements correspondent à une rénovation de type "mise aux normes standard" (source : Rapport sur la rénovation énergétique des maisons individuelles, 2018, Energie et Avenir ; Obligation de rénovation thermique pour les immeubles collectifs). Pour une rénovation performante correspondant au niveau du label BBC Rénovation, ces gains seraient doublés (source : Retour d'expérience rénovation BBC, Octobre 2016, ADEME Effinergie). Ces gains ne sont pas exprimés par rapport à l'intégralité des usages. Ils sont associés à l'ensemble des postes de consommation "réglementaires" : chauffage – refroidissement– eau chaude sanitaire – éclairage et auxiliaires (pompes et ventilateurs). Enfin, il est considéré que l'applicabilité des actions de rénovation concerne 90% des résidences principales. En effet, selon l'association Négawatt, 10% des logements sont considérés impropres à la rénovation.

En termes de travaux d'amélioration de la performance énergétique, les travaux les plus fréquents concernent : l'isolation des toitures, des murs, des fenêtres, la mise en place d'une VMC, l'installation d'un chauffage à meilleur rendement, l'installation d'une programmation pour le chauffage, d'une régulation ou encore la production de chaleur par un vecteur renouvelable comme un chauffe-eau solaire.

Action	Description	Gain	Application
Rénovation	Travaux de performance énergétique : Maisons	35% des besoins RT	90% des Maisons avant 2005
	Travaux de performance énergétique : Appartement	30% des besoins RT	90% des Appartements avant 2005

Tableau 2 : Actions de rénovation envisagées pour le parc résidentiel

Concernant l'action d'amélioration de l'efficacité énergétique des systèmes, il a été considéré des rendements supérieurs lors du remplacement des installations. En effet, les chaudières récentes au gaz, au bois, ou encore au fioul, présentent des rendements bien supérieurs aux anciennes chaudières notamment si elles sont à condensation (récupération de chaleur supplémentaire grâce à la condensation des fumées).

Action	Description	Gain	Application
Évolution du mix énergétique	Fioul vers gaz	Amélioration du rendement des chaudières (85% fioul contre 100% pour une chaudière gaz nouvelle génération)	Résidences principales au fioul sur les communes desservies en gaz
	Fioul vers bois	Amélioration du rendement des chaudières (85% fioul contre 95% pour une chaudière bois nouvelle génération)	Résidences principales au fioul sur les communes non desservies en gaz
	Fioul vers Pompe à Chaleur (PAC COP minimum global annuel moyen de 3)	Amélioration du rendement (85% fioul contre 300% pour une pompe à chaleur)	Maisons au fioul sur les communes non desservies en gaz
	Elec vers PAC (PAC COP minimum global annuel moyen de 3)	Amélioration minimum du rendement de 66 %	Résidences équipées de radiateurs électriques

Tableau 3 : Évolution du mix énergétique pour les modes de chauffage résidentiels

La dernière action concerne l'efficacité énergétique des appareils domestiques et en particulier des appareils électroménagers. Une analyse des étiquettes énergie des appareils performants par rapport aux appareils "d'ancienne génération" nous permet d'estimer des gains énergétiques de l'ordre de 50% (source : Benchmark des appareils domestiques selon les étiquettes énergétiques).

Pour aller plus loin, le pilotage de ces appareils par un programmeur (par exemple permettant de déclencher leur fonctionnement sur des plages horaires définies) est nécessaire pour diminuer la consommation des équipements domestiques. Cette dernière action est toutefois déployée avec une plus grande ampleur dans les bâtiments tertiaires.

Action	Description	Gain	Application
Efficacité énergétique	Efficacité des appareils domestiques (électroménager, TV...)	Diminution de la consommation des appareils domestiques de 50%	75% des Résidences principales avant 2005

Tableau 4 : Efficacité énergétique et commandes des appareils domestiques

L'estimation de réduction de consommation ci-dessous intègre le remplacement des appareils électroménagers et la mise en place du pilotage de ces derniers.

La consommation moyenne d'électricité spécifique par foyer est estimée à **2 700 kWh par an** (source ADEME - 2015). D'après les données INSEE de 2014, la part de résidences principales sur le territoire de la CAPF s'élève à 86%.

Le tableau ci-dessous expose les gains énergétiques associés à chacune des actions en %. Ces gains sont exprimés par rapport à la consommation totale du secteur résidentiel en 2015.

Action	Description	Gain en MWh	Gain en %
Sobriété	Réduction de la consommation d'électricité spécifique par des écogestes	9 634	1,2%
Rénovation	Travaux de performance énergétique : Maisons	129 960	16,2% (32,4% dans le cas d'une rénovation BBC)
	Travaux de performance énergétique : Appartement	64 491	8% (16% dans le cas d'une rénovation BBC)
Évolution du mix énergétique	Fioul vers gaz	8 432	1%
	Fioul vers bois	402	0,1%
Efficacité énergétique	Efficacité des appareils domestiques (électroménager, TV...)	33 609	4,2%
Potentiel d'économie d'énergie global		246 529	30,6% (54,8% dans le cas d'une rénovation BBC)

Tableau 5 : Impacts énergétiques associés aux différentes actions d'économie d'énergie exprimés par rapport à la consommation d'énergie du secteur résidentiel de la CAPF

Ainsi, selon l'intensité des actions de rénovation menées sur le parc résidentiel, le gisement d'économie d'énergie moyen est de compris entre 31% et 55% par rapport aux consommations de 2015 à l'horizon 2050. Le gisement de 55% correspondrait à une rénovation de la totalité du parc de logements au niveau BBC. La phase de scénarisation permettra de visualiser la part de ce potentiel d'économie d'énergie atteignable chaque année.

2.2 Tertiaire

2.2.1 Situation initiale

Les consommations énergétiques tertiaires sont calculées pour les usages chauffage, eau chaude sanitaire, cuisson et l'électricité spécifique. Elles concernent les huit branches suivantes : les bureaux, cafés-hôtels-restaurants, commerces, l'habitat communautaire (par exemple gîtes, colonies de vacances, établissements religieux ou encore résidences étudiantes), les établissements sanitaires et sociaux, de sports et de loisirs ainsi que les locaux scolaires et de transport. Elles représentent uniquement 11% de la consommation totale du territoire.

Le secteur tertiaire présente, dans une moindre mesure, des similitudes avec le secteur résidentiel. L'analyse des consommations du secteur tertiaire fait ressortir une part d'origine fossile de 55% en 2015.

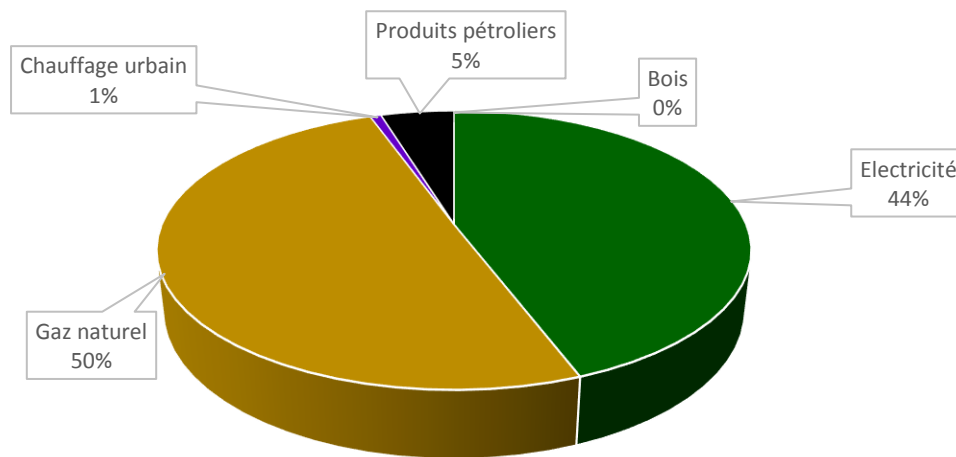


Figure 6: Répartition des consommations par énergie du secteur Tertiaire en 2015
(Source : AIRPARIF)

La consommation d'électricité du secteur tertiaire est plus importante que dans le secteur résidentiel, ce qui est cohérent compte-tenu des usages du tertiaire (besoin en climatisation et bureautique plus élevés).

2.2.2 Actions d'économie d'énergie et potentiel associé

Concernant les actions de sobriété, les retours d'expérience de l'ADEME nous permettent d'envisager 10% d'économie d'énergie sur la consommation des appareils électriques (équipements informatiques, éclairage...) et au moins 7% sur les consommations de chauffage (correspondant à une baisse de 1°C dans les bureaux).

Action	Description	Gain	Application
Sobriété	Réduction de la consommation d'électricité spécifique (sensibilisation des employés à éteindre les appareils le soir et le week-end)	10% de la consommation d'électricité spécifique	Totalité du parc tertiaire
	Généralisation des thermostats permettant de contrôler la température de chauffage dans les bureaux	7% sur la consommation de chauffage	Totalité du parc tertiaire

Tableau 6 : Actions de sobriété pour le secteur tertiaire

Il est considéré ici 2 types de travaux de rénovation énergétique ayant chacun des ambitions différentes :

- Le premier est associé à des travaux de "mise aux normes réglementaires" selon la réglementation thermique en vigueur (RT 2012) (source : La Réglementation thermique pour les bâtiments existants, arrêté relatif à la performance énergétique des bâtiments existants de surface supérieure à 1000m²). Pour des rénovations de type BBC rénovation, les gains seraient doublés (source : Retour d'expérience rénovation BBC, Octobre 2016, ADEME Effinergie). Ces gains ne sont pas exprimés pour l'intégralité des usages. Ils sont associés à l'ensemble des postes de consommation "réglementaires" : chauffage – refroidissement– eau chaude sanitaire – éclairage et auxiliaires (pompes et ventilateurs). Enfin, nous avons considéré que l'applicabilité des actions de rénovation concerne 90% du parc tertiaire. En effet, selon l'association Négawatt, 10% des locaux sont considérés impropres à la rénovation.

- Le second type de travaux concerne le remplacement des luminaires par des LED. En effet, l'efficacité énergétique des LED par rapport aux tubes fluorescents permet de réaliser des gains énergétiques estimés à 50%. Cette action présente également le double avantage de limiter les besoins en climatisation. Toutefois, il n'a pas été tenu compte du gain sur les besoins en climatisation dans notre étude.

Action	Description	Gain	Application
Rénovation	Travaux de performance énergétique	30% des besoins RT	90% du parc tertiaire
	Focus sur le remplacement des luminaires par des LED	50% de la consommation d'éclairage	Totalité du parc tertiaire

Tableau 7 : Actions de rénovation estimées pour le secteur tertiaire

Le tableau ci-dessous expose les gains énergétiques associés à chacune des actions. Ces gains sont exprimés par rapport à la consommation totale du tertiaire de l'année 2015.

Action	Description	Gain en MWh	Gain en %
Sobriété	Réduction de la consommation d'électricité spécifique (sensibilisation des employés à éteindre les appareils le soir et le week-end)	4 837	2,3%
	Généralisation des thermostats permettant de contrôler la température de chauffage dans les bureaux	6 161	2,9%
Rénovation	Travaux de performance énergétique	43 723	20,8% (+20,8% dans le cas d'une rénovation BBC)
	Focus sur le remplacement des luminaires par des LED	12 092	5,8%
Potentiel d'économie d'énergie		66 815	31,8% (+20,8% dans le cas d'une rénovation BBC)

Tableau 8 : Impacts énergétiques associés aux différentes actions d'économie d'énergie exprimés par rapport à la consommation d'énergie du secteur tertiaire pour la CAPF

Ainsi, selon l'intensité des actions de rénovation menées sur le parc tertiaire, le gisement d'économie d'énergie moyen est entre 32% et 53% par rapport aux consommations de 2015 à l'horizon 2050. Un gisement de 53% correspondrait à une rénovation de la totalité du parc tertiaire au niveau BBC. La phase de scénarisation permettra de visualiser la part de ce potentiel d'économie d'énergie atteignable chaque année.

2.3 Transport routier

2.3.1 Situation initiale

Le transport routier est le secteur le plus énergivore du territoire. Il représente 43% de la consommation d'énergie finale, comme vu dans le paragraphe dédié du cahier n°1.

Les transports routiers représentent le premier secteur le plus consommateur d'énergie et le plus émetteur de gaz à effet de serre. Tout véhicule sur le territoire a été comptabilisé par AIRPARIF dans les consommations du secteur routier, qu'importe sa provenance ou sa destination (hors du territoire ou à l'intérieur du territoire).

En l'occurrence, la communauté d'agglomération du Pays de Fontainebleau est traversée par l'autoroute A6 sur une longueur de 22 km. Sur toute cette distance, les émissions et les consommations des véhicules sur cette route sont comptabilisées par AIRPARIF. Étant donné que les actions qui seront mises en place ne concerneront pas la majorité de ces véhicules, nous avons estimé la part des consommations du secteur routier imputables à l'autoroute A6. En considérant que 75% des consommations du trafic routier sur la commune de Saint Sauveur sur école étaient dues à l'autoroute A6 et en l'extrapolant au territoire, on obtient que 270 000 MWh sont imputables à l'autoroute A6. L'exercice a été réalisé sur d'autres communes et le résultat est similaire.

Les actions ne se porteront donc que sur 540 000 MWh.

2.3.2 Action d'économie d'énergie et potentiel associé

D'après les données de l'INSEE de 2014, que ce soit pour un déplacement sur une courte ou longue distance, le moyen de transport privilégié pour se déplacer sur le territoire est le véhicule individuel. Nous développerons cette analyse dans le focus sur les transports spécialement dédié.

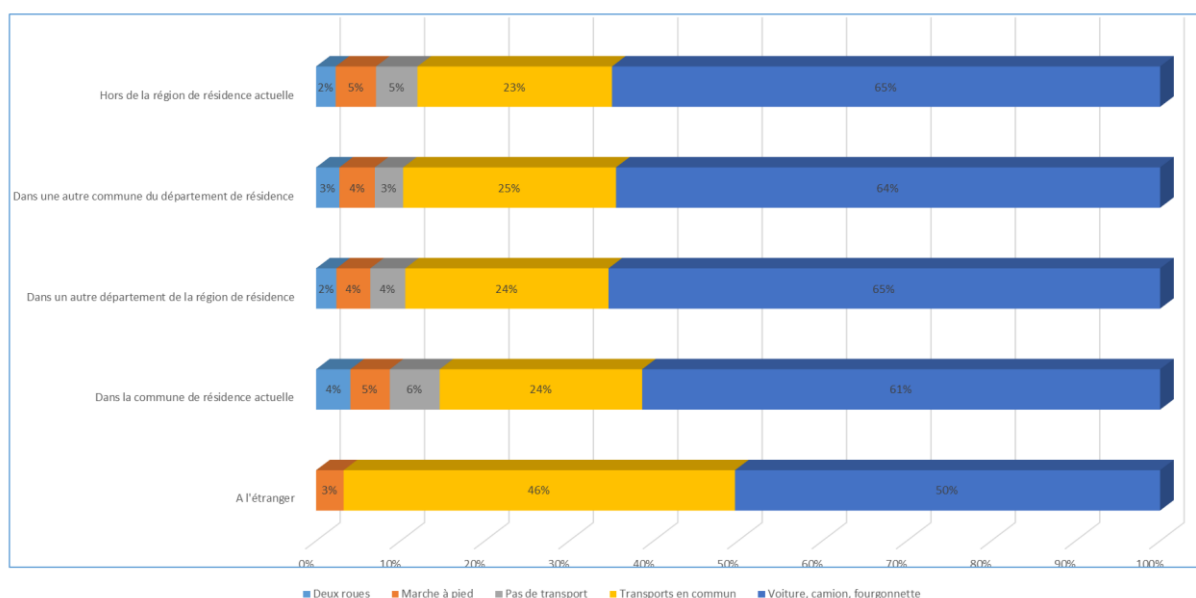


Figure 7 : Moyens de déplacements utilisés sur le territoire (source : INSEE 2014)

Le tableau ci-dessous expose les différentes actions d'économie d'énergie sur le secteur du transport routier.

Action	Description		Application
Sobriété	Modification du comportement des usagers	Covoiturage sur trajet régulier	Trajets domicile travail en voiture particulière
		Covoiturage sur trajet spécifique	Autres trajets en voiture particulière
		Écoconduite	Tous trajets
	Développement du télétravail et des espaces de coworking	Jour de télétravail par semaine	Trajets domicile-travail en voiture particulière et deux roues
	Report modal	Transfert d'une partie des trajets en voiture particulière vers les transports en commun	Trajets en voiture particulière
		Transfert d'une partie des trajets motorisés vers les modes doux	Trajets en voiture particulière, transports en commun et deux roues de moins de 5 km
Efficacité et mix énergétique	Évolution des équipements des particuliers	Remplacement des véhicules anciens par des véhicules neufs	Trajets en voiture particulière
		Développement de l'autopartage dans les grandes villes (véhicules électriques)	Trajets en voiture particulière dans les grandes villes
		Introduction des véhicules GNV	Trajets en voiture particulière
		Introduction des véhicules électriques	Trajets en voiture particulière
	Évolution des équipements publics	Introduction des autocars interurbains GNV	Trajets en autocar
		Introduction des bus urbains électriques	Trajets en bus urbain

Tableau 9 : Actions d'économie d'énergie génériques dans le secteur des transports

Il est tout aussi important d'agir sur la réduction du nombre de voitures individuelles que sur l'évolution du mix énergétique du parc routier. C'est dans ce sens qu'ont été développées les actions ci-dessus.

Il est bon de noter que certaines actions ci-dessus engendrent à la fois une baisse des consommations d'énergie mais qu'elles en génèrent d'autres dans le même temps.

Exemple : le report modal d'une partie des véhicules individuels sur le transport en commun engendre à la fois une baisse de consommation des voitures particulières mais en même temps une hausse de consommation des transports en commun. En effet, dans un premier temps, le nombre de rotations des transports en commun est inchangé et leur consommation reste donc identique. Quand le nombre de rotations n'est plus suffisant pour acheminer les personnes, une augmentation du nombre de rotations est nécessaire et engendre une hausse de la consommation des transports. Cette hausse reste néanmoins très faible en comparaison de la consommation des véhicules individuels évitée. Nous avons tenu compte de ce biais dans l'élaboration des scénarios.

Contrairement aux domaines résidentiel et tertiaire, le tableau des gains énergétiques n'est pas pertinent pour le secteur des transports. Ceci pour deux raisons :

- Les gains énergétiques sont calculés dans le cadre d'une action effectuée sur l'ensemble du domaine d'applicabilité. Ils dépendent donc à la fois du "gain énergétique unitaire" mais aussi et surtout de l'importance du domaine d'applicabilité concerné, ce qui peut rendre l'interprétation trompeuse pour plusieurs actions (transfert vers les modes doux, introduction des autocars GNV...)
- Les gains énergétiques de chacune des actions ne peuvent pas être "sommés" étant donné que certaines actions ne peuvent pas se superposer.

Pour mesurer le plus justement possible les gains énergétiques, il est donc nécessaire de définir au préalable des scénarios de déploiement. Ce travail sera traité dans la partie scénarisation.

2.4 Industrie et entreprises

2.4.1 Situation initiale

Pour ce territoire, les enjeux du secteur industriel sont très faibles : très faible part de la consommation, de l'émission des gaz à effet de serre et des polluants.

Selon la méthodologie d'AIIRPARIF, le secteur industrie manufacturière comprend les émissions et les consommations liées aux procédés de production ainsi que celles liées au chauffage des locaux des entreprises. Les procédés pris en compte sont principalement mis en œuvre dans la sidérurgie, l'industrie des métaux et l'industrie chimique. Les émissions et les consommations dues aux chantiers et travaux du BTP, aux carrières, sont également intégrées, ainsi que celles liées aux utilisations industrielles de solvants (application de peinture, dégraissage, nettoyage à sec, imprimeries...)

Dans le reste du document pour des raisons de simplification, c'est le terme « secteur industriel » qui sera employé.

La consommation énergétique du secteur se répartie entre le gaz naturel et l'électricité de la façon suivante :

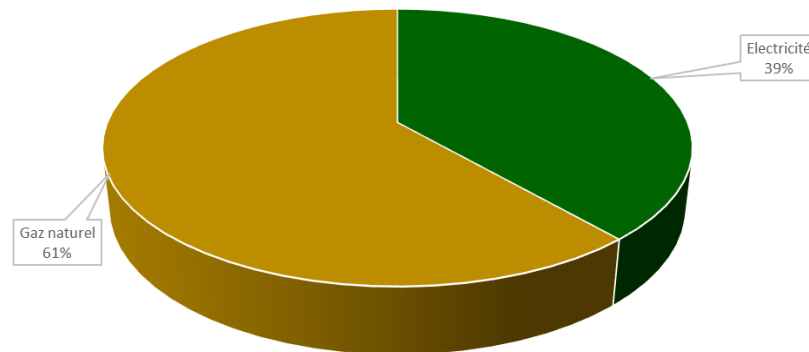


Figure 8 : Répartition des consommations par énergie du secteur industriel en 2015 pour la communauté d'agglomération du Pays de Fontainebleau (source : AIRPARIF)

Le tableau ci-dessous expose les différentes actions d'économie d'énergie pour le secteur industriel.

Action	Description	Applicabilité
Sobriété	Mise en place d'un système de management de l'énergie (ex : ISO 50 001)	Entreprises non couvertes par un système de management de l'énergie soit 97% des entreprises du territoire (source : L'exercice de prospective de l'ADEME "Vision 2030-2050" sur le territoire français)
Efficacité	Amélioration de l'existant, investissement dans du matériel performant et dans des solutions éprouvées	Toutes les entreprises
	Optimisation du process, mise en œuvre d'équipements très performants / innovants	Toutes les entreprises
	Évolutions technologiques de long terme	Toutes les entreprises

Tableau 10 : Actions d'efficacité et de sobriété visant à la réduction de la consommation d'énergies du secteur industriel

La mise en place d'un système de management de l'énergie vise à intégrer des actions d'optimisation de la consommation énergétique et en particulier faire "la chasse" au gaspillage. Ces mesures permettent ainsi de pérenniser les économies d'énergie et d'éviter toute dérive.

D'après les statistiques France de l'organisme ISO, 3% des industries françaises ont adopté un système de management de l'énergie ISO 50 001.

Les actions d'amélioration de l'existant par l'investissement dans des machines plus performants ou dans des solutions éprouvées se caractérisent par des économies d'énergie "matérielles" (ex : moteurs performants, récupération de chaleur, échangeur plus performant).

Les actions d'optimisation du process et d'investissement dans du matériel innovant très performant apportent un gain supplémentaire en matière de réduction des consommations d'énergie par rapport aux investissements dans des solutions éprouvées.

L'action "évolution technologique de long terme" se base sur l'hypothèse qu'une solution technologie ou une évolution réglementaire émergente se généralisera à l'ensemble du secteur et engendrera des gains énergétiques conséquents (ex : taxe carbone, forte hausse des prix de l'énergie...).

Le tableau ci-dessous expose les gains énergétiques associés à chacune des actions. Ces gains sont exprimés par rapport à la consommation totale de l'industrie de l'année 2015 pour une échéance à 2050 et sont basées sur "L'exercice de prospective de l'ADEME "Vision 2030-2050" sur le secteur industriel.

Action	Description	Gain énergétique
Sobriété	Mise en place d'un système de management de l'énergie (ex : ISO 50 001)	2.3%
Efficacité	Amélioration de l'existant, investissement dans du matériel performant et dans des solutions éprouvées	13.0%
	Optimisation du process, mise en œuvre d'équipements très performants / innovants	5.0%
	Évolutions technologiques de long terme	40.0%
Potentiel d'économie d'énergie		60.3%

Tableau 11 : Impacts énergétiques associés aux différentes actions d'économie d'énergie du secteur industriel pour la CAPF

Ainsi, on peut envisager une économie d'énergie de l'ordre de 60% par rapport aux consommations de 2015. À noter que sans l'action "évolutions technologiques de long terme" ce gisement est ramené à 20%.

2.5 Agriculture

2.5.1 Situation initiale

Le secteur agricole représente uniquement 1% des consommations totales du territoire. Il est néanmoins responsable d'une part importante des émissions de particules PM10.

La répartition des sources d'énergie pour ce secteur est la suivante :

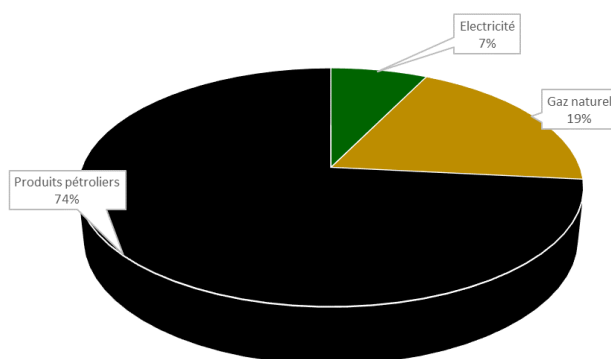


Figure 9 : Répartition des consommations par énergie du secteur agricole en 2015 pour la communauté d'agglomération du Pays de Fontainebleau (source : AIRPARIF)

Les produits pétroliers servent de carburants pour les machines agricoles, pour chauffer les bâtiments d'élevage et les serres. Le gaz naturel est la deuxième source d'énergie la plus consommée. Il est aussi utilisé pour le chauffage des serres et celui des bâtiments de granivores.

2.5.2 Actions d'économie d'énergie et potentiel associé

Le tableau ci-dessous expose les différentes actions d'économie d'énergie sur le secteur agricole.

Action	Description	Applicabilité
Sobriété	Bonnes pratiques sur le chauffage et la ventilation	90% des exploitations agricoles
Efficacité	Rénovation énergétique des bâtiments. Amélioration de l'isolation des bâtiments, des serres...	90% des exploitations agricoles
	Amélioration des performances des engins mobiles	90% des exploitations agricoles
	Changement d'équipements : réduction de la consommation d'électricité en améliorant les équipements	90% des exploitations agricoles

Tableau 12 : Actions d'efficacité et de sobriété visant à la réduction de la consommation d'énergies du secteur agricole

Selon l'ADEME, la seule généralisation des bonnes pratiques sur le chauffage et la ventilation conduit, à économiser 5 à 10% des consommations.

La rénovation énergétique des bâtiments concerne aussi bien les travaux sur l'enveloppe des exploitations, les serres que sur la mise en œuvre de systèmes de chauffage et de ventilation plus performants. Ces différents travaux ont des gains énergétiques variables mais qui en moyenne se rapprochent des 35%.

Les gains sur les engins mobiles sont le fruit de plusieurs facteurs : économies grâce à la formation à la conduite économe et aux passages au banc moteur, évolution des technologies (téléguidage, motorisation), des pratiques (labours moins profonds par exemple) et des systèmes.

Enfin, toujours selon l'ADEME (source : Maîtriser l'énergie en agriculture, 2015), la maîtrise de la consommation d'électricité (deuxième source d'énergie la plus consommée dans l'agriculture française), qui est utilisée en majorité au niveau des bâtiments d'élevage, permettrait d'effectuer des économies d'énergie significatives, de l'ordre de 15% à 20%.

Le tableau ci-dessous expose les gains énergétiques associés à chacune des actions. Ces gains sont exprimés par rapport à la consommation totale du secteur agricole de l'année 2015 et sont basées sur **sur L'exercice de prospective de l'ADEME "Vision 2030-2050"** sur le secteur agricole.

Action	Description	Gain énergétique
Sobriété	Bonnes pratiques sur le chauffage et la ventilation	7,5%
Efficacité	Rénovation énergétique des bâtiments. Amélioration de l'isolation des bâtiments, des serres...	35%
	Amélioration des performances des engins mobiles	10%
	Changement d'équipements : réduction de la consommation d'électricité en améliorant les équipements	17,5%
Potentiel d'économie d'énergie		70%

Tableau 13 : Impacts énergétiques associés aux différentes actions d'économie d'énergie du secteur agricole pour la CAPF

Ainsi, on peut envisager une économie d'énergie de l'ordre de 70% par rapport aux consommations de 2015 et pourrait être atteignable à l'horizon 2050.



Dans les faits, il est difficile de savoir si les activités agricoles de la CAPF ont commencé à engager des actions visant à réduire les consommations.

2.6 Synthèse des gisements d'économie d'énergie

Le tableau ci-dessous résume les différents gisements à horizon 2050.

Secteur	Consommation Actuelle en MWh	Gain maximum en %	Réduction en MWh	Consommation minimum en MWh
Agriculture	27 213	9%	19 049	8 164
Tertiaire	210 311	53%	111 465	98 846
Industrie	48 095	60%	28 857	19 238
Résidentiel	804 098	55%	442 254	361 844
Trafic routier	808 960	Étude de scénarisation		808 960
TOTAL	1 898 677	32%	601 625	1 297 052

Le gisement total est de 32% de réduction sur la consommation totale du territoire avant la définition des scénarios pour le secteur du transport. Si l'on retranche la consommation de ce dernier secteur, la réduction moyenne des secteurs restants est de 55%. Ces gains sont à relativiser avec les actions déjà entreprises sur le territoire et furent l'objet d'échanges avec les acteurs des secteurs concernés.

73% des gisements d'économie d'énergie du territoire concernent le secteur résidentiel. Ce secteur et le secteur du transport feront l'objet d'un focus spécifique.

3. Potentiel énergie renouvelable et de récupération (EnR&R)

3.1 Méthode d'évaluation des gisements énergétiques du territoire

Dans la mesure du possible, les informations locales issues des entretiens avec les acteurs locaux ou des études réalisées à l'échelle du territoire, sont utilisées.

Par défaut d'informations et de données locales, l'évaluation des gisements énergétiques à l'échelle du Pays de Fontainebleau se base sur la territorialisation de différentes études réalisées à l'échelle du département de Seine et Marne ou de la région Ile de France.

La méthode utilisée est précisée pour chaque ressource.

La logique générale est illustrée dans le logigramme ci-dessous. Aussi, il est bon de noter qu'en fonction du type de ressource considérée, de la nature des données disponibles et des hypothèses prises dans les différences études analysés, la définition de gisement brut et gisement net peut varier.

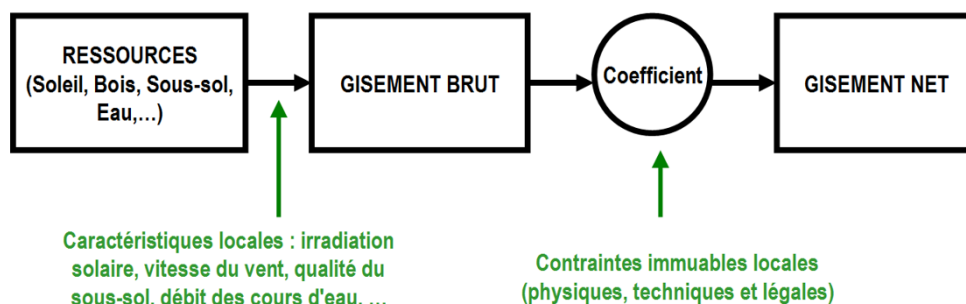


Figure 10 : Méthode d'évaluation du gisement

Les ressources suivantes sont considérées :

La ressource solaire :

- Solaire photovoltaïque
- Solaire thermique

La ressource air :

- Aérothermie
- Éolien

La ressource biomasse

- Bois énergie (bûche, granulés, plaquettes, chaleur, cogénération, etc.)
- Biogaz (méthanisation des matières organiques)

La ressource géothermique :

- Géothermie basse et moyenne enthalpie
- Géothermie profonde haute enthalpie

La ressource eau :

- Hydroélectricité



Les rejets thermiques :

- Valorisation thermique des eaux usées
- Incinération des ordures ménagères (cogénération, turbinage, vapeur)
- Rejets thermiques industriels
- Datacenter

Le travail a donc consisté à identifier et quantifier les potentiels selon les différentes ressources ENR.

