

Ateliers pour une stratégie énergétique partagée à l'échelle du SCoT Sud 54 Compilation des supports de présentation



Introduction





Contexte d'élaboration du SDEnR

En octobre 2023, la Multipole Nancy Sud a initié avec ses 13 intercommunalités membres l'élaboration d'un schéma directeur des énergies renouvelables (SDEnR) à l'échelle du SCoT Sud Meurthe-et-Moselle.

Qu'est-ce qu'un schéma directeur des énergies renouvelables ?

L'élaboration d'un SDEnR est une démarche volontaire. Elle consiste en un état des lieux énergétique, une stratégie et une programmation opérationnelle. Le SDEnR doit permettre aux territoires du SCoT de disposer des éclairages permettant de bâtir une politique énergétique intégrant l'ensemble de leurs enjeux, notamment paysagers, et d'en préciser les modalités. Le SDEnR du Sud Meurthe-et-Moselle sert aussi de plateforme de dialogue : il doit permettre de garantir les équilibres territoriaux et la qualité environnementale des projets et d'organiser les complémentarités et les coopérations territoriales en matière de déploiement des énergies renouvelables.

Une démarche permettant de concrétiser les objectifs SCoT

Le SDEnR est un outil au service des objectifs du SCoT. Son Projet d'Aménagement Stratégique prévoit notamment de « construire un territoire sobre en énergie pour réduire l'empreinte environnementale et gagner en autonomie ». En complément d'une forte ambition de réduction des consommations énergétiques à travers des politiques d'aménagement et de mobilité adaptées (-29% en 2030 -55% en 2050), le SCoT prévoit de contribuer aux objectifs nationaux et régionaux de production d'énergies renouvelables, en mobilisant tous les potentiels « dans le respect de la biodiversité, des paysages et des fonctions alimentaires des sols ». Le SCoT fixe un objectif minimal de 50% des consommations couvertes par la production d'ENR en 2050 soit au moins 4 670 GWh/an.







Qualifier et spatialiser les potentiels de développement, pour l'ensemble des filières EnR&R



Définir collectivement les **objectifs de production** et les conditions de développement souhaitées (**charte de développement**), dans le respect des enjeux sociaux, environnementaux, paysagers, alimentaires et des équilibres territoriaux



Planifier les objectifs de production à l'échelle du SCoT et identifier les complémentarités et flux



Organiser, valoriser et compléter les ressources et outils d'ingénierie disponibles pour accompagner les projets

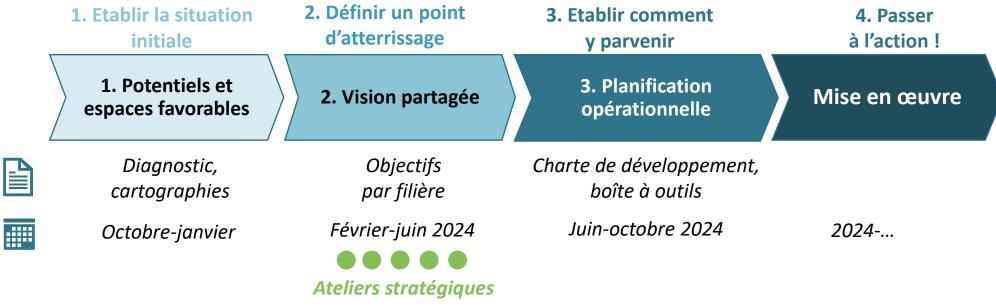


Accompagner l'appropriation de ce SDEnR par les collectivités et acteurs du territoire



Méthode et calendrier de la démarche





La démarche comporte 3 phases, qui doivent déboucher sur la mise en œuvre du SDEnR.

- La première phase d'état des lieux a consisté en une mise à jour des connaissances de la situation et des potentiels énergétiques du territoire, en s'appuyant sur la réalité de terrain.
- La deuxième phase vise à construire une stratégie collective ambitieuse. Des ateliers par filière doivent permettre de faire émerger une vision prospective dynamique intégrant les évolutions à venir : innovations techniques, réduction des consommations à la faveur d'actions de sobriété et d'équipements plus efficaces (par exemple, rénovation thermique du bâti), etc.
- La troisième phase doit permettre de traduire opérationnellement la vision stratégique et d'outiller les territoires dans sa mise en œuvre.





Objectifs des ateliers et modalités proposées

Objectifs des ateliers



Mieux faire connaître la filière sur le plan technique et économique et sur les montages de projets associés



Consolider le recensement des projets et opportunités et leur caractérisation (localisation, puissance, date prévue)



Partager un socle commun sur les futurs possibles de la filière à l'échelle du SCoT : potentiels, opportunités (ex. innovation) et besoins (ex. structuration de la filière, synergie avec d'autres leviers (ex. rénovation) ou d'autres EnR



Confronter les points de vue pour identifier ce qui doit être évité ou régulé et faire émerger les conditions souhaitées de développement



- Organiser dans la mesure du possible chaque atelier sur un site emblématique, inviter des experts ou porteurs de projet (retour d'expérience)
- → partager une carte des projets / des fiches détaillées (localisation, puissance, etc.) à faire compléter par les participants
- → Partager les principaux enseignements de l'état des lieux énergétique et paysager et les enjeux issus notamment des entretiens

→ Mener des échanges structurés autour de cas pratiques pour faire émerger, opportunités, obstacles, moyens etc. liés au développement de la filière sur le SCoT





Calendrier et thématiques des ateliers

 Jeudi 21 mars à 14h00, Nancy Vendredi 29 mars à 14h
 Neuves-Maisons

- Vendredi 5 avril à 13h30, Laneuvelotte
- Précédé d'une visite du méthaniseur et du parc agrivoltaïque expérimental de la Bouzule

EnR à l'échelle du bâti

géothermie de surface, solaire thermique, biomasse hors réseaux et PV toitures

EnR thermiques en réseau

réseaux de chaleur, chaleur fatale, géothermie profonde et biomasse

EnR liées au monde agricole



Méthanisation et agrivoltaïsme

- Jeudi 11 avril à 15h45, Amenoncourt
- Précédé d'une visite du parc éolien du Haut des Ailes, dans le Blamontois
- Mercredi 17 avril à 14h, Toul
- Précédé d'une visite du parc solaire de Rosièresen-Haye

Eoliennes



PV au sol et ombrières

000





Contexte et enjeux territoriaux du Schéma Directeur des EnR





Contexte & enjeux énergétiques du Sud Meurthe-et-Moselle

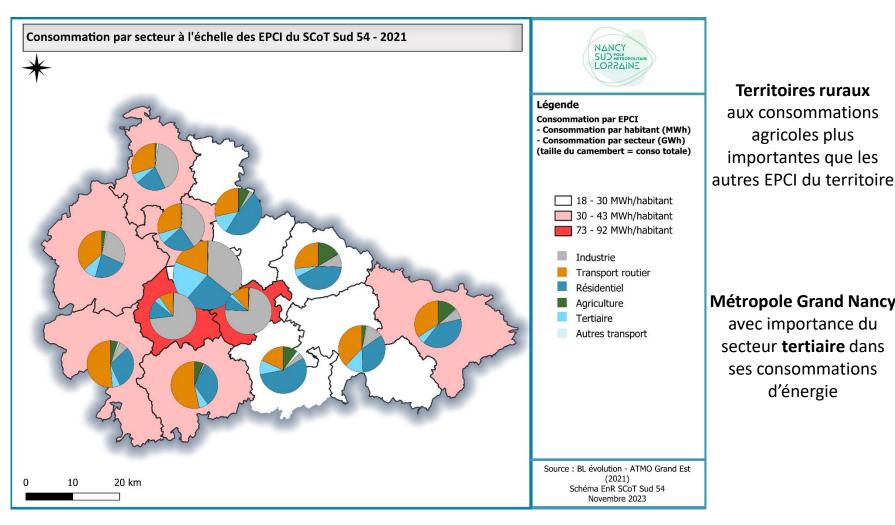




4 types de territoires : des enjeux différenciés

Territoires périurbains à proximité directe de la Métropole du Grand Nancy: importance des activités industrielles

Agglomérations relais structurées autour de villes moyennes, avec des consommations énergétiques diverses, marquée aussi par la place de l'industrie.



Territoires ruraux aux consommations agricoles plus importantes que les

Métropole Grand Nancy avec importance du secteur **tertiaire** dans ses consommations d'énergie





4 types de territoires : des enjeux différenciés

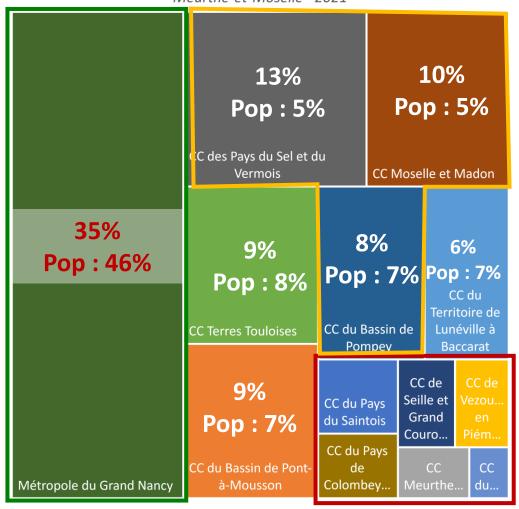
Répartition des consommations d'énergie finale par EPCI du SCOT Sud Meurthe-et-Moselle - 2021

Métropole du Grand Nancy

- 46% de la population
- 35% des consommations du SCoT
- 14% de la production du SCoT

Agglomérations relais

- 23% de la population
- 23% des consommations du SCoT
- 37% de la production du SCoT



Territoires périurbains

- 17% de la population
- 31% des consommations du SCoT
- 14% de la production du SCoT

Territoires ruraux

- 14% de la population
- 11% des consommations du SCoT
- 35% de la production du SCoT

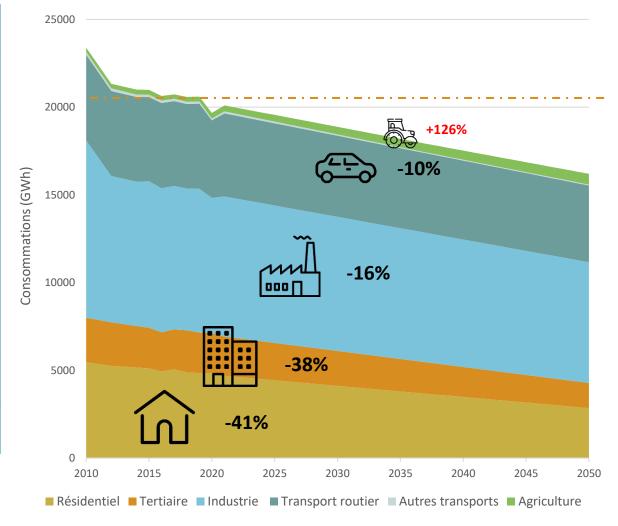




Des consommations tendancielles qui baissent insuffisamment

Type d'EPCI	2030	2050
Métropole du Grand Nancy	- 9%	- 21%
Territoires périurbains Moselle et Madon Pays du Sel et du Vermois Bassin de Pompey	- 9%	- 20%
Agglomérations relais Terres Touloises Bassin de Pont-à-Mousson Territoire de Lunéville à Baccarat	- 10%	- 29%
Territoires ruraux	- 3%	- 12%
SCoT Sud Meurthe-et-Moselle	-8%	-22%

Evolution tendancielle des consommations - Répartition par secteur de consommation - SCoT Sud 54

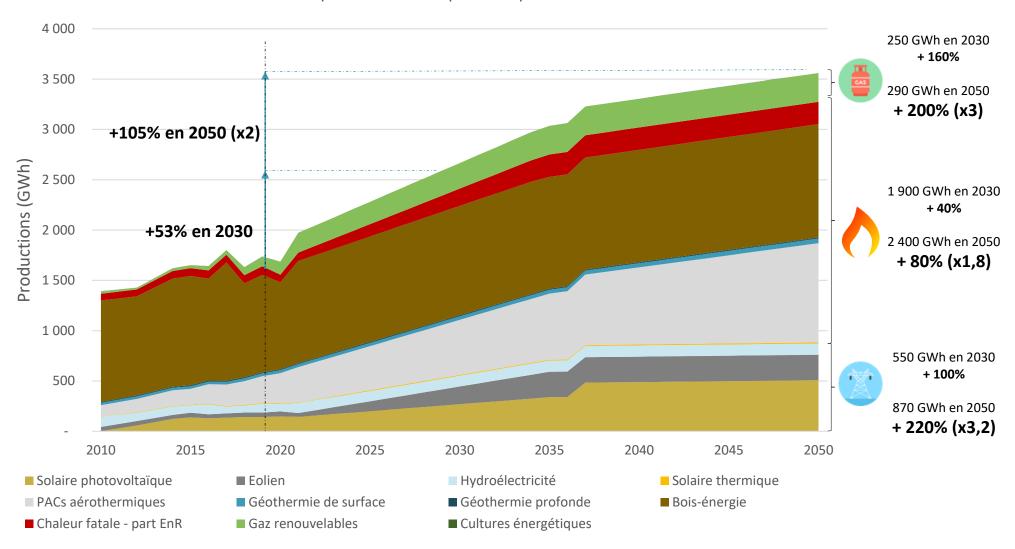






... & des évolutions tendancielles de production qui augmentent insuffisamment

Evolution tendancielle des productions - Répartition par filière EnR&R - SCoT Sud 54



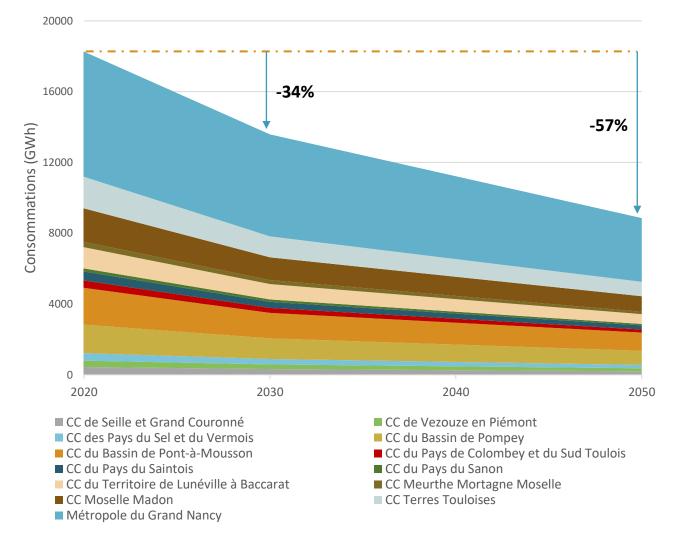




Des objectifs de diminution des consommations énergétiques sur le périmètre du SCoT ...

EPCI	Trajectoire
CC de Seille et Grand Couronné	SRADDET
CC de Vezouze en Piémont	SRADDET
CC des Pays du Sel et du Vermois	SRADDET
CC du Bassin de Pompey	PCAET
CC du Bassin de Pont-à- Mousson	PCAET
CC du Pays de Colombey et du Sud Toulois	PCAET
CC du Pays du Saintois	PCAET
CC du Pays du Sanon	SRADDET
CC du Territoire de Lunéville à Baccarat	SRADDET
CC Meurthe Mortagne Moselle	SRADDET
CC Moselle Madon	PCAET
CC Terres Touloises	PCAET
Métropole du Grand Nancy	PCAET

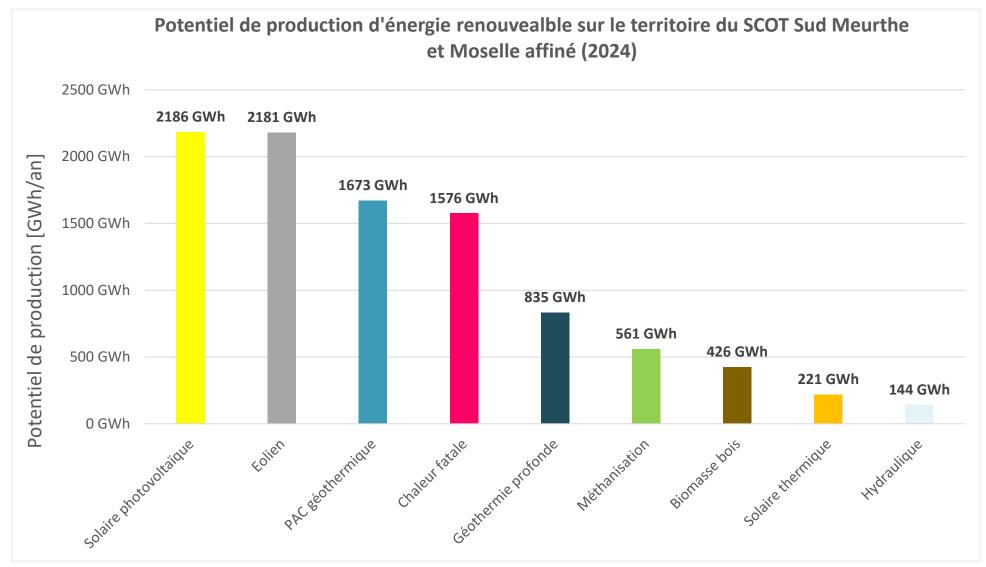
Trajectoires de réduction des consommations des EPCI cumulées SCoT Sud Meurthe-et-Moselle