3.2 La ressource solaire

3.2.1 Le solaire photovoltaïque

Rappel technologique :

L'énergie solaire photovoltaïque provient de la conversion de la lumière du soleil en électricité au sein de matériaux semi-conducteurs, comme le silicium ou les couches minces métalliques, qui libèrent des électrons sous l'action des rayonnements solaires. Un courant électrique est généré par la rencontre des photons (composants de la lumière) et des électrons (libérés par les semiconducteurs). Ce courant continu crée une puissance électrique calculé en watt crête (Wc : puissance maximale théorique d'un panneau solaire), et peut être transformé en courant alternatif grâce à un onduleur. L'électricité produite peut être consommée, stockée en batterie ou injectée dans le réseau électrique. À noter que les performances d'une installation photovoltaïque dépendent de l'orientation des panneaux solaires et l'ensoleillement de la zone dans laquelle elle se trouve.

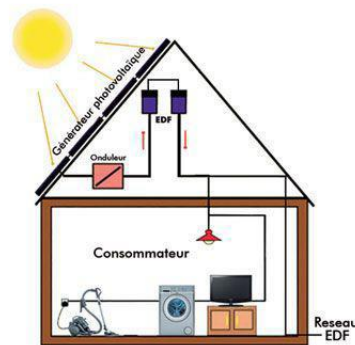


Figure 11 : schéma de principe du fonctionnement de panneaux solaires photovoltaïques (source : ADEME)

3.2.1.1 Situation locale actuelle

L'évaluation du potentiel solaire net régional se base sur la mise en cohérence du gisement solaire brut avec la capacité réelle d'un territoire à recevoir des installations photovoltaïques. On distingue principalement 2 leviers pour exploiter ce gisement : l'installation de centrales au sol et l'exploitation des toitures.

Plusieurs critères de diverses natures peuvent rendre une zone impropre à l'installation de panneaux photovoltaïques malgré un potentiel solaire a priori intéressant. On peut citer : contrainte réglementaire, relief, risques naturels (séisme, inondation...), milieux naturels (biodiversité protégée), superficie de la parcelle, ou encore la présence d'un patrimoine ou paysage remarquable à préserver.

La région Ile-de-France bénéficie d'un potentiel solaire correcte avec une productivité estimée à 905 kWh/kWc.an soit 113 kWh/m² de panneau solaire photovoltaïque installé.

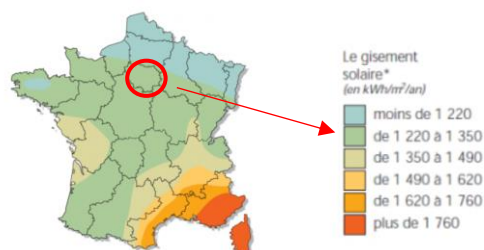
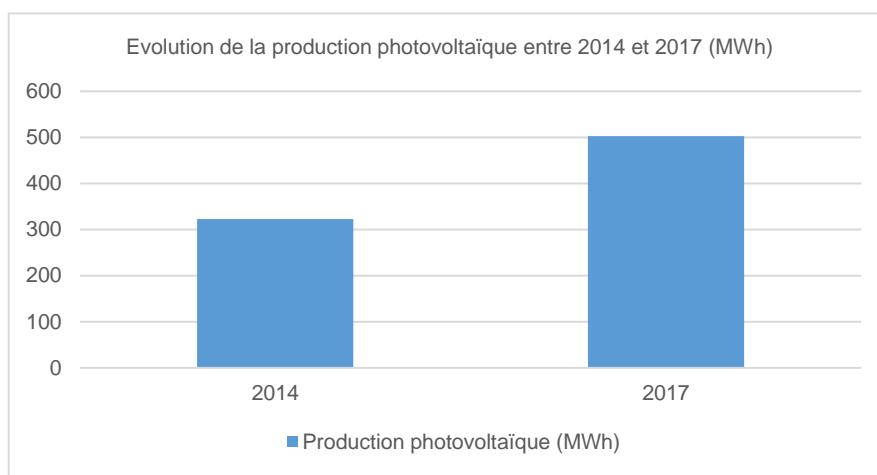


Figure 12 : Niveau d'ensoleillement en France - Source : ADEME

En ce qui concerne les installations photovoltaïques actuelles, d'après les données Enedis 2017, le Pays de Fontainebleau dispose à ce jour de :

- 130 installations résidentielles basse tension < 36 KVA pour un productible de **348 MWh**
- 3 installations basse tension > 36 KVA pour un productible de **155 MWh**
- 0 installation haute tension

Le graphique ci-dessous montre que la production photovoltaïque a augmenté de 56% entre 2014 et 2017.



3.2.1.2 Évaluation du potentiel

L'évaluation du potentiel solaire photovoltaïque à l'échelle du territoire est établie grâce aux données d'ensoleillement du logiciel Calsol : la production annuelle moyenne est de l'ordre de 905 kWh/kWc/an.

Par hypothèse, ont été retenues des installations solaires photovoltaïques de 20 m² pour l'habitat individuel et l'habitat collectif (1 immeuble équivaut à 11 appartements) soit une puissance unitaire de l'ordre de 2.5 kWc par installation.

D'après les données INSEE issues du recensement 2014, le territoire du Pays de Fontainebleau compte 11 489 appartements et 17 916 maisons individuelles (seules les résidences principales sont comptabilisées).

Si tous les logements étaient équipés d'une installation solaire photovoltaïque. Alors la production d'électricité théorique associée serait de 43 GWh :

Existant	Nombre de maisons individuelles	17 916 unités
	Nombre d'immeubles (évaluation)	11 489 / 11 = 1 044 unités
	Surface totale de panneaux photovoltaïque installée	379 200 m ²
	Productible total	43 GWh

Tableau 14 : Estimation du potentiel photovoltaïque sur les logements existants

Compte tenu de la présence de contraintes diverses sur le territoire : réglementaire, relief, risques naturels, milieux naturels, superficie de la parcelle ou encore, patrimoniale, il est pris pour hypothèse que 20% des toitures sont susceptibles d'accueillir des installations solaires (valeur nationale, source : Cere-ma). Le productible potentiel est donc ramené à 8.6 GWh

À ce potentiel d'équipement des bâtiments existants s'ajoute celui des installations neuves. D'après le rythme de construction de maisons individuelles et d'immeubles collectifs entre 2006 et 2012, on estime la capacité de production annuelle sur le territoire à 114 maisons et 5 immeubles.

Neuf	Nombre de maisons individuelles pouvant être équipées	57 unités
	Nombre d'immeubles (évaluation) pouvant être équipés	3 unités
	Surface totale de panneaux photovoltaïque installée	1 190 m ²
	Productible total	0,15 GWh

Tableau 15 : Estimation du potentiel photovoltaïque sur les logements neufs

Le gisement brut dans l'habitat pour le solaire photovoltaïque est donc estimé à environ 43 GWh. Le gisement net est lui de 9 GWh.

3.2.2 Le solaire thermique

Rappel technologique :

L'énergie solaire thermique est la transformation du rayonnement solaire en énergie thermique.

Les rayonnements sont captés par des capteurs qui transmettent l'énergie solaire à des absorbeurs métalliques, capteurs plans ou capteurs à tube sous vide, lesquels réchauffent un réseau de tuyaux de cuivre dans lequel circule un fluide caloporteur. Un échangeur chauffe à son tour l'eau stockée dans un réservoir d'eau qui est ensuite injectée dans le réseau de chauffage. Les capteurs solaires thermiques peuvent produire de l'eau chaude pour l'eau chaude sanitaire (ECS) et/ou le chauffage (Système solaire combiné - SSC). Ils peuvent également servir au séchage solaire des fourrages (capteurs à air) et au chauffage des piscines (capteurs moquettes par exemple). La quantité d'énergie fournie par les capteurs dépend, entre autres, de la région (météo), de la surface de capteurs ou encore de la technologie employée.



Figure 13: Schéma de principe de fonctionnement des capteurs solaires thermiques (source : ADEME)

3.2.2.1 Situation locale actuelle

Les conditions et contraintes d'implantation du solaire thermique sont, dans une certaine mesure, relativement similaires à celles du photovoltaïque : ensoleillement, contraintes physiques, naturelles ou patrimoniales...

La singularité du solaire thermique par rapport au photovoltaïque réside dans le fait que seuls les bâtiments ayant une consommation continue en eau chaude sanitaire sont pertinents à être équipés (logements, piscines, équipements sportifs...). Nous considérons donc uniquement les bâtiments d'habitation.

D'après le logiciel CALSOL, le gisement énergétique annuel pour une installation solaire thermique sur le territoire est de 467 kWh / m² de capteur installé.

En ce qui concerne les installations solaires thermiques actuelles, d'après les données de l'ARENE 2014, le Pays de Fontainebleau dispose à ce jour de :

- 28 installations totalisant 200 m² de capteurs pour un productible annuel évalué à 81 MWh

3.2.2.2 Évaluation du potentiel

On considère le productible d'une installation solaire thermique selon deux types d'installations : CESI ou CESC (respectivement chauffe-eau solaire individuel et chauffe-eau solaire collectif).

Chauffe-eau solaire individuel (CESI)	Chauffe-eau solaire collectif (CESC)
4.5 m ² de capteurs	32 m ² de capteurs
Rendement du capteur solaire : 30%	Rendement du capteur solaire : 30%
Production d'un CESI sur le territoire : 2,1 MWh	Production d'un CESC sur le territoire : 14, 9 MWh

Tableau 16 : Hypothèses sur les chauffe-eaux solaires

D'après les données INSE4.5E issues du recensement 2014, le territoire du Pays de Fontainebleau compte 11 489 appartements et 17 916 maisons individuelles (seules les résidences principales sont comptabilisées).

Si tous les logements étaient équipés d'une installation solaire thermique. Alors la production de chaleur associée serait de 53 GWh :

Existant	Nombre de maisons individuelles	17 916 unités
	Nombre d'immeubles (évaluation)	11 489 / 11 = 1 044 unités
	Surface totale de panneaux solaires thermiques	114 030 m ²
	Productible total	53 GWh

Tableau 17 : Potentiel estimé de solaire thermique sur les logements existants

Compte tenu de la présence de contraintes diverses sur le territoire : réglementaire, relief, risques naturels, milieux naturels, superficie de la parcelle ou encore, patrimoniale, il est pris par hypothèse que seules 20% des toitures sont susceptibles d'accueillir des installations solaires (source : Cerema).

Aussi, pour les logements collectifs existants, il a été considéré que seuls ceux disposant d'un système de chauffage central collectif peuvent être équipés d'une installation solaire thermique pour des raisons de facilité de mise en œuvre. Selon les mêmes données INSEE, environ 44% des appartements disposent d'un chauffage collectif. Ce taux est conservé pour les logements neufs.

Existant	Individuel	7,5 GWh
	Collectif	1,5 GWh

Tableau 18 : Estimation du potentiel du solaire thermique sur les logements existants

Neuf	Nombre de maisons individuelles pouvant être équipées	57 unités
	Nombre d'immeubles pouvant être équipés	3 unités
	Surface totale de panneaux solaires thermiques installés	353 m ²
	Productible total	0,16 GWh

Tableau 19 : Estimation du potentiel photovoltaïque sur les logements neufs

Le gisement net dans l'habitat pour le solaire thermique est donc estimé à environ 9 GWh.



Note complémentaire : Un possible conflit entre le potentiel solaire photovoltaïque et le potentiel solaire thermique n'est pas considéré ici. En effet, les hypothèses retenues pour les surfaces unitaires de panneaux par installation (52 m² collectif et 25m² individuel au total pour les deux technologies) laissent suffisamment de place pour équiper une toiture à la fois en solaire thermique et en photovoltaïque. D'autant plus que certaines installations peuvent être posées au sol et qu'il existe également des panneaux hybrides thermiques / photovoltaïques.

3.3 La ressource air

3.3.1 L'aérothermie

Rappel technologique :

L'aérothermie consiste à prélever la chaleur contenue dans l'air ambiant (intérieur ou extérieur au local à climatiser) afin de chauffer ou rafraîchir un local. Cette ressource est nécessairement exploitée via une pompe à chaleur (PAC) qui adapte son fonctionnement selon la saisonnalité.

Pour fonctionner, une pompe à chaleur a besoin d'électricité. Cependant, cette consommation d'électricité est inférieure à la production de chaud ou de froid qu'elle délivre. La performance énergétique d'une pompe à chaleur est déterminée par son coefficient de performance (COP).

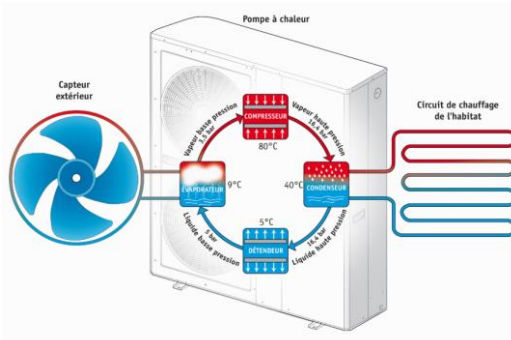


Figure 14 Schéma de principe d'une pompe à chaleur air/eau - Source: Batisolar

De manière générale, le COP chaud d'une pompe à chaleur aérothermique est de l'ordre de 3 et le COP froid de l'ordre de 2.5/3. Un COP de 3 signifie que la PAC consomme 1 kWh d'électricité pour une restitution de 3 kWh de chauffage ou de refroidissement. Pour des pompes à chaleur, les aides fiscales ne se déclenchent que pour des COP supérieurs à 3,3 (seuil à partir duquel les équipements sont considérés comme efficaces).

Selon les situations géographiques et donc climatiques, les COP de ces PAC peuvent diminuer fortement. Ils dépendent en effet des températures de l'air.

La PAC sur air peut être intéressante pour la production d'eau chaude sanitaire, notamment dans les périodes d'intersaisons (ballons thermodynamiques).

3.3.1.1 Situation locale et évaluation du potentiel

D'après les données de production énergie de l'ARENE, il n'y a pas aujourd'hui de production d'énergie via pompe à chaleur aérothermique sur le territoire du Pays de Fontainebleau.

En effet, la production de chaleur à partir d'une pompe à chaleur aérothermique ne semble pas adaptée au territoire du Pays de Fontainebleau et ceci pour plusieurs raisons :

- Les rendements les plus importants avec ce type d'équipement sont obtenus pour une production de chaleur à régime "basse température". Ce type de régime nécessite des émetteurs de chaleur type plafond ou plancher rayonnant peu répandus dans les bâtiments existants ;
- La performance des PAC sur air dépend également de la performance énergétique du bâtiment dans lequel elle est installée. Elle doit être mise en œuvre dans des bâtiments très bien isolés.

- Les températures hivernales locales peuvent fréquemment descendre en dessous des 5°C de manière prolongée ce qui induit une forte dégradation du rendement de la pompe à chaleur (COP) et des opérations de dégivrage des installations ;
- Le coût d'investissement pour une pompe à chaleur sur air est nettement supérieur à ce jour à celui d'une chaudière fioul / gaz ce qui nuit à sa compétitivité.

Les différents freins au développement de l'aérothermie sur le territoire cités précédemment ainsi que l'absence d'installation existante nous amènent à conclure à un potentiel de développement faible et difficilement évaluable de cette ressource.

3.3.2 L'éolien

Rappel technologique :

La valorisation de l'énergie éolienne consiste à convertir l'énergie cinétique du vent en énergie cinétique de rotation, exploitable principalement pour produire de l'électricité ou pour le pompage de l'eau sur sites isolés.

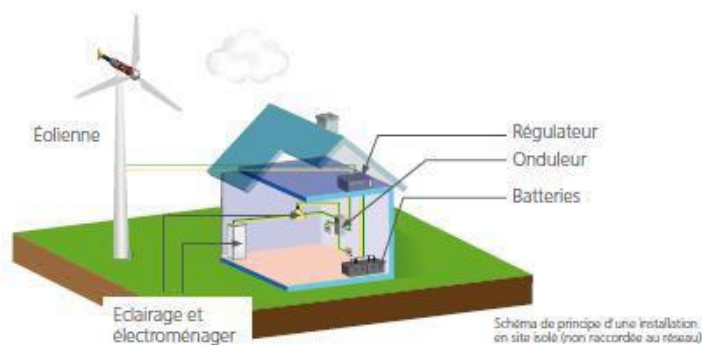


Figure 15: Exemple d'une installation micro-éolienne (source : ADEME)

On distingue le développement de l'éolien terrestre, ou onshore et le développement de l'éolien en mer, ce qu'on appelle l'éolien offshore.

3 catégories d'éoliennes sont identifiées pour l'éolien terrestre en fonction de leur puissance. On parle de :

- Grand éolien : puissance > 350 kW – hauteurs de machine de 80 à 150 mètres
- Moyen éolien : puissance entre 36 kW et 350 kW – hauteurs de machine inférieures à 80 mètres
- Petit éolien : puissance entre 1 kW et 36 kW – hauteurs de machine de 10 à 20 mètres environ

3.3.2.1 Situation locale actuelle

La caractérisation du gisement éolien brut a été réalisée dans le Schéma Régional Éolien (SRE) de la région Ile-de-France (dont l'annulation a été validée par le Conseil d'État en janvier 2018). Selon la circulaire du 19 juin 2006, le potentiel de vent est considéré comme intéressant au développement de l'énergie éolienne au-delà d'une vitesse de vent de 4 m/s à 50 m au-dessus du terrain naturel. Bien que le SRE ait été annulé, la quantification du gisement a été reprise dans ce chapitre afin d'avoir une vision plus précise sur la disponibilité de la ressource.

D'après le SRE, Le gisement éolien francilien est sous influence océanique et se situe dans la moyenne européenne. Il se classe dans sa partie ouest en zone 3 à l'échelle française (avec suivant la configuration du terrain des vitesses de vent de 4,5 à 10 m/s) et en zone 2 dans sa partie est (avec suivant la configuration du terrain des vitesses de vent de 3,5 à 8,5 m/s). Une analyse plus fine du potentiel éolien francilien menée en 2008 par l'IAURIF, en partenariat avec différents partenaires dont l'ADEME, l'ARENE-IDF et RTE, montrait que les plus grosses densités d'énergie à 60 m du sol se situent d'une manière générale sur les plateaux, en particulier autour du bassin aval de la Seine, sur un large éventail est et nord-est du département de Seine-et-Marne, ainsi qu'au sud de l'Essonne et de la Seine-et-Marne, dans des zones au caractère rural marqué.

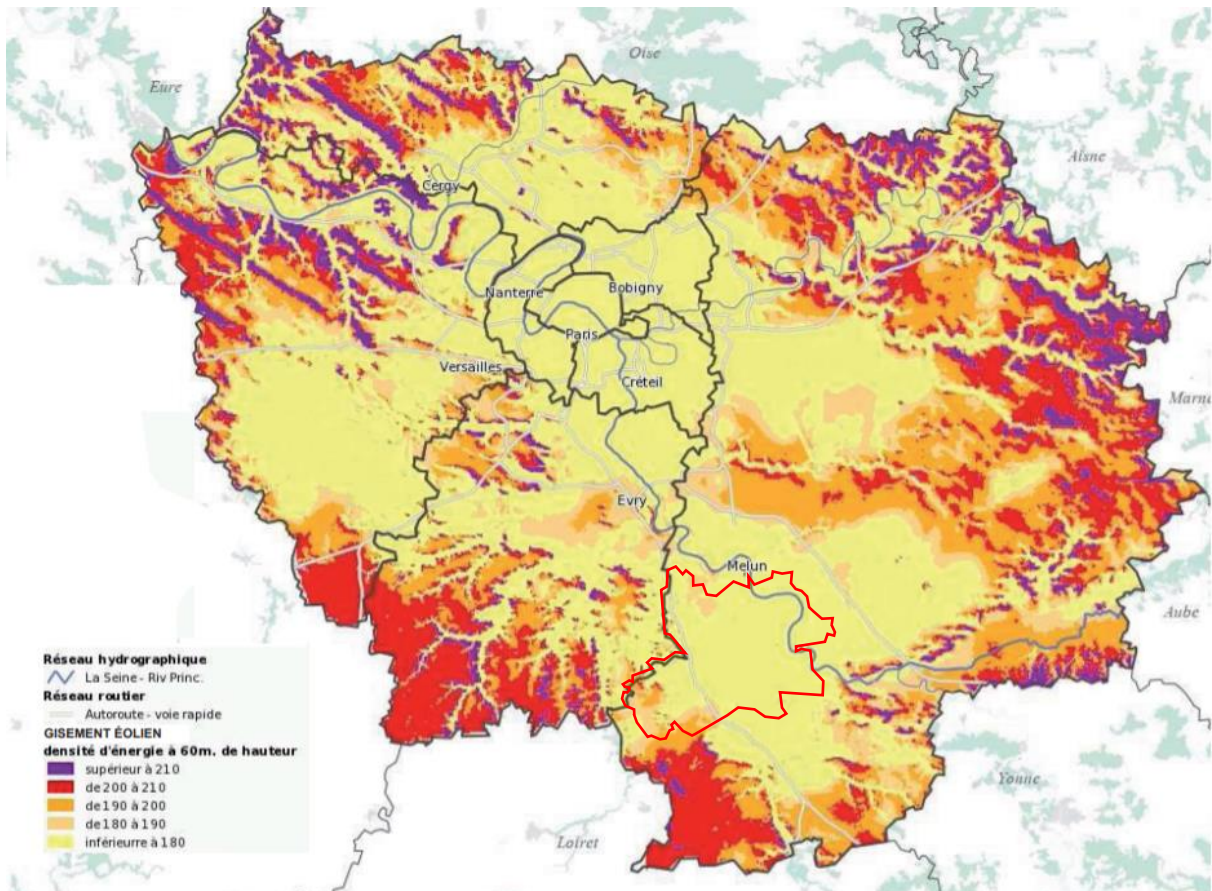


Figure 16 Gisement éolien régional (Source : SRE de la région Ile-de-France en 2012, annulé début 2018)

Après l'évaluation du potentiel, ce même document identifie les zones favorables au développement de l'éolien. Une zone est classée comme défavorable lorsque au moins une "contrainte absolue" est présente (environnementale, paysagère, technique...).

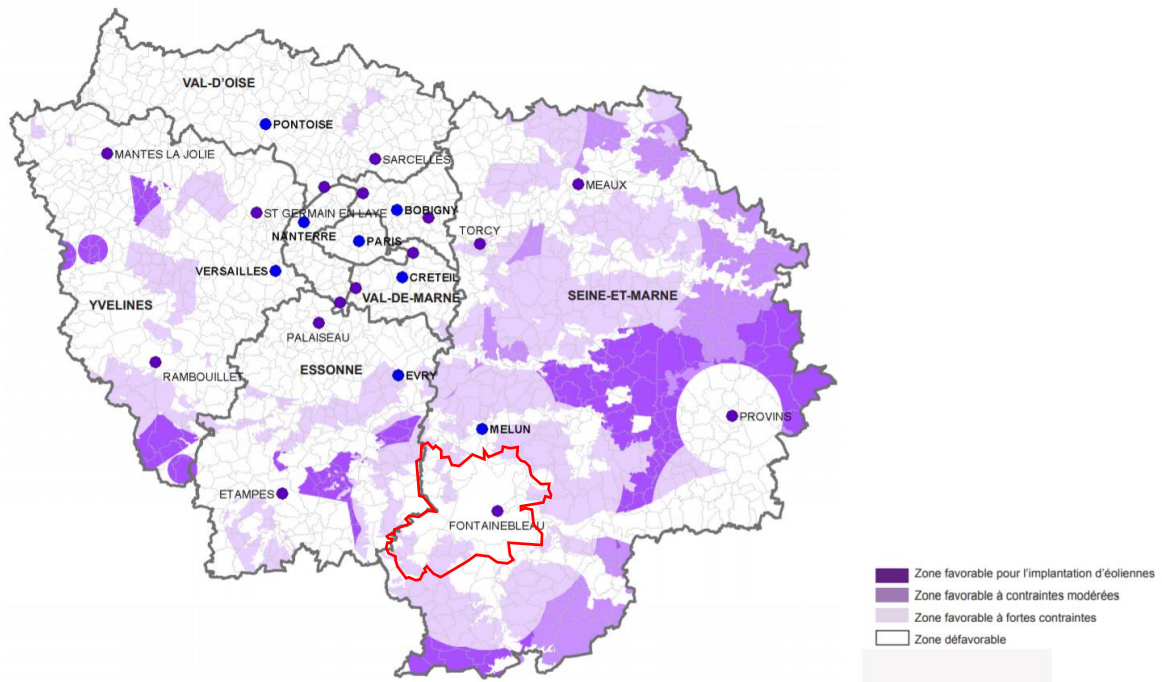


Figure 17 Carte des zones favorables au développement de l'éolien (Source : SRE de la région Ile-de-France en 2012, annulé début 2018)

Sur le territoire du Pays de Fontainebleau, 20 communes sur 26 sont classées en zone susceptible d'être favorable au développement de l'éolien (i.e. commune sans contrainte absolue). Toutefois, ces communes, bien que non soumises à une contrainte absolue, peuvent être soumises à des contraintes modérées ou fortes qui peuvent restreindre considérablement les possibilités d'implantation d'éoliennes.

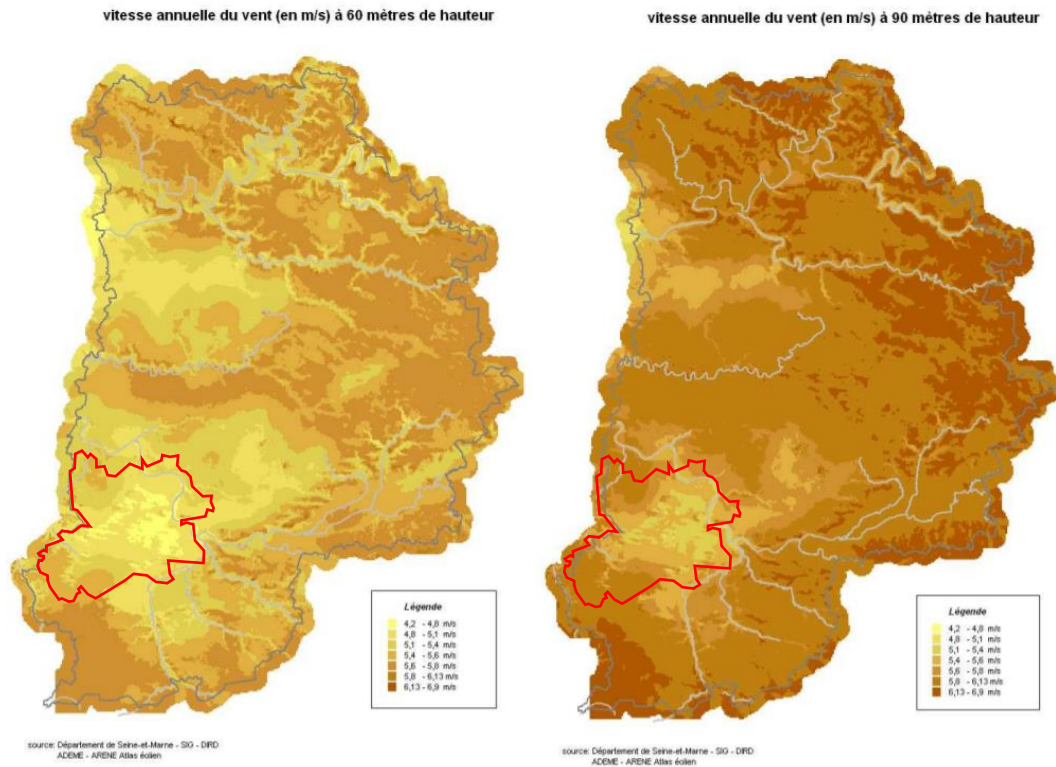
Sur le territoire, les communes intégralement classées zone défavorable sont : Avon, Bourron-Marlotte, Cely en Bière, Chapelle-la-Reine, Fontainebleau et Samois sur Seine.

À titre indicatif, une simulation grâce à l'outil Renewables.ninja et basée sur les données météorologiques de l'année 2014, donne un facteur de charge d'environ 24% sur un site choisi non loin de la commune de Fontainebleau. Pour une éolienne d'un modèle standard de 2 MW, dont la nacelle se situe à une hauteur de 60m du sol, un productible annuel théorique de 4108 MWh pourrait être récupéré.

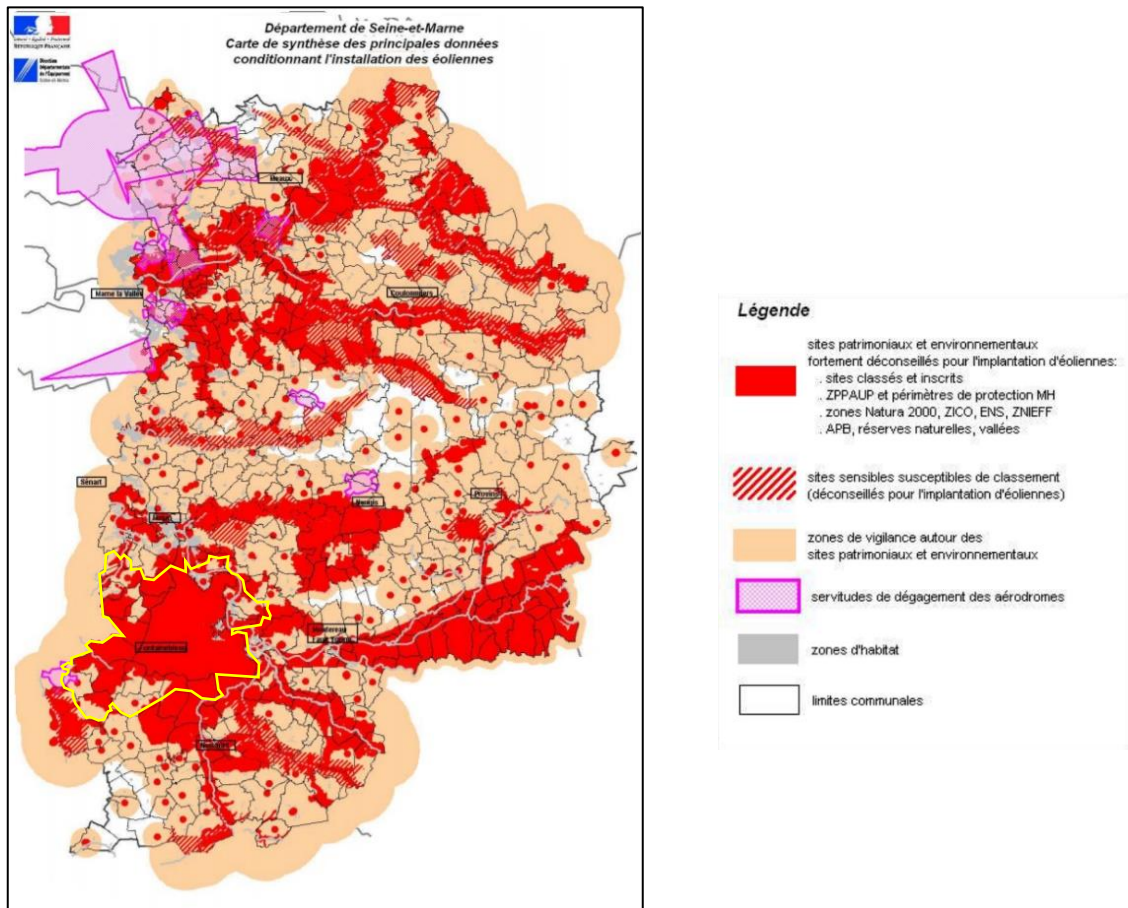
3.3.2.2 Évaluation du potentiel

Le Guide méthodologique relatif à l'implantation des éoliennes en Seine-et-Marne (Préfecture de Seine-et-Marne, 2007) fait état d'une faible vitesse annuelle de vent par rapport au reste du département. On peut voir sur les deux cartes ci-dessous, que les zones disposant des meilleurs potentiels de vent sont :

- Au Sud - Ouest du territoire pour les vents à 60 mètres de hauteur
- Au Sud – Ouest et au Nord – Ouest du territoire pour les vents à 90 mètres de hauteur



Par ailleurs, ce même rapport localise les principales contraintes conditionnant l'installation d'éoliennes sur le territoire (patrimoniales, environnementales, sensible...). Ces contraintes sont synthétisées dans la carte ci-dessous :



Les zones Sud-Ouest et au Nord-Ouest du territoire, identifiées précédemment comme favorable du point de vue du potentiel de vent, sont concernées par des sites patrimoniaux et environnementaux pouvant limiter voire fortement déconseiller l'implantation d'éoliennes.