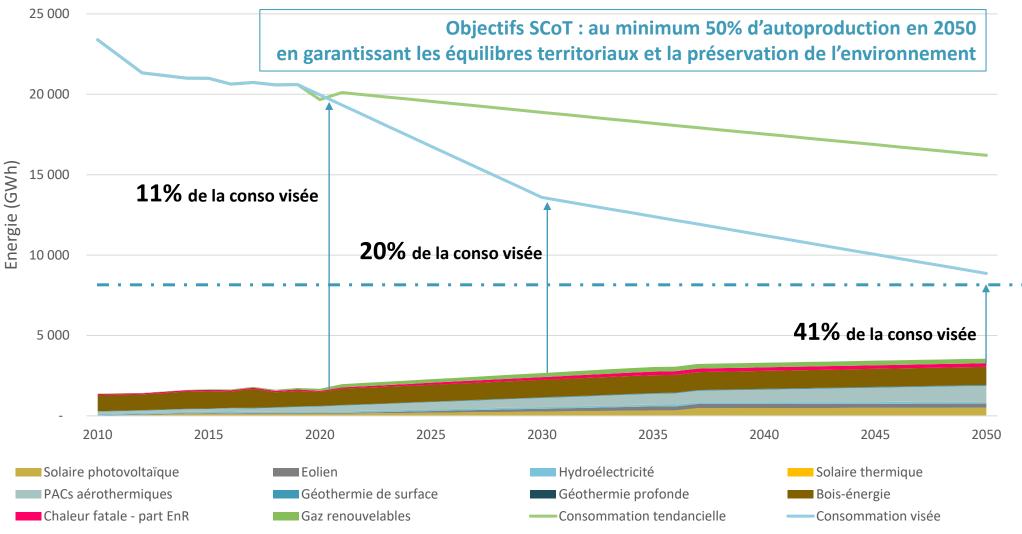
Potentiels affinés: 9,8 TWh





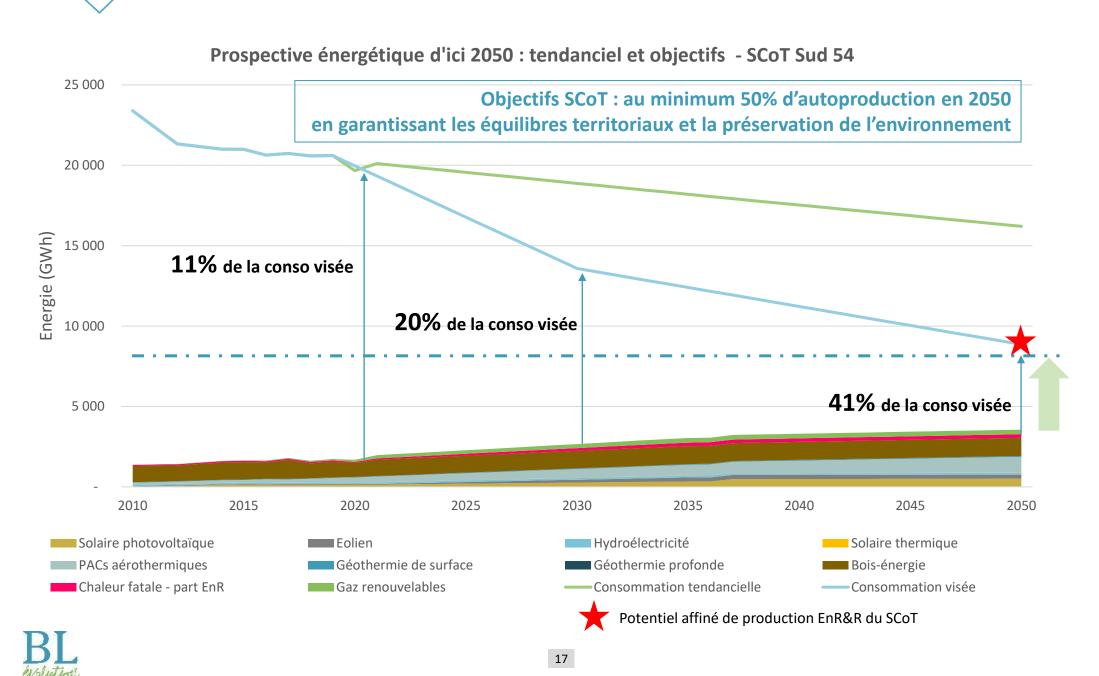
Exolution Les courbes Evolution de la production à espérer pour 2050 et croisement des courbes





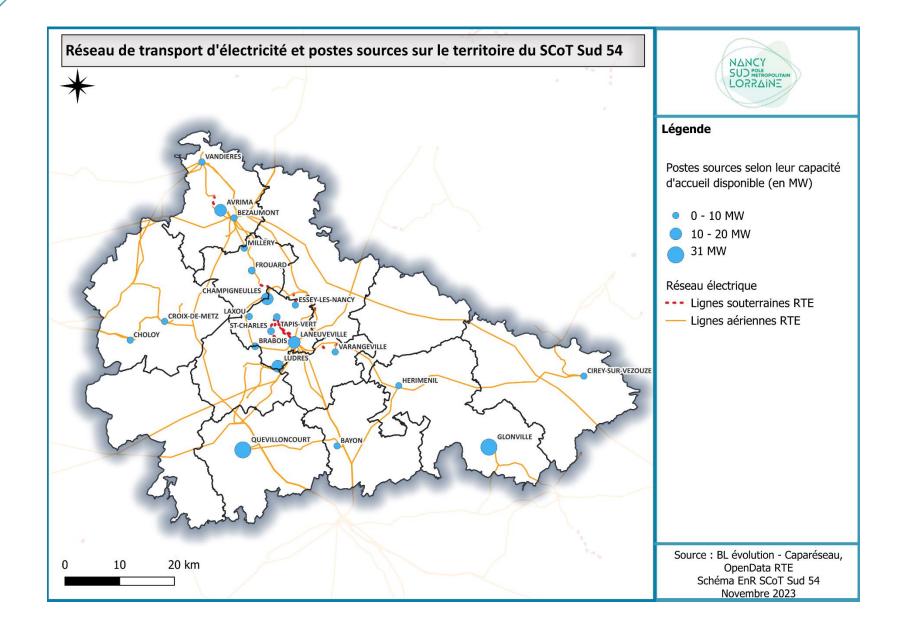


Exolution Les courbes Evolution de la production à espérer pour 2050 et croisement des courbes





Réseau électrique : plusieurs postes sources peuvent absorber des énergies renouvelables







Réseau électrique : plusieurs postes sources peuvent absorber des énergies renouvelables

Total restant à affecter	159,2 MW
Restant à affecter Métropole Grand Nancy	34,3 MW
Restant à affecter CC Bassin de Pont à Mousson	17,8 MW
Restant à affecter CC Terres Touloises	6,8 MW
Restant à affecter Meurthe Mortagne Moselle	10,3 MW
Restant à affecter Bassin de Pompey	15,1 MW
Restant à affecter CC Territoire Lunéville Baccarat	41,4 MW
Restant à affecter Pays de Saintois	31,1 MW
Restant à affecter Pays de Vezouze en Piémont	0 MW
Restant à affecter Pays du Sel et du Vermois	2,4 MW

Cependant, les opérateurs du réseau électrique (RTE, ENEDIS) suivent l'évolution des demandes d'injection et ont l'obligation d'effectuer les travaux nécessaires. Cette analyse des capacités restantes à affecter permet de prioriser les projets et non de les discriminer. Les postes sources environnant les EPCI concernés n'ont pas été intégrés ici.





Enjeux territorialisés retenus lors de la phase 1 du SDEnR

- Garantir une vision globale à l'échelle du SCoT, via un partenariat avec celui-ci et les EPCI voisins et pour tendre vers une autonomie énergétique collaborative
- Favoriser le développement des infrastructures de production de chaleur individuelle (géothermie de surface, solaire thermique ...), par une meilleure connaissance des possibilités concrètes
- Développer la coopération entre les acteurs privés (ex. autoconsommation collective pour préserver le réseau électrique, mutualisation des modes de production de chaleur etc.)
- Assurer un développement du photovoltaïque sur toiture en cohérence avec la préservation du patrimoine culturel (notamment dans la métropole nancéenne)
- Sensibiliser les populations locales sur les intérêts du développement des EnR tout en prenant en compte les autres enjeux sociaux et environnementaux
- Concilier production agro-alimentaire et énergétique
- Associer le développement des réseaux de chaleur renouvelables et de la récupération de chaleur fatale avec la sortie progressive des combustibles fossiles et les infrastructures existantes
- Assurer la robustesse de la récupération de chaleur fatale sur le long terme et la décarbonation des industries
- Conjuguer les perspectives de développement EnR (notamment éolien et PV au sol) avec les réalités terrain (contraintes militaires et paysagères)
- Dialoguer avec l'ensemble des parties prenantes concernant la production d'EnR et constituer un argumentaire cohérent favorisant l'acceptabilité de leur développement
- Se saisir du contexte paysager, adapté à chaque typologie de territoire



Atelier 1 : EnR à l'échelle du bâtiment

- Installations de production de chaleur renouvelable en local
 - 1. Géothermie de surface
 - 2. Solaire thermique
 - 3. Bois domestique
- Photovoltaïque sur toiture

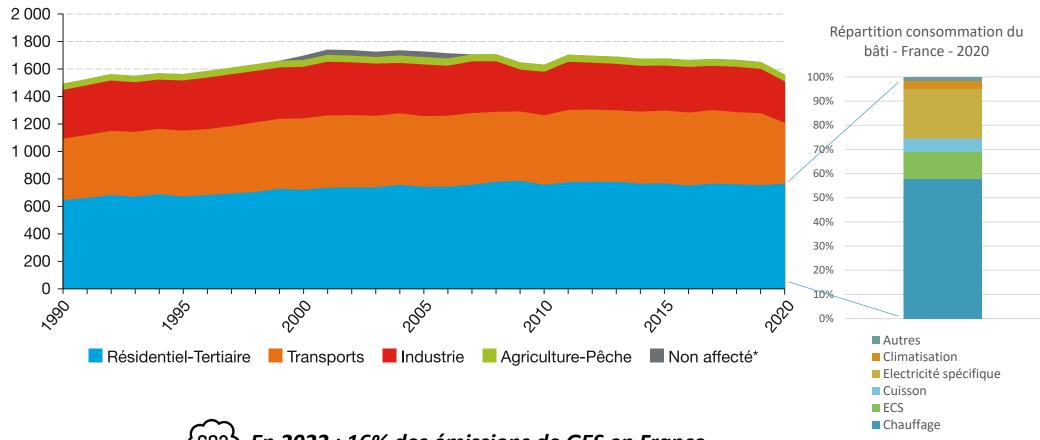






Le bâtiment : premier secteur de consommation énergétique en France

En TWh (données corrigées des variations climatiques)



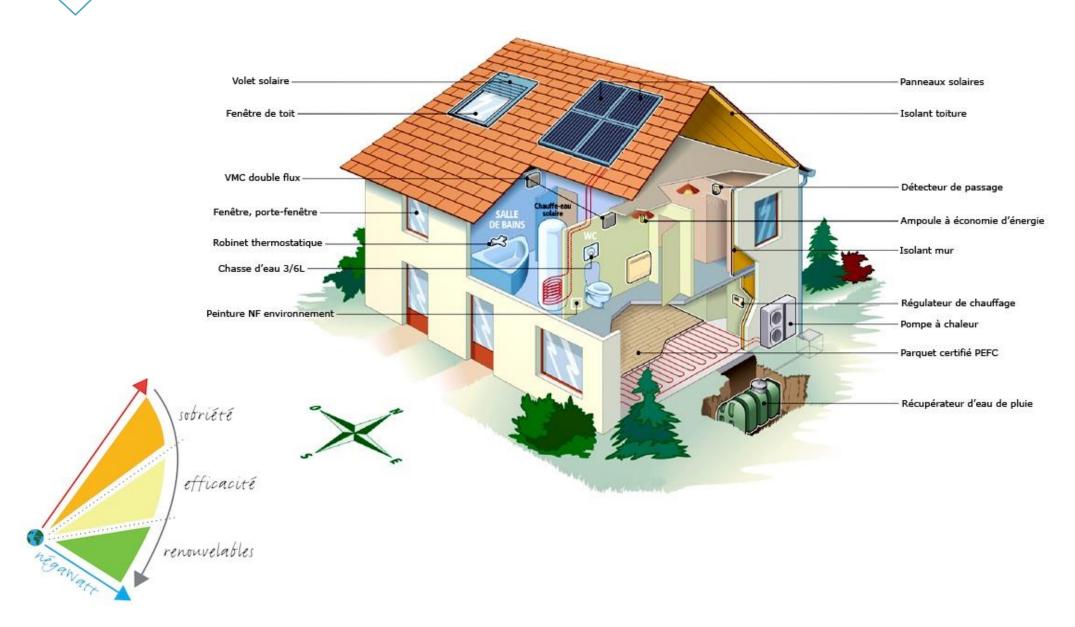


En 2022 : 16% des émissions de GES en France





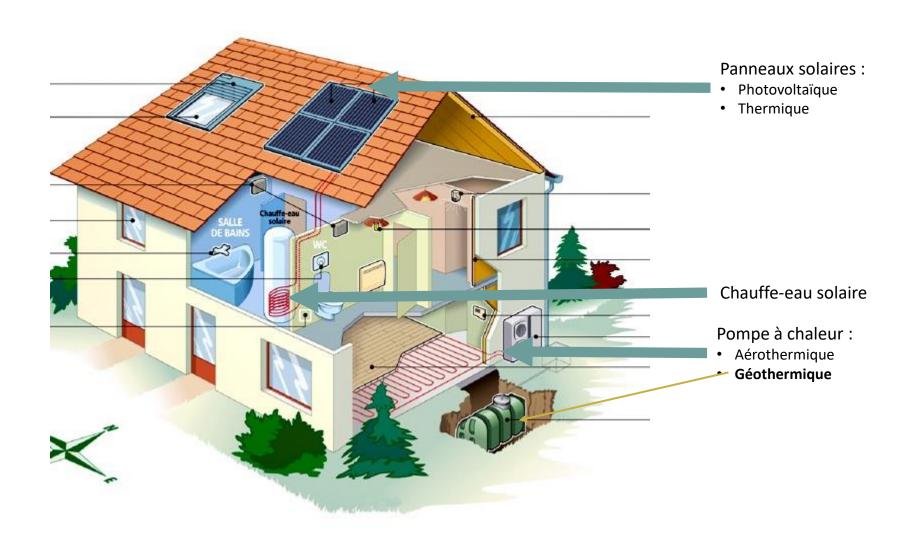
Le bâtiment : sobriété des usages, rénovation et efficacité des installations puis décarbonation







Le bâtiment : échelle incontournable de la production énergétique décentralisée







Un contexte réglementaire favorisant l'équipement des bâtiments

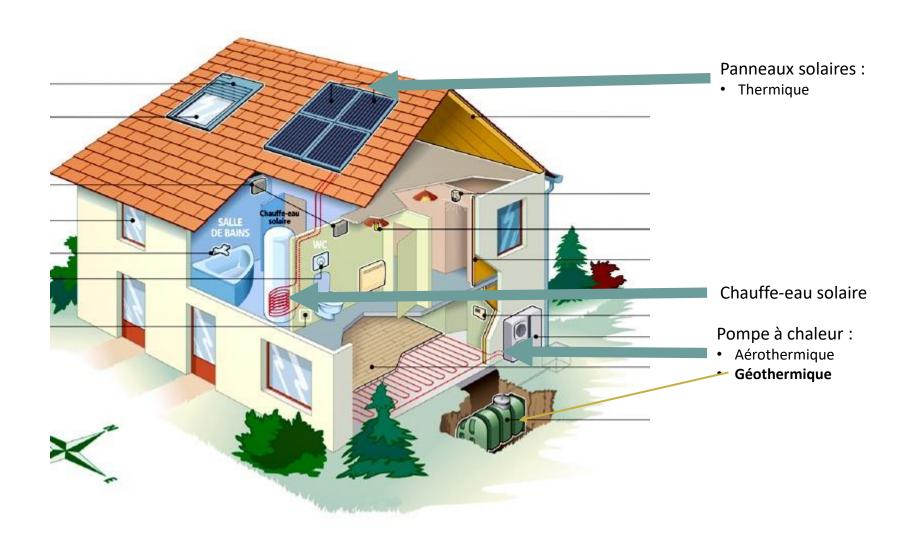
- Seuils d'obligation de PV en toiture (ou de végétalisation) sur les bâtiments non résidentiels neufs / lourdement rénovés avec emprise au sol > 500 m².
- 30% de la surface à compter du 01/07/2023
- 40% de la surface à compter du 01/07/2026
- 50% de la surface à compter du 01/07/2027
- Dérogation possible si :
 - contraintes (architecturales, patrimoniales, sécurité) aggravant un risque ou présentant une difficulté technique insurmontable
 - les travaux nécessaires ne peuvent être réalisés dans des conditions économiquement acceptables.
- Obligation de production EnR (ou végétalisation) étendue à tous les bâtiments non résidentiels > 500m² déjà existants en 2028
- Durée supplémentaire accordé par le préfet lorsque retard non imputable au gestionnaire de site
- Organismes **HLM** tenus de réaliser des études de faisabilité dans les 5 ans (d'ici mars 2028) pour développer des EnR sur le foncier artificialisé (parkings, toitures ...) des logements sociaux.
- Simplification du recours à l'autoconsommation pour les collectivités (exemption de constituer un budget annexe), recours à la commande publique autorisée.







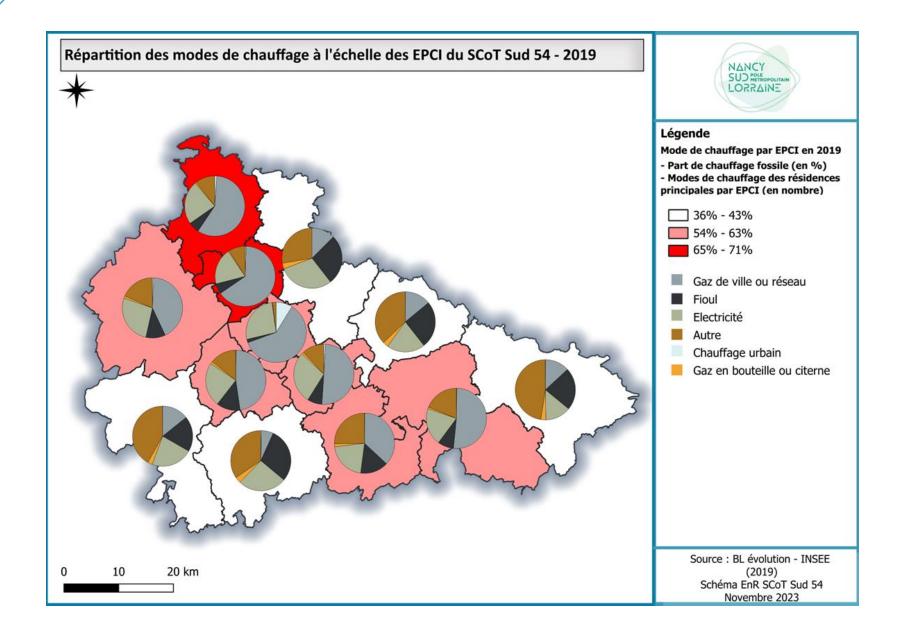
ENJEU 1 : Développement des EnR thermiques à l'échelle du bâti







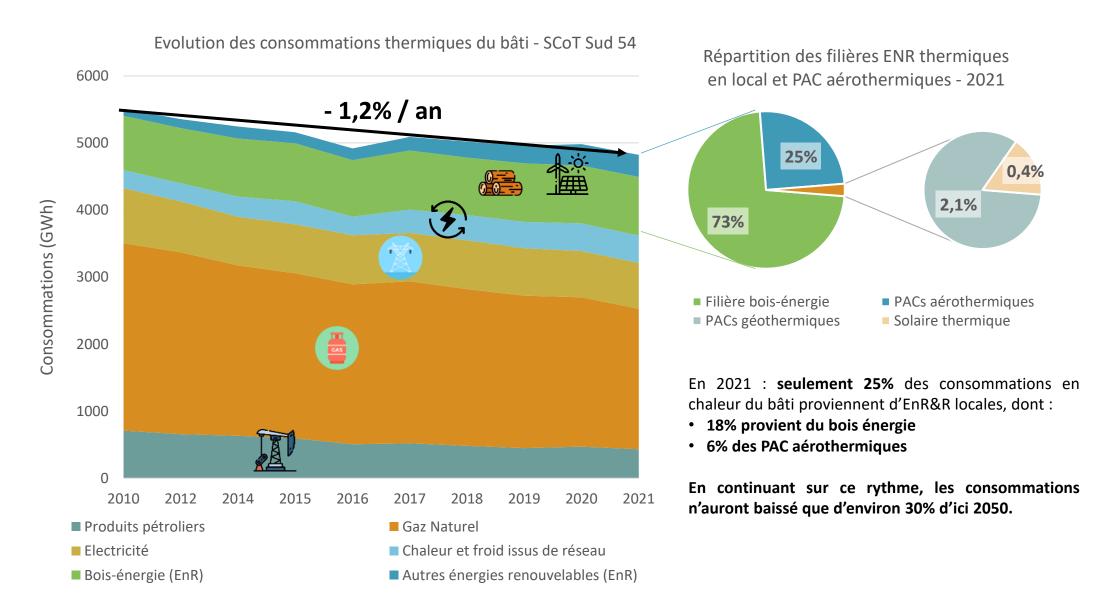
De la nécessité de changer le mode de chauffage des résidences principales







ENR thermique à l'échelle du bâti (résidentiel et tertiaire)

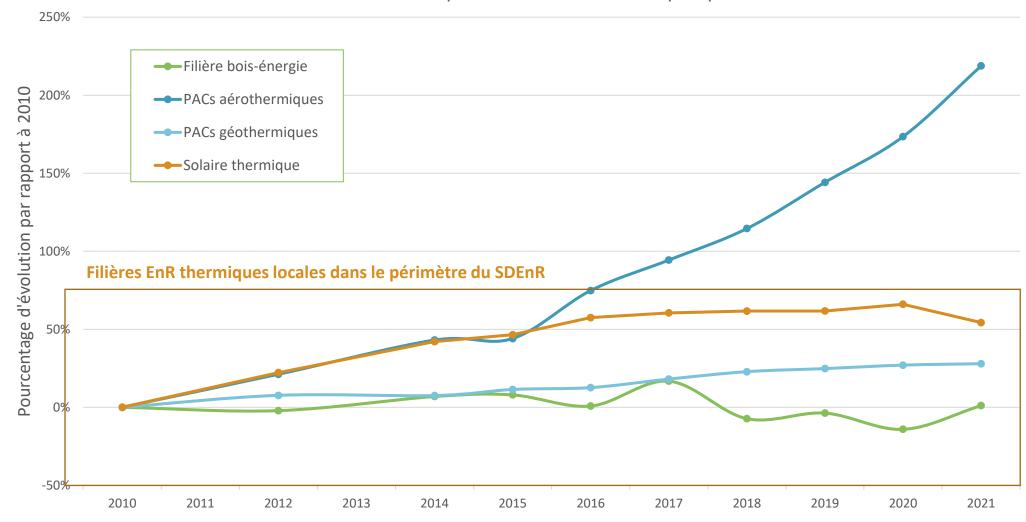






Des dynamiques différentes selon les filières

Evolution relative de la production d'ENR thermiques par filière

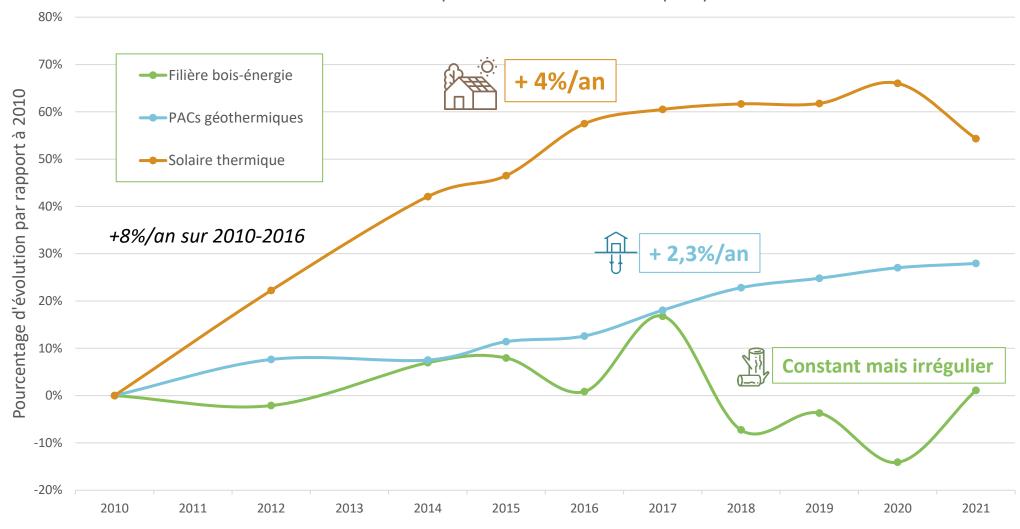






Des dynamiques différentes selon les filières, hors PAC aérothermiques

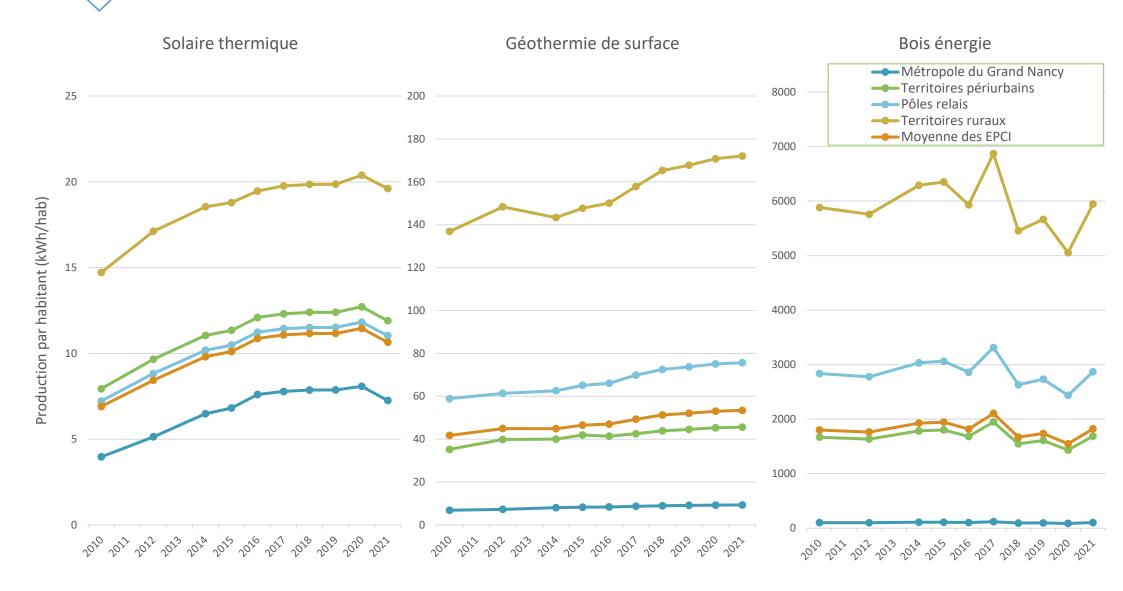
Evolution relative de la production d'ENR thermiques par filière







Des filières qui se développent davantage en milieu rural – Evolution par type d'EPCI par hab.







Géothermies de surface

Production actuelle (distribuée, comprend consommation électrique)	30 GWh
Projets remontés	RCU Colombey-les-Belles
Contraintes réglementaires	Réglementation GMI (BRGM) et protection des nappes stratégiques (pour la géothermie sur nappe uniquement)
Gisement net de production estimée	2 230 GWh. A préciser entre sondes (ex. maison individuelle) et nappe (ex. logements collectifs)

Niveau de maturité



Installations déjà présentes : oui (Badonviller)

Filières d'installation présente : EGS

Potentiels porteurs de projets : à identifier

Acteurs animation locale : Lorraine Energie Renouvelable (cadastre géothermique)

Dynamique: lente

Niveau de contraintes



- Architecture
- Urbanisme
- Acceptabilité
- Biodiversité
- Paysage
- Réseaux

Opportunités:

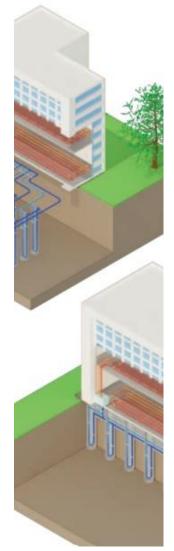
- Intégration de la géothermie dans les nouveaux projets ou dans des travaux de rénovations (nappes)
- Chauffage des particuliers et du tertiaire (santé, hôtels...)
- Production de froid (climatisation) grâce aux PAC réversibles ou aux systèmes « free-cooling »
- Moins consommateur en élec que les PAC aérothermiques
- Possibilité d'exploitation en boucle d'eau tempérée ou en réseau de chaleur (ex. projet de réseau de chaleur à Colombey-les-Belles couplant géothermie et bois)

Freins:

- Retours problématique sel (Pays du Sel et du Vermois)
- Risques miniers, glissements de terrain pouvant compliquer le développement de la filière (Moselle Madon)

Rôle que peuvent avoir les collectivités : Sensibiliser les particuliers et bailleurs, diffuser l'information, structurer la filière







Focus sur la pluralité des technologies derrière l'appellation « PAC géothermique »

Typologie de solutions géothermiques de surface



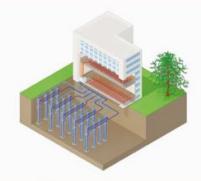
Pompe à chaleur sur eau de nappe souterraine



Pompe à chaleur sur corbeilles géothermiques



Pompe à chaleur sur capteurs enterrés horizontaux



Pompe à chaleur sur sondes géothermiques



Pompe à chaleur sur géostructures énergétiques

Source: www.geothermies.fr

Idées reçues:

La géothermie présente des risques sismiques

FAUX pour la géothermie de surface

La géothermie pollue les nappes phréatiques : FAUX, les installations sur nappes ne rejettent aucune substance. Des périmètres de protection des nappes permettent d'exclure les zones les plus sensibles.

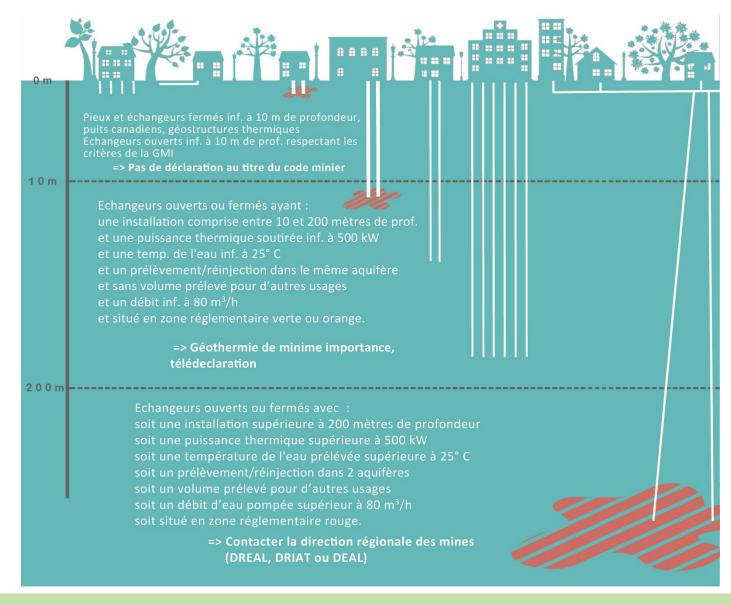
La géothermie de surface coûte cher

NI FAUX NI VRAI, les coûts d'installation dépendent du terrain et du test de réponse thermique en préambule au chantier et peuvent être importants, mais ceux-ci sont amortis par des coûts d'exploitation très faibles. (4 à 5 fois plus faibles qu'un chauffage électrique).





Géothermies de surface : Contexte Réglementaire de la Géothermie de Minime Importance

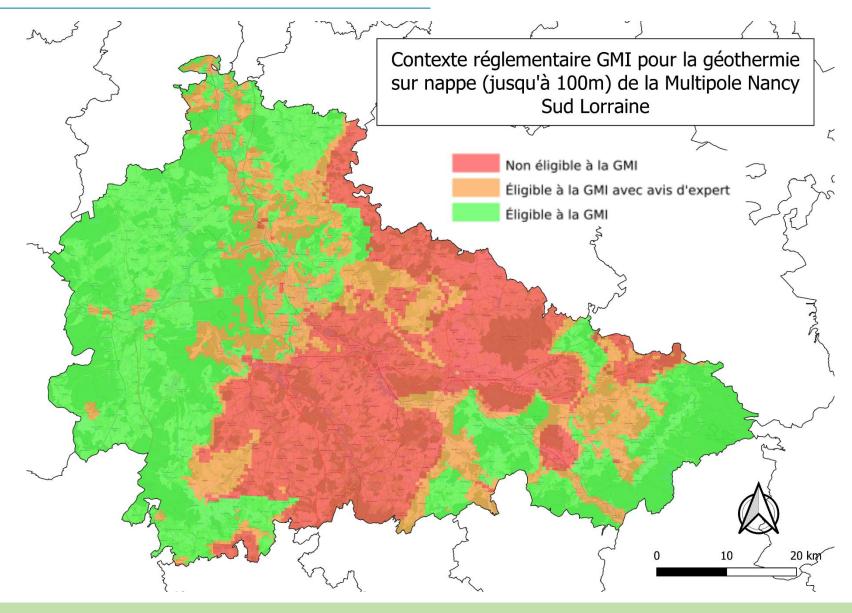


La géothermie de surface (Jusqu'à 200m) bénéficie du contexte réglementaire simplifié de la Géothermie de Minime Importance (GMI)





Géothermies de surface : Contexte Réglementaire local

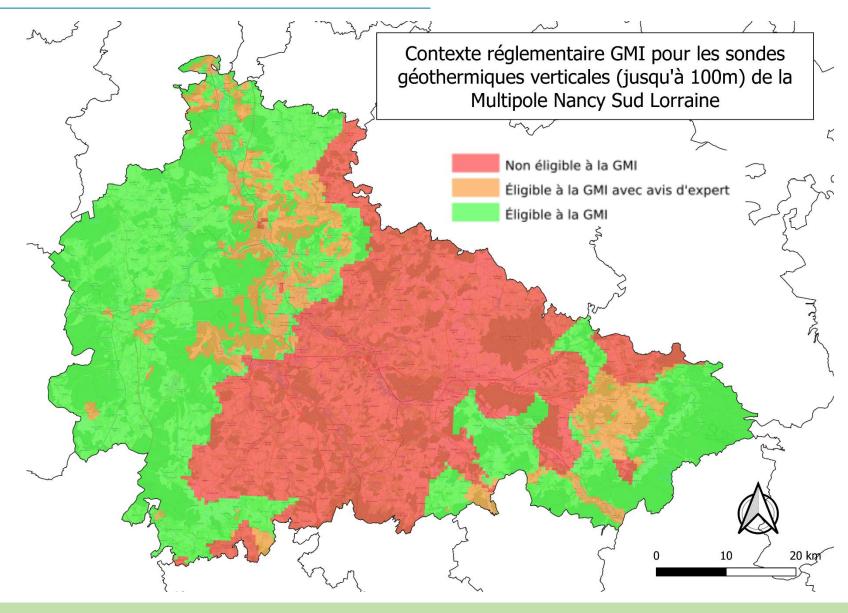


La géothermie de surface (Jusqu'à 200m) bénéficie du contexte réglementaire simplifié de la Géothermie de Minime Importance (GMI)





Géothermies de surface : Contexte Réglementaire local

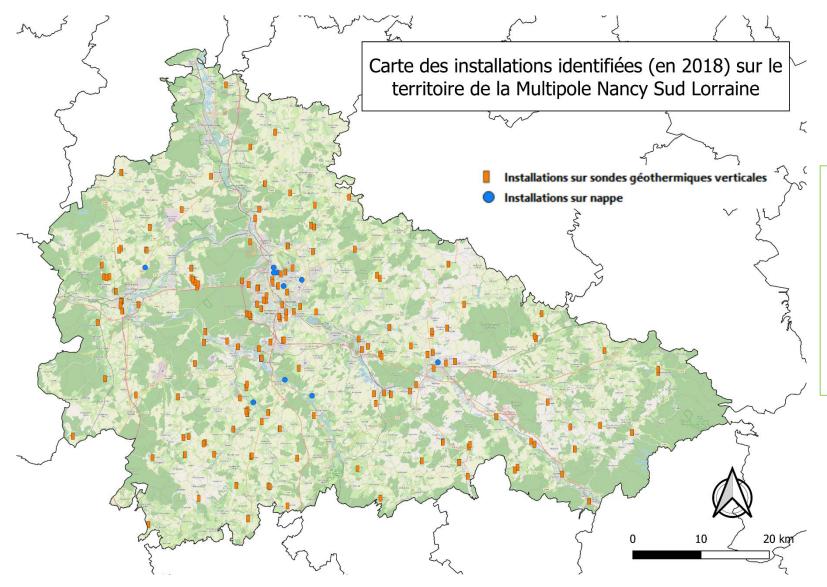


La géothermie de surface (Jusqu'à 200m) bénéficie du contexte réglementaire simplifié de la Géothermie de Minime Importance (GMI)





Installations de géothermie de surface (sondes et nappe) identifiées en 2018 sur le territoire



Quelques chiffres:

Environ 330 installations de géothermie de surface (sondes et nappes) identifiées sur le territoire de la Multipole de Nacy Sud Lorraine.