En conclusion, le faible potentiel de vent local ainsi que la présence de multiples contraintes d'implantation dans les zones a priori favorables font état d'un très faible gisement éolien qu'il est délicat de quantifier précisément.

3.4 La ressource biomasse

3.4.1 Le bois énergie

Rappel technologique :

Le bois-énergie consiste à utiliser le bois à des fins de chauffage, de production d'eau chaude sanitaire et même, dans certains cas, de production d'électricité. Les méthodes d'utilisation sont presque similaires aux chaudières classiques où le bois remplace le fuel ou le gaz comme combustible.

Il existe trois types principaux de combustibles produits à partir du bois :

- Les plaquettes : Qu'elles soient issues de l'industrie (scieries, déchets de bois, ...) ou de l'exploitation forestière, les plaquettes prennent la forme d'éclats de bois de tailles et formes variées. Elles proviennent essentiellement d'éclaircies de sujets, de scieries et de menuiseries.
- Les granulés : Composés de sciure compactée en éléments de petite taille (cylindre de 4-6 mm de diamètre par 10-20 mm de long), les granulés sont obtenus par pressage. L'agglomération des éléments fins résulte de l'importante pression même si certains procédés de fabrication utilisent des liants (amidon de maïs,).
- Les bûches : Combustible bois-énergie le plus connu, la bûche est utilisée directement pour la production d'énergie sans processus de transformation. Elle nécessite cependant une préparation en amont comme le séchage par exemple.

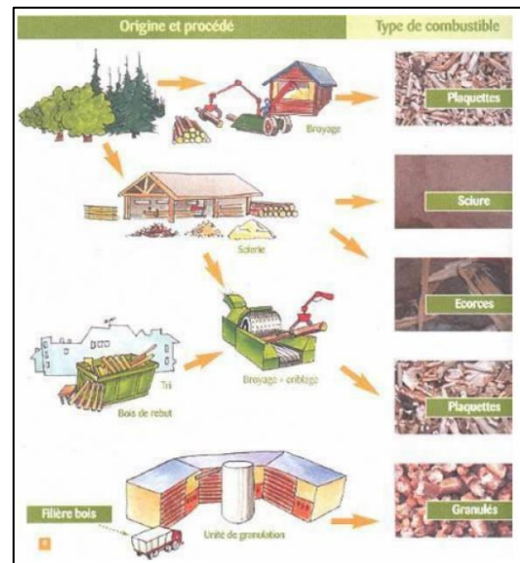


Figure 18 Type de valorisation de la ressource biomasse forestière (source : ADEME)

De plus, de nombreuses autres sources permettent de produire de l'énergie à partir des matières organiques : biomasse agricole, déchets verts, ...

3.4.1.1 Situation locale actuelle

La ressource bois-énergie est considérée comme ressource renouvelable si le bois utilisé est produit localement dans le cadre d'une gestion durable des forêts. La biomasse forestière est un combustible efficace pour produire du chaud à disposition des particuliers, des collectivités ou même des industries.

D'après les données du ROSE, la consommation d'énergie issue du bois-énergie sur le territoire s'élève à 58 271 MWh pour le secteur résidentiel. Il s'agit du seul secteur consommateur de bois-énergie sur le territoire. Cette consommation pourrait toutefois être sous-évaluée car sur le territoire, la traçabilité de la ressource n'est pas aussi facile que pour les autres ressources et les ménages peuvent s'approvisionner sans pour autant qu'il y ait un acte d'achat établi.

On distingue également une production de chaleur bois énergie de 1 819 MWh en 2014 pour alimenter le bâtiment La Faisanderie – 280 logements (commune de Fontainebleau). Cette production est réalisée par 3 chaudières bois de 500 kW (et 2 chaudières gaz de 900 kW).

3.4.1.2 Évaluation du potentiel

L'évaluation du potentiel de production d'énergie à partir de bois-énergie tient compte de la ressource forestière uniquement.

Sur le territoire du Pays de Fontainebleau, la forêt occupe 25 676 ha soit près de 59% du territoire. Elle est majoritairement composée par des essences de chêne et de pin sylvestre.

Par ailleurs, le taux d'exploitation actuelle de la forêt en France est de 40% (source : Centre régional de la propriété forestière) et l'accroissement naturel de la forêt en France est évalué à 6,3 m³ / hectare.

On évalue donc le potentiel d'exploitation durable de la forêt en Pays de Fontainebleau à 64 703 m³.

Selon une étude ADEME – Solagro – IFN, le potentiel de mobilisation d'un arbre est réparti de la manière suivante :

- 41% bois énergie
- 36% bois d'œuvre
- 23% bois buche

On arrive donc à un volume de bois-énergie mobilisable de 26 500 m³. En appliquant une densité moyenne de 0.6 tonne par m³ (moyenne des densités du chêne et du pin sylvestre) et sachant qu'une tonne de bois produit 3 MWh. **La ressource de bois-énergie du territoire est estimée à 56 GWh.**

Les consommations d'énergie liées aux usages de chauffage et d'eau chaude sanitaire sont évaluées à 444 GWh en 2014.

La mobilisation du potentiel bois énergie local permettrait de couvrir 13% des besoins en chauffage et ECS. L'approvisionnement doit donc s'accompagner d'une ressource de bois-énergie extérieure au territoire.

Note : Il est bon de rappeler que le schéma régional bois (SRB) de la région Ile-de-France est actuellement à l'étude et pourra certainement apporter des chiffres plus précis sur l'évaluation du potentiel de la ressource mobilisable à vocation de bois-énergie.

3.5 La ressource biogaz (méthanisation des matières organiques)

Rappel technologique :

La méthanisation est une technologie basée sur la dégradation par des micro-organismes de la matière organique (biomasse, déchets verts ou non, boues de stations d'épuration...), en conditions contrôlées et en l'absence d'oxygène (milieu anaérobie), contrairement au compostage qui est une réaction aérobie. Cette dégradation conduit à la production

- D'un produit humide (le digestat) riche en matière organique et souvent utilisé comme engrais,
- De biogaz contenant entre 50 et 70% de méthane, de 20 à 50% de gaz carbonique (CO₂) et des traces d'autres gaz (ammoniac). Ce biogaz peut être utilisé comme combustible pour la production de chaleur, d'électricité ou de carburant.

Quatre secteurs sont favorables au développement de cette technique : l'agriculture, l'industrie, le traitement des déchets et les stations d'épuration d'eau.

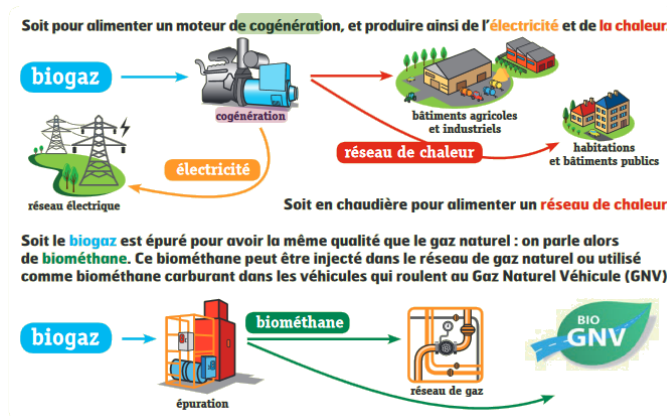
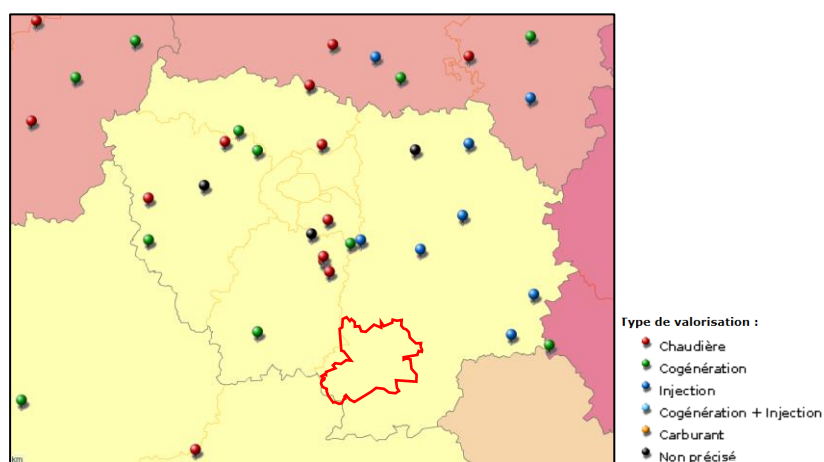


Figure 19: utilisation du biogaz (source : Vers l'autonomie énergétique des territoires - méthanisation et biogaz, une filière d'avenir - ATEE Biogaz)

3.5.1 Situation locale et évaluation du potentiel

Le département de Seine et Marne dispose de 8 unités de méthanisation, la plupart de type injection sur le réseau.



D'après les données du ROSE 2014, aucune installation de production d'énergie à partir de Biogaz n'est en fonctionnement sur le Pays de Fontainebleau.

En raison des fortes perspectives de développement de la filière méthanisation-injection, il est considéré que le potentiel de projets à développer à l'échelle de la CAPF est directement liée à la consommation du gaz et plus précisément à celle résidentielle sur le sol de la communauté d'agglomération (402 384 MWh en 2015). Toutes les communes sont raccordées au réseau de distribution de GRDF, excepté 3 d'entre elles dans le sud-ouest du territoire : Tousson, Archères La Forêt et Boissy aux Cailles.

En pratique, les installations de biométhane ne sont pas dimensionnées spécifiquement pour subvenir à 100% des besoins pendant les pics de consommations hivernaux. En effet, la fourniture en intrants doit être suffisamment stable durant l'année et ne peut pas suivre précisément la courbe de consommation. Le potentiel de production est donc dans les faits, légèrement inférieur aux valeurs de consommation. Ne bénéficiant pas d'information précise pour appuyer cette hypothèse, nous conservons un productible égal à la consommation (400 GWh). Il est considéré qu'un projet type d'épuration-injection de biométhane génère en moyenne 20 GWh/an. Ainsi, 20 unités seraient nécessaires pour atteindre le productible attendu. Il s'agit d'une fourchette haute car le territoire ne possède pas ou peu de consommateurs de gaz naturel pendant la période estivale (industries notamment).

Cette proportion de projets à développer sur le sol de la CAPF est cohérente si nous nous référons aux 70 projets de biogaz actuellement en cours de développement sur le département de la Seine et Marne.

Projets biométhane sur la CAPF	
Consommation du secteur résidentiel	402 384 MWh
Potentiel de production de biométhane	400 000 MWh
Productible moyen d'une unité d'injection-épuration	20 GWh/an
Nombre d'unité estimé	20

Tableau 20 : Potentiel de biogaz type injection réseau sur le sol de la CAPF

3.6 La ressource géothermique

Rappel technologique :

La géothermie consiste à prélever ou à extraire les calories stockées au niveau du sous-sol ou des nappes aquifères. On distingue plusieurs types de géothermie :

- **Géothermie superficielle :**
 - Géothermie de surface (sondes verticales et capteurs horizontaux) : Ces technologies ne permettent pas une utilisation directe de la chaleur par simple échange. La mise en œuvre de pompes à chaleur est nécessaire pour le chauffage. Elles correspondent à l'exploitation de forages de faibles profondeurs (moins de 200 m).
 - Géothermie sur nappe : nappes souterraines et eaux thermales. L'exploitation de cette ressource peut se faire de manière directe ou indirecte via des pompes à chaleur selon la ressource et le type de besoins.
- **Géothermie profonde ou haute enthalpie (température supérieure à 100°C) :** failles et forages pétroliers. La chaleur est exploitée de manière directe et l'alimentation de centrales électriques peut être envisagée (production de vapeur pour le turbinage).

La géothermie de surface et sur nappe rentre la plupart du temps dans la catégorie GMI (géothermie de minime importance) qui concerne les installations d'une puissance inférieure à 500 kW et ayant une profondeur de forage maximale de 200m.

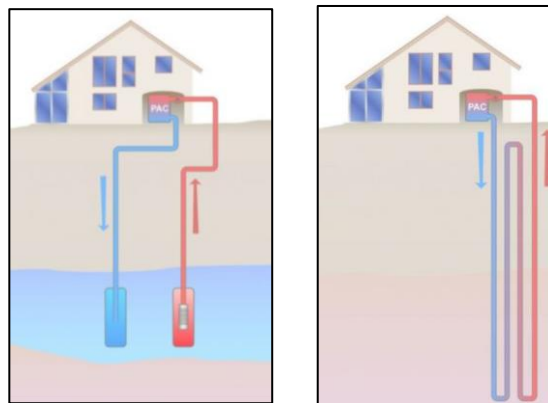


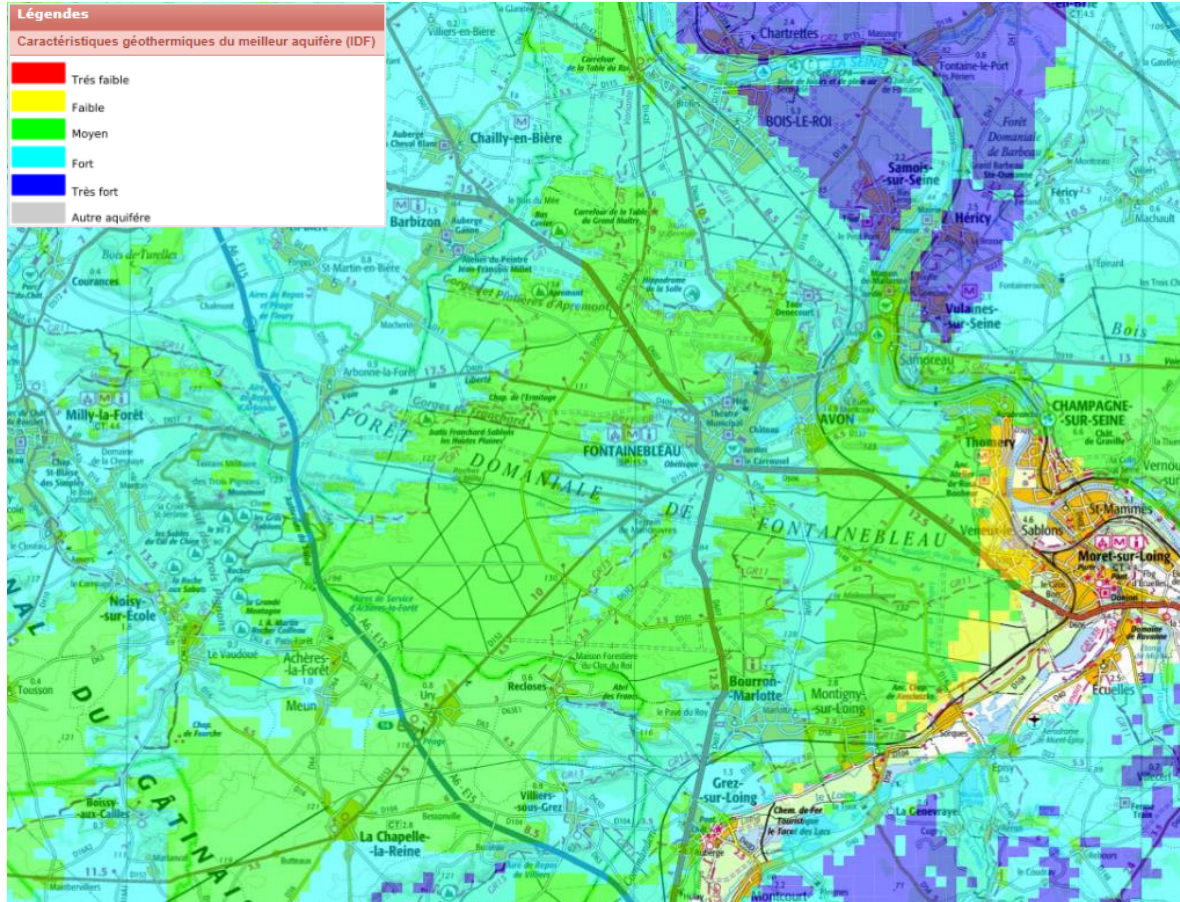
Figure 20 Exemples d'exploitation de la géothermie basse énergie sur nappe (à gauche) et sur sonde verticale (à droite) - Source : Connaissance des énergies

3.6.1 La géothermie basse en moyenne enthalpie

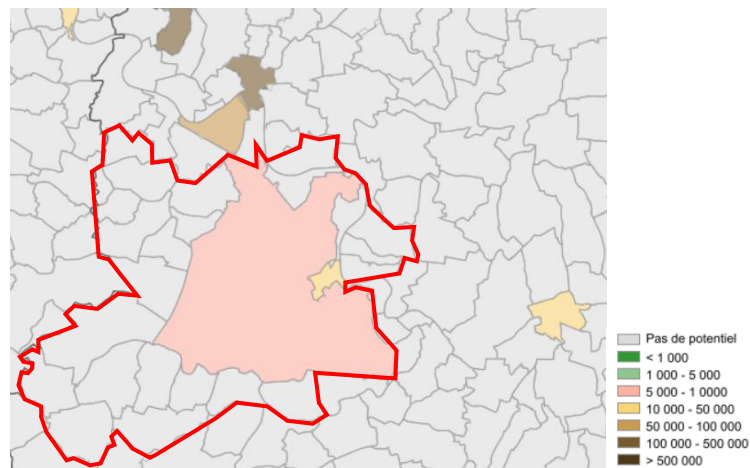
3.6.1.1 Situation locale et évaluation du potentiel

Les données du ROSE 2014 font état de 24 pompes à chaleur géothermique collectives très basse énergie dont 7 d'entre elles qui se situent sur la commune de Noisy sur École. Le productible associé n'est en revanche pas communiqué.

D'après les données du Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM), la présence de 3 aquifères superficiels (Oligocène – Éocène supérieur – Éocène moyen et inférieur) confère un bon potentiel géothermique au territoire. Cette caractéristique est synthétisée dans l'illustration ci-après :



D'après les données publiques produites par la DRIEE sur le territoire du Pays de Fontainebleau, seules les communes de Fontainebleau et Avon disposent d'un potentiel intéressant de développement de la géothermie superficielle.



Les communes de Fontainebleau et d'Avon disposent d'un potentiel respectif de 5 à 10 GWh et de 10 à 50 GWh. **Le potentiel de développement moyen pour la géothermie basse énergie est donc évalué à 37.5 GWh.**

3.6.2 La géothermie haute enthalpie

Le Dogger constitue le principal aquifère géothermique exploité en région parisienne. Situé entre 1 500 et 2 000 mètres de profondeur, cet aquifère contient une eau d'une température variant de 57 à 85 °C : la nappe du Dogger.

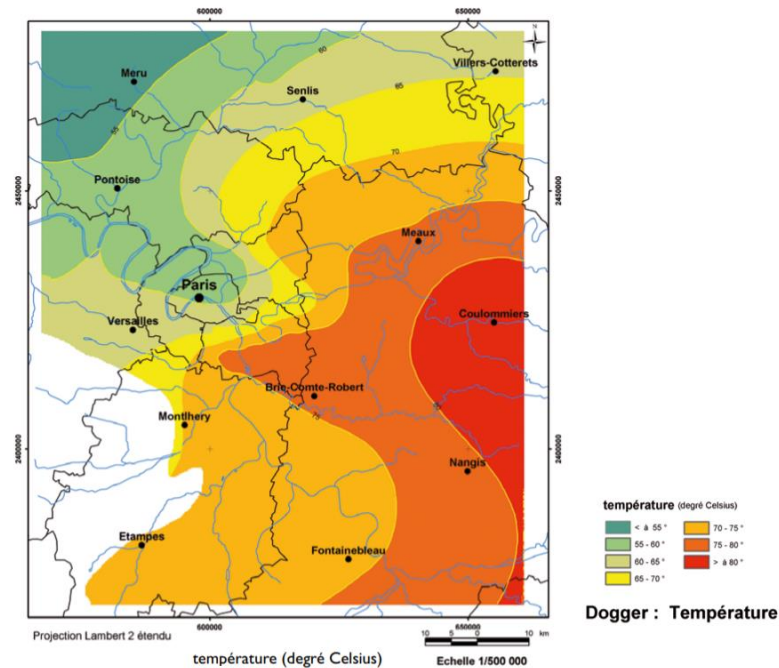


Figure 21 : Carte de répartition des températures du Dogger en Ile-de-France

Avec des températures comprises entre 70°C et 75°C sur le territoire, l'exploitation géothermique du Dogger peut être envisagée directement (échange thermique par simple échangeur de chaleur).

D'après le BRGM, la commune de Fontainebleau est la seule du territoire qui présente un réel potentiel en termes de création de réseau de chaleur géothermique (en vert). En effet, les autres communes du territoire ont une demande thermique trop éclatée ce qui a tendance à dégrader la rentabilité de l'ouvrage.

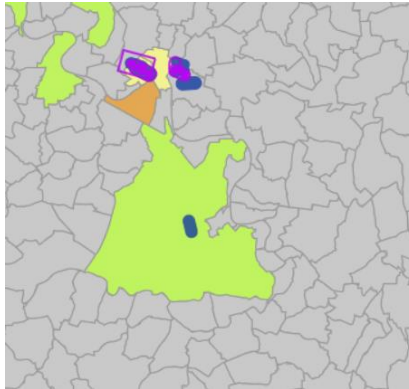


Figure 22 : Potentiel de développement des réseaux de chaleur (géothermie profonde) - Source : DRIEE

Des études de faisabilité pourront être réalisées afin de déterminer plus précisément le potentiel géothermique de la zone.

3.7 La ressource eau

3.7.1 Hydroélectricité

Rappel technologique :

L'hydroélectricité est une forme de production électrique utilisant la force créée par le mouvement de l'eau pour entraîner un alternateur et ainsi générer du courant. La quantité d'énergie produite dépend à la fois du volume d'eau et de la hauteur de chute.

Deux formes principales de production d'hydroélectricité sont mises en œuvre aujourd'hui :

- Les centrales "gravitaires" pour lesquelles les apports d'eau dans la réserve sont uniquement dus à la force naturelle de la gravité (pente, poids de l'eau, ...) et pouvant concerner des installations de toutes tailles
- Les stations de transfert d'énergie par pompage (ou centrales hydrauliques à réserve pompée), dans lesquelles un système permet de pomper l'eau de l'aval vers l'amont de la centrale.

3.7.1.1 Situation locale et évaluation du potentiel

Aujourd'hui, on recense un site de production hydroélectrique sur le Pays de Fontainebleau, le barrage de la Chartrettes. Il a développé un productible de 8.6 GWh en 2014.



Figure 23 : Barrage hydroélectrique de Chartrettes

Le potentiel de développement de l'énergie hydraulique est limité vu le relief du territoire de Seine et Marne. Seules des petites installations sont envisageables en complément de l'actuel barrage de la Chartrettes :

- Petite centrale, d'une puissance comprise entre 2 et 10 MW,
- Mini centrale, d'une puissance comprise entre 500 kW et 2 MW,
- Microcentrale d'une puissance comprise entre 20 kW et 500 kW,
- Pico-centrale, d'une puissance inférieure à 20 kW.

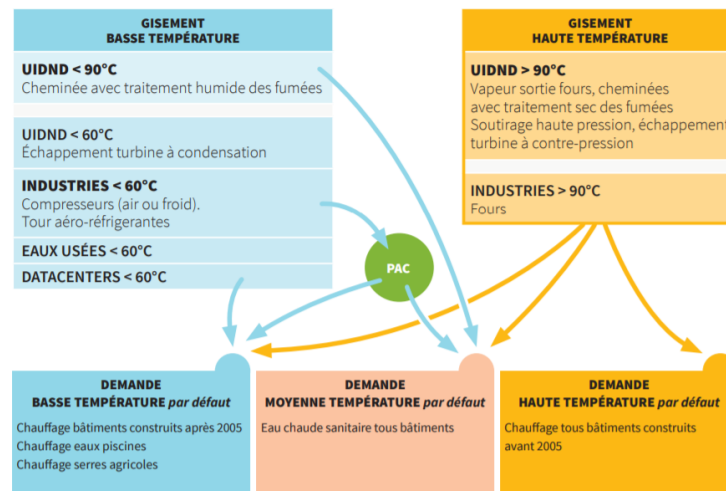
En Seine et Marne, il existe actuellement une dizaine d'ouvrages de ce type, représentant 1% de la production francilienne d'électricité. Le développement de la micro-hydraulique et de la pico-hydraulique se fera essentiellement via l'utilisation de vieux moulins ou l'exploitation des dénivelés dans les conduites d'adduction ou d'assainissement d'eau.

Sur cette ressource, on peut donc conclure que l'enjeu se situe davantage dans l'entretien du barrage existant afin de maintenir le productible actuel et dans le développement du petit hydraulique.

3.8 Les rejets thermiques

Ce paragraphe est basé d'après l'étude des potentiels de production et de valorisation de chaleur fatale en île de France (Incinération des déchets non dangereux, industries, data centers et eaux usées).

Chacune des ressources dispose de niveaux de température pouvant être qualifiés de basse ou haute température. En fonction des opportunités de valorisation, le mode de valorisation peut être différent (échange de chaleur direct ou nécessitant un moyen de production type pompe à chaleur) comme le synthétise l'illustration ci-après :



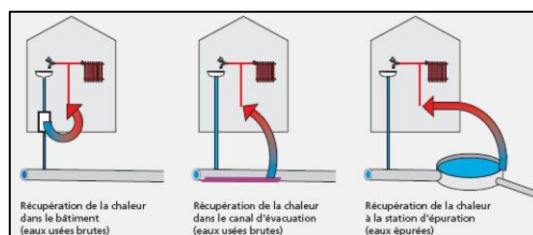
3.8.1 Les eaux usées

3.8.1.1 Présentation de la ressource

Pour la récupération de chaleur sur les eaux usées, trois types de sources ont été identifiés :

- Sur les rejets directs de bâtiment : les eaux usées sont alors dérivées depuis le réseau de canalisations principal vers un échangeur thermique et une pompe à chaleur. En Île-de-France, ce type de récupération est assez bien connu, 29 opérations sont aujourd'hui recensées.
- Sur les collecteurs d'assainissement présents dans les rues des communes : certains font déjà l'objet de récupération de chaleur en Île de France (7 opérations recensées). Cette dernière peut se faire aussi bien en série dans le collecteur (si celui-ci est de diamètre suffisant) qu'en dérivation.
- En fin de cycle d'assainissement, au niveau des Stations de Traitement des Eaux Usées (STEU) dans lesquelles les eaux usées sont traitées avant d'être rejetées dans le milieu naturel. Aujourd'hui, le processus y est moins bien maîtrisé (aucune opération recensée en Île-de-France).

Cette ressource est dite de type "Basse Température" < 60°C

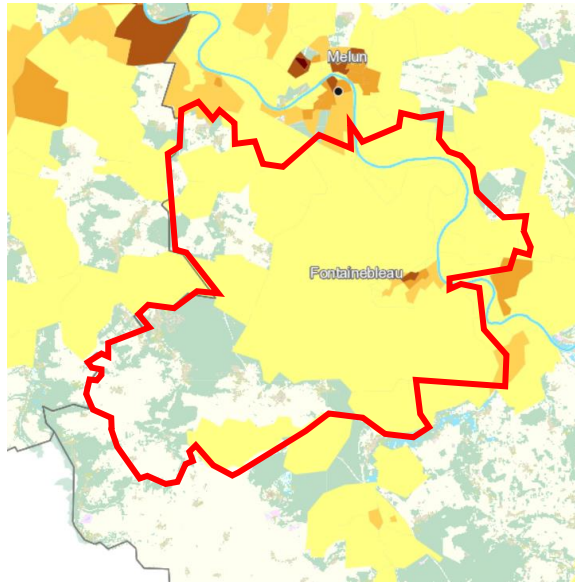


3.8.1.2 Situation locale et évaluation du potentiel

À ce jour, il n'y a pas d'installation de récupération de chaleur sur les eaux usées au sein du Pays de Fontainebleau.

Les cartes ci-dessous exposent les potentiels théoriques de valorisation thermique des eaux usées selon les sources :

▪ **Potentiel valorisable en pied d'immeuble :**



Potentiel valorisable d'après les gisements des eaux usées en pieds d'immeuble en 2015 à l'IRIS

Projets ou réalisations de récupération de chaleur d'eaux usées existants

Gisement de production énergétique (MWh/an)

- Pas d'information
- jusqu'à 60
- De 60 à 100
- De 100 à 400
- Plus de 400

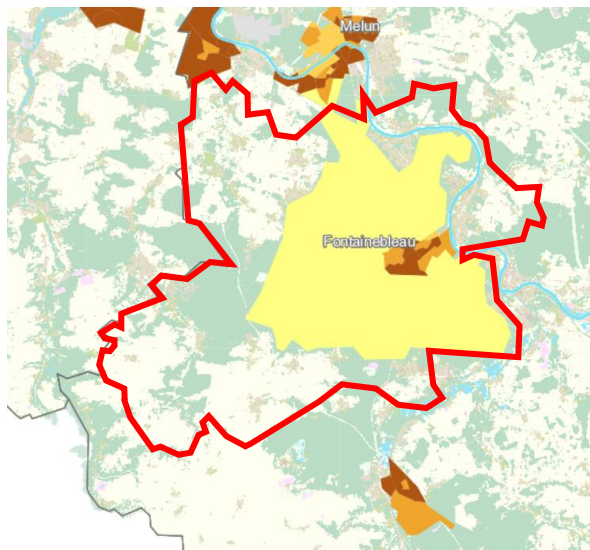
Potentiel de production annuelle à l'iris (MWh/an)

- jusqu'à 25
- De 25 à 60
- De 60 à 100
- De 100 à 300
- Plus de 300

Figure 24 : Potentiel de récupération de chaleur en pied d'immeuble (source : Energif)

Sur le territoire le potentiel est majoritairement localisé sur la commune d'Avon. **Le potentiel total est évalué à 320 MWh.**

▪ **Potentiel valorisable dans les collecteurs :**



Potentiel valorisable d'après les gisements des eaux usées des collecteurs d'assainissement en 2015 à l'IRIS

Projets ou réalisations de récupération de chaleur d'eaux usées existants

Gisement de production énergétique (MWh/an)

- Pas d'information
- jusqu'à 60
- De 60 à 100
- De 100 à 400
- Plus de 400

Potentiel de production annuelle à l'iris (MWh/an)

- jusqu'à 25
- De 25 à 60
- De 60 à 100
- De 100 à 300
- Plus de 300

Figure 25 : Potentiel de récupération de chaleur dans les collecteurs (source : Energif)

Sur le territoire le potentiel cumulé des communes de Fontainebleau et d'Avon est évalué à 800 MWh.