Dont 44 Installations dans les secteurs collectif, tertiaire et industriel.





MAISON DE SANTÉ DE BADONVILLER (54)

- Bâtiment neuf (Passif) de 2013
- Nombre de sondes : 4 sondes positionnées derrière le bâtiment sur un espace végétalisé
- Profondeur des sondes : 99 m
- Utilisation : chauffage et rafraîchissement passif (géocooling)
- Puissance: 1 PAC de 29 kW
- Surface utile du bâtiment: 809 m²
- Émetteurs : Ventilo-convecteurs / radiateurs
 BT













MAISON DE L'HABITAT D'ÉPINAL (88)

- Bâtiment neuf de 2021
- Nombre de forages : 2
 - Producteur et injecteur à 60 m
 - Écartement entre les forages : ± 50 m
- Utilisation : chauffage et rafraîchissement passif (géocooling)
- Puissance : 1 PAC de 100 kW Couplage CTA
- Surface utile du bâtiment: 3 000 m²
- Émetteurs : Poutre climatique











Production actuelle	6 GWh
Projets remontés	Aucun
Gisement net de production estimé	221 GWh

Niveau de maturité



Installations déjà présentes : oui

Filière d'installation présente : ?

Potentiels porteurs de projets : ?

Acteurs animation locale : oui (contrat de

chaleur renouvelable)

Dynamique : difficile à évaluer



- Architecture
- Urbanisme
- Acceptabilité
- Biodiversité
- Paysage
- Réseaux

Opportunités:

- Secteurs économiques avec besoins d'eau chaude sur toute l'année : sanitaire restauration, hébergement, santé, EHPAD ...
- Eau chaude des ménages en autoconsommation : sensibilisation, information ...
- Complément de production d'eau chaude des bâtiments publics en autoconsommation de bassins d'eau chaude (piscines, thermes ...)
- Complément d'apport en chaleur des réseaux de chaleur

Freins:

Développement diffus, difficile à maîtriser







Exemples inspirants

Solaire thermique sur résidentiel collectif

Projet « Hippocampe » à Cagnes-sur-Mer (06)

Couverture des besoins en eau chaude sanitaire



Coût (HT)

Montant éligible : 60 k€

Financement:

- ADEME: 38 k€

Bilan en chiffres

- 61 logements
- 50 m² de capteurs solaires
- 33 650 kWh produits par an
- 68% des besoins annuels couverts
- 5,4 tonnes de CO2 évitées par an
- 5 600 € économisés en 2015

Couverture d'une partie des besoins pour le préchauffage d'une piscine à Aixe-sur-Vienne (87)

Piscine de 25m de long, 2 ballons de 1500L d'ECS Installation sur terrasse

43 000 kWh produits par an => 14% de couverture des besoins

Coût total de l'installation solaire	85 000 € HT (travaux + ingénierie)
Montant des aides à l'investissement	40 000 €
Economie financière annuelle*	4 000 € HT
Temps de retour sur investissement**	9 ans







Analyse par filière – Bois énergie

Production actuelle	1 018 GWh
Projets remontés	RCU de Lunéville, Toul, Baccarat
Contraintes réglementaires	PPA
Gisement net de production estimée	Production (bois local) : 426 GWh

Niveau de maturité



Installations déjà présentes : oui

Filière d'installation présente : oui

Potentiels porteurs de projets : oui

Acteurs animation locale: contrat chaleur renouvelable

et Fonds Chaleur

Dynamique: forte

Niveau de contraintes



- Architecture
- Urbanisme (pour réseaux)
- Acceptabilité
- Biodiversité
- Paysage
- Réseaux
- Air

Opportunités:

- Production locale déjà exploitée (ex. 120 GWh exploités sur la CCTLB - 50% de forêts publiques environ)
- Développement RCU (ex. Lunéville, Toul...) et projets de petites chaufferies bois

Freins:

- Pollution atmosphérique (correctible avec des filtres à particules sur les installations récentes)
- Approvisionnement pouvant déjà être en tension sur le territoire, besoins excédant la production



Rôle que peuvent avoir les collectivités : Initier/développer des petits réseaux de chaleur bois communaux • Conseiller les collectivités et les particuliers



Exemples inspirants

Chaufferie – Hôpital Langogne (68)

Les 220 tonnes de plaquettes forestières proviennent de la SARL La Forestière, située à La Villedieu à 70 km (contrat de 3 ans)

Bilan en chiffres

- taux de couverture bois : 90 %
- 210 t/an de CO₂ évitées
- 220 t/an de bois consommées
- 66 tep/an biomasse sortie chaudière
- réseau de chaleur : 350 m
- nombre d'emplois créés : maintien de l'organisation existante

Coût (HT)

Coût chaufferie: 474 000 €TTC

Financement :

Europe : 190 653 €

ADEME (CPER) : 57 000 € Conseil régional : 54 033 €

Conseil départemental : 40 217 €







ENJEU 2 : Solarisation des toitures des bâtiments



Panneaux solaires photovoltaïque





Analyse par filière – Photovoltaïque sur toiture

Production actuelle	Environ 22 GWh / Evolution moyenne : + 26%/an
Projets remontés	Au moins 80 GWh
Contraintes réglementaires à venir	Obligation solarisation bâtiments non résidentiels > 500m² neufs/ rénové + existants (à partir de 2028)
Potentiel net	1 412 GWh

Niveau de maturité ()



Installations déjà présentes : oui

Filière d'installation présente : oui

Potentiels porteurs de projets : collectivités sur

leur patrimoine

Acteurs animation locale: Lorraine Energies Renouvelables (LER), « Les GÉnÉRATEURS »

Dynamiques : installation sur toitures résidentielles à développer, collectivités

Niveau de contraintes



- Architecture
- Paysage
- Urbanisme & **Patrimoine**
- Réseaux
- Acceptabilité
- Biodiversité

Opportunités:

- Projet d'autoconsommation collective de ou énergétiques communautés (ex. centrales photovoltaïques ouvertes à la participation citoyenne Terres Touloises)
- Exemplarité des collectivités sur le bâti public

Freins:

 Contrainte patrimoniale (devant nécessiter avis de ľABF)

Rôle que peuvent avoir les collectivités : Accompagner ● Être exemplaire ● Porter des projets participatifs

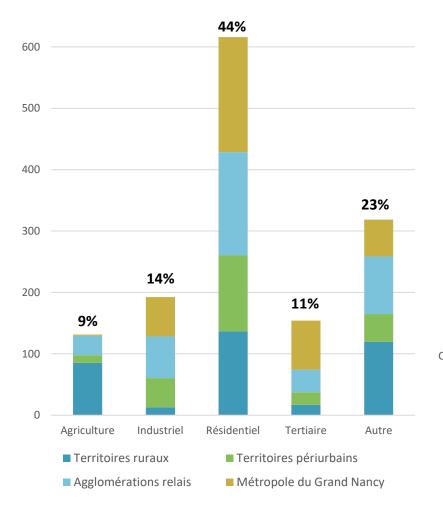


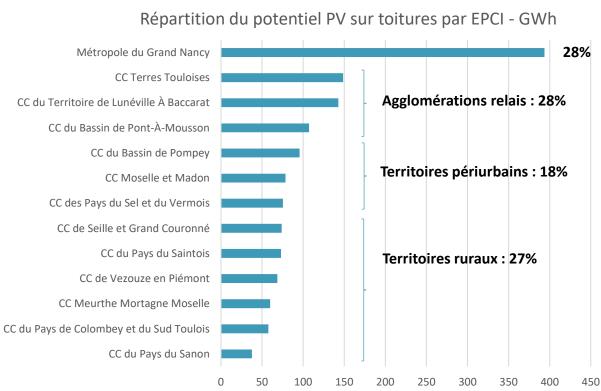




Un gisement conséquent réparti uniformément sur les territoires

Répartition des gisements PV sur toitures des secteurs d'activité par type d'EPCI



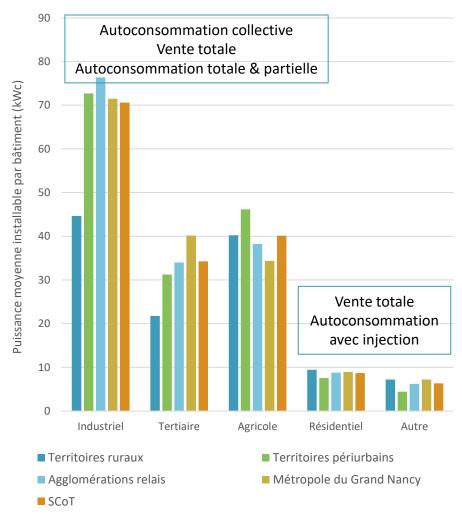






Des opportunités de montage à définir selon la taille du bâti

Puissance potentielle moyenne par toiture -Secteur d'activité et type d'EPCI - SCoT SUD 54



Vente totale de la production

Production d'électricité qui va être injectée directement sur le réseau public



Autoconsommation totale

Consommation par le producteur de l'électricité et le surplus est stocké ou perdu



Autoconsommation avec injection de surplus

Consommation par le producteur de l'électricité et revente du surplus



Soutirage d'appoint

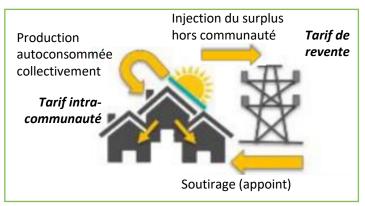
Autoconsommation collective

Répartition de la production entre un ou plusieurs consommateurs proches physiquement



Soutirage d'appoint

Exemple de montage d'autoconsommation collective : la communauté d'énergie. Adaptés aux ZACs, aménagement en cours, partenariats publics-privés...





Exemples inspirants

Le nouveau quartier République, sur l'île de Nantes, sera équipé de 10 000 m² de panneaux photovoltaïques en toiture permettant une autoconsommation collective. Puissance maximale annoncée : 2 MWc





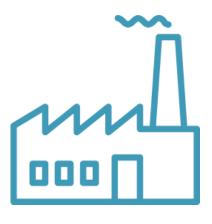
Atelier 2 : EnR&R thermiques en réseau

Etat des lieux

- Opportunités et enjeux de production de chaleur renouvelable en réseau
 - 1. Chaleurs fatales
 - 2. Géothermie profonde
 - 3. Solaire thermique
 - 4. Géothermies de surface
- Au-delà du réseau de chaleur : la BETEG (Boucle d'Eau Tempérée à Energie Géothermique)



Etat des lieux des EnR&R thermiques en réseau





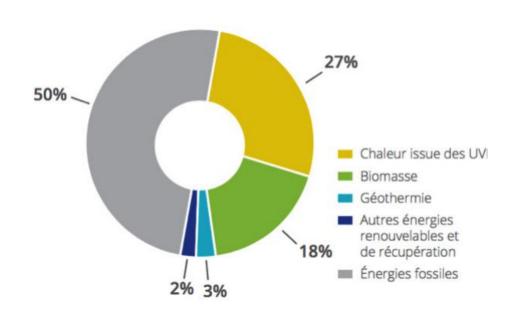
Les réseaux de chaleur : un moyen centralisé et pilotable de production de chaleur renouvelable et de récupération

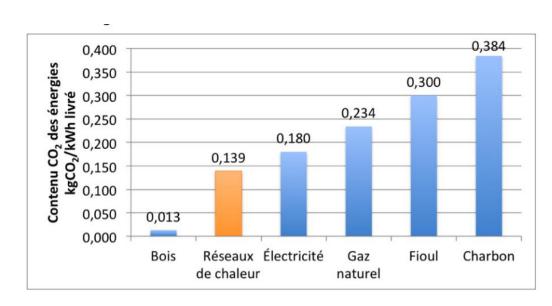




Les réseaux de chaleur : un moyen centralisé et pilotable de production de chaleur renouvelable et de récupération

Alimentation des réseaux de chaleur et émissions de GES (2015, France)





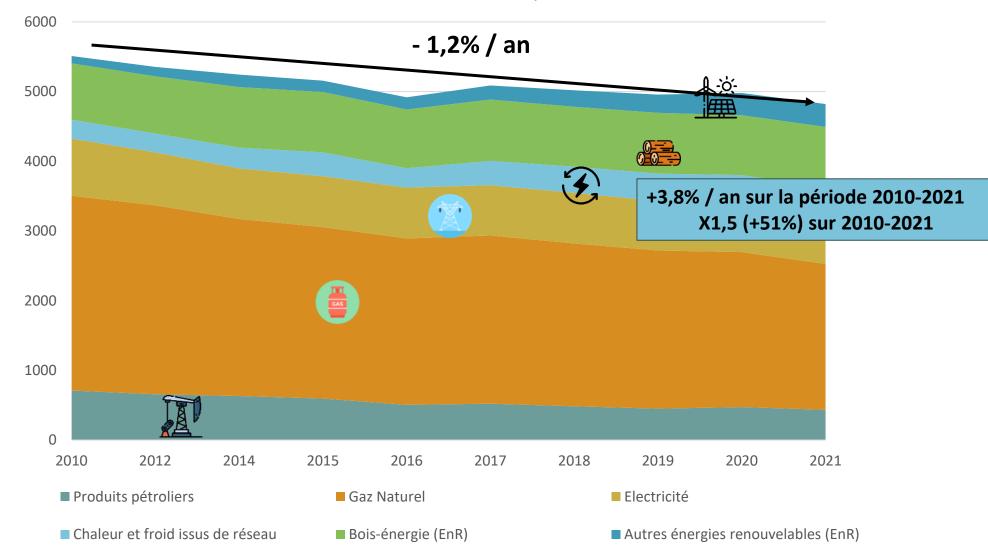
Une nécessité de continuer la décarbonation des modes d'alimentation





ENR thermique provenant des réseaux (résidentiel et tertiaire)



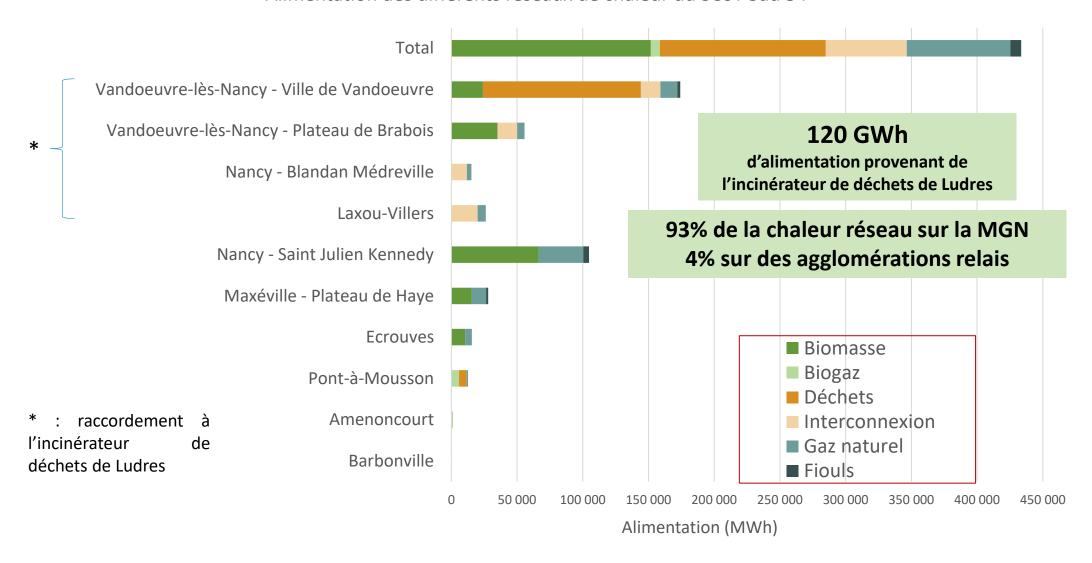




Consommations (GWh)

Quelle alimentation des réseaux de chaleur sur le territoire ?

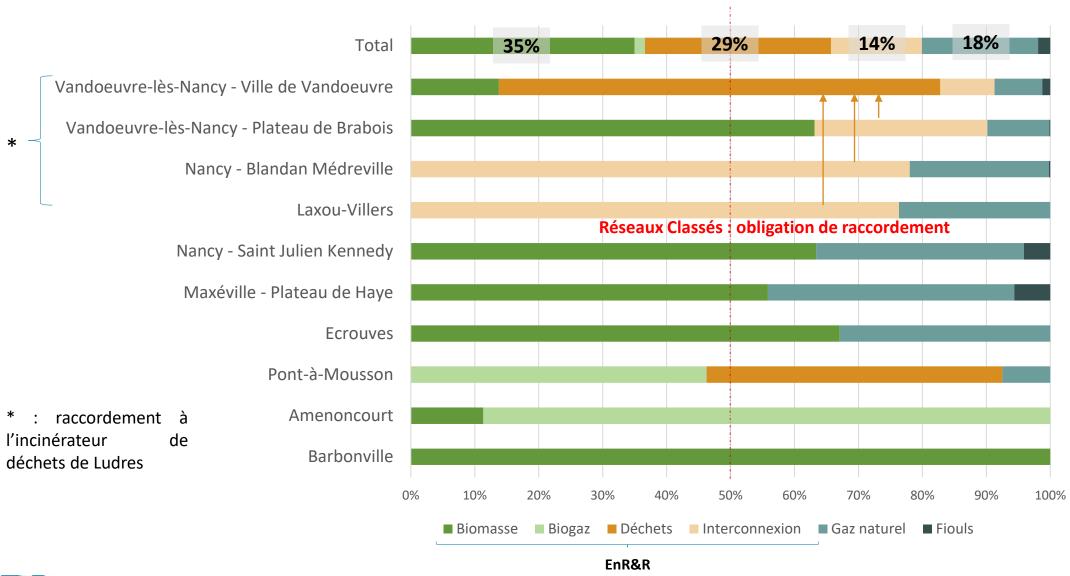
Alimentation des différents réseaux de chaleur du SCoT Sud 54





Quels mix énergétiques pour les réseaux de chaleur actuels ?

Répartition de l'alimentation des différents réseaux de chaleur du SCoT Sud 54





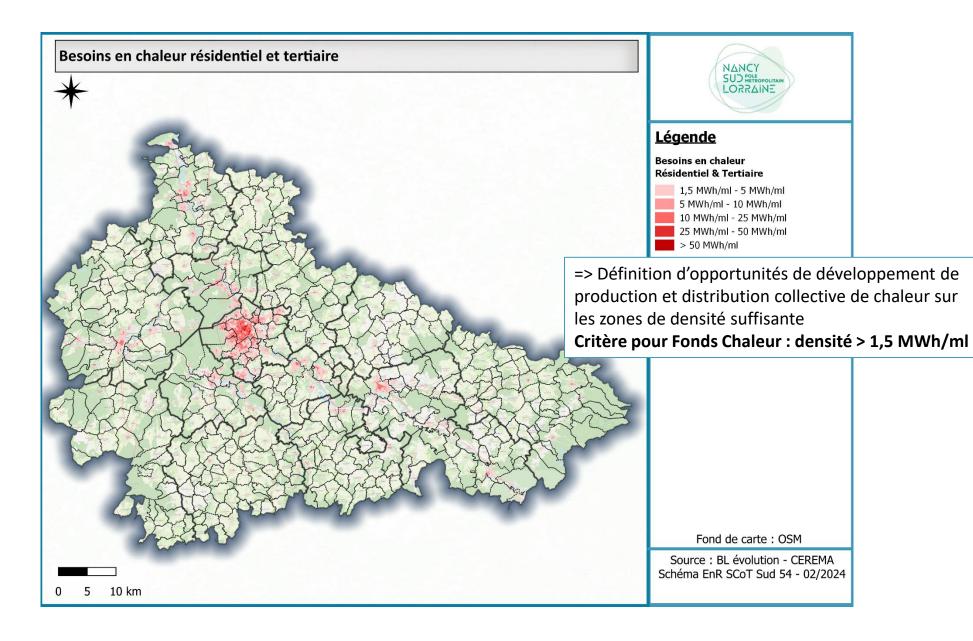
Source: https://france-chaleur-urbaine.beta.gouv.fr/

Schéma EnR'Choix de l'ADEME Île-de-France

3 – OPTIMISER ET PRIORISER LES RECOURS AUX ÉNERGIES DE RÉCUPÉRATION ET RENOUVELABLES ÉNERGIE NON DÉLOCALISABLE **DÉJÀ EXISTANTE** Récupération de chaleur fatale : eaux usées, data center, UIOM... 2 ÉNERGIE NON DÉLOCALISABLE À CRÉER Géothermies, Solaire thermique... ÉNERGIE DÉLOCALISABLE À CRÉER ADEME Biomasse... RÉPUBLIQUE FRANÇAISE Liberté Égalité ÉCOLOGIQUE Fraternité

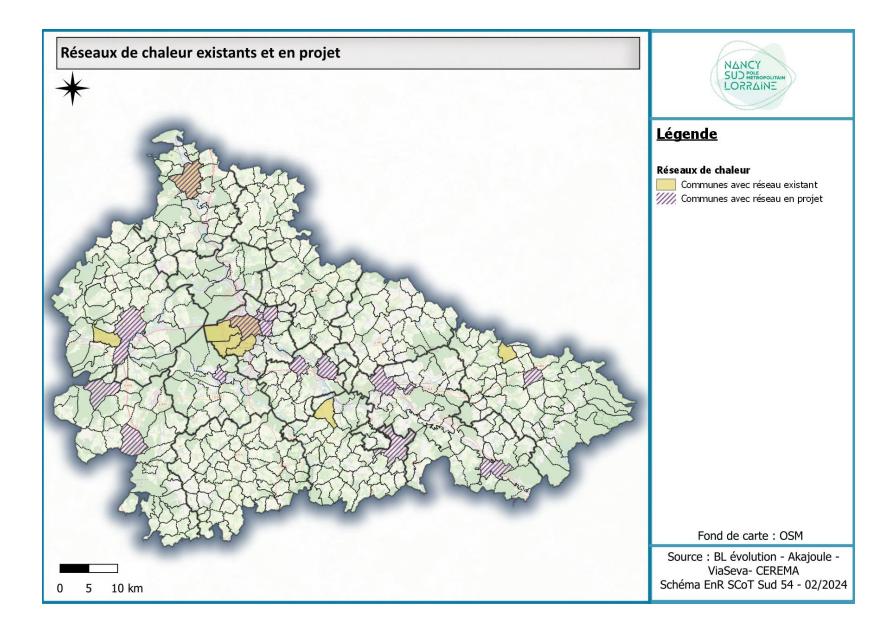


Des besoins en chaleur denses autour de la métropole, des agglomérations et des communes principales





Localisation des réseaux et des projets de réseau identifiés





Enjeux et opportunités par filière



- Chaleurs fatales
- Géothermie profonde
- Solaire thermique
- Géothermies de surface





Analyse par filière – Récupération de chaleur fatale

Production actuelle	82 GWh (incinération des déchets à Ludres)
Projets remontés	SAM et Vicat Béton (Moselle et Madon), Novacarb (MGN), etc.
Contraintes réglementaires à venir	-
Gisement net de production estimé	1596 GWh

Niveau de maturité



Installations déjà présentes : oui

Filière d'installation présente : ???

Potentiels porteurs de projets : ??

Acteurs animation locale: Dynamique: sujet

émergent

Niveau de contraintes



- Architecture
- Urbanisme (pour réseaux)
- Acceptabilité
- Biodiversité
- Paysage
- Réseaux

Opportunités:

- Autoconsommation, réduction des coûts pour l'opérateur producteur de chaleur fatale
- Développement de synergies entre divers acteurs du territoire
- Sources potentielles : industries, incinérateur de déchets, data center, eaux usées (cloacothermie)

Freins:

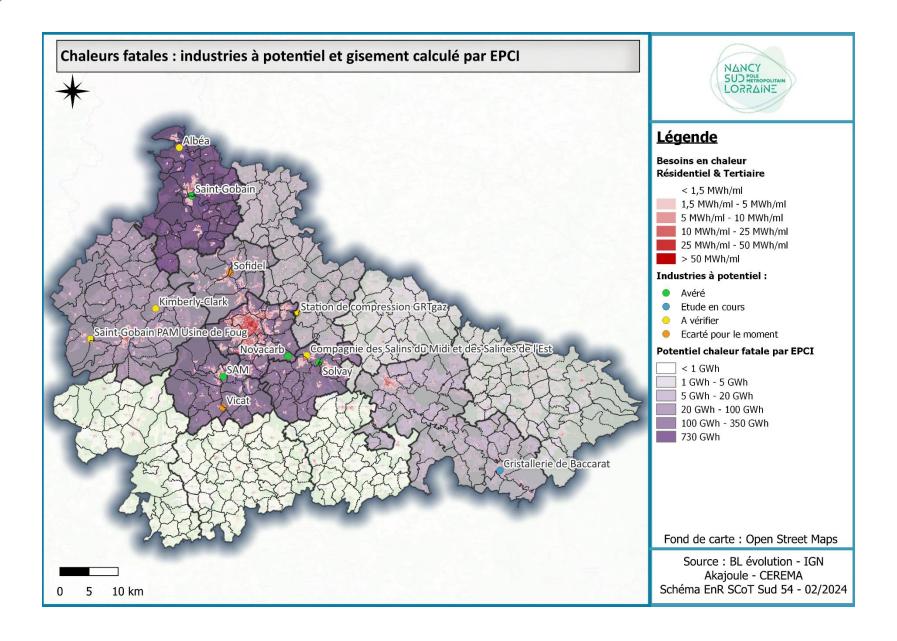
- Nécessite un potentiel et un débouché de consommation suffisants pour un réseau de chaleur
- Distance entre source et besoin de chaleur (ex. hautsfourneaux de Pont-à-Mousson - Nancy)

Rôle que peuvent avoir les collectivités : Recenser les sites de livraison de chaleur fatale • Coordonner producteurs et consommateurs





Récupération de chaleur fatale industrielle & Industries du Sud 54





Exemple de chaleur fatale industrielle alimentant un réseau : Yoplait à Vienne (38)

Opérationnel depuis janvier 2021, le réseau de chaleur urbaine récupère la chaleur fatale de l'usine de Yoplait, voisines des immeubles Advivo du Grand Estressin et du groupe scolaire Claude Bernard.

C'est le fruit d'un partenariat entre YOPLAIT Production France, le bailleur social ADVIVO, la Ville de Vienne et Vienne Condrieu Agglomération avec ENGIE Solutions.

Projet vertueux pour l'environnement :

- Pas d'emprise supplémentaire au sol zone foncière locale saturée
- Emprise territoriale : Participation d'un industriel renommé dans le mix énergétique du réseau de chaleur à destination d'habitants de Vienne
- Schéma énergétique : il y avait une grande proximité entre les usines de Yoplait et les bâtiments raccordés.

Points clés:

- 791 logements sociaux alimentés
- Plus de 3 000 MWh d'énergie valorisée par an
- Décarbonations de l'énergie utilisée : 61% des consommations de gaz
- Diminution des émissions de GES : 50% des émissions de CO2





Exemple de récupération de chaleur fatale sur Data Center : Bussy-Saint-Georges (77)

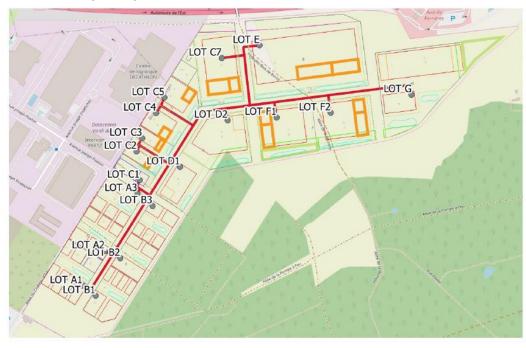
Extraits Schéma Directeur Réseaux de Chaleur CAMG

Au sud de la commune de Bussy-Saint-Georges, la ZAC de la Rucherie est en cours d'aménagement et sera à vocation économique. Ce quartier à haute performance environnementale intégrera de nombreux projets de production énergétique, combinant de la production photovoltaïque, un projet d'électrolyseur et également un projet de réseau de chaleur.

Aux dernières nouvelles, la solution retenue pour alimenter ce réseau de chaleur repose sur la récupération de chaleur fatale à partir d'un Data Center qui sera installé sur la ZAC. Au mois de juin 2023, son implantation est confirmée et les dernières études pour assurer le raccordement au réseau de chaleur permettront de valider le projet.

La puissance de l'installation au niveau du Data Center n'est pas encore connue au moment de l'écriture de ce Schéma, mais celle-ci doit au moins pouvoir injecter 2,3 MW pour espérer dépasser les 80% d'EnR&R.

Tracé prévu pour le réseau de chaleur de la ZAC Rucherie – 02/2023



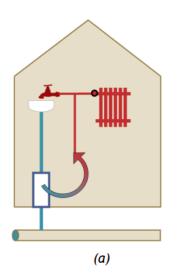


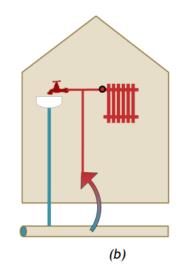
Cloacothermie, ou chaleur fatale des eaux usées

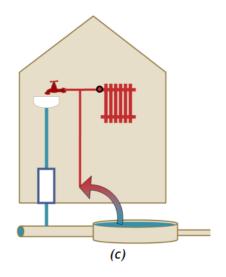
La cloacothermie consiste à récupérer l'énergie disponible sur les eaux usées à partir d'un échangeur. La chaleur des eaux usées est une énergie disponible en grande quantité en milieu urbain, là même où les besoins en énergie sont importants.

Évacuées, ces eaux conservent une partie de leur chaleur. Laquelle peut s'avérer très utile, puisqu'on estime que les eaux usées produites par 100 habitants permettent de chauffer 10 habitants!

Le plus utilisé et connu concerne la récupération sur les eaux usées de station d'épuration (réseau : échelle communes), mais des installations plus modestes peuvent être envisagées via une PAC sur des collecteurs d'eaux usées, dans le canal d'évacuation (réseau : échelle quartier)







- (a) Récupération de la chaleur dans le bâtiment (eaux usées brutes),
- (b) Récupération de la chaleur dans le canal d'évacuation (eaux usées brutes),
- (c) Récupération de la chaleur à la station d'épuration (eaux épurées)



Pompe à chaleur sur eaux usées pour la résidence Les Nouveaux Chartreux (13)

Pour chauffer la résidence (19 500 m²), 13 Habitat valorise une énergie locale : les eaux usées de Marseille. Le dispositif mis en place en 2012 assure 60% des besoins en chauffage et ECS des locataires.

L'allègement des charges est d'environ 30 000€/an pour les 216 logements, assurant 260 tCO2/an évitées

Investissement:

Coût total du projet : 1 281 k€

<u>Caractéristiques :</u>

Puissance installée : PAC 532 kW

Production annuelle :

1 689 MWh



www.13habitat.fr





Géothermie profonde

Production actuelle	Nancy Thermal
Projets remontés	-
Contraintes réglementaires existantes / à venir	Connaissance sous-sol (coûteuse)
Gisement net de production estimée	835 GWh

Niveau de maturité ○○○

Installations déjà présentes : non

Filières d'installation présente : non

Potentiels porteurs de projets : à identifier

Niveau de contraintes

- Sous-sol
- Urbanisme
- Acceptabilité
- Biodiversité

Opportunités:

- Possibilité d'exploitation en réseau de chaleur (ex. MGN)
- Production de chaleur en direct pour le secteur industriel

Freins:

- Méconnaissance du sous-sol
- Concurrence avec les énergies de récupération





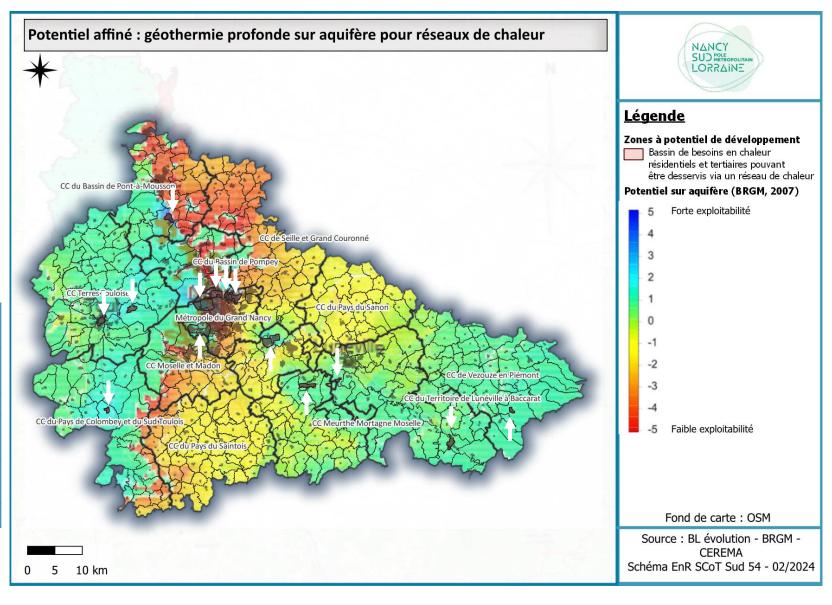


Des zones propices au développement de réseaux de chaleur urbain

Conditions de définition d'une zone à potentiel :

- Des zones à forte exploitabilité
- => Carte à relativiser
- ➤ Des besoins en chaleur suffisamment denses
 - Brut: > 1,5 MWh/mlNet: > 2 MWh/ml

EPCI	Brut (GWh)	Net (GWh)
CCVP	11	0
CCPSV	73	73
CCBPaM	27	27
CCPCST	10	0
CCTLB	35	35
CC3M	45	35
CCTT	81	81
MGN	584	584
Total	866	835







Centrale géothermique mise en service en octobre 2021

Réseau de chaleur géothermique alimenté par une eau à 70°, puisé à -1900m de profondeur.