▪ **Potentiel valorisable dans les stations de traitement des eaux usées :**

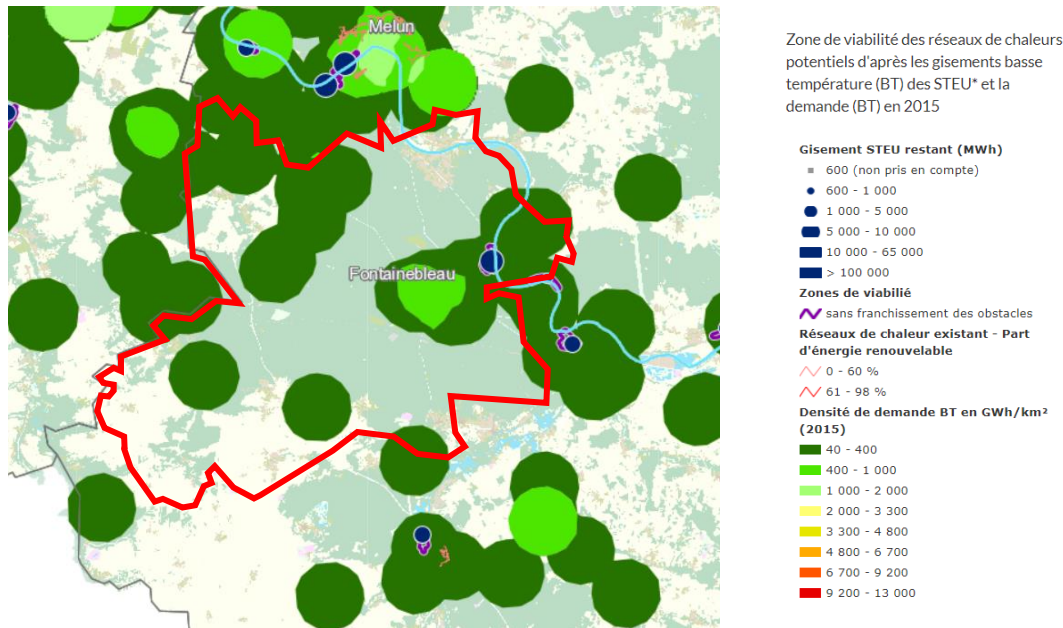


Figure 26 : Potentiel de récupération de chaleur dans les stations de traitement des eaux usées (source : Energif)

Sur le territoire, l'unique gisement de STEP en adéquation avec une densité de demande basse température se situe au niveau de la station d'épuration de Fontainebleau-Avon. Sur celle-ci, le potentiel énergétique reste négligeable en raison de la faible densité de demande basse température (investissement non rentable dans le cas de la création d'un réseau de chaleur).

En synthèse, le tableau ci-dessous récapitule le potentiel de récupération de chaleur sur les eaux usées sur le territoire :

Mode de valorisation	Potentiel valorisable
En pied d'immeuble	320 MWh
Collecteurs	800 MWh
STEU	Négligé
Total	1,1 GWh

3.8.2 La chaleur fatale industrielle

3.8.2.1 Présentation de la ressource

Les rejets thermiques industriels sont souvent perdus ou refroidis avant d'être rejetés. Ces rejets peuvent être récupérés et représentent une ressource pouvant être valorisée via des réseaux de chaleur à distance urbains. La revente de leurs rejets peut constituer un revenu financier supplémentaire pour les fournisseurs.

La contrainte principale de ce gisement est la distance séparant les producteurs et la demande. Le réseau à installer doit raccorder un volume de demandeurs suffisants à proximité pour atteindre un niveau de rentabilité d'une telle installation. L'adéquation de la ressource à la demande est un autre paramètre contraignant à considérer. En effet, ces rejets peuvent être à des températures (moyennes ou hautes), avec des formes (liquides, gazeux, solides), et avec des profils de disponibilité dans le temps qui peuvent les rendre plus ou moins facilement exploitables.

Dans l'étude de potentiel de l'ADEME, deux grosses catégories d'industrie sont considérées : les industries hors blanchisseries (ICPE et établissement non industriel détenant des équipements industriels générant de la chaleur fatale) et les blanchisseries.

En fonction du type d'industrie considérée, les gisements peuvent être hautes ou basses températures.

3.8.2.2 Situation locale et évaluation du potentiel

À ce jour, il n'y a pas d'installation de récupération de chaleur fatale industrielle au sein du Pays de Fontainebleau.

Les cartes ci-dessous exposent les potentiels théoriques de valorisation thermique de la chaleur fatale industrielle selon la nature du gisement :

▪ Gisement basse température

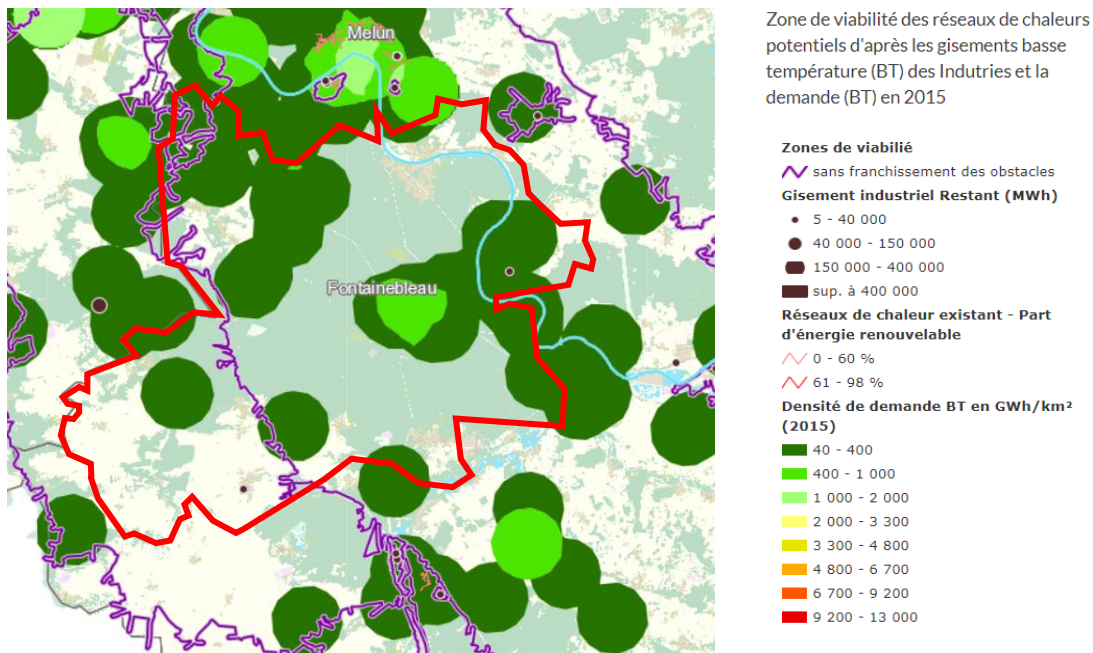


Figure 27 : Potentiel de récupération de chaleur fatale basse température (source : Energif)

Sur le territoire, on remarque qu'il n'y a pas de gisement de récupération de chaleur industrielle basse température en adéquation avec une densité de demande suffisante. Le potentiel est donc négligé.

▪ **Gisement haute température et besoins HT industrie et tertiaire**

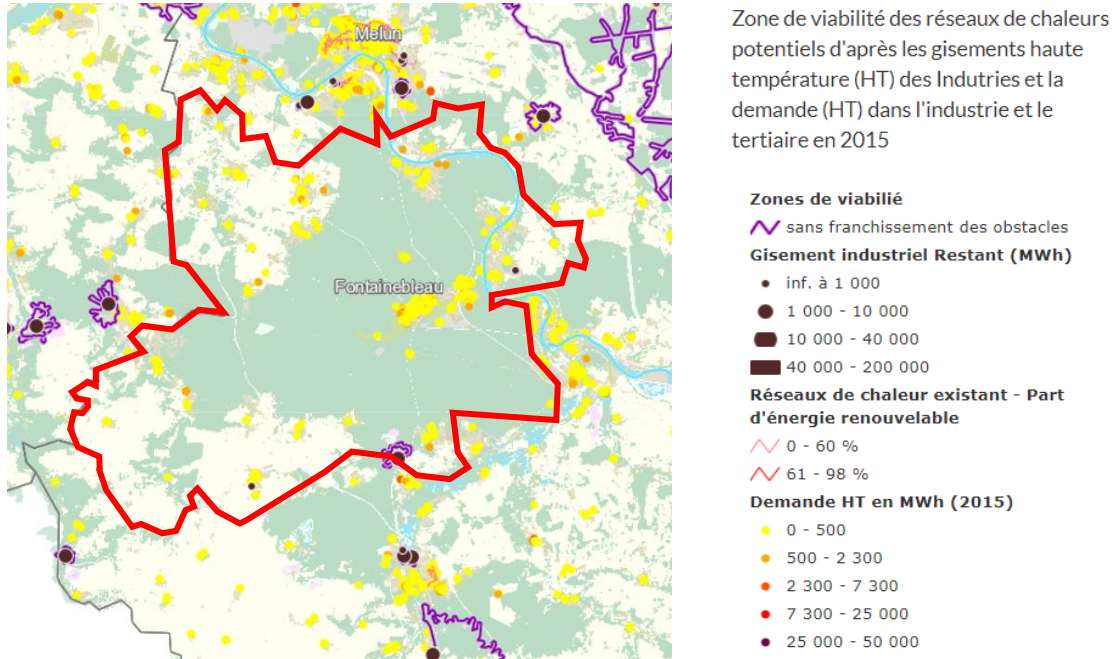


Figure 28 : Potentiel de récupération de chaleur fatale haute température industrie et tertiaire (source : Energif)

Sur le territoire, on remarque qu'il n'y a pas de gisement de récupération de chaleur industrielle haute température en adéquation avec une densité de demande suffisante industrie et tertiaire. Le potentiel est donc négligé.

▪ **Gisement haute température et besoins HT des logements**

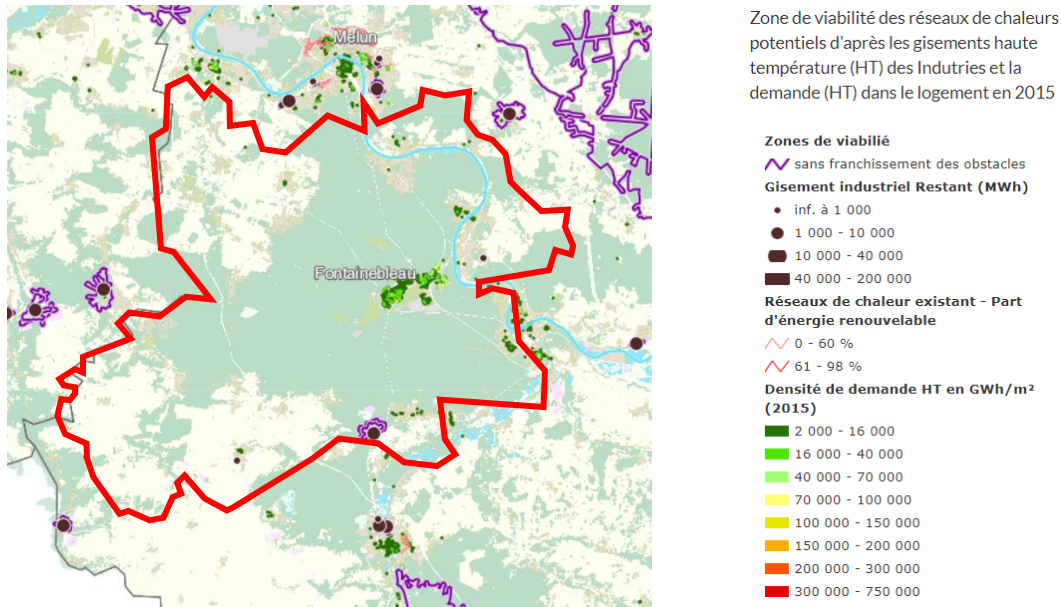


Figure 29 : Potentiel de récupération de chaleur fatale haute température logements (source : Energif)



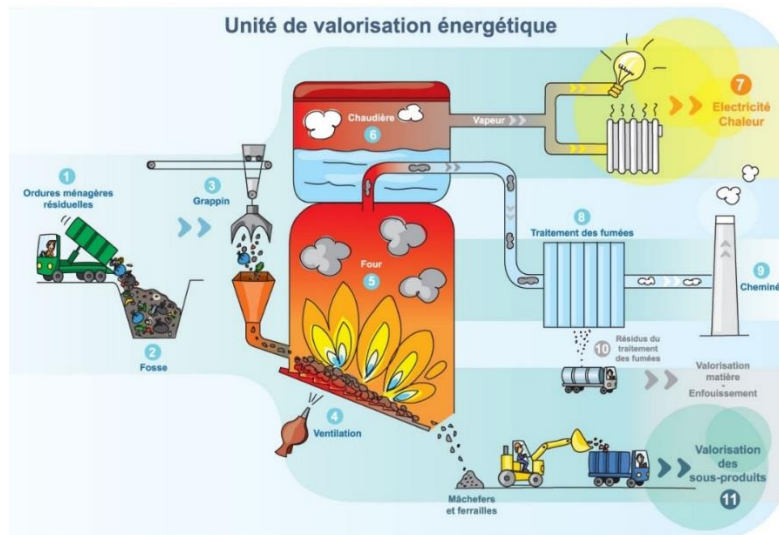
Sur le territoire, on remarque qu'il n'y a pas de gisement de récupération de chaleur industrielle haute température en adéquation avec une densité de demande suffisante logements. Le potentiel est donc négligé.

3.8.3 Les usines d'incinération de déchets non dangereux

3.8.3.1 Présentation de la ressource

Les UIDND, ou Unités d'Incinération de Déchets Non Dangereux, sont les anciennes UIOM (Unités d'Incinération des Ordures Ménagères). Elles sont dédiées à l'incinération, l'un des modes légaux d'élimination des déchets non dangereux. Il y a aujourd'hui 18 unités en fonctionnement en région Ile-de-France.

Une fois le tri, le recyclage et le compostage effectués sur les déchets compatibles, le traitement thermique des déchets restants (hors déchets dangereux et spéciaux) consiste à réduire de manière très importante les volumes de déchets en les brûlant. L'énergie dégagée par ce processus peut être valorisée en alimentant des réseaux de chaleurs (chauffage, production d'eau chaude sanitaire, piscines et serres agricoles...) ou en produisant de l'électricité à l'aide d'une turbine.



Les UIDND valorisent déjà la majorité de la chaleur perdue. Le gisement de chaleur fatale maximum correspond donc :

Basse température (< 90°C) : Au flux de fumées en échappement de cheminée : il s'agit de chaleur à basse température, des fumées généralement inférieures à 90°C en température.

Haute température (> 90°C) : Au flux de vapeur en sortie des fours (en amont, donc, des systèmes de valorisation existant) : il s'agit dans ce cas de la vapeur haute pression à des niveaux supérieurs à 90°C.

3.8.3.2 Situation locale et évaluation du potentiel

D'après les chiffres du ROSE de 2014, il n'y a pas d'installation de récupération de chaleur sur UIDND au sein du Pays de Fontainebleau.

Les cartes ci-dessous exposent les potentiels théoriques de valorisation thermique de la chaleur fatale selon la nature du gisement et des opportunités de valorisation :

3.8.4 Les data centers

3.8.4.1 Présentation de la ressource

Les Data Centers sont des sites physiques qui hébergent les systèmes nécessaires au fonctionnement d'applications informatiques. Ils permettent de stocker et de traiter des données et sont constitués de composants informatiques (comme les serveurs, les unités de stockage de données et les équipements de réseau de communication) et d'éléments non informatiques (comme les systèmes de refroidissement aussi appelés groupes froid).

La chaleur fatale d'un Data Center est généralement dégagée par les équipements informatiques puis traitée par les équipements de production de froid. En effet, ces derniers rejettent les calories prélevées dans les salles serveurs afin d'y maintenir une température idéale de fonctionnement. Le gisement maximal correspond donc à la puissance dissipée, qui atteint souvent des valeurs très importantes.

C'est en installant un échangeur "eau/eau" en sortie de ces groupes froids qu'il est possible de récupérer la chaleur fatale. La température attendue est de l'ordre de 40-50°C, soit une ressource dite "Basse Température" (< 60°C).

À l'échelle nationale, c'est l'Île-de-France qui concentre le plus grand nombre de Data Centers. Toutefois, une seule opération de récupération de chaleur et injection est en cours sur un réseau de chaleur, à Bailly-Romainvilliers (Marne-la-Vallée) où un centre aquatique et une pépinière d'entreprises sont alimentés en chauffage et en ECS. Plusieurs exploitants ont fait état d'études quant à la valorisation de leur chaleur fatale, à l'interne ou en externe.



3.8.4.2 Situation locale et évaluation du potentiel

D'après les chiffres du ROSE de 2014, il n'y a pas d'installation de récupération de chaleur sur data centers au sein du Pays de Fontainebleau.

D'après Energif (base de données du ROSE de 2015), le territoire ne dispose pas de datacenter. Le potentiel est donc nul.

3.9 Synthèse des gisements EnR&R

Le tableau ci-dessous récapitule l'ensemble des potentiels ENR&R par filière sur le territoire.

Ressource	Productible existant (2014)	Gisement net
Solaire photovoltaïque	0,5 GWh (en 2017)	8,5 GWh
Solaire thermique	0,08 GWh	9 GWh
Aérothermie	Donnée non disponible	Faible potentiel non quantifiable
Éolien	0 GWh	0 GWh
Bois énergie	1,8 GWh	56 GWh
Biogaz (méthanisation)	0 GWh	400 GWh
Géothermie basse énergie	Donnée non disponible	37,5 GWh
Géothermie haute énergie	Donnée non disponible	0 GWh
Hydroélectricité	8,6 GWh	0 GWh
Rejets thermiques : Eaux usées	0 GWh	1,1 GWh
Rejets thermiques : Chaleur fatale industrielle	0 GWh	0 GWh
Rejets thermiques : Usine d'incinération	0 GWh	0 GWh
Rejets thermiques : Data centers	0 GWh	0 GWh

Le gisement net le plus important est celui de la méthanisation. En effet, la plupart des communes du territoire sont déjà reliées à un réseau de gaz et les cultures autour de ces pôles urbains permettent une alimentation de ces stations de méthanisation.

Le deuxième gisement important est celui du bois énergie. Contrairement aux deux autres EPCI voisines, ce gisement n'est pas exploité alors que la proximité avec la ressource rend cette énergie particulièrement adaptée pour les équipements ou logements trop éloignés du réseau de gaz naturel.

Enfin, le dernier gisement important est celui de la géothermie basse énergie. Cette solution est notamment à envisager dans le cas d'une installation demandant à la fois des besoins en refroidissement et en chauffage. Elle peut être notamment mise en place sur des nouveaux quartiers mixtes (logements / activités tertiaires). Le surcoût engendré par ce type d'installation en comparaison avec des installations classiques (chaudière gaz et groupe froid) est rapidement amorti avec les coûts d'exploitation, hausse des prix de l'énergie notamment.

La production existante est d'environ **11 GWh**.

Le gisement d'énergies renouvelables est estimé à **512 GWh**.

4. Diagnostic des réseaux

Les réseaux sont les équipements qui permettent d'acheminer l'énergie, qu'il s'agisse de gaz, d'électricité ou l'énergie calorifique (chaleur et froid), des centres de production et/ou de stockage vers les points de consommation et/ou de stockage. Ces réseaux constituent donc un maillon essentiel dans le paysage énergétique du territoire.

4.1 Les réseaux de gaz

Les infrastructures gazières sont les installations (réseau de transport, réseaux de distribution, sites de stockage, terminaux méthaniers) qui permettent d'assurer l'approvisionnement en gaz des consommateurs.

En France, le gaz naturel est importé à 98 %. Les infrastructures gazières qui permettent d'importer le gaz et de l'acheminer jusqu'aux zones de consommation sont donc essentielles au bon fonctionnement du marché et à la sécurité d'approvisionnement :

- **Les réseaux de transport** permettent l'importation du gaz depuis les interconnexions terrestres avec les pays adjacents et les terminaux méthaniers. Ils sont également un maillon essentiel à l'intégration du marché français avec le reste du marché européen
- **Les installations de stockage de gaz** contribuent fortement à la gestion de la saisonnalité de la consommation de gaz et à la fourniture de flexibilité nécessaire notamment pour l'équilibrage des réseaux de transport.
- **Les terminaux méthaniers** permettent d'importer du gaz naturel liquéfié (GNL) et ainsi de diversifier les sources d'approvisionnement en gaz naturel, compte tenu du développement du marché du GNL au niveau mondial.
- **Les réseaux de distribution** permettent l'acheminement du gaz depuis les réseaux de transport jusqu'aux consommateurs finals qui ne sont pas directement raccordés aux réseaux de transport

4.1.1 Le réseau de transport du gaz

Le réseau de transport est une infrastructure constituée de canalisations et de stations de compression, structurée de la manière suivante :

- Le réseau de transport principal, ensemble des canalisations à haute pression et de grand diamètre, qui relie entre eux les points d'interconnexion avec les réseaux voisins, les stockages souterrains et les terminaux méthaniers, et auquel sont raccordés les réseaux de transport régionaux et les plus importants consommateurs industriels
- Le réseau de transport régional, partie du réseau de transport qui assure l'acheminement du gaz naturel vers les réseaux de distribution et vers les clients finals ayant une consommation importante, qui sont directement raccordés au réseau de transport régional.

Le gestionnaire du réseau de transport (GRT) de gaz naturel concernant le territoire est GRTgaz.

Les consommateurs industriels sont généralement directement raccordés au réseau de transport de gaz, qui permet la fourniture d'une grande quantité d'énergie et d'une forte pression pour faire fonctionner les usines.

4.1.2 Les réseaux de distribution

Le réseau de distribution assure l'approvisionnement direct des consommateurs dans les habitations et les entreprises. Il achemine le gaz à une faible pression pour qu'il soit utilisable pour un usage domestique. Pour le territoire, GRDF (Gaz Réseau Distribution France) est le concessionnaire de ce réseau de distribution. La carte ci-dessous donne un aperçu des communes raccordées ou non au réseau de distribution :

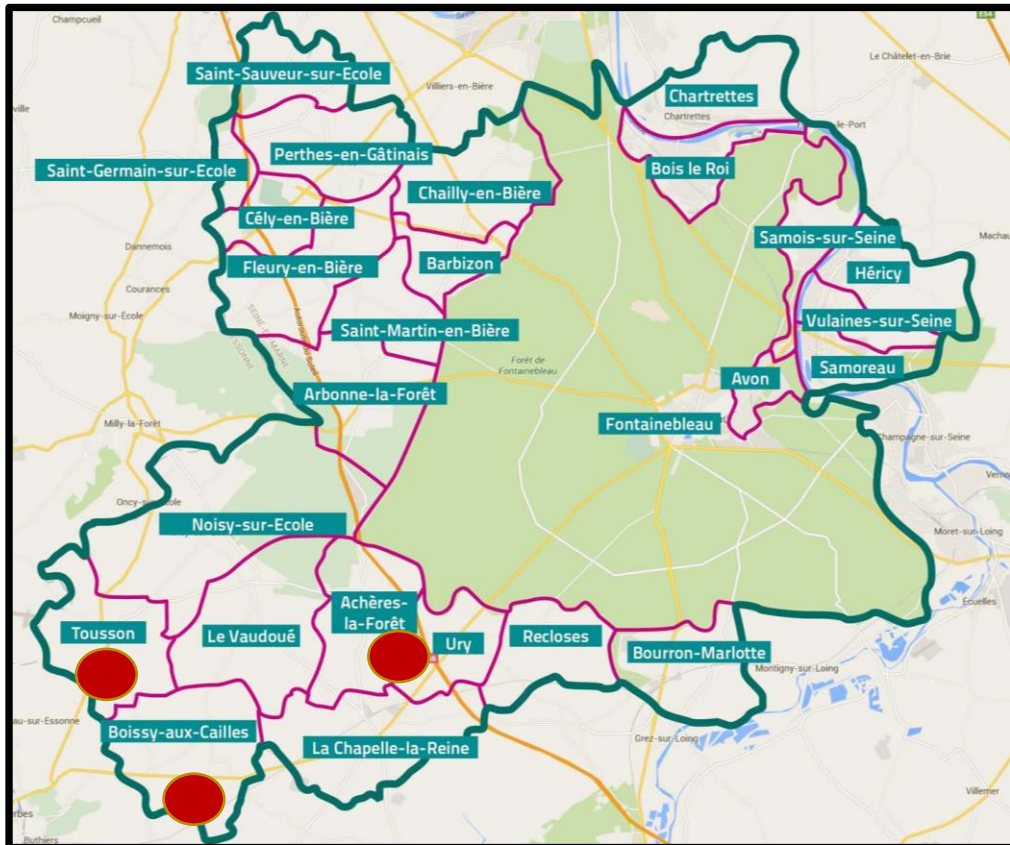


Figure 30 : Carte des communes de la CAPF raccordées au réseau de distribution de gaz naturel

Les communes de Tousson, d'Archères La Forêt et de Boissy aux Cailles ne sont pas reliées au réseau de distribution de GRDF.

Pour les autres communes qui ont accès au réseau de gaz naturel, un potentiel de réduction de la consommation résidentiel a été estimé à 1%. Afin de profiter de ce potentiel, il est nécessaire de prendre en compte le maillage du réseau sur ces communes et de vérifier si une alimentation en gaz naturel est accessible pour chaque habitant. D'après GRDF, le réseau de distribution présent sur le sol de la CAPF comporte 3 mailles.

4.1.3 Les problématiques d'injection sur le réseau

Dans le cas du gaz, on ne peut injecter sur le réseau public que du biométhane, biogaz épuré. Injecter du biométhane dans les réseaux de gaz naturel n'est actuellement possible que s'il a été produit à partir d'intrants autorisés, soit :

- Des déchets ménagers :
 - Par méthanisation : matières organiques issues du tri sélectif (biodéchets, déchets verts, etc.)

- Dans les Installations de Stockage de Déchets Non Dangereux (ISDND), ou décharges ou anciennement CET (Centres d'Enfouissement Techniques)
 - des déchets ou produits agricoles (lisiers, fumiers, résidus de récoltes, cultures énergétiques dédiées non concurrentielles ou certains déchets de l'industrie agroalimentaire)
- Des matières organiques résultat du traitement des eaux usées (boues de STEP).

Il doit par ailleurs répondre aux spécifications du gaz naturel, ce qui est possible seulement après une épuration poussée. Le biogaz produit (par exemple par méthanisation) peut donc nécessiter un traitement préalable à l'injection.

D'après les données du ROSE 2014, aucune installation de production d'énergie à partir de Biogaz n'est en fonctionnement sur le Pays de Fontainebleau.

4.2 Les réseaux de chaleur

Un réseau de chaleur (et de froid) implique :

- Une production centralisée d'énergie calorifique, distribuée à travers un réseau de vapeur, d'eau (chaude ou tempérée) ou de fluides réfrigérants (dit réseau primaire) vers plusieurs bâtiments ou sites (points de puisage appelés sous-station) pour la production d'eau chaude sanitaire, le chauffage ou le refroidissement de locaux
- La vente de cette énergie calorifique par l'exploitant du réseau à des usagers (juridiquement distincts) et, surtout, à une pluralité de clients (au moins 2 usagers distincts, personnes morales ou physiques). Autrement dit, lorsqu'il existe à minima 2 sous-stations sous maîtrise d'ouvrage différente avec vente d'énergie, le réseau est dit « réseau de chaleur (et de froid) ».

Lorsque l'ensemble des éléments constituant le réseau de chaleur est sous une maîtrise d'ouvrage unique (pas de vente d'énergie à un tiers) le réseau est dit « réseau technique » (on parle aussi dans ce cas de « réseau privé » ce qui peut porter à confusion par rapport à la nature publique ou privée du portage du réseau).

4.2.1 Le réseau de chaleur d'Avon

Le réseau de chaleur d'Avon est localisé au niveau de la butte Monceau. Il est la propriété du syndicat d'Agglomération Nouvelle de Marne-la-Vallée et est géré par la société Dalkia.

Selon Via-Sèva, ce réseau de chaleur est recensé en 2017 comme fournissant près de 20 057 MWh par an soit l'équivalent de 1 901 logements sur près de 6 km. Cette énergie est produite à l'aide de chaudière gaz à 52%, de chaudière au charbon à 47% et au fioul à hauteur de 1%.

Ce réseau de chaleur fournit donc une énergie 100% fossile avec un contenu CO₂ estimé à 0,326 kg CO₂/kWh. À titre de comparaison, on considère que le contenu CO₂ du bois/biomasse est de 0,013 kgCO₂/kWh et que celui du gaz est de 0,234 kg/kWh ; le réseau de chaleur fournit donc une chaleur 25 fois plus carbonée que si elle était produite par une production 100% bois et est moins intéressante qu'un raccordement au gaz sur le plan environnemental.

En 2012, la Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Énergie a évalué et localisé les zones à potentiel de développement des réseaux de chaleur existants en Ile-de-France (cf. Figure 31). Cette carte permet de mettre en évidence un potentiel de déploiement d'un nouveau réseau

sur Fontainebleau ou éventuellement une extension du réseau actuel dans les zones où la densité énergétique est supérieure à 2 MWh/ml/an.

Une étude approfondie est nécessaire afin d'évaluer la faisabilité d'un tel projet en considérant d'autres critères tels que la ressource renouvelable valorisable afin de remplacer les énergies fossiles, les points durs (topologie et infrastructure), la planification du tracé dans le temps, etc.

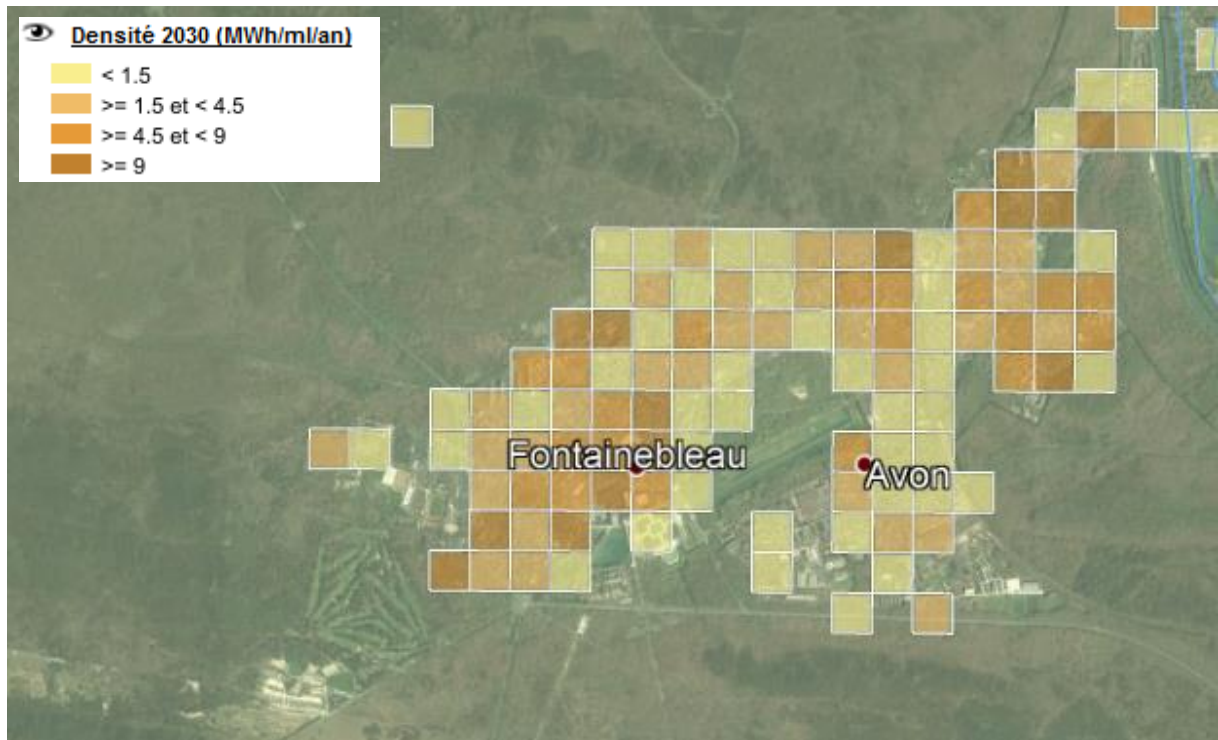


Figure 31: Évaluation des zones à potentiel du réseau de chaleur (source : DRIEE Ile-de-France)

Le procès-verbal du Conseil Municipal du 20 novembre 2017 fait état de l'alerte de la Cour des Comptes et de l'association CLCV du manque de rentabilité du réseau de chaleur et du coût important pour les usagers. L'évolution vers un réseau de chaleur alimenté par biomasse est en discussion.