Localisation: Champs-sur-Marne (Seine-et-Marne).

Producteur: Communauté d'agglomération Paris – Vallée de la Marne (CAPVM) et la société GéoMarne (filiale Engie Solutions)

Capacité de production annuelle : Entre 96 et 107 GWh

Gouvernance:

- Soutien de soutien de la Région Ile-de-France et de l'Ademe.
 - Financement participatif des citoyens locaux.
 - Environ 3 400 habitants alimentés







✓ 25 000 tonnes de CO2 évités par/an





Analyse par filière – Bois énergie

Production actuelle	1 018 GWh
Projets remontés	RCU de Lunéville, Toul, Baccarat
Contraintes réglementaires	PPA
Gisement net de production estimée	Production (bois local) : 426 GWh

Niveau de maturité



Installations déjà présentes : oui

Filière d'installation présente : oui

Potentiels porteurs de projets : oui

Acteurs animation locale: contrat chaleur renouvelable

et Fonds Chaleur

Dynamique: forte

Niveau de contraintes OO



- Architecture
- Urbanisme (pour réseaux)
- Acceptabilité
- Biodiversité
- Paysage
- Réseaux
- Air

Opportunités:

- Production locale déjà exploitée (ex. 120 GWh exploités sur la CCTLB - 50% de forêts publiques environ)
- Développement RCU (ex. Lunéville, Toul...) et projets de petites chaufferies bois

Freins:

- Pollution atmosphérique (correctible avec des filtres à particules sur les installations récentes)
- Approvisionnement pouvant déjà être en tension sur le territoire, besoins excédant la production



Rôle que peuvent avoir les collectivités : Initier/développer des petits réseaux de chaleur bois communaux • Conseiller les collectivités et les particuliers





Une chaufferie biomasse à l'échelle de plusieurs bâtiments

Installation d'un **réseau de chaleur biomasse alimentant** 350 logements du quartier du HLM, un collège ainsi qu'un gymnase.

Localisation: Lizy-sur-Ourcq (Seine-et-Marne)

3 600 habitants

Producteur : SEM SDESM Energies ; société

Agronergy

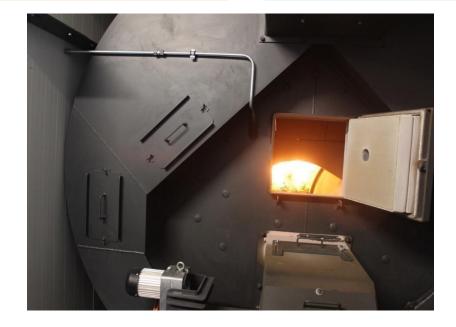
Capacité de production annuelle : 4 000 MWh

Gouvernance:

 Soutien de soutien de la Région Ile-de-France et de Ademe







- Réduction de 40% de la facture énergétique de la commune par rapport à ce que coûtait le chauffage au gaz
- ✓ 876 tonnes de CO2 évités par/an



Source: https://www.sdesm.fr/actualites/article-3



Production actuelle	6 GWh
Projets remontés	Aucun
Gisement net de production estimé	221 GWh - approche besoins uniquement

Niveau de maturité



Installations déjà présentes : oui

Filière d'installation présente : ?

Potentiels porteurs de projets : ?

Acteurs animation locale : oui (contrat de

chaleur renouvelable)

Dynamique : difficile à évaluer



- Architecture
- Urbanisme
- Acceptabilité
- Biodiversité
- Paysage
- Réseaux

Opportunités:

- Secteurs économiques avec besoins d'eau chaude sur toute l'année : sanitaire restauration, hébergement, santé, EHPAD ...
- Eau chaude des ménages en autoconsommation : sensibilisation, information ...
- Complément de production d'eau chaude des bâtiments publics en autoconsommation de bassins d'eau chaude (piscines, thermes ...)
- Complément d'apport en chaleur des réseaux de chaleur ou boucles d'eau tempérée

Freins:

Développement diffus, difficile à maîtriser

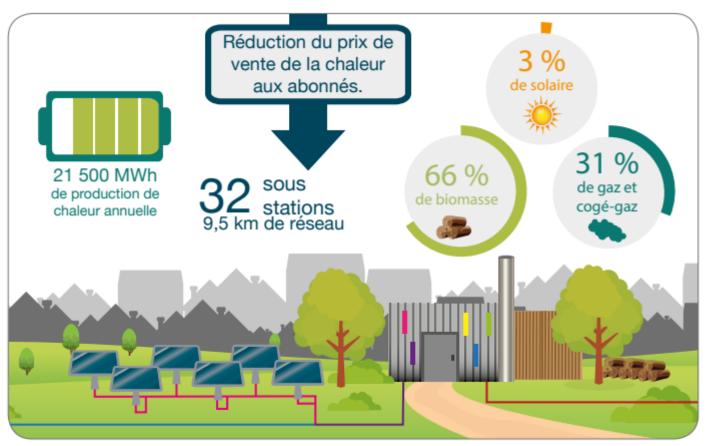




Solaire thermique pour réseau de chaleur : exemple de Châteaubriant (44)

800 panneaux posés sur 2 200 m2 - un projet estimé à 1 500 000 € HT dont 70 % financés par l'ADEME - 900 MWh produits par an permettant le réchauffage de l'eau à 100°C - Un objectif de 5 % de baisse sur la facture des abonnés

Les calories solaires gratuites sont injectées dans la boucle de retour plus froide du réseau de chaleur urbain. Ce préchauffage réduit les besoins énergétiques. Un stockage de 210 m3 restitue de la chaleur accumulée la veille aux heures où la demande est faible et la production solaire est la plus forte. Ce système, en complément de la chaufferie bois biomasse permet d'améliorer le rendement de









Géothermies de surface

Production actuelle (distribuée, comprend consommation électrique)	30 GWh
Projets remontés	RCU Colombey-les-Belles
Contraintes réglementaires	Réglementation GMI (BRGM) et protection des nappes stratégiques (pour la géothermie sur nappe uniquement)
Gisement net de production estimée	2 230 GWh

Niveau de maturité



Installations déjà présentes : oui (Badonviller)

Filières d'installation présente : EGS

Potentiels porteurs de projets : à identifier

Acteurs animation locale : Lorraine Energie Renouvelable (cadastre géothermique)

Dynamique: lente

Niveau de contraintes



- Architecture
- Urbanisme
- Acceptabilité
- Biodiversité
- Paysage
- Réseaux

Opportunités:

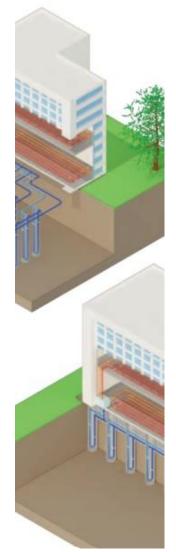
- Intégration de la géothermie dans les nouveaux projets ou dans des travaux de rénovations (nappes)
- Chauffage des particuliers et du tertiaire (santé, hôtels...)
- Production de froid (climatisation) grâce aux PAC réversibles ou aux systèmes « free-cooling »
- Moins consommateur en élec que les PAC aérothermiques
- Possibilité d'exploitation en boucle d'eau tempérée ou en réseau de chaleur (ex. projet de réseau de chaleur à Colombey-les-Belles couplant géothermie et bois)

Freins:

- Retours problématique sel (Pays du Sel et du Vermois)
- Risques miniers, glissements de terrain pouvant compliquer le développement de la filière (Moselle Madon)

Rôle que peuvent avoir les collectivités : Sensibiliser les particuliers et bailleurs, diffuser l'information, structurer la filière







Focus sur la pluralité des technologies derrière l'appellation « PAC géothermique »

Typologie de solutions géothermiques de surface



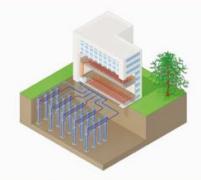
Pompe à chaleur sur eau de nappe souterraine



Pompe à chaleur sur corbeilles géothermiques



Pompe à chaleur sur capteurs enterrés horizontaux



Pompe à chaleur sur sondes géothermiques



Pompe à chaleur sur géostructures énergétiques

Source: www.geothermies.fr

Idées reçues:

La géothermie présente des risques sismiques

FAUX pour la géothermie de surface

La géothermie pollue les nappes phréatiques : FAUX, les installations sur nappes ne rejettent aucune substance. Des périmètres de protection des nappes permettent d'exclure les zones les plus sensibles.

La géothermie de surface coûte cher

NI FAUX NI VRAI, les coûts d'installation dépendent du terrain et du test de réponse thermique en préambule au chantier et peuvent être importants, mais ceux-ci sont amortis par des coûts d'exploitation très faibles. (4 à 5 fois plus faibles qu'un chauffage électrique).



Autres retours d'expérience innovants

La BET : Boucle d'Eau Tempérée





Un énergie thermique mutualisée à basse température : la Boucle d'eau Tempérée

Elle est constituée :

- D'un dispositif de captage (ressource géothermique),
- D'un dispositif de mutualisation (boucle d'eau tempérée),
- D'un dispositif de production (Thermopompes ou PACs Géothermiques eau/eau),
- D'un dispositif de régulation.

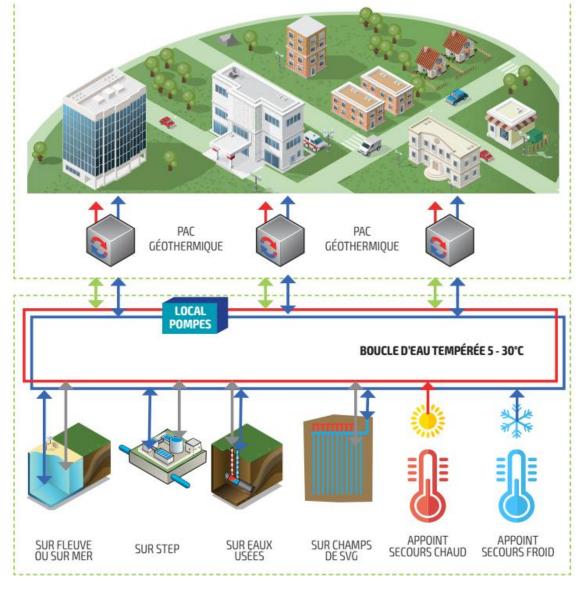
Elle se compose d'un réseau d'eau tempérée alimenté par une ou plusieurs ressources géothermiques couplées à des productions décentralisées.

Contrairement à un réseau de chaleur alimenté par une production centralisée, la boucle d'eau tempérée à énergie géothermique implique une production décentralisée par bâtiments ou par îlots de bâtiments (PACs Géothermiques décentralisées couplées à la boucle d'eau tempérée).

Cette production décentralisée permet de produire :

- Du chaud (chauffage, piscine, process, etc...),
- De l'eau chaude sanitaire,
- Du froid actif (climatisation, déshumidification et autres process),
- Du froid passif par géocooling (rafraîchissement).

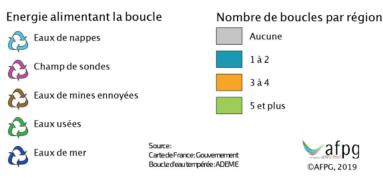
Des énergies complémentaires (solaire et de récupération) peuvent y être adjointes.

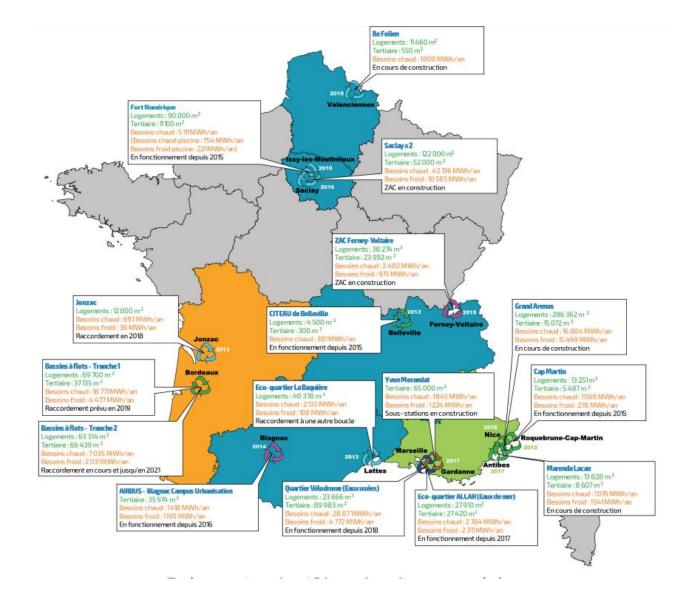




Boucle d'eau Tempérée : un développement récent, mais visible et protéiforme

Légende







Boucle d'Eau Tempérée vs Réseau de Chaleur ?

Les réseaux de chaleur classiques, même approvisionnés en énergies renouvelables (par exemple bois-énergie ou géothermie profonde), sont très différents d'une BETEG.

En effet ces premiers sont encore dans le schéma d'une production d'énergie centralisée et unidirectionnelle :

- Ils ne permettent pas d'échanges d'énergie entre bâtiments.
- Ils n'offrent pas de potentiel de synergie énergétique et de réduction de la demande.
- Ils doivent s'adapter à la température de fonctionnement du bâtiment le plus énergivore, entraînant souvent des températures de réseau élevées (80 à 140°C) et donc des pertes énergétiques importantes (rendement chaudière et surtout transport de l'eau chaude).

Il n'est donc pas forcément cohérent de raccorder un bâtiment à haute performance énergétique (fonctionnement à « très » basse température < 45°C) sur un réseau de chaleur à haute température (80 à 140°C) ou basse température (60 à 80°C).





Contexte du projet :

> Projet portée par





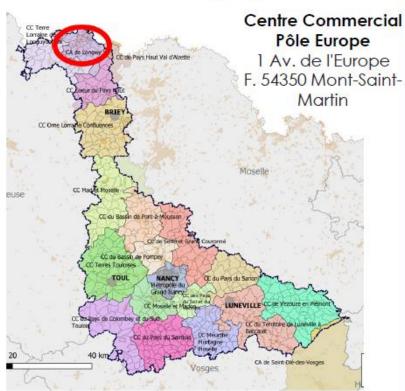
Réflexion et conduite de l'étude de faisabilité par

En partenariat technique avec

l'entreprise de forage **CELSIUS** pour ce projet.



Localisation du projet :



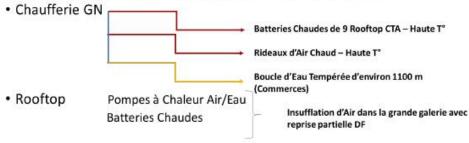






Descriptif du projet :

- ➤ Un bâtiment 4 zones thermiques:
 - 1. Grande Galerie (GG)
 - 2. Commerces dans la GG Reliés à la BETEG
 - 3. Bureaux
- ➤ Surface totale desservie par la BETEG: 15 900 m² (Avec liaison d'ouverture sur galerie)
- Principe du système de génie climatique :



 PAC réversibles individualisées au niveau des commerces et en relation avec la Bc.E.T

Aperçu du site :

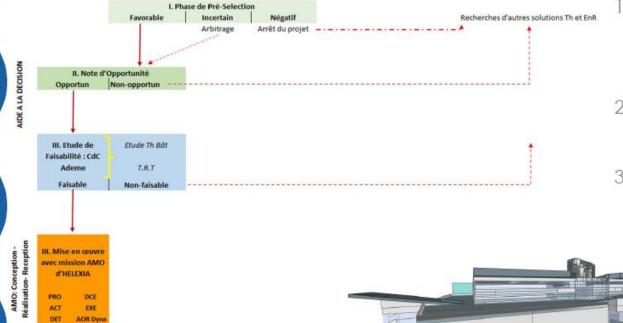








Phasage du projet :



Étude de faisabilité en 3 temps :

- Définition des besoins thermiques et énergétiques. Création de maquette numérique du bâtiment en 3D.
- Réalisation d'un TRT et définition des capacités et spécificités du sous-sol.
- Dimensionnement précis de l'installation grâce aux données 1 et 2.