4.2.2 L'enjeu de la rentabilité des réseaux de chaleur

La loi de transition énergétique pour une croissance verte et la future réglementation thermique des bâtiments programmée pour 2020 tendront à diminuer fortement les besoins en chauffage des nouvelles constructions. Les réseaux de chaleur voient donc diminuer leur potentiel de raccordement sur ces bâtiments à venir et devront s'adapter. Leur intérêt financier (faibles coûts de chauffage) pourrait en effet être questionné face aux coûts de raccordement.

Il faut donc réfléchir à d'autres solutions techniques ou d'autres potentialités de raccordement pour conserver une rentabilité de nos réseaux de chaleur tout en conservant un prix attractif et compétitif du MWh par rapport aux autres formes d'énergies. De nombreuses pistes existent comme par exemple le développement des EnR permettant un prix de TVA réduit sur le tarif du MWh, un classement possible du réseau pour raccorder au moins les bâtiments existants à réhabiliter.

Cela peut également permettre aux opérations raccordées au réseau de respecter les critères de recours aux énergies renouvelables. L'optimisation des coûts de raccordement, qui sont souvent un frein aux raccordements sur les réseaux de chaleur, constitue également une piste, avec un calcul bien

encadré, précisé et vérifié par le concédant, éventuellement en profitant d'autres opérations de voirie pour diminuer les coûts d'extension de réseaux. Encourager et faciliter le travail du concessionnaire avec les services d'urbanisme pour étudier les futurs projets en amont constitue donc un levier intéressant. Un regroupement de réseaux peut également permettre des économies d'échelle sur les moyens de production ou optimiser un réseau EnR.

La ville de Fontainebleau envisage d'utiliser les anciens tuyaux dédiés à la géothermie pour une éventuelle chaufferie biomasse. Cela concernerait l'ouest de Fontainebleau, avec 2,5 kilomètres de réseaux enterrés et serait alors considéré comme un réseau EnR.

4.3 Les réseaux électriques

Les réseaux électriques (transport et distribution) ont pour rôle d'acheminer l'électricité des sites de production vers les lieux de consommation, avec des étapes de baisse du niveau de tension dans des postes de transformation.

La tension à la sortie des grandes centrales est portée à 400 kV pour limiter les pertes d'énergie sous forme de chaleur dans les câbles des lignes électriques de transport.

Ensuite, la tension est progressivement réduite au plus près de la consommation, pour arriver aux différents niveaux de tension auxquels sont raccordés les consommateurs (400 kV, 225 kV, 90 kV, 63 kV, 20 kV...) suivant leurs besoins en puissance.

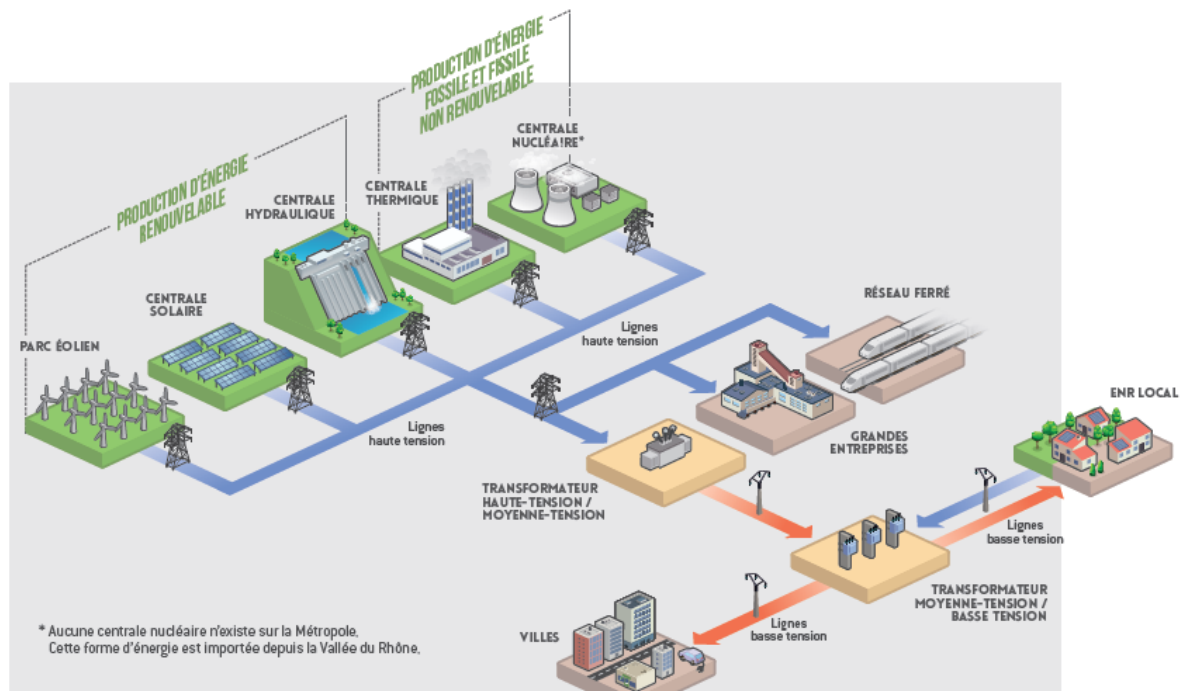


Figure 32 : La production, le transport et la distribution d'électricité - Source : Diagnostic énergie métropolitain

4.3.1 Le réseau public de transport d'électricité

Situé en amont des réseaux de distribution, il représente environ 78 000 km de lignes électriques, au niveau national, gérées par RTE et se compose de deux sous-ensembles :

- **Le réseau de grand transport et d'interconnexion** : 400 kV. Il est destiné à transporter des quantités importantes d'énergie sur de longues distances. Il constitue l'ossature principale pour l'interconnexion des grands centres de production, disséminés en France et dans les autres

pays européens. Son niveau de tension est de 400 kV, soit le niveau de tension le plus élevé en France

- **Les réseaux de répartition régionale ou locale** : 63 kV à 225 kV. Ils sont destinés à répartir l'énergie en quantité moindre sur des distances plus courtes. Le transport est assuré en très haute tension (225 kV) et en haute tension (90 kV et 63 kV)

4.3.2 Le réseau de distribution

Les réseaux de distribution sont destinés à acheminer l'électricité à l'échelle locale jusqu'au compteur du consommateur, c'est-à-dire aux utilisateurs en moyenne tension (PME et PMI) et en basse tension (clients du tertiaire, de la petite industrie et les clients domestiques).

En fonction de la puissance des compteurs, le raccordement du réseau auprès des consommateurs s'effectue soit par ENEDIS (puissances disponibles pour les particuliers sont de 3, 6, 9, 12, 15, 18, 24, 30 et 36 kVA et dépendent du profil de consommation de chaque ménage, puissance de 42 à 240 kVA pour les clients professionnels tertiaires et petites industries) soit par RTE pour les grandes industries ou le réseau ferroviaire par exemples (puissances supérieures à 250 kVA). La carte ci-dessous donne un aperçu des principales lignes de transport et de distribution sur le territoire de la CAPF.

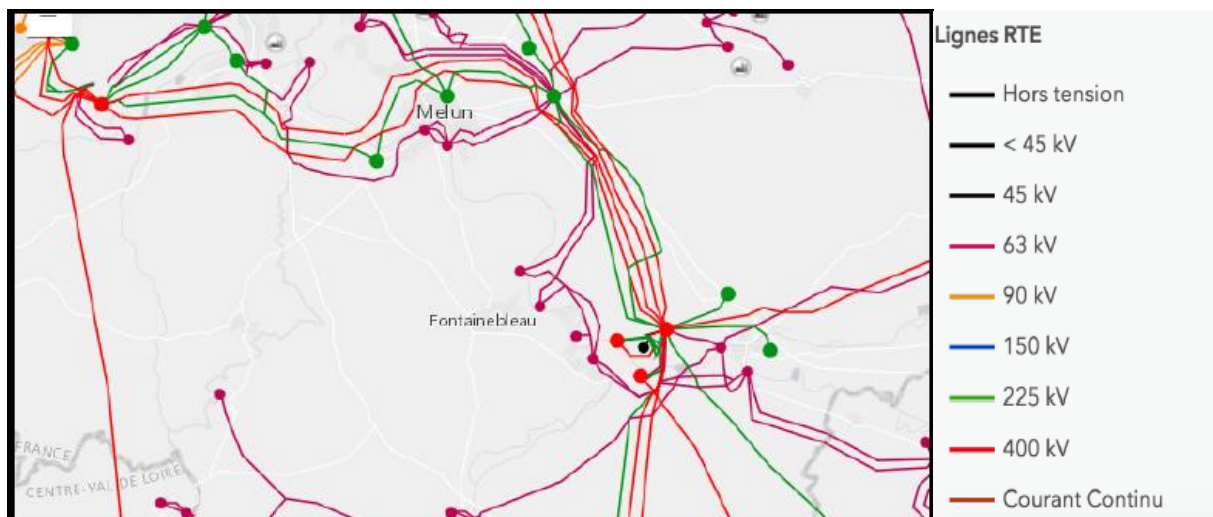


Figure 33 : Cartographie des principales lignes du réseau de transport d'électricité sur la CAPF

i. La gestion des réseaux électriques : injection et soutirage, stockage et équilibrage

Le raccordement consiste à connecter une installation de production ou de consommation d'énergie au réseau public d'électricité. Il est un préalable à l'accès au réseau, dont la transparence et l'aspect non-discriminatoire sont garantis par la Commission de régulation de l'énergie.

Les installations de production d'énergie renouvelable (hydraulique, éolien, solaire, biomasse...) doivent être raccordées à un réseau électrique pour que l'électricité qu'elles produisent puisse être vendue, sur les marchés ou de façon contractuelle, notamment dans le cadre de mécanismes d'obligation d'achat ou d'appels d'offres, et pour que cette énergie puisse être utilisée par des consommateurs raccordés au réseau.

La bonne gestion des réseaux d'énergie est une problématique large qui implique de maîtriser :

- Ce qui est injecté sur le réseau : lorsque de l'énergie est produite, où est-elle injectée ? Selon quelle courbe de charge (quelle puissance à chaque instant) ? Avec quelle régularité ? Quelle prévisibilité ? etc.
- Ce qui est soutiré du réseau : où l'énergie est-elle consommée ? Selon quelle courbe de charge (quelle puissance à chaque instant) ? Avec quelle régularité ? Quelle prévisibilité ? etc.
- Ce qui circule sur le réseau : existe-t-il un équilibre entre la production et la consommation à chaque instant ? L'énergie en surplus peut-elle être stockée, où et comment ? La puissance appelée peut-elle être différée ou limitée (effacement...) ?

La connaissance et l'anticipation de ces éléments permettent de dimensionner les réseaux (section et type de fil, organes de coupure et de sécurité, maillage, etc.).

Leur maîtrise à chaque instant est une condition pour la bonne gestion des réseaux et, de fait pour la qualité de l'énergie distribuée.

Dans le cas de l'électricité, l'équation est plus complexe que pour le gaz car l'électricité ne se stocke pas. Certains moyens de stockage existent mais ne peuvent être appliqués partout (comme dans le cas de l'hydroélectricité produite par les barrages) ou le développement avec des technologies émergentes et encore peu rentables.

ii. Les problématiques d'injection sur le réseau

Hormis des cas spécifiques d'autoconsommation (voir ci-dessous), la production locale d'énergie, qu'il s'agisse d'électricité (photovoltaïque, éolienne, etc.) est donc injectée sur les réseaux gérés par ENEDIS.

Pour le raccordement au réseau électrique, il convient de s'interroger sur les points suivants :

- La capacité du réseau à absorber cette production à l'endroit où elle a lieu. Le dimensionnement du réseau doit permettre d'accueillir la production à tout instant
- L'énergie produite doit être d'une qualité suffisante et, notamment, l'intermittence de la production doit être intégrée dans la gestion du réseau pour assurer son équilibre à tout instant
- Les coûts de raccordement doivent être pris en charge.

Le réseau de transport, géré par RTE, a notamment pour mission d'accueillir les nouveaux moyens de production en assurant dans les meilleurs délais le développement du réseau amont qui serait nécessaire. De même, ENEDIS doit assurer l'accès au réseau pour tous les producteurs dûment autorisés.

Dans le cadre du S3REnR, les installations de production d'électricité à partir de sources d'énergie renouvelable d'une puissance supérieure à 100 kVA bénéficient pendant 10 ans d'une réservation des capacités d'accueil prévues. Leur raccordement se fait alors sur le poste électrique le plus proche, minimisant le coût des ouvrages propres et disposant d'une capacité réservée suffisante pour satisfaire la puissance de raccordement demandée.

iii. Anticiper la capacité d'électricité injectée sur le réseau : le S3REnR

Le S3REnR est établi par le gestionnaire du réseau de transport d'électricité (RTE), en accord avec le gestionnaire des réseaux de distribution (ENEDIS). Il permet de fixer à l'échelle de la région, des objectifs quantitatifs et qualitatifs d'injection de la production d'énergie renouvelable locale à l'horizon 2020.

À la date du dernier S3REnR, en 2013, la production d'énergie renouvelable en service en Ile-de-France était de 161 MW. La production en file d'attente était de 94 MW. Le projet S3REnR proposait la

réserve de capacité d'accueil d'un total de 693 MW. Il permettait de répondre aux objectifs régionaux de développement des EnR précisés dans le SRCAE de 2012 pour l'horizon 2020 et intégrait le surplus de capacité dégagé par la création d'ouvrages au titre du S3REnR.

Les travaux déjà programmés d'ici 2020, par les gestionnaires de réseau pour accueillir les EnR permettent de dégager de l'ordre de 170 MW de capacité d'accueil supplémentaire. Voici la planification du dernier S3RENr publié en 2018 :

	État de la production d'électricité renouvelable à la date de dépôt		Puissance supplémentaire à raccorder dans le cadre du S3RenR
	en service	en file d'attente	
Solaire photovoltaïque	71 MW	19 MW	430 MW
Biogaz	62 MW	5 MW	17 MW
Eolien	7 MW	56 MW	137 / 477 MW (scénario éolien bas et haut)
Hydraulique	19 MW	0 MW	19 MW
Total	159 MW	80 MW	603 / 943 MW

Figure 34 État initial des installations de production (en service et en file d'attente) Source : S3REnR

La somme des capacités à réserver pour ce S3REnR est égale à la capacité d'accueil globale de laquelle est déduit le segment <100kVA (297 MW), soit 646 MW.

4.3.3 La question de l'autoproduction-autoconsommation d'électricité

L'autoproduction-autoconsommation consiste à produire localement de l'énergie et à la consommer, en tout ou partie, pour ses besoins propres. Une fois cette définition générale posée, il faut apporter un certain nombre de précisions.

Lorsqu'un producteur d'électricité, dont ce n'est pas l'activité principale, produit sur son site de l'électricité (par exemple un particulier ou une entreprise qui ont des panneaux photovoltaïques sur leur toiture), il peut :

- l'injecter en totalité sur le réseau public et la vendre à EDF ou un autre fournisseur d'énergie qui veut bien lui acheter
- en consommer une partie et vendre ce qu'il ne consomme pas en l'injectant sur le réseau public
- la consommer en totalité : on parle d'autoconsommation totale

Deux notions sont importantes :

- le taux d'autoconsommation qui est la part de l'électricité produite qui est consommée sur place
- le taux d'autoproduction qui est la part de la consommation totale du site qui est produite sur place

D'un point de vue légal, cette notion est récente et encore en cours de définition. Elle pose en effet de nombreuses questions d'équilibre économique entre le financement du réseau public d'électricité, les tarifs d'achat de l'électricité produite et la rentabilité de l'autoproduction.

4.3.4 Les problématiques de soutirage : des gros consommateurs qui pèsent sur les réseaux

Plusieurs situations d'appel de puissance importante devront faire l'objet d'une vigilance particulière afin d'éviter une surcharge des réseaux aboutissant à limiter les capacités de développement urbain :

- La question de l'installation des data center sur le territoire constitue une forte contrainte pour le réseau électrique qui reste encore insuffisamment identifiée par les collectivités.
L'installation d'un data center en centre-ville par exemple, au-delà de l'emprise foncière mobilisée, a des implications significatives en termes de puissance appelée, de consommation d'énergie et de production de chaleur. Cela doit être anticipé en termes de renforcement des réseaux de distribution d'électricité et de gestion de la chaleur produite.
Ce n'est en aucun cas anodin ou équivalent à l'installation d'une surface équivalente d'une activité tertiaire standard
- Le déploiement de stations de recharge pour véhicules électriques peut également nécessiter une prise en compte des réseaux, en amont des schémas d'implantation, mais n'implique pas nécessairement un renforcement de ces réseaux.
L'impact sur les réseaux doit toutefois être analysé dans deux cas. Pour le développement de la recharge rapide qui provoque un fort appel de puissance sur une courte durée. Dans le cas de la création de centres de recharge pour des flottes de bus ou car de transport public électrique.

4.3.5 L'équilibrage et les réseaux intelligents du "Smart Grids"

L'une des principales problématiques des réseaux d'énergie, notamment électriques, se trouve être dans la gestion des pointes de consommations, liées surtout aux aléas climatiques, notamment en période hivernale, mais également à l'évolution des usages de l'électricité et des comportements.

L'anticipation de ces pics est aujourd'hui une question dont dépend la stabilité du réseau et la maîtrise du coût de ce dernier.

La gestion des pics se fait en effet aujourd'hui de trois façons différentes: l'achat d'énergie produite par d'autres pays à un tarif prohibitif, l'activation de centrales d'appoint (principalement alimentées en charbon, gaz ou fuel, c'est-à-dire particulièrement polluantes) ou encore l'effacement, un processus qui consiste à éteindre certains équipements non indispensables pour une courte durée (exemple, à l'échelle d'une habitation : couper le chauffage électrique pendant 15 minutes ou repousser le lancement du lave-vaisselle).

Face à ces contraintes, les réseaux intelligents doivent permettre de passer de la solution de gestion de crise à celle de l'anticipation de celle-ci. Il s'agit d'utiliser les nouvelles technologies pour rationaliser et coordonner les différents usages énergétiques et diminuer ainsi la charge des consommations énergétiques sur le réseau, mais également pour gérer l'intermittence de certaines énergies (comme le solaire ou l'éolien) en l'absence de systèmes efficaces de stockage.

Le smart grid est un système électrique capable d'intégrer de manière intelligente les actions des différents utilisateurs, consommateurs et/ou producteurs afin de maintenir une fourniture d'électricité efficace, durable, économique et sécurisée.

La question du stockage de l'énergie constitue un maillon clé pour des smart grids efficaces.

Afin d'atteindre pleinement les objectifs du smart grid, de nombreux projets sectoriels sont actuellement en phase d'expérimentation.

4.4 Vers une synergie entre réseaux d'énergie

La communauté d'agglomération de Fontainebleau peut anticiper les évolutions des usages induites par la transition énergétique, telles que le raccordement de sources de production décentralisées intermittentes, ou l'alimentation des bornes de recharge des véhicules électriques en nombre croissant.

Ces évolutions appellent des adaptations des systèmes énergétiques, dont le coût ne pourra être maîtrisé qu'à condition d'optimiser et sécuriser davantage leur fonctionnement. C'est précisément la vocation des réseaux dits intelligents.

Par le recours simultané aux technologies numériques et électrotechniques, ils sont en mesure de procurer à la collectivité des solutions innovantes : des services avancés de livraison et d'évacuation d'énergie, mais aussi d'interaction en temps réel grâce à l'association de compteurs d'électricité et de gaz communicants. Le déploiement des réseaux intelligents représente, sur le plan national, une opportunité de développement économique chiffrée à plusieurs dizaines de milliers d'emplois.

L'interconnexion et le pilotage conjugué des réseaux d'électricité, de gaz, de chaleur et de froid, et la gestion active croisée des équipements qui leur sont raccordés, constituent également un champ à investir pour garantir l'équilibre offre/demande, par l'entremise de technologies émergentes telles que les solutions « power to gas » (susceptibles d'apporter, à terme, une réponse à la problématique du stockage de l'électricité excédentaire).

Les réseaux d'énergie intelligents, une des clés pour l'optimisation des infrastructures territoriales

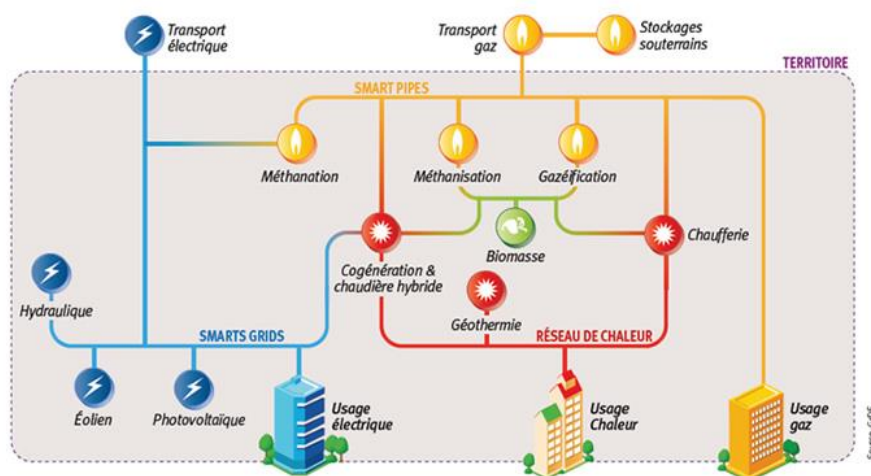


Figure 35 Schéma illustrant les synergies possibles entre les différents réseaux d'énergie - Source : GRDF

5. Focus résidentiel

Le secteur résidentiel représente le deuxième secteur de consommation d'énergie de la CAPF (42% de la consommation totale, Figure 36), et d'émissions de gaz à effet de serre (30% des émissions totales, Figure 37) derrière le secteur des transports. Le résidentiel fait donc office de secteur prioritaire pour la maîtrise de l'énergie et de ses émissions.

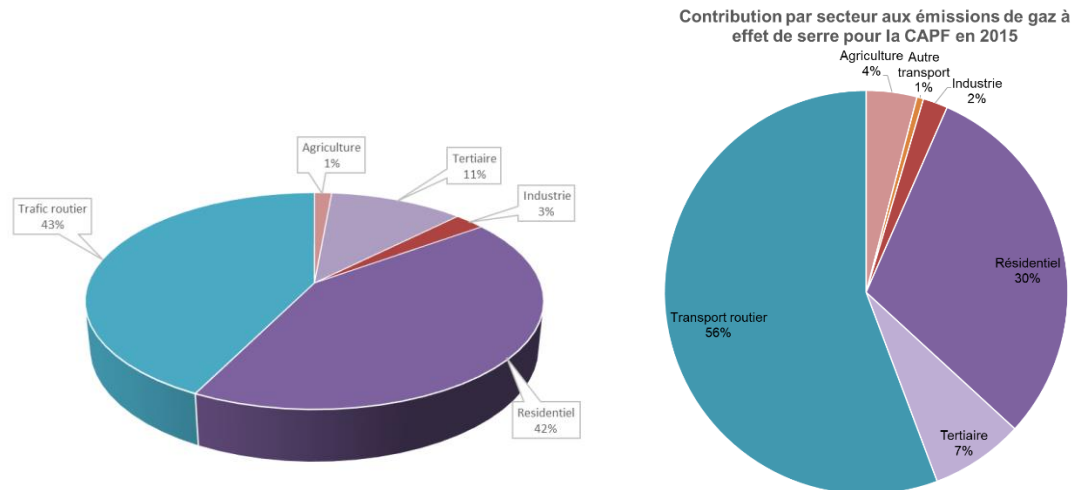


Figure 36 : Représentation des secteurs dans la consommation d'énergie finale de la CAPF en 2015 (source : ROSE)

Figure 37 : Représentation des secteurs dans les émissions de GES de la CAPF en 2015 (source : AIRPARIF)

Les analyses de cette partie se basent principalement sur les chiffres du parc des logements à l'échelle des communes de la CAPF, issus d'estimations de l'INSEE. Afin de faire ressortir les principaux enjeux de réduction de la consommation d'énergie et des émissions dans le secteur résidentiel, le croisement d'indicateurs correspondants aux thématiques suivantes a été effectué :

- L'âge du bâti
- L'approvisionnement en énergie des logements
- La typologie du parc de logements
- La facture énergétique des ménages

Pour chaque thématique, une analyse multicritère basée sur des indicateurs disponibles à l'échelle de chaque commune a été réalisée, afin de localiser les actions de rénovation énergétique sur le territoire.

5.1 État des lieux

5.1.1 Age du bâti

À l'échelle de la CAPF le parc résidentiel **peut être considéré comme ancien**, avec notamment 33 % des logements construits avant 1945 (contre 20% en moyenne Seine-et-Marne). Le parc est également plus ancien en moyenne que celui des communautés de communes voisines (Nemours : 29% de logements construits avant 1945, et Montereau, 26%). Un bâtiment ancien est souvent synonyme d'habitation énergivore et est à cibler en priorité pour effectuer des actions de rénovation efficaces. Nous remarquons que la part la plus forte des logements a été construite entre 1946 et 1970 (26%, Figure 38), une période antérieure aux premières réglementations thermiques (apparues en 1974).

Seul 16% du parc a été construit après 1990 et bénéficie d'une isolation de parois et vitrages plus performants, ainsi que d'équipements de production de chauffage et d'eau chaude plus efficaces (meilleur rendement à la suite des progrès technologiques).

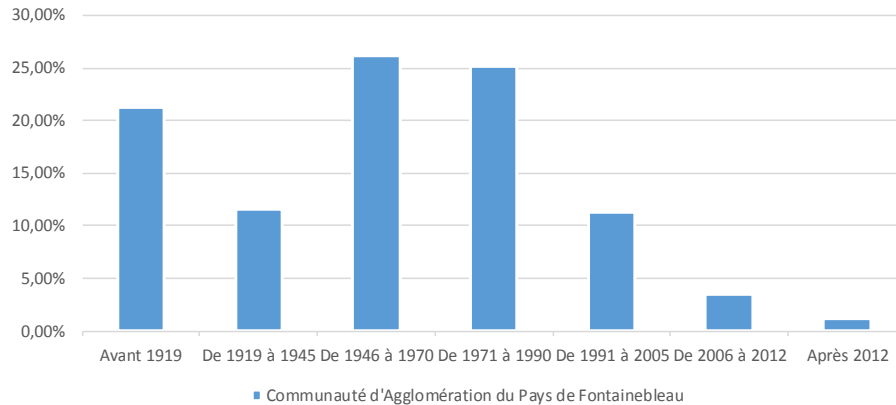


Figure 38 : Répartition de l'âge du bâti résidentiel de la CAPF. Source INSEE 2015

Afin de caractériser l'ancienneté du bâti par commune, nous utilisons les indicateurs disponibles suivants :

- La part de logements construits avant 1970 (Figure 40)
- L'âge moyen des logements (Figure 39)

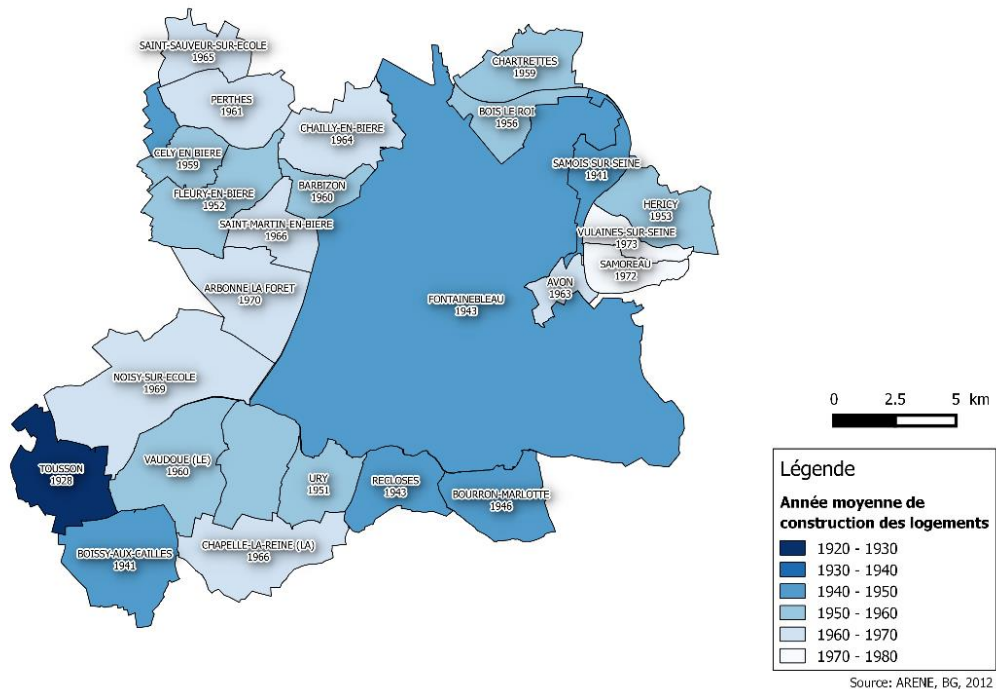


Figure 39 : Age moyen du parc résidentiel par commune de la CAPF

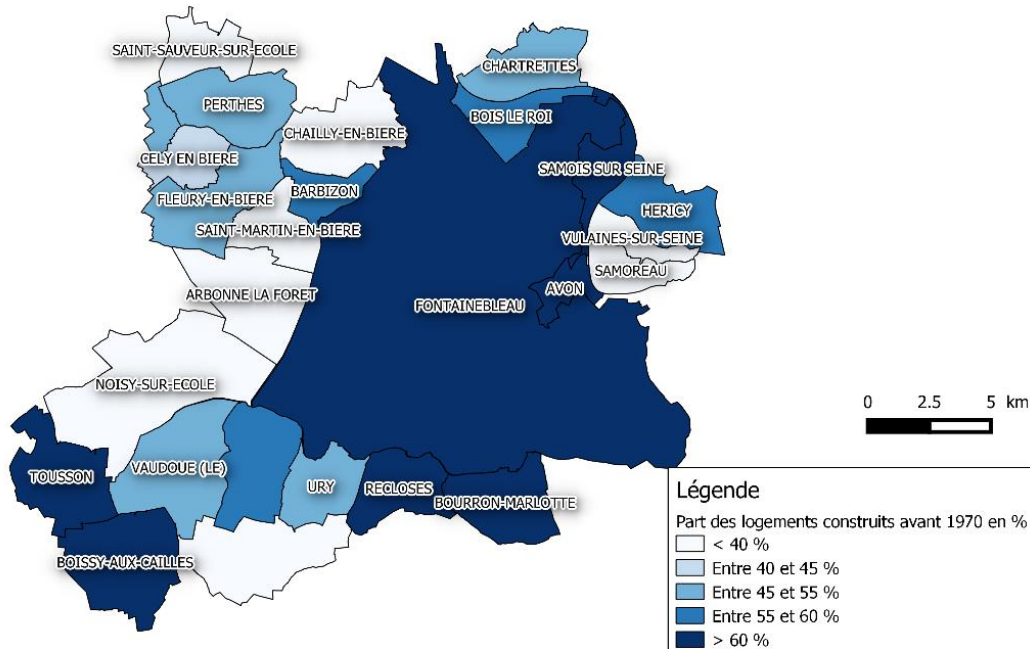


Figure 40 : Part de logements construits avant 1970 par communes

Fontainebleau et sa banlieue proche (Samois-sur-Seine, Avon) sont les communes qui possèdent le bâti le plus ancien en moyenne et en part de bâtiments antérieurs à 1970 (supérieur à 60% du bâti total). Les communes du sud de l'EPCI et en particulier Bourron-Marlotte, Recloses, Boissy aux cailles et Tousson sont les communes qui se distinguent également par une proportion de bâtis très anciens. Les communes de l'ouest et du Nord-Ouest de l'EPCI comme Arbonne-la-Forêt, Chailly-en-Bière et La Chapelle-la-Reine, possèdent un bâti un peu plus récent que la moyenne et une part de logements anciens plus faible.

Zone	Communes	Caractéristiques
1	Fontainebleau, Samois-sur-Seine, Avon	Les communes urbaines à forte densité de population possédant un bâti ancien
2	Bourron-Marlotte, Recloses, Boissy aux cailles et Tousson	Les communes du sud, en marge de l'agglomération possédant un bâti très ancien
3	Arbonne-la-Forêt, Chailly-en-Bière et La Chapelle-la-Reine	Les communes du Nord-Ouest, semi-rurales, possédant un bâti plus récent que la moyenne de la CAPF

Tableau 21 : Synthèse de l'analyse du thème "âge du bâti"

5.1.2 L'alimentation énergétique

À l'échelle de la communauté de commune, 26% des logements ont recours au chauffage électrique ce qui est en dessous de la moyenne française (30% des maisons individuelles et 28% des logements collectifs en France, source : Greenpeace).

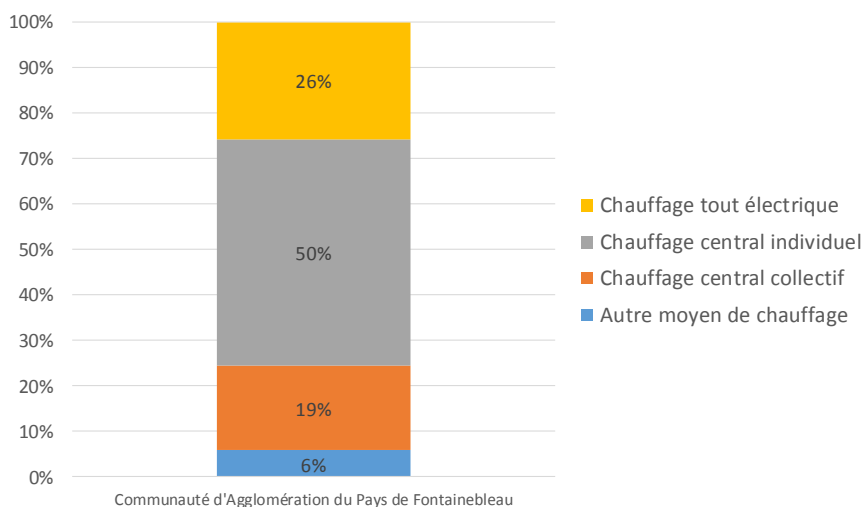


Figure 41 : Répartition du moyen de chauffage de la CAPF en 2015. Source : INSEE

Réduire la part de chauffage électrique est un enjeu important pour plusieurs raisons :

- Il y a nécessité de réduire la demande en électricité afin de favoriser l'insertion des productions d'énergies renouvelables sur le réseau, diminuer la dépendance à l'énergie nucléaire et assurer une transition énergétique.
- L'électricité est une énergie peu efficace pour le chauffage et très coûteuse à l'usage malgré un coût d'installation faible. Elle contribue ainsi à renforcer la précarité énergétique.
- C'est un frein à la rénovation énergétique des bâtiments. Le remplacement d'une installation électrique vers une installation exploitant une source d'énergie alternative est plus onéreux à mettre en place.

L'électricité est la seule énergie pouvant répondre à des besoins d'électricité spécifique (éclairage, ventilation, matériels informatiques, nouvelles technologies de communication) : il convient donc de prioriser ces usages au détriment du chauffage. Diminuer la part des énergies fossiles (gaz, fioul) dans le secteur résidentiel est une nécessité pour réduire les émissions de gaz à effet de serre qu'elles induisent. Toutefois, la perspective de développement de l'injection de biogaz dans le réseau de gaz naturel réduira l'impact de ce combustible. Le fioul doit donc être ciblé en priorité d'autant plus que la présence d'un réseau de chauffage central préexistant facilite la migration vers une autre source d'énergie.

Sur la Figure 41, la proportion de chauffage central collectif est due en grande partie au réseau de chaleur urbain de la ville d'Avon qui alimente plus de 1900 logements sur plus de 6 km. Ce réseau est aujourd'hui intégralement alimenté par des ressources fossiles (combustion du gaz et du charbon). Un fort enjeu est donc la conversion de ce réseau vers une alimentation en biomasse. Il fait actuellement l'objet d'études. Une extension du réseau de chaleur sur la commune de Fontainebleau permettrait une évolution significative du mix énergétique résidentiel de la CAPF. Concernant la valorisation locale des ressources, nous constatons également la présence de chaufferies à bois à Perthes et à La-Chapelle-la-Reine, mais ces unités contribuent faiblement aux besoins globaux du secteur résidentiel de ces communes.

Les indicateurs disponibles à l'échelle des communes permettant de caractériser l'approvisionnement énergétique sont :

- La part de chauffage électrique du parc résidentiel (Figure 42)
- La part théorique de chauffage au fioul du parc résidentiel (Figure 43)

- La consommation énergétique du résidentiel par commune rapporté au nombre de logements (Figure 44)

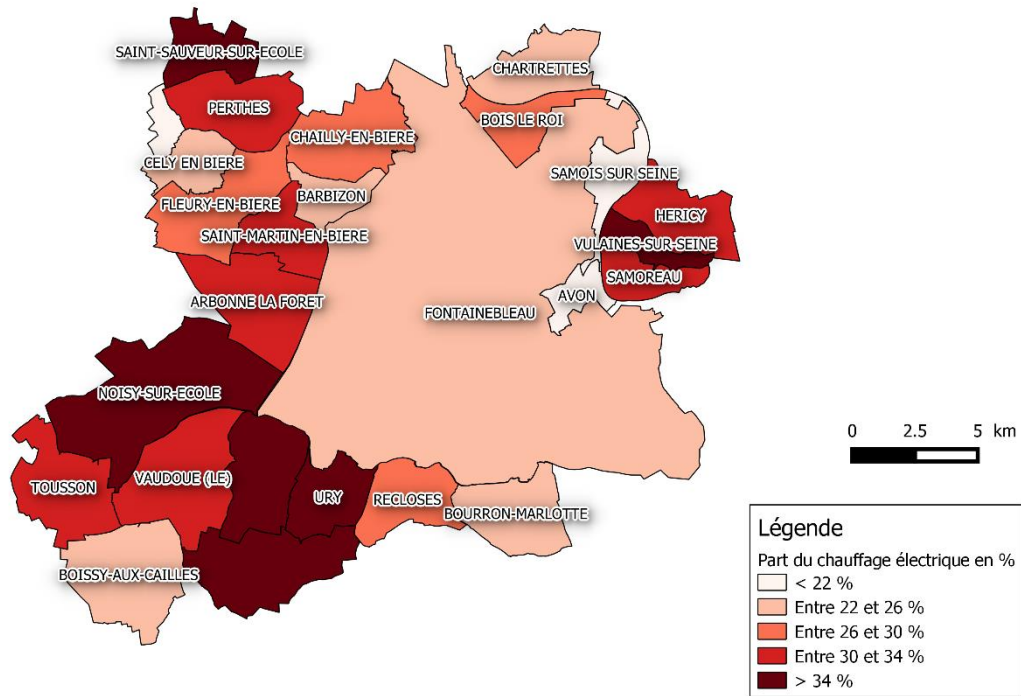


Figure 42 : Part du chauffage électrique dans les communes de la CAPF

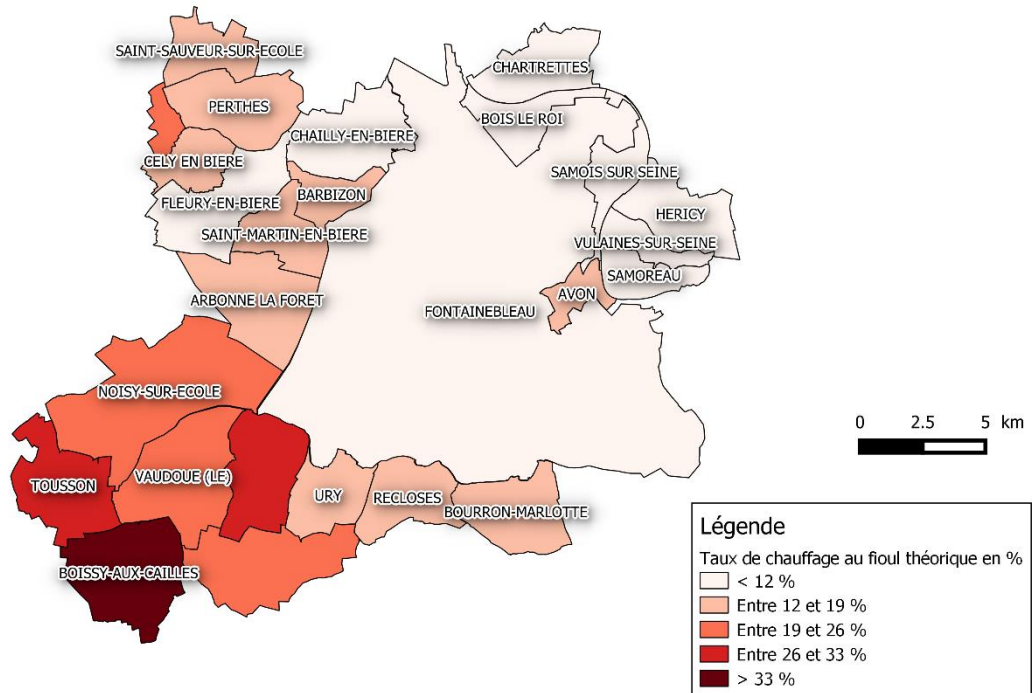


Figure 43 : Part théorique du chauffage au fioul dans les communes de la CAPF

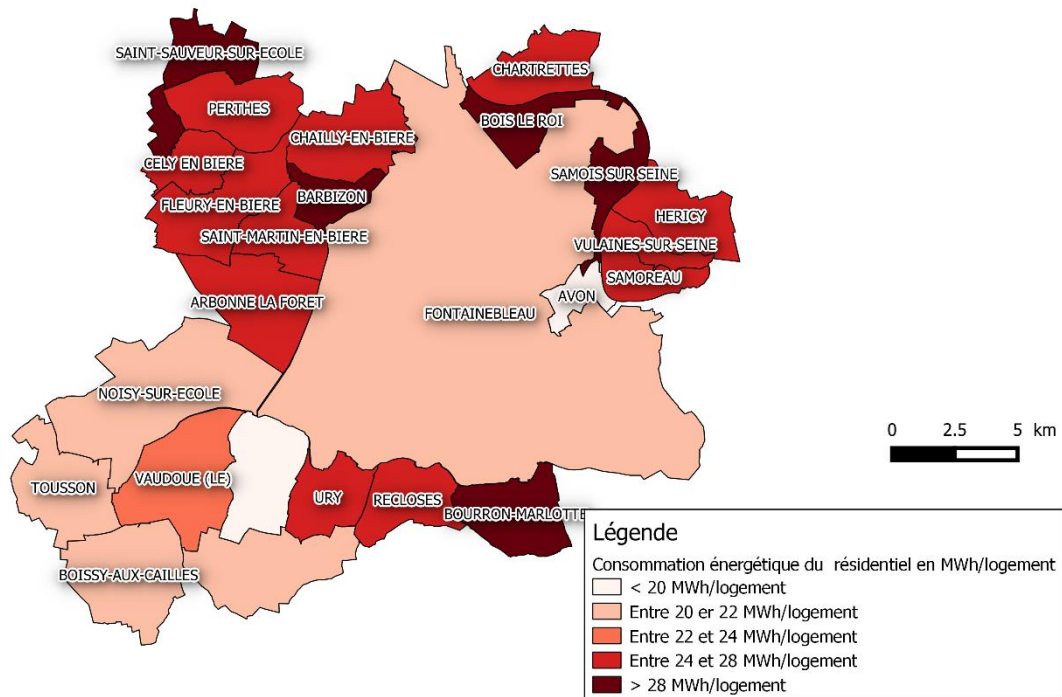


Figure 44 : Consommation énergétique du secteur résidentiel par logement (MWh/logement)

À l'échelle de la CAPF, nous constatons une consommation énergétique du résidentiel 10% plus élevée qu'en Seine-et-Marne (21.1 MWh/logement contre 19.1 MWh/logement). Ceci s'explique par l'ancienneté du bâti comme vu précédemment et par les modes de chauffages dont nous développons l'analyse ici.

Sans surprises, les communes du sud de la CAPF non-raccordées au réseau de distribution de gaz (notamment Boissy-aux-Cailles et Tousson) ont les plus forts taux de chauffage au fioul. Bien que la consommation énergétique du résidentiel y soit en dessous de la moyenne, il s'agit donc d'une zone prioritaire pour mener des actions de rénovation et d'évolution des installations de chauffage vers des modes plus efficaces et respectueux de l'environnement.

Les communes urbanisées du pôle de Fontainebleau ont peu recours au chauffage au fioul. La majorité des communes de l'EPCI a un taux de chauffage électrique assez important, excepté Fontainebleau, Avon, Samois-sur-Seine et Bois-le-Rois. Ceci s'explique par le réseau de chaleur d'Avon et pour Fontainebleau, Samois-sur-Seine et Bois-le-Rois, nous remarquons la prépondérance du gaz de ville comme moyen de chauffage du bâti résidentiel. La conversion des modes de chauffage électrique n'étant pas la tâche la plus aisée, le développement de projets de réseaux de chaleur ou de chaufferies collectives semble particulièrement pertinent face à ce constat. Malgré une consommation énergétique par logement plutôt faible, Fontainebleau et Avon comprennent environ 50% des logements de la CAPF et 50% de sa consommation en énergie pour le résidentiel. Il s'agit donc de zones prioritaires pour mener des actions de rénovation énergétiques afin de faire baisser globalement le poids du secteur résidentiel dans la CAPF.

Les villes de Noisy-sur-École, La-Chapelle-La-Reine, Achères-La-Forêt ou encore Ury possèdent des taux de chauffage électrique les plus importants, au-dessus de la moyenne de la CAPF et nationale, mais ont une consommation énergétique de leur secteur résidentiel modérée. Il ne s'agit donc pas de zones prioritaires pour l'évolution du mix énergétique.

Zone	Communes	Caractéristiques
1	Boissy-au-Cailles, Tousson, Noisy-sur-Ecole, Le Vaudoué, La-Chapelle-La-Reine, Ury	Les communes du sud à dominante rurale. Un fort taux de chauffage au fioul et de chauffage électrique. Une consommation moyenne par logement variable.
2	Arbonnes-La-Forêt, Saint-Martin-en-Bière, Fleury-en-Bière, Gely-en-Bière, Saint-Sauveur-Ecole, Saint-Germain-Ecole, Perthes	Les communes du nord-ouest : Une forte proportion de logements chauffés à l'électrique et une consommation du résidentiel par logement élevée
3	Fontainebleau, Samois-sur-Seine et Bois-le-Rois	Les communes à urbaines caractérisées par une alimentation importante en gaz naturel, avec un potentiel de développement de mode de chauffages collectifs
4	Avon	Commune avec un réseau de chaleur performant mais une nécessité d'évolution à long terme vers une énergie décarbonée

Tableau 22 : Synthèse de l'analyse du thème "approvisionnement en énergie"

5.1.3 Typologie de l'habitat

L'examen de la nature et des spécificités du bâti est un facteur qui oriente les actions de rénovation énergétique dans le secteur résidentiel. La répartition du type de logements construits avant 1990 nous montre une proportion de logements collectifs et individuels bien différente de la moyenne française (71.7 % dans la CAPF contre 56 % de logements individuels en France et 28.5 % dans la CAPF contre 44% pour les logements collectifs).

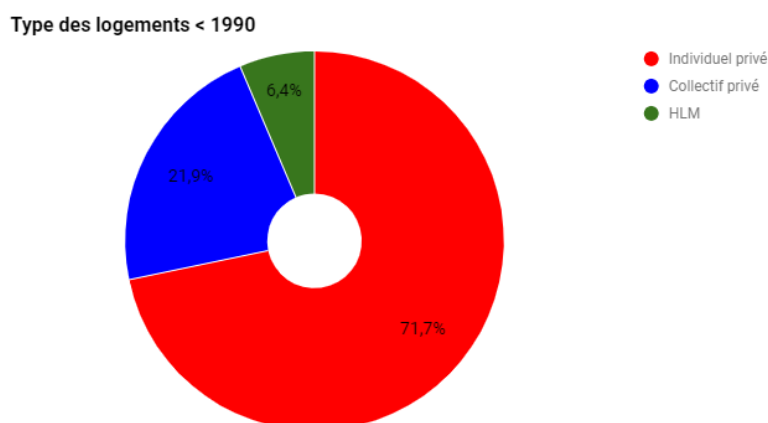


Figure 45 : Répartition des logements construits avant 1990, par type, sur la CAPF. Source : Batistato, 2014

La typologie globale du bâti est donc assez défavorable sur la CAPF car l'habitat individuel est le secteur le plus difficile à rénover du fait du coût des travaux à supporter pour le propriétaire. Il a également une consommation unitaire supérieure au logement collectif comme le montre la Figure 46.

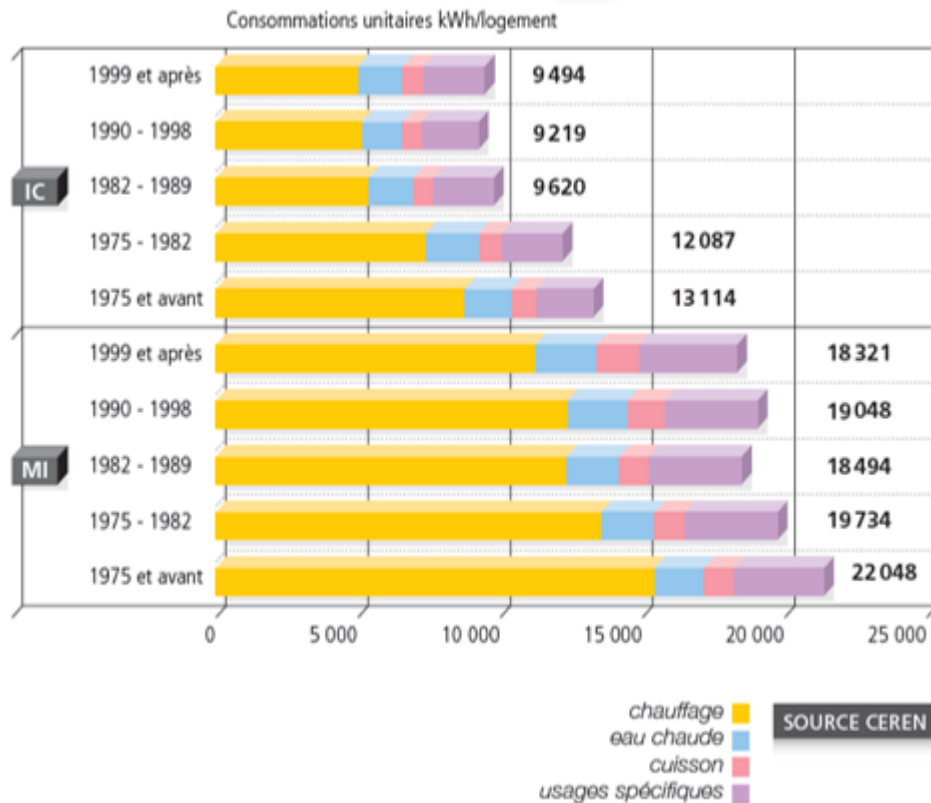


Figure 46 : Consommations moyennes par type de logement : maisons individuelles (MI), immeubles collectifs (IC) par période de construction. Source : CEREN

Le nombre important de logements individuels est le signe que l'accent doit être mis sur l'encadrement de l'initiative privée pour la rénovation. Au niveau qualitatif, nous constatons une forme traditionnelle du bâti préservées avec peu d'étalement urbain et la présence d'un habitat de qualité (grandes maisons avec patrimoine vernaculaire...) dans un bon nombre de communes. La dynamique de construction est très localisée : Selon le PLH de la CAPF publié en 2015, 75% des constructions neuves concerneront la commune de Fontainebleau.

La part de logements sociaux est également un paramètre favorable aux actions de rénovations énergétiques, grâce à la possibilité d'effectuer des travaux centralisés efficaces, et de bénéficier de programmes d'aide à la rénovation. Dans la CAPF, la part de logements sociaux est globalement faible (8% des logements contre 16% pour la moyenne départementale). On distingue néanmoins 3 communes qui possèdent sur leur territoire une part non-négligeable de logements sociaux : Avon (14%), Fontainebleau (12%) et La Chapelle-la-Reine (19%). En valeur absolue, la grande majorité des logements du parc se situe à Avon et à Fontainebleau.

L'analyse du thème "typologie de l'habitat" est réalisé grâce aux indicateurs disponibles suivants :

- Le nombre de logements par communes (Figure 47)
- La part de logements sociaux du parc de logement (Figure 48)
- La part de maisons du parc de logement (Figure 49)

- La part de maisons de propriétaires de logements (Figure 50)

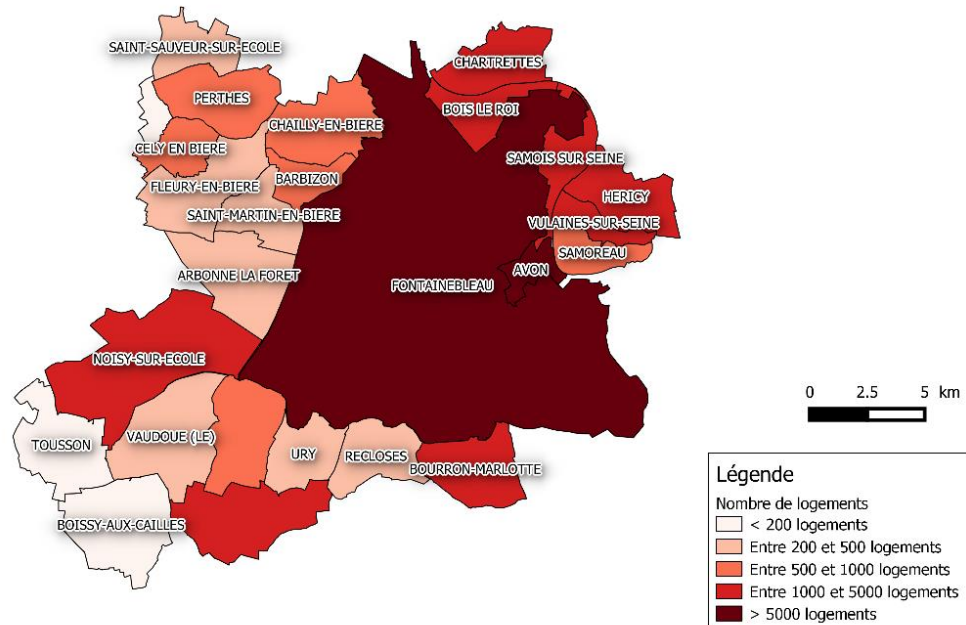


Figure 47 : Nombre de logements

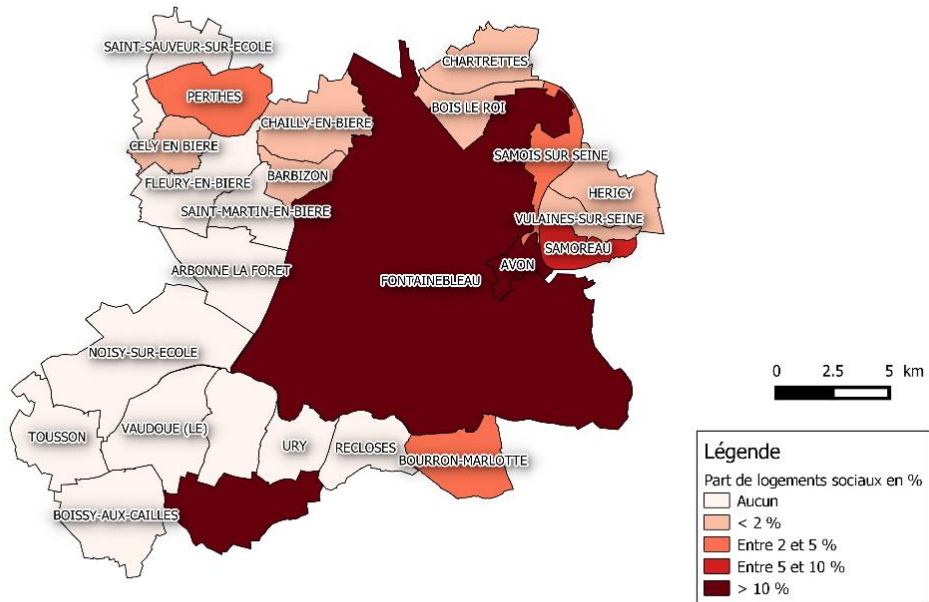


Figure 48 : Part des logements sociaux

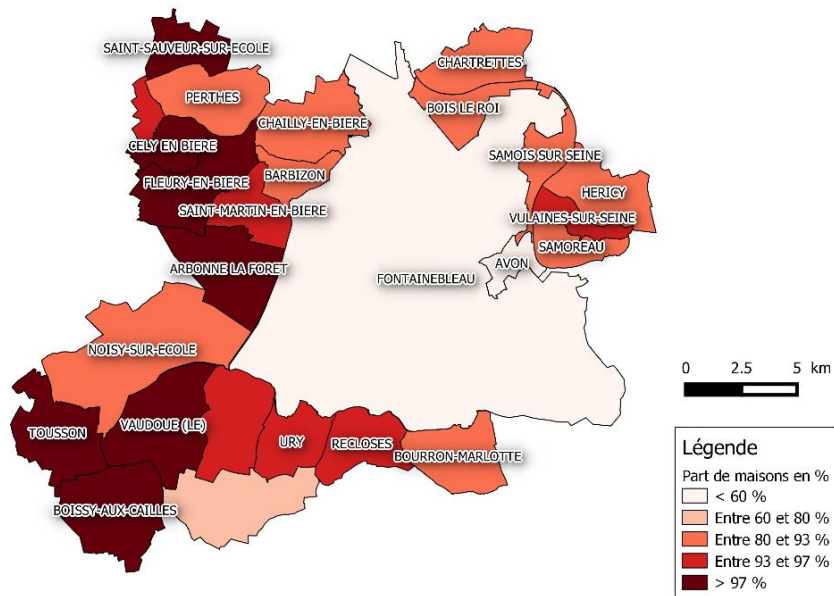


Figure 49 : Part des maisons en %

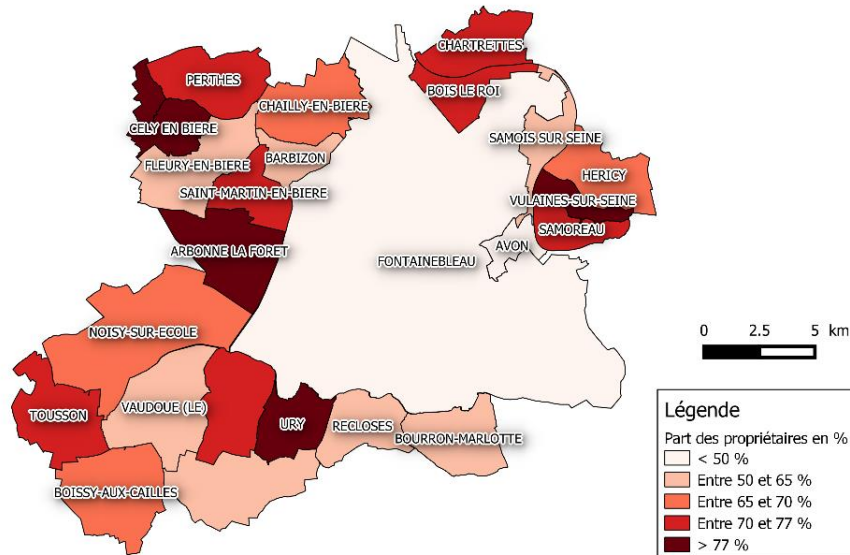


Figure 50 : Part des propriétaires en %

La CAPF se caractérise par un contraste marqué entre des zones urbaines à forte densité de population et des zones rurales. 8 des 21 communes du territoire concentrent 70% du parc de logement de la CAPF (Fontainebleau et ses communes limitrophes et La-Chapelle-La-Reine). Le territoire se distingue par un important accès à la propriété, paramètre qui est corrélé avec la part de maisons par communes. Les communes de Fontainebleau et Avon possèdent une part faible de maisons, respectivement de 25% et de 26%. La surface généralement plus importante des maisons individuelles en fait une forme d'habitat plus difficile à rénover que les appartements à gain énergétique égal. Toutefois, le fonctionnement en copropriété dans le parc de logement collectif peut également devenir un important frein à l'entreprise de travaux.

La part de propriétaires des logements peut être considéré comme un facteur facilitant l'entreprise de travaux de rénovation énergétique. Nous remarquons que les communes du sud et du nord-ouest de l'EPCI possèdent un parc important de maisons dont les habitants sont propriétaires (au-delà de 70% des résidents). Il s'agit d'un facteur facilitateur dans des zones où le bâti est très ancien comme vu précédemment, et avec des logements vastes (80% des logements de ces communes sont des T4 ou plus).

Zone	Communes	Caractéristiques
1	Fontainebleau, Avon, La-Chapelle-la-Reine	Les communes urbanisées possédant un parc de logements sociaux collectifs et un nombre important d'appartements
2	Samoreau, Vulaine-sur-Seine, Hericy, Samois-sur-Seine, Bois-le-Rois, Chartrettes	Les communes de la banlieue de Fontainebleau, assez denses et présentant une forte proportion de maisons

3	Saint-Martin-en-Bière, Fleury-en-Bière, Perthes, Ury, Arbonnes-La-Forêt...	Les communes du Sud et de l'Ouest de l'EPCI à dominante rurale, peu denses et présentant un fort taux d'accès à la propriété
----------	--	--

Tableau 23 : Synthèse de l'analyse du thème "typologie de l'habitat"

5.1.4 Facture énergétique

Un paramètre important dans la priorisation des actions de rénovation dans le secteur résidentiel est le budget des ménages pour subvenir à leur besoin en énergie. Le taux d'effort énergétique est un marqueur de l'état de précarité énergétique. La précarité énergétique est définie par la loi Grenelle II de juillet 2010 comme la difficulté qu'éprouve une personne dans son logement "à disposer de la fourniture nécessaire à la satisfaction de ses besoins élémentaires en raison de l'inadaptation de ses ressources ou de ces conditions d'habitat".

Le taux d'effort énergétique est calculé sur la base de la facture énergétique (hors coût énergétique du transport) estimée des ménages, rapportée au revenu médian de ceux-ci par unité de consommation et par commune. Le ménage est considéré en situation de précarité énergétique lorsqu'il consacre **plus de 10% de son revenu** au paiement de la facture énergétique de son logement. L'intérêt d'un tel indicateur permet de cibler les territoires vulnérables à l'augmentation du prix des énergies.

La consommation d'énergie dans l'habitat est établie au tarif moyen en 2018 grâce à différentes sources (voir Tableau 24) ainsi qu'aux revenus médians communiqués par l'INSEE issus du recensement de 2015, moyennées et pondérées par unité de consommation.