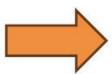




Contraintes liées à la géothermie :







GEOTHERMIES

Q Inclusive

D

Fond do certs

Quantification

D

Fond do certs

D

Fond do certs

D

Fond do certs

Quantification

D

Fond do certs

D

Fond

Le champ de sondes sera situé en zone réglementaire GMI orange -> Recours à l'expertise d'un Bureau d'études Expert GMI

68



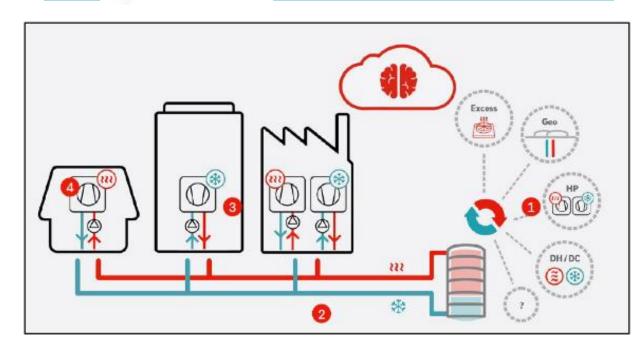
ectogridTM : le réseau d'eau tempérée d'E.ON qui optimise les transferts de calories entre bâtiments

- Solution particulièrement adaptée aux projets mixtes (logements, tertiaire...), ectogrid s'appuie sur la complémentarité des besoins énergétiques des bâtiments pour exploiter la chaleur fatale :
- Le réseau unique basse température alimente les bâtiments en chaleur et en froid.
- Le stockage mutualisé permet d'optimiser les échanges thermiques entre bâtiments et valoriser davantage les EnR.
- La solution est pilotée par ectocloud qui équilibre le système pour en maximiser les performances environnementales.

Lorsqu'un bâtiment consomme du froid, la chaleur fatale produite est captée par le réseau et utilisée pour produire l'eau chaude sanitaire des bâtiments voisins.

Quels en sont les principaux éléments?

- 1 Équilibrage de la boucle (géothermie, récupération de chaleur fatale...)
- 2 Réseau de distribution et stockage basse température
- 3 Pompes à chaleur décentralisées produisant chaleur et froid
- 4 Système de pilotage énergétique (ectocloud)





Atelier 3 : EnR agricoles

- Méthanisation
- Autres biogaz
- Agrivoltaïsme





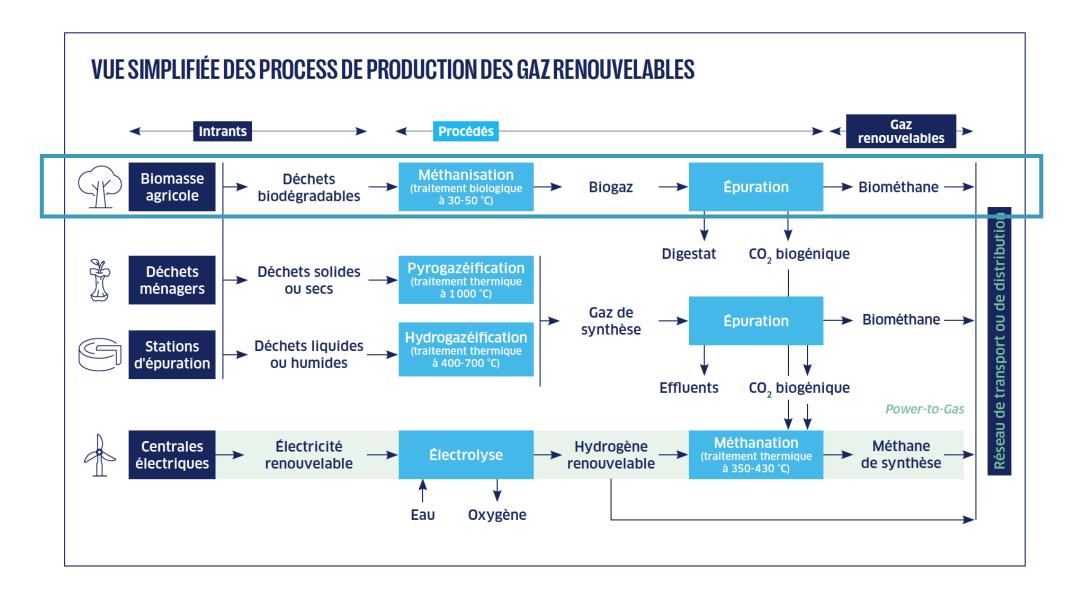
Etat des lieux et opportunités par filière agricole



- Méthanisation
- Autres biogaz
- Agrivoltaïsme



Divers modes de production de gaz renouvelables





Enjeux et perspectives de la filière

Le biogaz produit peut être valorisé de nombreuses manières, sur ou hors des exploitations :

- En biométhane injecté dans le réseau après purification
 ;
- Par cogénération : production simultanée de chaleur et d'électricité;
- Par production de chaleur seule ;
- Par production de biocarburant bioGNV.

Fonctionnement en économie circulaire : valorisation énergétique des ressources locales et retour au sol des digestats comme fertilisants

Temps de développement moyen d'un projet

3 à 5 ans

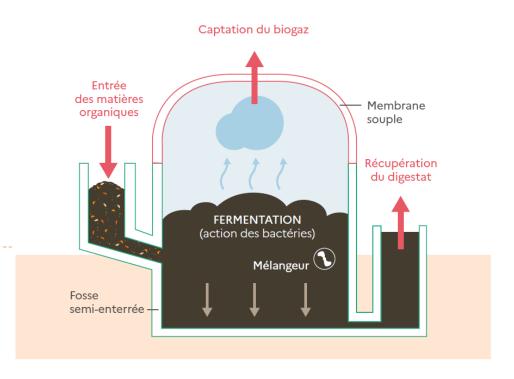
Durée de vie moyenne d'une installation

> 20 ans

Projets en injection favorisés, avec des tarifs d'achat de biométhane garantis par l'Etat sur une durée de 15 ans.

Par ailleurs, cogénération intéressante pour valoriser la chaleur directement produite

Fonctionnement d'un méthaniseur en anaérobie à 38 °C





Enjeux et perspectives de la filière

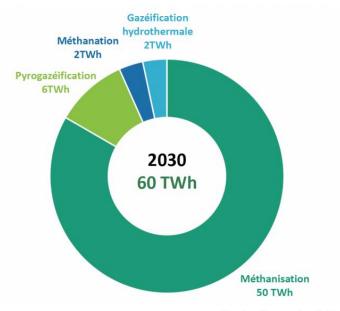
A l'échelle nationale, aujourd'hui :

- 1 600 installations en fonctionnement (dont 650 en injection)
- 12 TWh injectés / an
- 2,5 TWh de chaleur seule produite
- 325 MW de production électrique et de chaleur par cogénération
- A l'échelle nationale, les objectifs sont d'atteindre :
 - PPE: 50 TWh injectés en 2030
 - Scénarios Transitions 2050 ADEME : 110 TWh injectés en 2050, alimentant 70% de la consommation de gaz et provenant à 90% de ressources agricoles

A l'échelle régionale :

- Grand Est: première région en termes d'unités installées
- Le Schéma Régional Biomasse fixe des objectifs de développement

En 2024, à 230% de l'objectif fixé en 2019



Production potentielle de gaz renouvelables en 2030 Source : Panorama des gaz renouvelables 2022



Enjeux de la méthanisation (1/2)

- Mutation de la filière : gros acteurs qui viennent investir massivement. projets de plus en plus gros, par ex. unité de Sécalia en Pays Châtillonnais (21) : future plus grosse unité de France : 0,2 TWh 2400 Nm3/h (10 fois plus qu'une « unité classique »), 155 exploitations fournissant les CIVE, 44 000 ha d'épandage, 70-100 M€. 100% CIVE (seigle fourrager) → question du partage de la valeur ajoutée entre les acteurs du territoire
- Question du modèle: co-produits agricoles (ex. de la Bouzule) vs. modèle productiviste avec matières végétales agricoles (cf. potentiels méthanogènes moyens). N.B. CIVE et prairies ensilées ne sont pas comptée dans l'apport maximum de 15% de culture « principale » (pas ou peu de contrôle)
- Question des engrais de synthèse
- Impacts des CIVE : décalage du semi, baisse de la réserve en eau...
- Prairies permanentes (puits de carbone) : opportunité ou risque ? La méthanisation peut être perçue comme une menace pour le maintien de prairies permanentes. Risque de recul de l'élevage et que les prairies soient retournées = relargage de CO2 -> compétition alimentation humaine/élevage/énergie





Enjeux de la méthanisation (2/2)

Gestion des digestats:

- Stockage
- **Périmètre d'épandage :** à maintenir de petite taille (transport, coût et émissions de GES)
- Impact sur la faune, flore. Pas de contrôles des intrants = risque de retrouver antibiotiques et bactéries dans les sols. Manque de recul, notamment sur l'impact de la méthanisation sur le cycle du carbone (son accélération)
- impact sur la qualité de l'eau... Ex. du Rupt du Mad, dans le nord du toulois, où le seuil des pollutions aux nitrates est dépassé régulièrement.
- **Gestion de l'azote :** l'azote du digestat est soluble et volatile. Risque de pertes d'azote vers les nappes par lessivage







Analyse par filière – Biogaz

Production actuelle	196 GWh (200)
Projets remontés	Bassin de Pompey (intrants agricoles et alimentaires) Métropole du Grand Nancy CC Terres Touloises
Contraintes	ICPE
Gisement net de production estimé	561 GWh

Niveau de maturité ()



Installations déjà présentes : oui - en projet

Potentiels porteurs de projets : à préciser (potentiel biodéchets et agricoles)

Acteurs animation locale: GrDF?

Dynamique : sujet à discuter

Niveau de contraintes



- Architecture
- Urbanisme
- Acceptabilité
- Biodiversité
- Paysage
- Réseaux

Opportunités:

- Réponse à différents besoins :
 - Carburant véhicule (via borne bioGNV)
 - Injection du biogaz épuré dans le réseau
 - Micro-méthaniseur et production de chaleur à proximité d'un site de consommation
- Différents gisements restants disponibles :
 - Déchets alimentaires (EPCI urbains)
 - Co-produits agricoles (EPCI ruraux)

Freins:

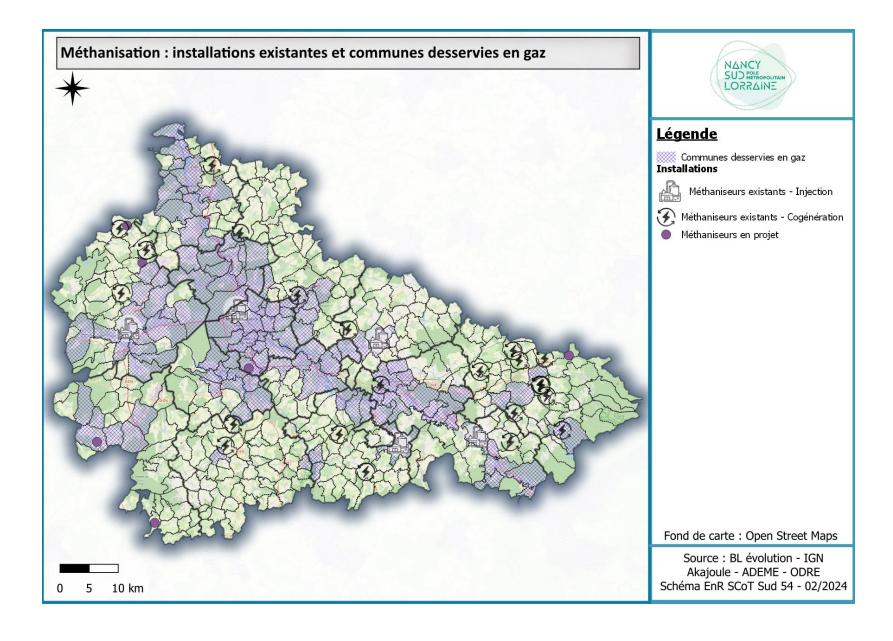
- Foncier nécessaire pour l'installation
- Gestion des biodéchets : compostage vs métha ... Priorisation du territoire à la valorisation matière.
- Acceptabilité des habitants / agriculteurs



Rôle que peuvent avoir les collectivités : Être démonstrateur ● Identifier des potentiels ● Favoriser l'acceptabilité

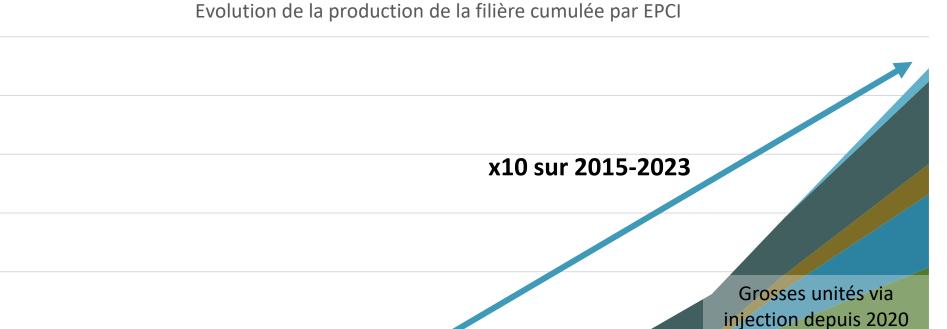


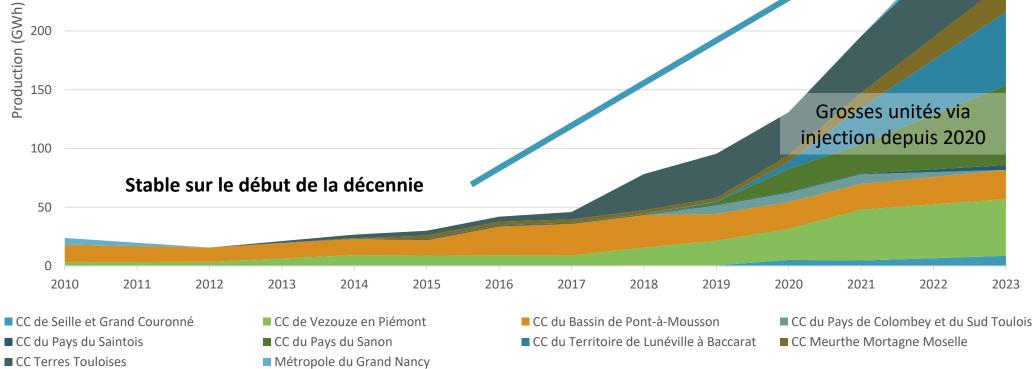
Des installations existantes et en projet réparties sur le territoire





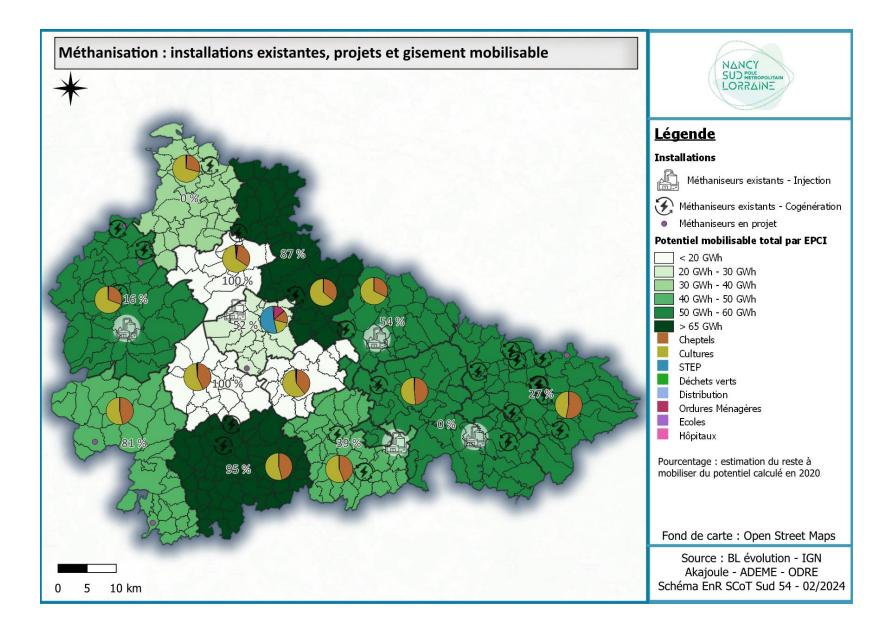
Une évolution récente et remarquable







Des gisements mobilisables modélisés, plus ou moins exploités selon les EPCI





Des gisements très majoritairement agricoles sur le territoire du SCoT

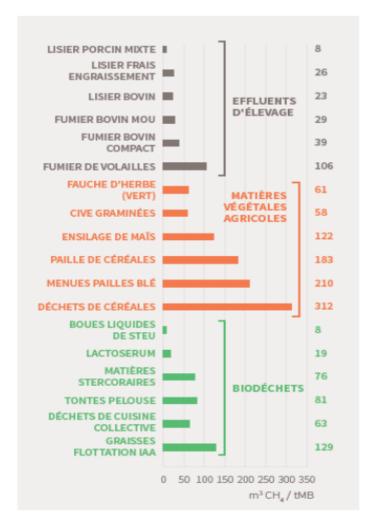
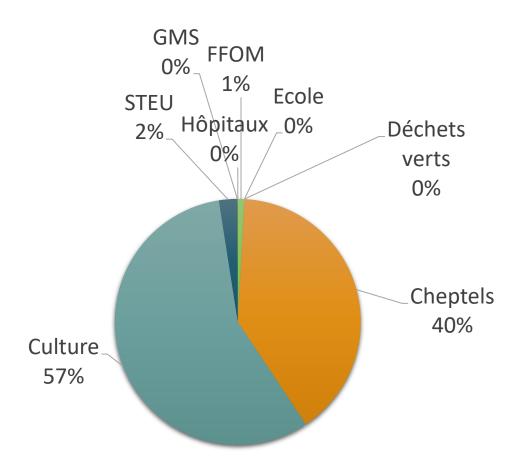


Figure 4 : Potentiels méthanogènes moyens des principaux substrats utilisés en méthanisation en volume de méthane par tonne de matière brute