	Chauffage urbain	Bois-énergie	Produits pétroliers	Électricité	Gaz
Coût du kWh TTC (Abonnement compris)	0,06 € / kWh	0,058 € / kWh	0,119 € / kWh	0,132 € / kWh	0,077 € / kWh

Tableau 24 : Prix des agents énergétiques en 2018. Sources : Prioriterre, Base PEGASE, SCDC, ADEC, Réseau de chaleur de Chambéry

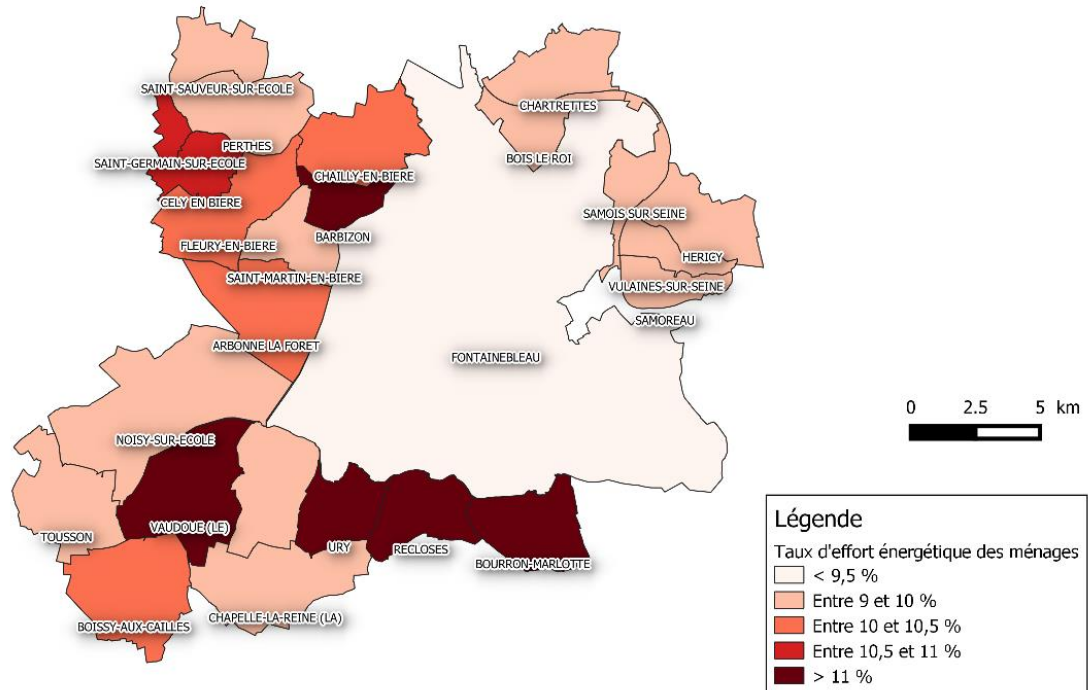


Figure 51 : Taux d'effort énergétique des communes de la CAPF. Source : INSEE 2015

Plus de la moitié des communes de la CAPF ont un taux d'effort énergétique moyen dépassant 10% : Boissy-aux-Cailles, Arbonne-la-Forêt, Fleury-en-Bière, Saint-Martin-en-Bière, Chailly-en-Bière, Saint-Germain-sur-Ecole, Perthes, Cely-en-Bière et Barbizon, Le Vaudou, Ury, Recloses et Bourron-Marlotte. Il s'agit intégralement des communes à dominantes rurales. Elles possèdent toutes un revenu médian par unité de consommation élevé (supérieur à 25 k€ par an) et sont donc en situation de précarité énergétique en raison des factures énergétiques importantes des ménages. Ceci est dû au nombre très important de "passoires thermiques", bâtis très anciens localisés dans ces zones. Des programmes de rénovation simple et d'isolation des bâtiments de ces zones sont à l'étude d'après le PLH publié en 2016. Par exemple, Barbizon possède le taux d'effort le plus important de la CAPF (15.9%) mais il en est de même pour le revenu médian (31 k€) et de la facturation par ménage (5026€ par an). La précarité énergétique n'est donc pas due en général à la précarité économique des ménages. Avon et Fontainebleau et La-Chapelle-la-Reine possèdent des revenus médians faibles à l'échelle de l'EPCI (inférieurs à 22 k€/an). Leur facture énergétique est également faible, ce qui engendre un taux d'effort moyen faible.

Communes	Facturation par ménage (€)	Revenu médian par ménage (€)	Taux d'effort énergétique (%)
ACHERES-LA-FORET	2667	27992	9,5
ARBONNE LA FORET	2608	25867	10,1
AVON	1739	21851	8,0
BARBIZON	5026	31694	15,9
BOIS LE ROI	2824	30424	9,3
BOISSY-AUX-CAILLES	2704	26839	10,1
BOURRON-MARLOTTE	3041	25575	11,9
CELY EN BIERE	2988	28001	10,7
CHAILLY-EN-BIERE	2686	25605	10,5
CHAPELLE-LA-REINE (LA)	2198	22031	10,0
CHARTRETTES	2630	28674	9,2
FLEURY-EN-BIERE	3131	30843	10,2
FONTAINEBLEAU	2166	24405	8,9
HERICY	2542	27311	9,3
NOISY-SUR-ECOLE	3028	31536	9,6
PERTHES	2559	26163	9,8
RECLOSES	3055	27348	11,2
SAINT-GERMAIN-SUR-ECOLE	2806	26627	10,5
SAINT-MARTIN-EN-BIERE	3102	31611	9,8
SAINT-SAUVEUR-SUR-ECOLE	2929	30565	9,6
SAMOIS SUR SEINE	3034	30448	10,0
SAMOREAU	2546	27760	9,2
TOUSSON	2461	25156	9,8
URY	2875	25853	11,1
VAUDOUE (LE)	3075	26962	11,4
VULAINES-SUR-SEINE	2644	28256	9,4

Figure 52 : Taux d'effort, facture énergétique et revenu médian par communes de la CAPF en 2015

Nous remarquons enfin une certaine corrélation entre la consommation du résidentiel par logement par commune et la carte du taux d'effort énergétique, preuve que l'approvisionnement énergétique et les caractéristiques du bâti sont la première cause des taux de précarité énergétique élevés.

Zone	Communes	Caractéristiques
1	Les communes rurales du sud et de l'ouest	Un taux d'effort signe de précarité en raison d'un bâti et de modes de chauffage très énergivores
2	Fontainebleau, Avon, La Chapelle-la-Reine	Les communes urbaines aux revenus médians plus faible mais avec une facture énergétique maîtrisée

Tableau 25 : Synthèse de l'analyse typologique "précarité énergétique"

5.2 Synthèse et préconisations

En croisant les différents thèmes d'études, des zones caractéristiques du territoire se dégagent :

- Les zones densément peuplées de Fontainebleau, sa banlieue et La Chapelle-la-Reine : Le bâti y est ancien avec une proportion importante de logements collectifs (dont parc HLM) et de tailles raisonnables (appartements) où la part de locataires est importante. Concernant le moyen de chauffage, l'alimentation en gaz de ville est prépondérante. Bien que la facture énergétique de ces territoires soit maîtrisée, le développement de nouveaux réseaux de chaleur collectif et la migration d'unités de production basées sur les énergies fossiles vers des modes renouvelables (biomasse, chaufferie bois) est pertinent. Il y a en effet un réel enjeu d'utilisation de la ressource locale en bois sur ce territoire.
- Les communes rurales du sud de la CAPF : le bâti y est très ancien, composé essentiellement de maisons de grande taille dont les occupants sont propriétaires. Le mode de chauffage au fioul est prépondérant en raison de l'ancienneté du bâti et de l'absence de raccordement au réseau de gaz de certaines communes. Ces zones doivent donc être ciblées en priorité pour des travaux de rénovation et d'évolution du mix énergétique. Le taux d'effort des ménages y est très élevé en raison d'une facture énergétique peu maîtrisée.
- Les communes rurales de l'ouest de la CAPF : le bâti, bien que relativement ancien y est plus récent qu'au sud. La part de chauffage électrique y est plus importante et nous constatons également une forte facture énergétique des logements, majoritairement des maisons avec des occupants propriétaires. Les logements restent tout de même anciens avec un potentiel de rénovation certain pour une meilleure maîtrise de la facture énergétique.

6. Focus sur le trafic routier

Les transports routiers représentent le secteur le plus énergivore de la CAPF (Figure 53) et le plus émetteur de gaz à effet de serre (Figure 54) avec un poids encore plus important (49%). La comptabilisation du trafic routier par la méthode d'Airparif concerne le passage des véhicules sur le territoire (et non les déplacements des habitants de la CAPF). Ainsi, tout comme les territoires voisins de Nemours et de Montereau-Fault-Yonne, la présence d'axes majeurs, en l'occurrence l'autoroute A6, contribue fortement à la consommation énergétique et aux émissions de GES de ce secteur.

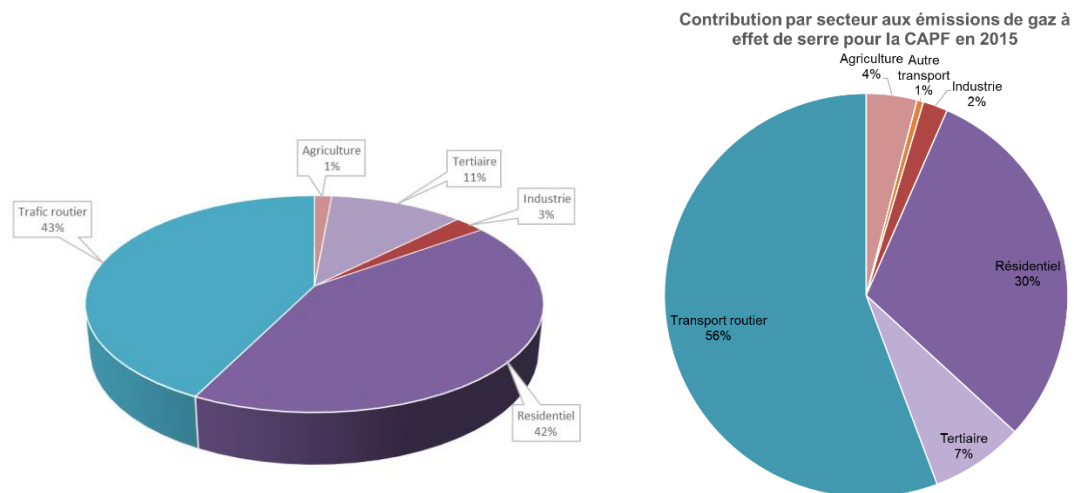


Figure 53 : Consommation énergétique de la CAPF par secteur en 2015

Figure 54 : Émissions de GES de la CAPF par secteur en 2015

Le territoire compte tenu de sa situation géographique, se caractérise par un fort usage de la voiture personnel, prépondérant dans les déplacements de courte, moyenne ou longue distance. Il s'agit également du mode privilégié pour la majorité des déplacements domicile-travail des actifs. Il s'agit du segment à plus fort potentiel pour diminuer la consommation énergétique globale et les émissions de gaz à effet de serre. La question des migrations pendulaires sera abordée dans la suite de cette partie (statistiques INSEE et données PDU).

6.1 État des lieux

6.1.1 Intensité énergétique des transports routiers

La Figure 55 ci-dessous illustre la consommation d'énergie finale du transport routier par commune sur le territoire de la CAPF.

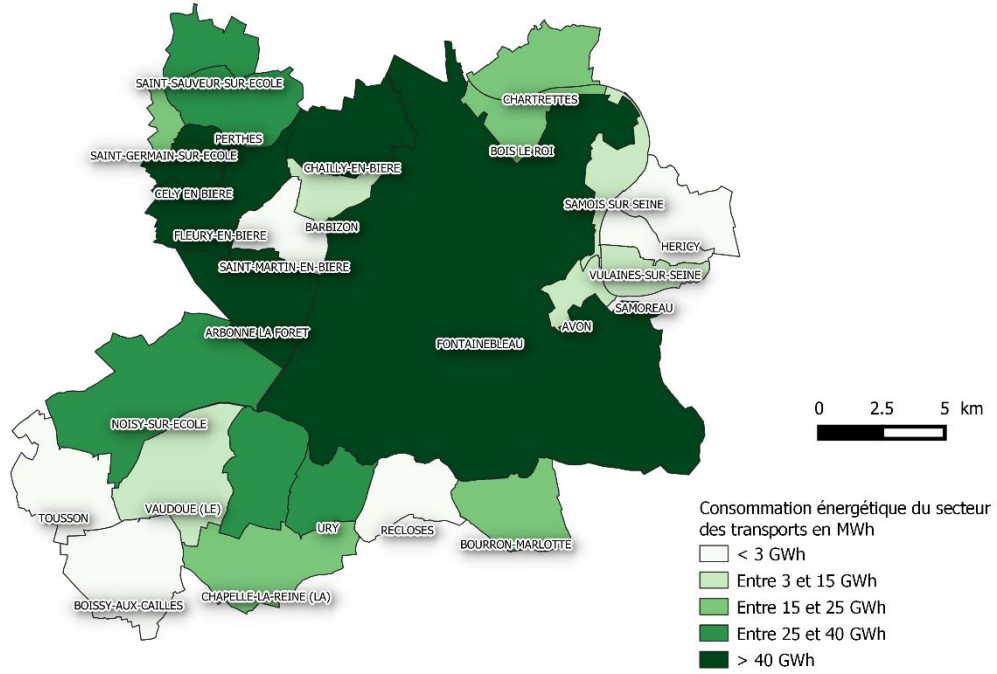


Figure 55 : Consommation énergétique du transport routier par communes sur la CAPF

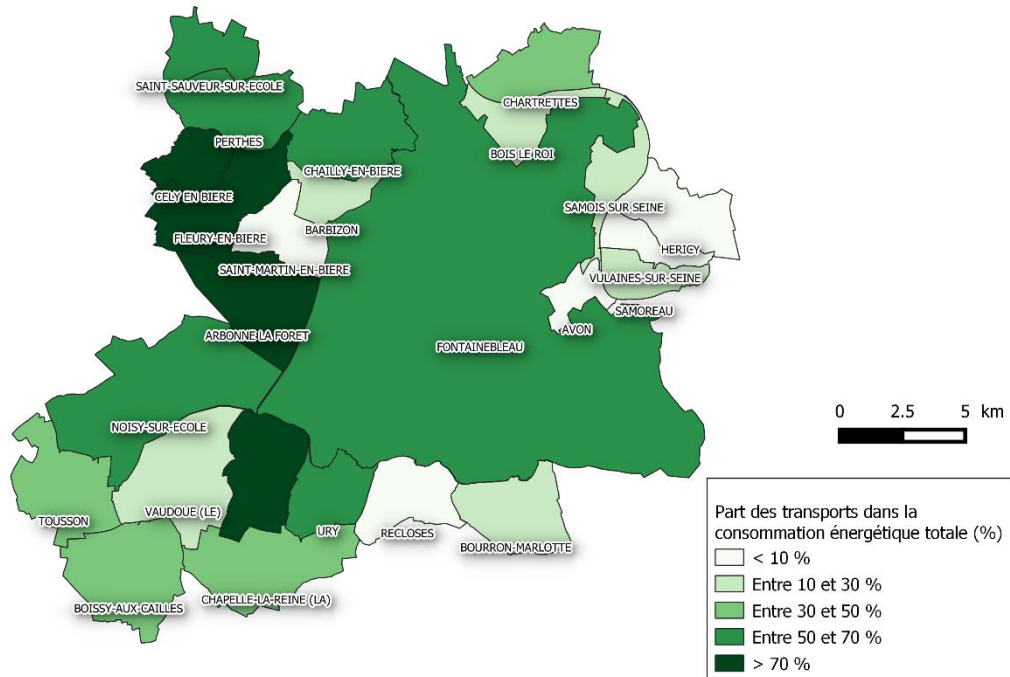


Figure 56 : Part des transports routiers dans la consommation d'énergie totale de la CCPN

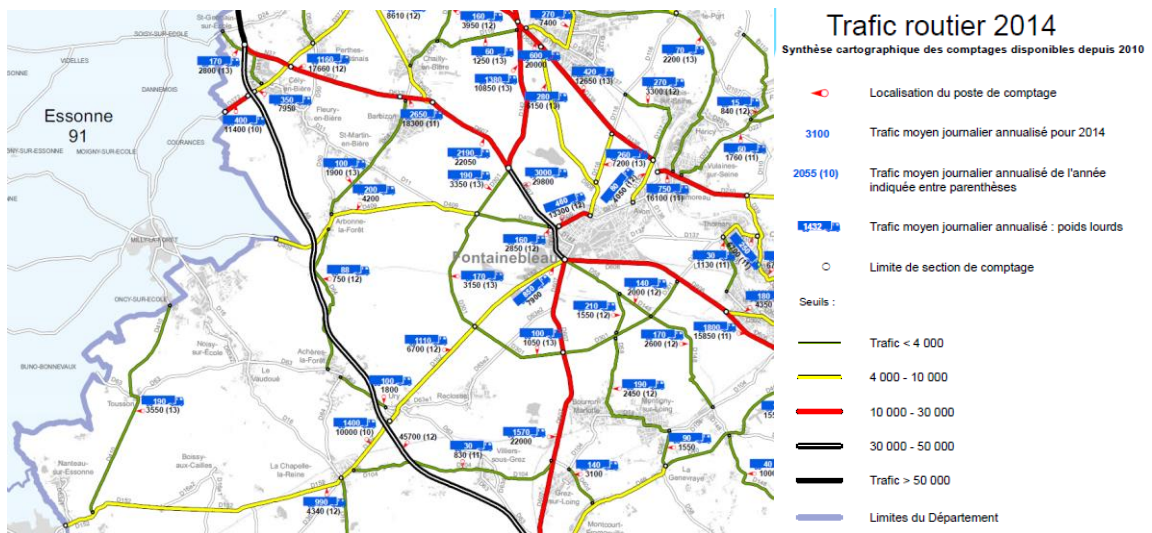


Figure 57 : Trafic routier de la CAPF en 2014. Source : Département de Seine-et-Marne - SIG – DPR

Sans surprises, nous observons que les communes où le transport routier a un fort impact sont celles traversées par les deux principaux axes : l'autoroute A6, mais également les départementales D607 et la D637 avec une forte fréquentation (supérieure à 18 000 véhicules par jour annualisé) au niveau de Cely-en-Bière en encore Chailly-en-Bière. Nous relevons aussi une proportion importante de poids lourds (supérieure à 10% du trafic total) sur la D142 reliant Fontainebleau à Melun et sur les D607 et D637. À l'échelle de la CAPF, Fontainebleau et sa banlieue font office d'étoile routière, qui concentre les principaux axes alimentant le territoire. Nous constatons que les communes rurales du Nord-Ouest de la CAPF possèdent un secteur des transports au poids très fort (supérieur à 70% de la consommation énergétique de la commune).

6.1.2 Mode de transport des actifs

6.1.2.1 Analyse à l'échelle de la communauté d'agglomération

La CAPF est un territoire dont la partie majeure du trafic routier est due au transit (autoroute A6), segment sur lequel il est difficile d'agir. Le principal potentiel d'atténuation du secteur des transports concerne la mobilité des habitants de la CAPF. La mobilité des actifs est un segment dont les données sont les plus simples à obtenir et assez stables. Les données étudiées dans ce paragraphe viennent essentiellement de l'INSEE et sont déclaratives : il convient d'effectuer une analyse prudente de celles-ci.

Près de la moitié des actifs de la CAPF (37%) y travaillent également. De plus, 25% des actifs du territoire travaillent à Paris ou en banlieue proche. Selon l'INSEE, 65% de ces derniers déclare se rendre au travail en voiture.

Nous notons que la part d'utilisation des modes autres que la voiture (TC, modes doux...) n'augmente que faiblement (39%) pour un lieu de destination au sein même de la commune de résidence des actifs. Pour ces déplacements relativement courts, l'usage de la voiture reste prépondérant.

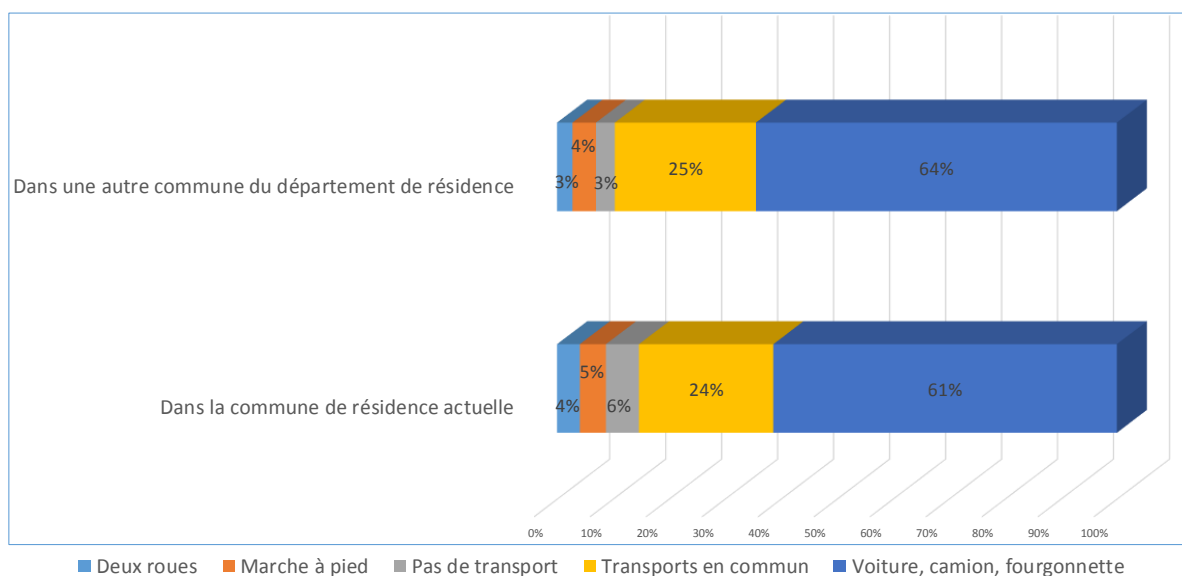


Figure 58 : Moyens de déplacements privilégiés des actifs de la CAPF (source : INSEE 2014)

6.1.2.2 Analyse à l'échelle des communes

Une étude de la mobilité des actifs par communes (Figure 59) met en évidence une utilisation légèrement plus importante des transports en commun pour les villes possédant une gare, se situant sur la ligne du transilien R : Fontainebleau, Vulaines-sur-Seine, Chartrettes, Bois-le-Rois et Avon. Les communes à dominante rurale en marge du pôle d'attractivité de Fontainebleau ont logiquement une utilisation plus intensive du véhicule individuel. Certaines communes les plus peuplées de la CAPF comme La Chapelle la Reine utilisent quasi-intégralement la voiture pour les migrations pendulaires. La proximité et la facilité d'accès à l'autoroute A6, en particulier pour les actifs de l'Ouest et du Sud de la CAPF, est un facteur incitatif à l'utilisation du véhicule personnel.

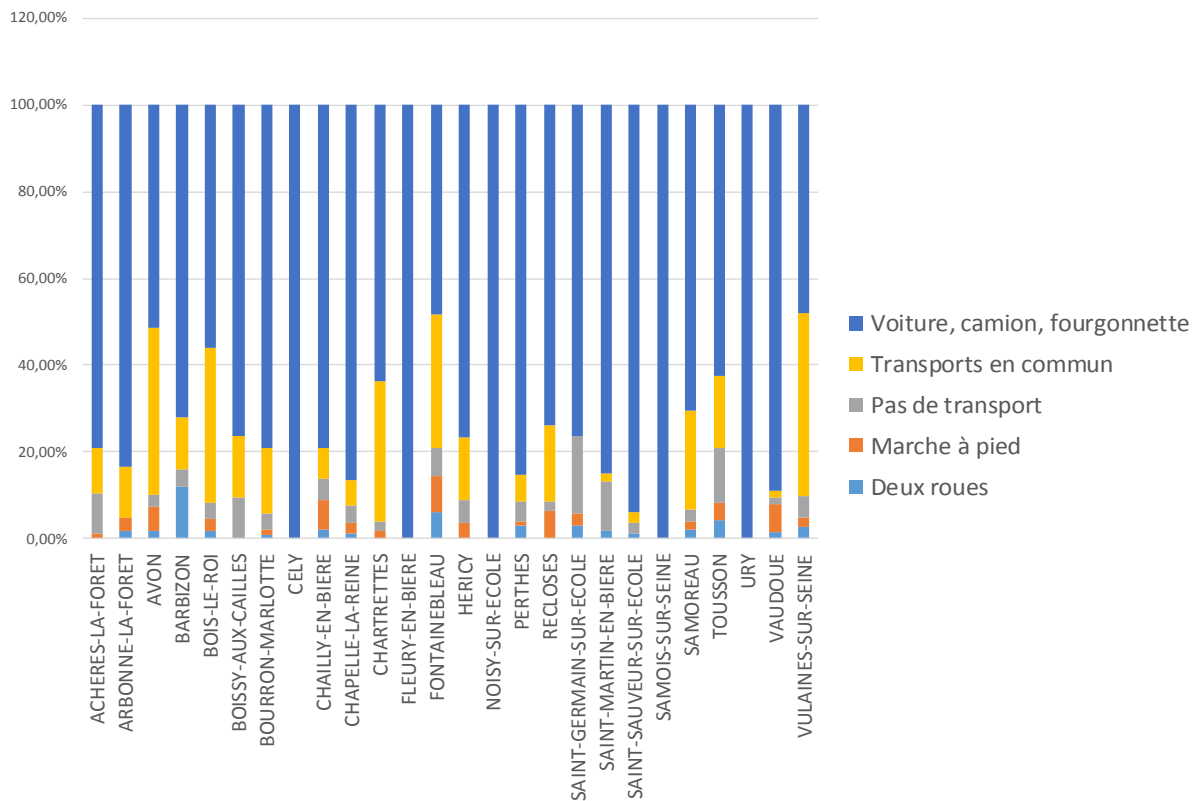


Figure 59 : Déplacement des actifs de la CAPF toutes destinations

L'examen des déplacements des actifs travaillant dans leur commune de résidence (Figure 60) met en évidence des transports en commun plus largement utilisés dans les communes de Le Vaudoie, Hericy, ou encore La Chapelle la Reine. Le recours à la marche à pied et à la mobilité deux roue (vélo, cyclo-moteur) est faiblement cité ou souvent absent parmi les actifs sondés sur des distances qui pourtant s'y prêtent.

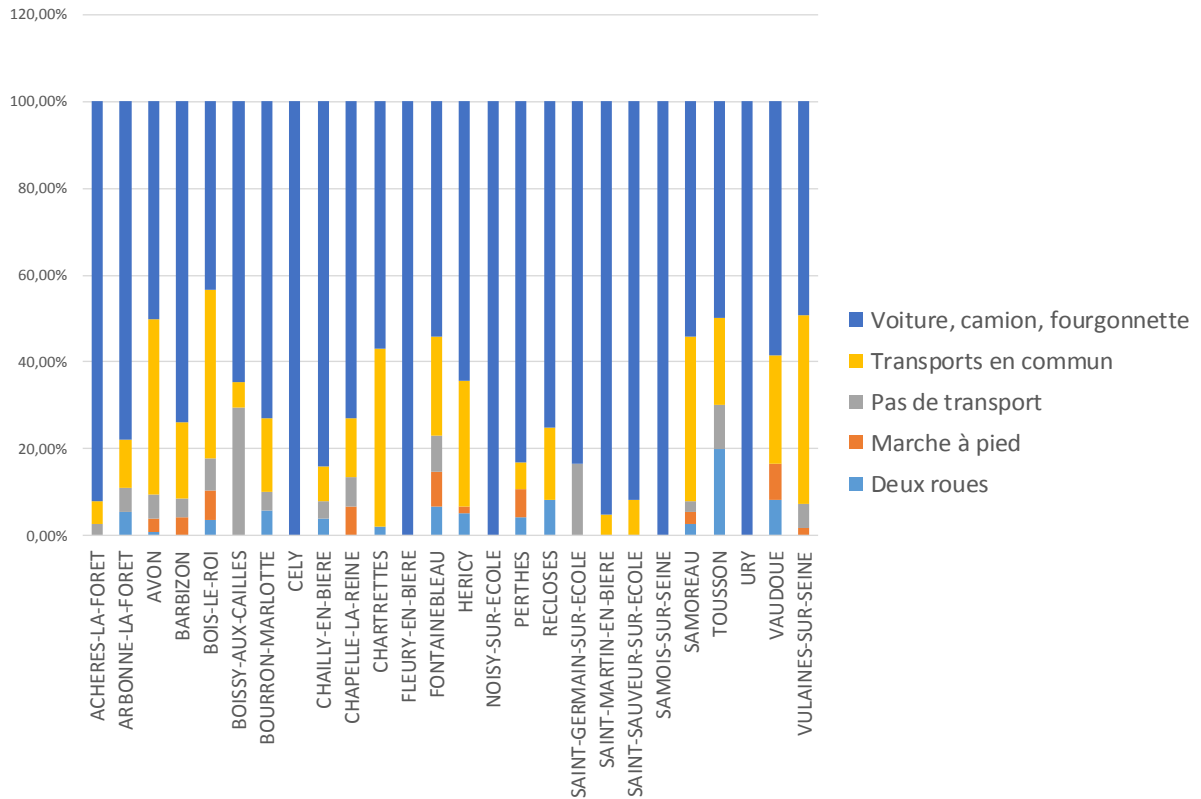


Figure 60 : Déplacement des actifs de la CAPF dans la commune de résidence

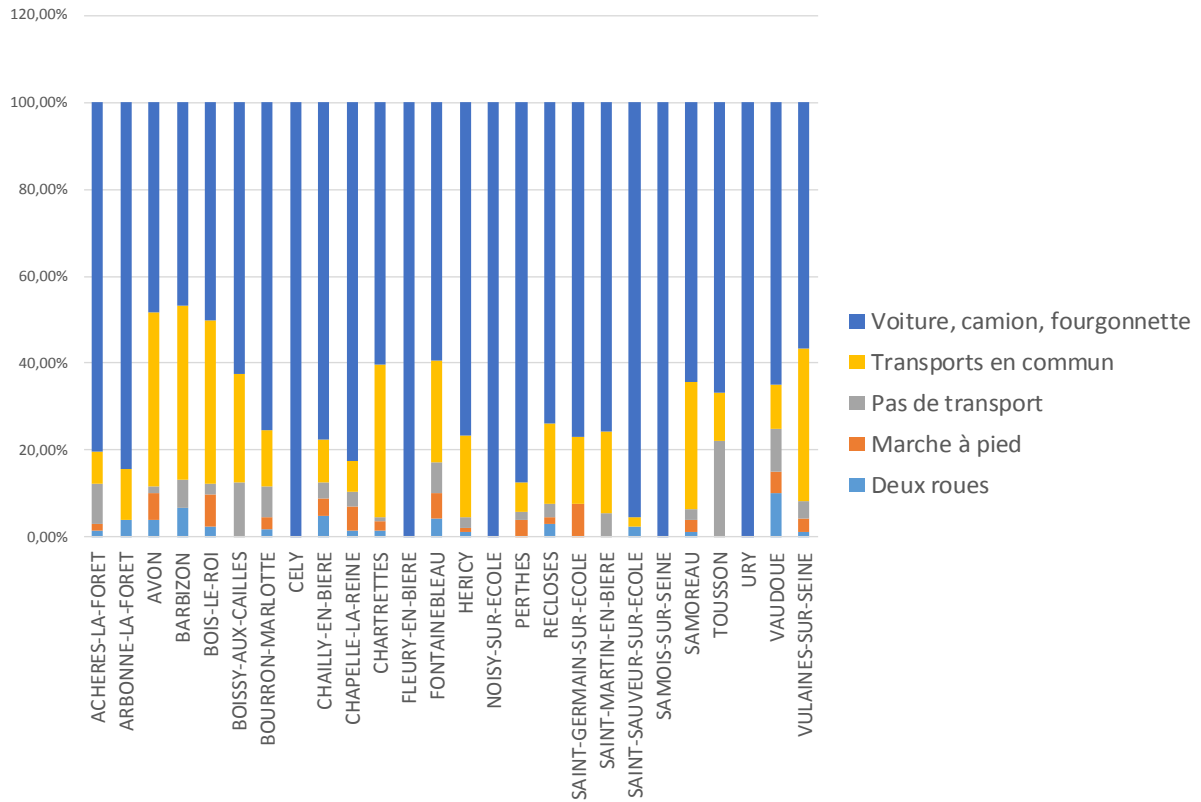


Figure 61 : Déplacement des actifs de la CAPF dans une autre commune du département de résidence

La Figure 61 concernant les déplacements des actifs travaillant sur leur commune de résidence, est très proche de celle travaillant dans les autres communes. Nous remarquons que seules les communes suivantes de Tousson, Le Vaudou, Bois-le-Rois, Hericy et La-Chapelle-la-Reine ont une légère augmentation du recours aux modes doux pour les déplacements intracommunaux.

6.1.1 Équipement automobile des ménages

L'équipement automobile des ménages, à savoir le nombre de véhicules en possession, est un indicateur du mode de déplacement.

D'après les données issues d'une enquête déclarative de l'INSEE, le nombre de ménages ayant au moins une voiture est de 86,6 % dans la CAPF. Ce chiffre est supérieur à la moyenne française (80.9%) et à celle de Seine-et-Marne (85.6%).

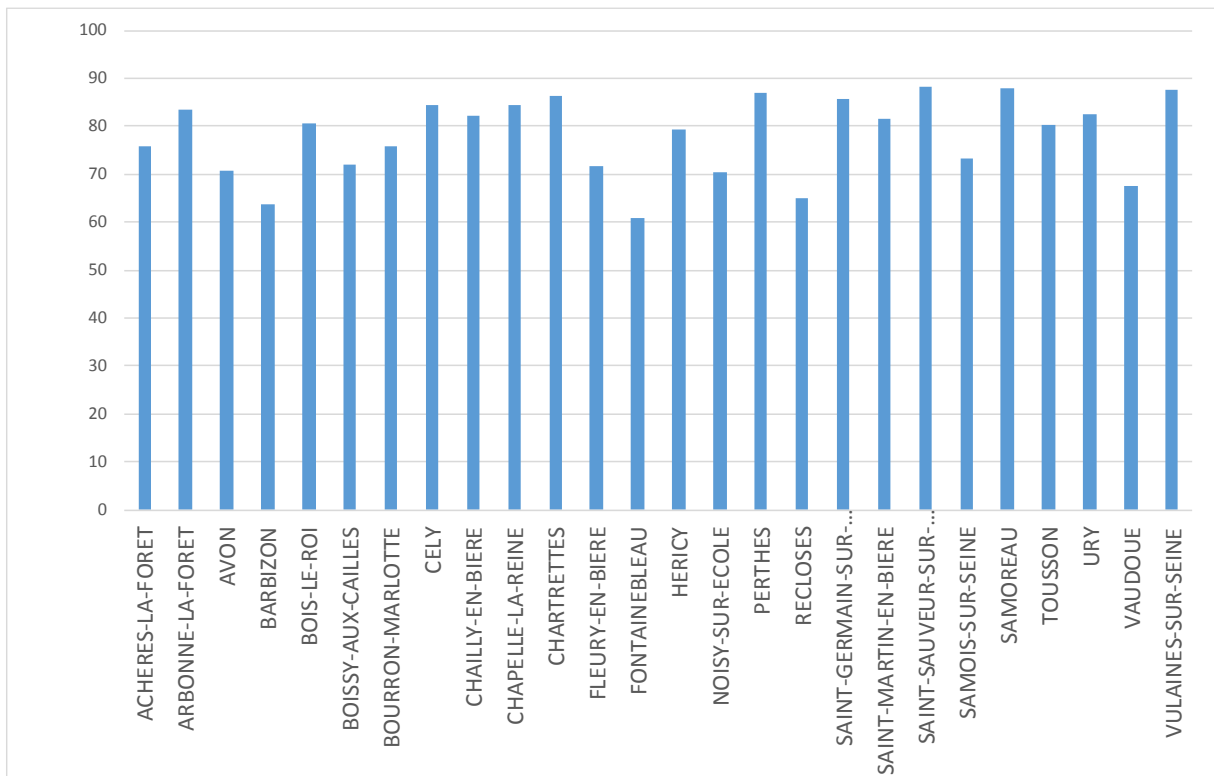


Figure 62 : Part des ménages possédant au moins un véhicule par communes de la CAPF. Source : INSEE 2015

Les villes de Fontainebleau, Avon ou encore Samois-sur-Seine se démarquent par un taux d'équipement des ménages inférieur à 70%, possiblement dû à la présence de gares ferroviaires proches et de transports en commun efficaces. Les communes plus rurales de Barbizon, Recloses, Le Vaudoué et Boissy-aux-Cailles et Achères la Forêt possèdent également un taux d'équipement relativement bas (inférieur ou égal à 70%). Les trois facteurs expliquant les faibles taux d'équipement sont le plus souvent la précarité des ménages, la présence d'une offre conséquente de transports en commun ou encore l'âge moyen important des habitants.

6.1.2 Renouvellement du parc automobile

Le renouvellement du parc automobile est un levier sur lequel agir afin de limiter les consommations et les émissions de gaz à effet de serre et de polluants dans l'atmosphère. En effet, l'évolution technologique des véhicules particuliers a connu une amélioration dans ces domaines (Figure 63 et Figure 64). En considérant que l'âge moyen d'un véhicule en France était de 8,5 ans en 2014, le simple renouvellement du parc en conservant les carburants fossiles permettrait de réduire en moyenne de 12% les consommations et les émissions des véhicules.

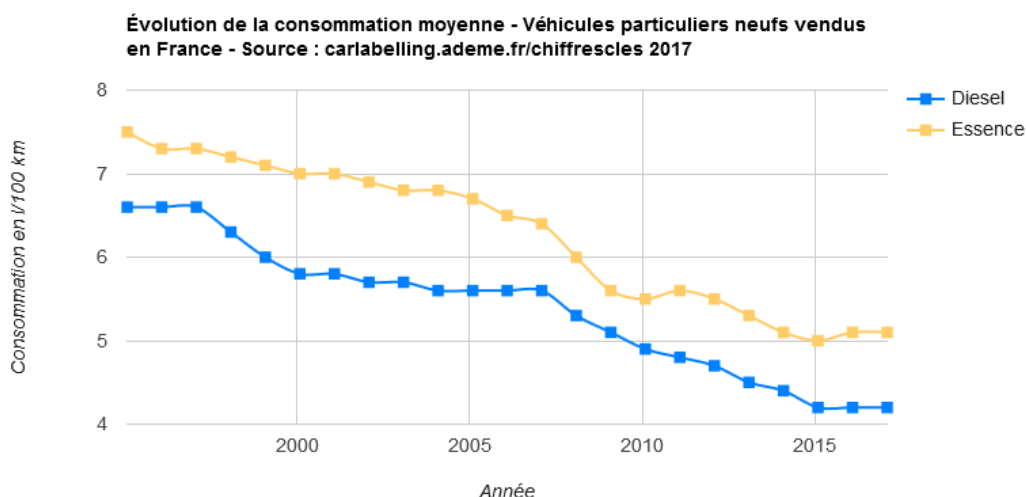


Figure 63 : évolution de la consommation moyenne des véhicules particuliers en France (source : ADEME)

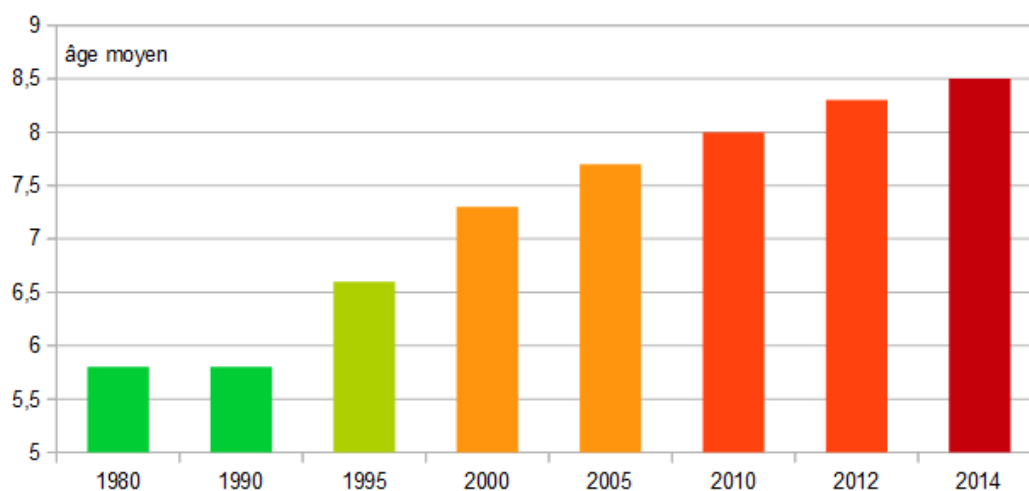


Figure 64 : évolution de la consommation moyenne des véhicules particuliers en France (source : ADEME)

Les données d'ancienneté du parc de véhicules à l'échelle de la Communauté d'Agglomérations du Pays de Fontainebleau ne sont pas disponibles

Au-delà de l'amélioration de l'efficacité des véhicules conventionnels, le développement de la mobilité électrique est une opportunité pour diminuer la consommation des produits fossiles. Même dans les zones rurales, un réseau de bornes électriques se met en place et devrait faire office de leviers pour le

passage à ce mode de véhicules. Une dizaine de bornes de recharges électriques sont actuellement présentes sur le territoire de la CAPF.



Figure 65 : Bornes de recharge électrique sur le sol de la CAPF

Enfin la mobilité GNV, encore peu développée pour les véhicules privés à ce jour, a un potentiel très intéressant avec celui du développement d'unités de méthanisation sur la CAPF.

6.1.3 Les transports en commun sur le territoire

L'offre de transports en commun sur le territoire de la CAPF se structure autour de Fontainebleau et son pôle d'attractivité. Le reste du territoire est à dominante rural et peu dense donc bénéficie logiquement d'une offre plus limitée. Les échanges domiciles-travail en dehors du territoire sont en majorité vers Paris et le bassin limitrophe de Melun.

La Figure 66 ci-dessous est une synthèse de l'état de la mobilité au sein de la CAPF.

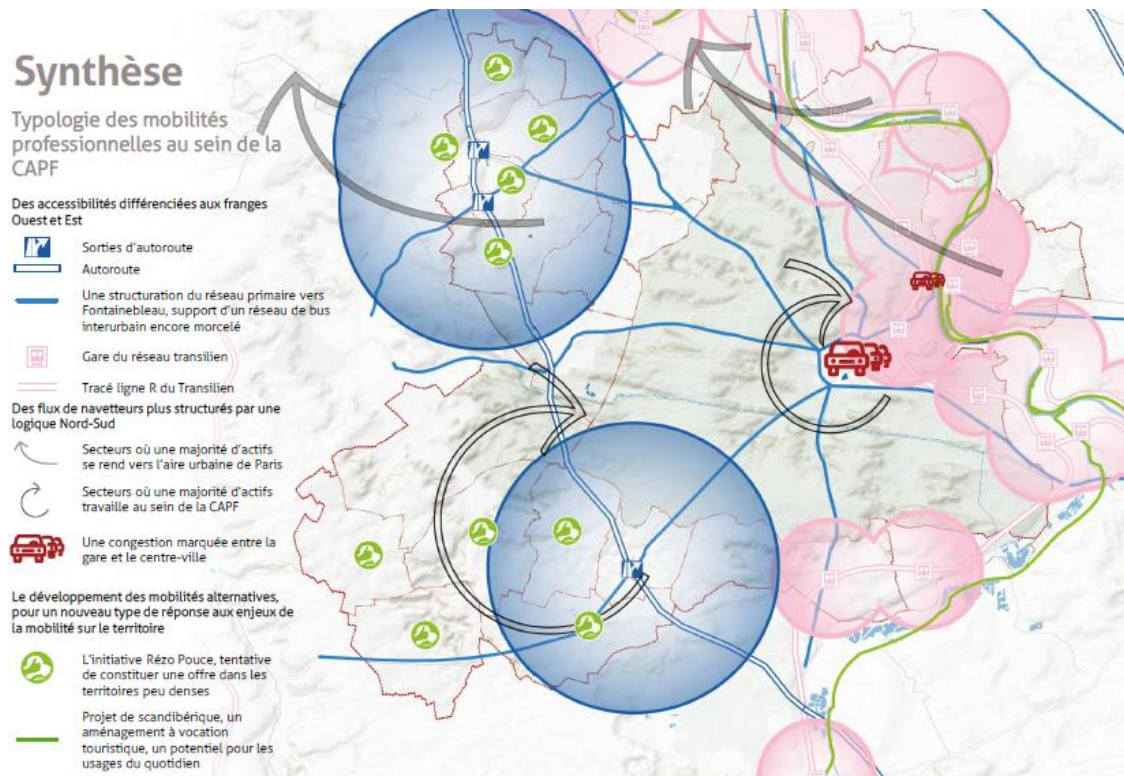


Figure 66 : Synthèse du déplacement des actifs sur le sol de la CAPF

Le territoire est traversé par la ligne ferroviaire reliant Paris à Lyon-Perrache. De nombreuses gares sont présentes sur la CAPF, essentiellement à l'est du territoire : Fontainebleau-Avon, Chartrettes, Bois-le-Rois, Vulaines-sur-Seine – Samoreau, Héricy. Il existe également un arrêt au milieu de la forêt de Fontainebleau, pour le développement du tourisme dans la forêt. Ces gares sont desservies par la ligne de transilien R Paris-Montargis : le temps de trajet entre Fontainebleau et Paris est d'1h. La desserte est en théorie rapide mais de nombreux dysfonctionnements sont à signaler (retard, annulation, faible fréquence...), raison pour laquelle ce mode de transport ne vient pas concurrencer le transport en véhicule individuel pour la majorité des actifs.

La ligne intercity Paris – Nevers offerte aussi des possibilités pour les habitants de la CAPF. La facilité de l'accès aux gares est un paramètre important à prendre en compte pour favoriser la mobilité des actifs par le transport ferroviaire. La réalisation d'aménagement pour améliorer leur attractivité est un enjeu réel (création de parking, amélioration du stationnement sur le parvis de la gare, aménagement d'une voirie favorisant la sécurité et la synergie entre modes doux et transport ferroviaire...).

Concernant le bus, 7 réseaux de transports en commun sont présents sur le territoire. Les communes de l'Ouest de la CAPF restent en marge des dessertes régulières malgré la présence du réseau Shop 'Bus qui emmène les habitants de ces communes au centre commercial de Villiers-sur-Marne. Dans l'ouest et le sud de la CAPF, hormis le ramassage scolaire, les lignes de bus ne maillent pas finement le territoire.

Une mise en place d'un système de transport à la demande ou de navettes collectives pourrait se révéler particulièrement pertinent pour les zones peu denses.

6.1.4 Le covoiturage

Le covoiturage est un autre levier possible afin de réduire le trafic routier et particulièrement celui lié aux déplacements domicile-travail. Bien que le covoiturage ne soit pas le mode de transport le plus apprécié en termes de confort (4e position derrière la voiture particulière, le train, les transports en commun, source : étude Ipsos), ce moyen peut être favorisé en proposant :

- La mise en place d'un service de mise en relation (inter-entreprise, à l'échelle communale, par pôle de territoire,)
- Des avantages pour les covoitureurs (places de stationnement privilégiées, révisions gratuites, etc.)

De nombreux départements envisagent également de créer un schéma des aires de covoiturage en prévision de la création d'un réseau ou encore l'affectation d'une voie réservée aux véhicules à occupation multiple (VOM), qui peut comprendre covoiturage et transports en commun. L'idée est développée aux États-Unis et au Canada, et arrive peu à peu en Europe. Le SRCAE de la région Ile de France s'est donné l'objectif à l'horizon 2050 d'augmenter le taux d'occupation des véhicules de 1,3 personnes par véhicule. Il est actuellement à 1,7. Ceci passe par le développement massif du covoiturage. Une délibération du département de la Seine-et-Marne en 2014 a conduit à la décision d'implanter une quarantaine d'aires de covoiturage sur le département dont 4 concernant la CAPF, sur les communes de Fontainebleau, La Chapelle-la-Reine et Cély-en-Bière.

Dans le domaine du covoiturage, l'initiative Rezo'Pouce proposé par le PNR du Gatinais est un système d'auto stop en cours de développement sur le territoire. Il s'agit d'auto-stop organisé permettant de se déplacer sur de courtes distances, par exemple pour aller chez le médecin, se rendre au lycée, aller faire ses courses... Cela fonctionne comme de l'auto-stop traditionnel à la différence que les usagers sont identifiés par une inscription au réseau et des arrêts « sur le pouce » sont déterminés pour permettre l'attente de l'auto-stoppeur et l'arrêt de la voiture en toute sécurité. La carte ci-dessous nous renseigne sur les communes impliquées dans le projet.

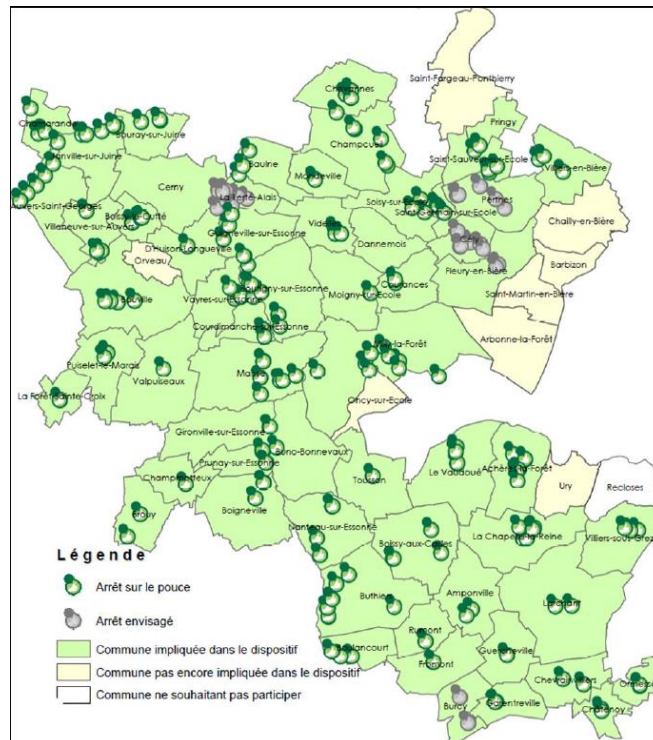


Figure 67 : Carte des arrêts Rezo Pouce en 2018. Source : PNRGF

6.1.5 Le développement du télétravail

Le télétravail est un levier permettant de limiter le nombre de déplacements. Les déplacements des actifs contribuent à la saturation des transports en commun et des axes routiers. L'ADEME a estimé que la consommation d'un véhicule peut quasiment doubler et atteindre les 16 litres aux 100km pour un véhicule de moyenne gamme. Cette surconsommation de carburant entraîne un volume de polluants rejetés plus important, présentant un enjeu de pollution particulièrement en zone urbaine.

Le télétravail est une des mesures pouvant être prise dans le cadre des Plans de Mobilité (PDM) qui regroupe l'ensemble des mesures visant à optimiser et augmenter l'efficacité des déplacements des salariés d'une entreprise pour diminuer les émissions polluantes et réduire le trafic routier. La Loi de transition énergétique pour la croissance verte (LTECV) précise que toutes les entreprises regroupant plus de 100 salariés sur un même site doivent élaborer un PDM pour améliorer la mobilité de son personnel. Une étude IPSOS montre que 86% des Français estiment que les personnes qui télétravaillent sont moins stressées et 83% que le télétravail permet un meilleur équilibre entre travail et vie privée. Également, 54% des Français seraient favorables au télétravail si leur employeur leur en donnait l'opportunité (source : Ipsos Global Advisor –Telecommuting, novembre 2011).

6.1.6 Le développement des modes doux

Pour les déplacements de courtes distances (<5km), l'alternative possible est de transférer les usagers vers les modes doux à savoir le vélo, la marche à pied, la trottinette, les rollers, etc. Sur ces courtes distances, le temps de trajet est plus court en ville à vélo qu'en voiture (15 km/h en vitesse moyenne pour le cycliste contre 14 km/h pour l'automobiliste, source : ADEME). L'avantage de ces modes doux est de mobiliser la seule énergie de l'usager et d'éviter la consommation de carburant, ce qui permet par ailleurs, par la pratique d'une activité physique régulière, de réduire les risques de contracter des maladies (diabète, hypertension, maladies cardio-vasculaires, etc.).

L'aménagement des infrastructures afin de sécuriser les déplacements des piétons et cyclistes, contribue au développement de la mobilité douce. Concrètement, les leviers comprennent par exemple la mise en place de zone à vitesses modérées dans les centres-villes (voir la figure ci-dessous) ou encore le développement de pistes cyclables et de voies vertes.

6.2 Synthèse et perspectives

Voici les principaux points mis en évidence dans ce focus :

- Les communes sur le passage de l'autoroute A6 ou proches de Fontainebleau et sa couronne, sont celles où le trafic routier est le plus important
- La mobilité des actifs de la CAPF est le principal levier d'action réaliste pour atténuer le poids du secteur des transports.
- Une utilisation intensive du véhicule personnel pour le déplacement des actifs de la CAPF est observée, en raison de la facilité d'accès au réseau viaire et de la faible densité de la CAPF, qui complique la mise en place d'une offre de transports en commun finement maillée.
- Le réseau ferré offre toutefois aux actifs de Fontainebleau et sa banlieue une possibilité de rejoindre rapidement la région parisienne.
- La densité de population de la CAPF étant faible en dehors de Fontainebleau et sa banlieue proche, les distances à parcourir entre les lieux de domicile et de travail sont souvent longues, ce qui est un frein à la marche à pied et au vélo comme mode de déplacement des actifs.
- Le développement de l'intermodalité et le renforcement du transport à la demande sont des pistes à creuser pour réduire l'usage de la voiture.
- Des alternatives aux énergies fossiles existent, comme le développement de la mobilité électrique, y compris dans les zones peu denses.

7. Synthèse des potentiels

En première approche, les gisements par secteur sont donnés par le tableau suivant :

Secteur	Consommation Actuelle en MWh	Gain en %	Réduction en MWh	Consommation minimum en MWh
Agriculture	27 213	9%	19 049	8 164
Tertiaire	210 311	53%	111 465	98 846
Industrie	48 095	60%	28 857	19 238
Résidentiel	804 098	55%	442 254	361 844
Trafic routier	808 960	Étude de scénarisation		808 960
TOTAL	1 898 677	32%	601 625	1 297 052

Tableau 26 : Synthèse des gisements d'économie d'énergies par secteur

La réduction maximale de la consommation est de 32% pour atteindre **1 297 GWh**.

En comparaison, le territoire pourrait produire jusqu'à 522 GWh par les énergies renouvelables, soit 40% de la consommation réduite. Une grande partie de cette production servirait à alimenter les réseaux de gaz naturel pour les secteurs résidentiel et tertiaire. Ce biogaz serait produit par plusieurs unités de méthanisation en utilisant les déchets agricoles et ménagers.

D'après GRDF, le réseau de gaz est en cours de modernisation et sera en mesure d'acheminer cette nouvelle source d'énergie.

En complément, le réseau électrique est en capacité également d'absorber les 9 GWh de production solaire sur le territoire.

Comme vu précédemment dans les focus, il est important dans un premier temps de réduire les consommations plutôt que d'envisager une alimentation 100% énergie renouvelable. De nombreuses pistes ont été évoquées. Certaines sont déjà mise en place par la CAPF et nous vous encourageons à continuer et à les compléter.

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : L'approche NégaWatt	5
Figure 2 : Répartition des consommations par énergie du secteur résidentiel en 2015 pour la communauté d'agglomération du Pays de Fontainebleau (source : AIRPARIF)	6
Figure 3 : Répartition des consommations par usage du secteur résidentiel en 2015 en France (Source : RTE)	7
Figure 4 : Répartition des années de construction des bâtiments du secteur résidentiel en 2012 sur le territoire (source : INSEE 2014)	8
Figure 5 : Comparaison des répartitions par année de construction des logements entre les trois EPCI	8
<i>Figure 6: Répartition des consommations par énergie du secteur Tertiaire en 2015.....</i>	<i>12</i>
Figure 7 : Moyens de déplacements utilisés sur le territoire (source : INSEE 2014).....	15
Figure 8 : Répartition des consommations par énergie du secteur industriel en 2015 pour la communauté d'agglomération du Pays de Fontainebleau (source : AIRPARIF)	18
Figure 9 : Répartition des consommations par énergie du secteur agricole en 2015 pour la communauté d'agglomération du Pays de Fontainebleau (source : AIRPARIF)	21
Figure 10 : Méthode d'évaluation du gisement	25
Figure 11 : schéma de principe du fonctionnement de panneaux solaires photovoltaïques (source : ADEME).....	27
Figure 12 : Niveau d'ensoleillement en France - Source : ADEME	27
Figure 13: Schéma de principe de fonctionnement des capteurs solaires thermiques (source : ADEME)	30
Figure 14 Schéma de principe d'une pompe à chaleur air/eau - Source: Batisolar.....	33
Figure 15: Exemple d'une installation micro-éolienne (source : ADEME)	34
Figure 16 Gisement éolien régional (Source : SRE de la région Ile-de-France en 2012, annulé début 2018)	35
Figure 17 Carte des zones favorables au développement de l'éolien (Source : SRE de la région Ile-de-France en 2012, annulé début 2018)	36
Figure 18 Type de valorisation de la ressource biomasse forestière (source : ADEME)	39
Figure 19: utilisation du biogaz (source : Vers l'autonomie énergétique des territoires - méthanisation et biogaz, une filière d'avenir - ATEE Biogaz).....	41
Figure 20 Exemples d'exploitation de la géothermie basse énergie sur nappe (à gauche) et sur sonde verticale (à droite) - Source : Connaissance des énergies	43
Figure 21 : Carte de répartition des températures du Dogger en Ile-de-France.....	45
Figure 22 : Potentiel de développement des réseaux de chaleur (géothermie profonde) - Source : DRIEE	46
Figure 23 : Barrage hydroélectrique de Chartrettes.....	47
Figure 24 : Potentiel de récupération de chaleur en pied d'immeuble (source : Energif)	49
Figure 25 : Potentiel de récupération de chaleur dans les collecteurs (source : Energif).....	49

Figure 26 : Potentiel de récupération de chaleur dans les stations de traitement des eaux usées (source : Energif)	50
Figure 27 : Potentiel de récupération de chaleur fatale basse température (source : Energif)	51
Figure 28 : Potentiel de récupération de chaleur fatale haute température industrie et tertiaire (source : Energif)	52
Figure 29 : Potentiel de récupération de chaleur fatale haute température logements (source : Energif)	52
Figure 30 : Carte des communes de la CAPF raccordées au réseau de distribution de gaz naturel ...	59
Figure 31: Évaluation des zones à potentiel du réseau de chaleur (source : DRIEE Ile-de-France) ...	61
Figure 32 : La production, le transport et la distribution d'électricité - Source : Diagnostic énergie métropolitain	62
Figure 33 : Cartographie des principales lignes du réseau de transport d'électricité sur la CAPF	63
Figure 34 État initial des installations de production (en service et en file d'attente) Source : S3REnR	65
Figure 35 Schéma illustrant les synergies possibles entre les différents réseaux d'énergie - Source : GRDF	67
Figure 36 : Représentation des secteurs dans la consommation d'énergie finale de la CAPF en 2015 (source : ROSE)	68
Figure 37 : Représentation des secteurs dans les émissions de GES de la CAPF en 2015 (source : AIRPARIF).....	68
Figure 38 : Répartition de l'âge du bâti résidentiel de la CAPF. Source INSEE 2015.....	69
Figure 39 : Age moyen du parc résidentiel par commune de la CAPF	69
Figure 40 : Part de logements construits avant 1970 par communes.....	70
Figure 41 : Répartition du moyen de chauffage de la CAPF en 2015. Source : INSEE	71
Figure 42 : Part du chauffage électrique dans les communes de la CAPF	72
Figure 43 : Part théorique du chauffage au fioul dans les communes de la CAPF	73
Figure 44 : Consommation énergétique du secteur résidentiel par logement (MWh/logement)	74
Figure 45 : Répartition des logements construits avant 1990, par type, sur la CAPF. Source : Batistato, 2014.....	75
Figure 46 : Consommations moyennes par type de logement : maisons individuelles (MI), immeubles collectifs (IC) par période de construction. Source : CEREN.....	76
Figure 47 : Nombre de logements.....	77
Figure 48 : Part des logements sociaux.....	78
Figure 49 : Part des maisons en %	78
Figure 50 : Part des propriétaires en %	79
Figure 51 : Taux d'effort énergétique des communes de la CAPF. Source : INSEE 2015.....	81
Figure 52 : Taux d'effort, facture énergétique et revenu médian par communes de la CAPF en 2015	82
Figure 53 : Consommation énergétique de la CAPF par secteur en 2015	84

Figure 54 : Émissions de GES de la CAPF par secteur en 2015	84
Figure 55 : Consommation énergétique du transport routier par communes sur la CAPF	85
Figure 56 : Part des transports routiers dans la consommation d'énergie totale de la CCPN.....	86
Figure 57 : Trafic routier de la CAPF en 2014. Source : Département de Seine-et-Marne - SIG – DPR	86
Figure 58 : Moyens de déplacements privilégiés des actifs de la CAPF (source : INSEE 2014)	87
Figure 59 : Déplacement des actifs de la CAPF toutes destinations	88
Figure 60 : Déplacement des actifs de la CAPF dans la commune de résidence	89
Figure 61 : Déplacement des actifs de la CAPF dans une autre commune du département de résidence	90
Figure 62 : Part des ménages possédant au moins un véhicule par communes de la CAPF. Source : INSEE 2015.....	91
Figure 63 : évolution de la consommation moyenne des véhicules particuliers en France (source : ADEME).....	92
Figure 64 : évolution de la consommation moyenne des véhicules particuliers en France (source : ADEME).....	92
Figure 65 : Bornes de recharge électrique sur le sol de la CAPF	93
Figure 66 : Synthèse du déplacement des actifs sur le sol de la CAPF	94
Figure 67 : Carte des arrêts Rezo Pouce en 2018. Source : PNRGF	95

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Actions de sobriété pour le parc résidentiel	9
Tableau 2 : Actions de rénovation envisagées pour le parc résidentiel	9
Tableau 3 : Évolution du mix énergétique pour les modes de chauffage résidentiels	10
Tableau 4 : Efficacité énergétique et commandes des appareils domestiques	10
Tableau 5 : Impacts énergétiques associés aux différentes actions d'économie d'énergie exprimés par rapport à la consommation d'énergie du secteur résidentiel de la CAPF	11
Tableau 6 : Actions de sobriété pour le secteur tertiaire	13
Tableau 7 : Actions de rénovation estimées pour le secteur tertiaire	13
Tableau 8 : Impacts énergétiques associés aux différentes actions d'économie d'énergie exprimés par rapport à la consommation d'énergie du secteur tertiaire pour la CAPF	14
Tableau 9 : Actions d'économie d'énergie génériques dans le secteur des transports	16
Tableau 10 : Actions d'efficacité et de sobriété visant à la réduction de la consommation d'énergies du secteur industriel	19
Tableau 11 : Impacts énergétiques associés aux différentes actions d'économie d'énergie du secteur industriel pour la CAPF	20
Tableau 12 : Actions d'efficacité et de sobriété visant à la réduction de la consommation d'énergies du secteur agricole	21
Tableau 13 : Impacts énergétiques associés aux différentes actions d'économie d'énergie du secteur agricole pour la CAPF	22
Tableau 14 : Estimation du potentiel photovoltaïque sur les logements existants	28
Tableau 15 : Estimation du potentiel photovoltaïque sur les logements neufs	29
Tableau 16 : Hypothèses sur les chauffe-eaux solaires	30
Tableau 17 : Potentiel estimé de solaire thermique sur les logements existants	31
Tableau 18 : Estimation du potentiel du solaire thermique sur les logements existants	31
Tableau 19 : Estimation du potentiel photovoltaïque sur les logements neufs	31
Tableau 20 : Potentiel de biogaz type injection réseau sur le sol de la CAPF	42
Tableau 21 : Synthèse de l'analyse du thème "âge du bâti"	70
Tableau 22 : Synthèse de l'analyse du thème "approvisionnement en énergie"	75
Tableau 23 : Synthèse de l'analyse du thème "typologie de l'habitat"	80
Tableau 24 : Prix des agents énergétiques en 2018. Sources : Prioriterre, Base PEGASE, SCDC, ADEC, Réseau de chaleur de Chambéry	80
Tableau 25 : Synthèse de l'analyse typologique "précarité énergétique"	82
Tableau 26 : Synthèse des gisements d'économie d'énergies par secteur	98