Source : Base de données Methas Im, IFIP 2018

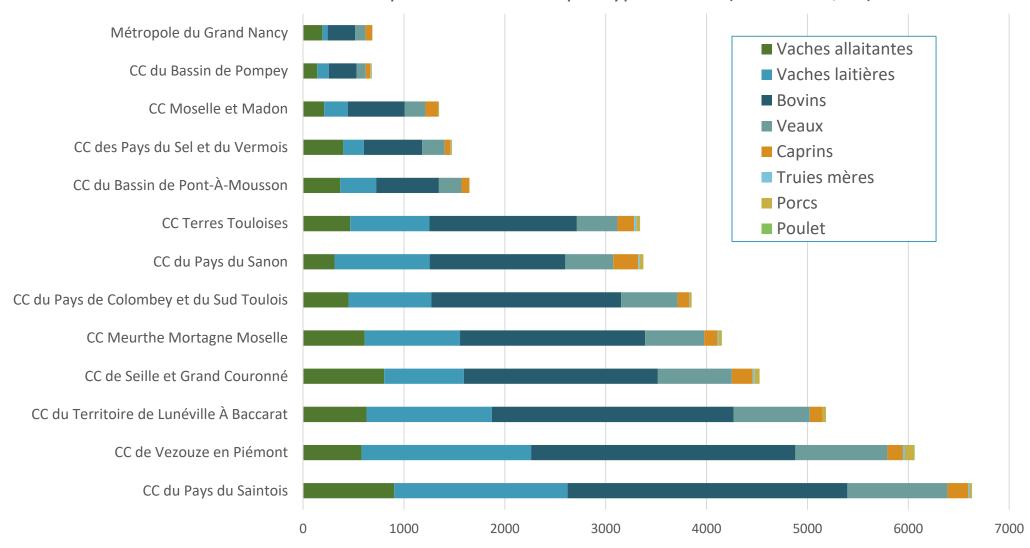
Répartition du potentiel mobilisable de production de biogaz par type de déchet





Des gisements très majoritairement agricoles sur le territoire du SCoT : Cheptels

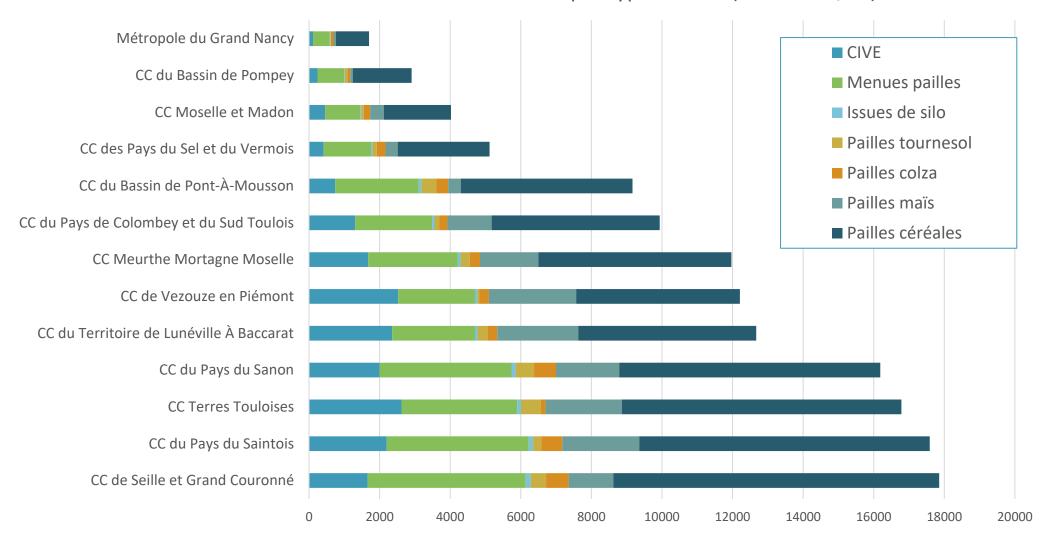
Gisement brut des cheptels du territoire par type et EPCI (Ndm3CH4/an)





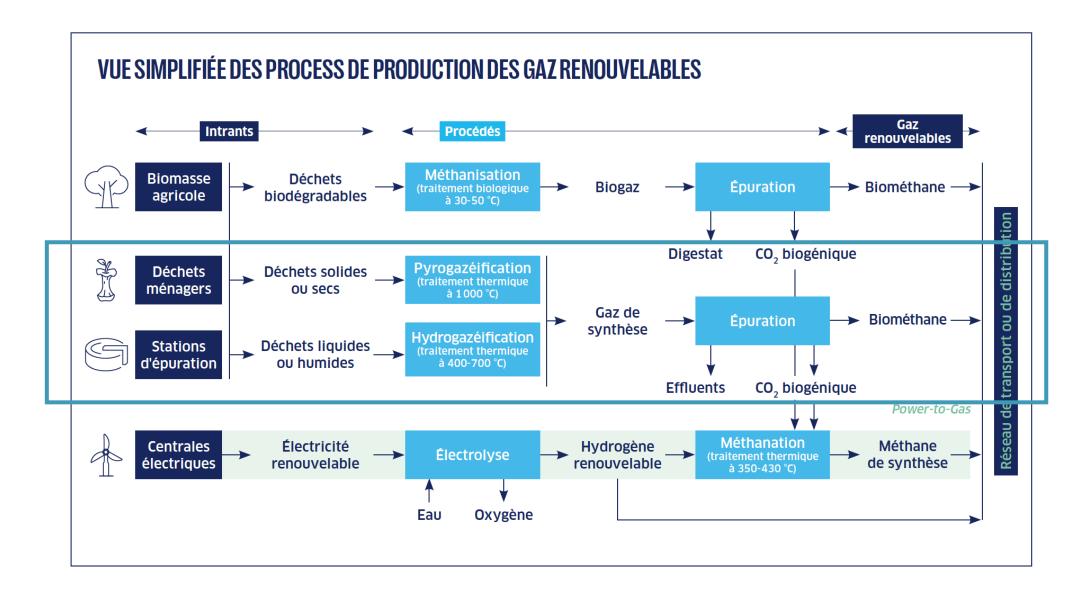
Des gisements très majoritairement agricoles sur le territoire du SCoT : Cultures

Gisement brut des cultures du territoire par type et EPCI (Ndm3CH4/an)





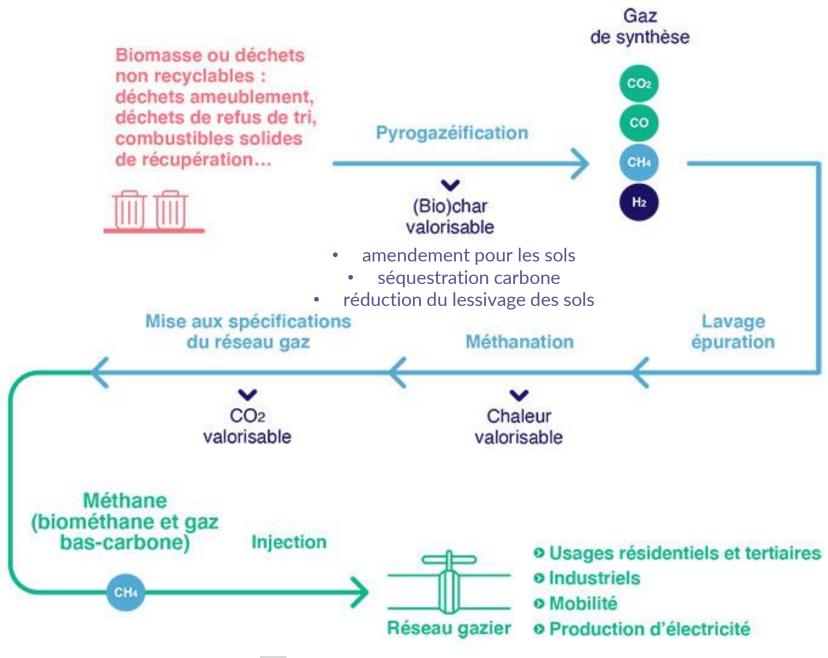
Divers modes de production de gaz renouvelables





Process moins matures que la méthanisation : la pyrogazéification

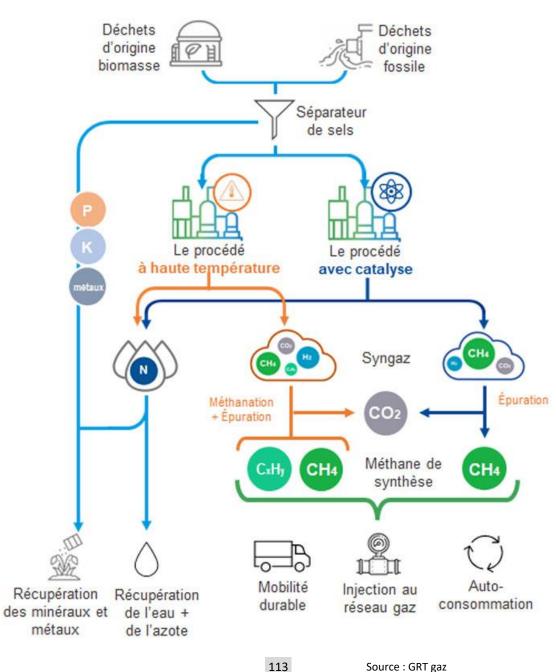
- Procédé de conversion thermochimique de la matière à très haute température (jusqu'à 1 500°C)
- Technologie complémentaire à la méthanisation (résidus et déchets solides, aujourd'hui peu ou mal valorisés)
- A date : 20aine d'expérimentations semi-industrielles. Projet à Herbéviller





Process moins matures que la méthanisation : la gazéification hydrothermale

- Procédé de conversion thermochimique à haute pression (210-350 bar) et haute température (400-700°C)
- Technologie permettant de valoriser des déchets organiques liquides, humides voire secs (avec apport d'eau)
- A date: 2 projets de démonstrateurs industriels







Analyse par filière – Autres gaz renouvelables

Production actuelle	-
Projets remontés	CC de Seille et Grand Couronné CC de Vezouze en Piémont CC Meurthe, Mortagne, Moselle CC Terres Touloises
Contraintes	Prérequis de production d'électricité renouvelable
Gisement net de production estimé	En fonction de capacité de production d'élec. EnR

Niveau de maturité ()

Installations déjà présentes : projets identifiés

Filière d'installation présente : non

Potentiels porteurs de projets : à préciser

Acteurs animation locale:?

Dynamique : sujet à discuter

Opportunités:

- Projet d'H2 sur Maxéville (arcHypel),
- Projet de pyrogazéification (Herbéviller)

Niveau de contraintes



- Architecture
- Urbanisme
- Acceptabilité
- Biodiversité
- Paysage
- Réseaux

Freins:

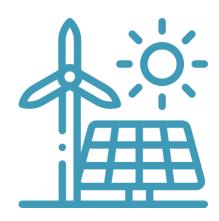
- Compétitivité économique
- Ecosystème cohérent production consommation à développer
- Foncier nécessaire pour l'installation
- Risque de détournement de l'usage de la ressource en bois

Rôle que peuvent avoir les collectivités : Être démonstrateur ● Identifier des potentiels ● Favoriser l'acceptabilité





Etat des lieux et opportunités par filière agricole



- Méthanisation
- Autres biogaz
- Agrivoltaïsme





Analyse par filière – Agrivoltaïsme

Production actuelle	-
Projets remontés	CC Pays du Saintois CC des Pays du Sel et du Vermois CC de Vezouze en Piémont
Cadre réglementaires	Décret agrivoltaïsme
Gisement net de production estimé	-

Niveau de maturité OOO



Installations déjà présentes : non

Filière d'installation présente : à préciser

Potentiels porteurs de projets : SEM

Acteurs animation locale : à préciser

Niveau de contraintes ()



- Architecture
- Urbanisme
- Acceptabilité
- Production agricole / biodiversité
- Paysage
- Réseaux

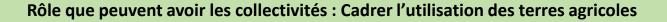
Opportunités:

- Définition d'un cadre pour installations les photovoltaïques sur terres agricoles
- Inspirations depuis des installations pilotes de La Bouzule
- Des acteurs intéressés sur le territoire

Freins:

- Impacts agronomiques à préciser
- Attente des réglementations à venir
- nécessaire sollicitations Cadrage des des développeurs
- Impact paysager à limiter
- Acceptabilité de la population à obtenir









Une première définition de l'agrivoltaïsme avec la loi APER

Pour rappel, la loi n° 2023-175 du 10 mars 2023 relative à **l'accélération de la production d'ENR** visait notamment à permettre le développement du photovoltaïque en France.

→ L'un des vecteurs de ce développement est celui de l'agrivoltaïsme.

La loi APER donne pour la première fois une définition des installations agrivoltaïques : Une installation agrivoltaïque est une « *installation de production d'électricité utilisant l'énergie radiative du soleil et dont les modules sont situés sur une parcelle agricole où ils contribuent durablement à l'installation, au maintien ou au développement d'une production agricole* » (L.314-36 du code de l'énergie).

La loi APER distingue par ailleurs les installations considérées comme agrivoltaïques des installations photovoltaïques compatibles avec une activité agricole, ce qui a pour conséquence la création de deux régimes juridiques distincts.





Un projet de décret qui tarde à être adopté

Objet du projet de décret : création d'un cadre pour les projets agrivoltaïques et le développement d'installation photovoltaïque sur terrains agricoles, naturels ou forestiers.

Article 1:

« Une installation agrivoltaïque doit permettre de garantir que la production agricole est l'activité principale »

Le projet de décret précise notamment **les services** que doit rendre l'installation pour être considérée comme agrivoltaïque :

- amélioration du potentiel et de l'impact agronomiques
- adaptation au changement climatique
- protection contre les aléas,
- amélioration du bien-être animal).

A l'inverse, dans le cas où l'installation porte atteinte à un de ces services, ou lorsque l'installation ne permet pas à la production d'être l'activité principale de la parcelle, ou bien qu'elle n'est pas réversible, elle ne peut alors pas être considérée comme une installation agrivoltaïque.

UPDATE: Décret paru le 09.04.2024, ultérieurement à l'atelier





Plusieurs types d'installations agrivoltaïques

Article 1 (suite):

Il est prévu qu'un arrêté (en cours de consultation) définisse une liste de technologies agrivoltaïques éprouvées pertinentes en fonction du mode de culture ou d'élevage :

« Si une installation agrivoltaïque, hors installation sur élevage et sur serre, **ne correspond pas** aux caractéristiques listées **dans cet arrêté**, elle est tenue de comporter une **zone témoin** ou de justifier d'un cas **d'installation agrivoltaïque similaire** existant au niveau départemental ou de justifier d'un cas d'installation agrivoltaïque similaire existant au niveau régional et connaissant des conditions pédoclimatiques équivalentes. »

La zone témoin représenterait 5% de la surface agrivoltaïque installée, dans la limite d'1 ha.

Il est prévu que **l'arrêté fixe**, par type de technologie éprouvée, **la valeur maximale de taux de couverture** pouvant permettre de garantir que la production agricole reste l'activité principale de la parcelle.

Pour les technologies de plus de 10 MW n'étant pas couvertes par cet arrêté, ce taux de couverture n'excède pas 40%.





Typologies des surfaces concernées

Article 3 : Définition de terres agricoles et pastorales « incultes », prioritaires pour le développement du PV:

- a) l'exploitation agricole ou pastorale y est impossible au regard du territoire environnant en raison de ses caractéristiques topographiques, pédologiques et climatiques ou à la suite d'une décision administrative.
- b) Le site est un site pollué ou une friche industrielle ;
- c) le site est une ancienne carrière (avec certaines conditions supplémentaires)
- d) Le site est une ancienne mine sauf lorsque la remise en état agricole ou forestier a été prescrite ;
- e) Le site est une ancienne installation de stockage de déchets sauf lorsque la remise en état agricole ou forestier a été prescrite ;
- f) site est un ancien aérodrome, délaissé d'aérodrome, un ancien aéroport ou un délaissé d'aéroport en domaine public ou privé ;
- g) Le site est un délaissé fluvial, portuaire routier ou ferroviaire en domaine public ou privé ;
- h) Le site est situé à l'intérieur d'un ICPE soumis à autorisation, à l'exception des carrières et des parcs éoliens ;
- i) Le site est un plan d'eau;
- j) Le site est dans une zone de danger d'un établissement SEVESO pour laquelle la gravité des conséquences humaines d'un accident à l'extérieur de l'établissement est à minima importante défini selon l'annexe 3 de l'arrêté du 29 septembre 2005 ;
- k) Le site est en zone d'aléa fort ou très fort d'un plan de prévention des risques technologiques ;
- l) Le site est un terrain militaire, ou un ancien terrain, faisant l'objet d'une pollution pyrotechnique ;
- m) Le site est situé dans une zone classée comme favorable à l'implantation de panneaux photovoltaïques dans le plan local d'urbanisme de la commune ou de l'intercommunalité, le cas échéant ;
- n) Le site est situé sur un terrain forestier, à l'exception des catégories de forêts à forts enjeux de stock de carbone, de production sylvicole et d'enjeux patrimoniaux sur le plan de la biodiversité et des paysages, listées par arrêté interministériel.

Sont également inclues d'office dans le document-cadre les surfaces en zone agricole non exploitées et situées à moins de 100m d'un bâtiment d'une exploitation agricole.



Typologies des surfaces concernées

Article 3 : Définition de terres agricoles et pastorales « incultes », prioritaires pour le développement du PV:

- le ses caractéristiques

- remise en état agricole ou forestier a été prescrite ;
- oport ou un délaissé d'aéroport en domaine public ou privé;
- orisation, à l'exception des carrières et des parcs éoliens ;
- ager d'un établissement SEVESO pour laquelle la gravité des conséquences humaines d'un ت 3005 sement est à minima importante défini selon l'annexe 3 de l'arrêté du 29 septembre 2005 تاريخ

- arce est situé dans une zone classée comme favorable à l'implantation de panneaux photovoltaïques dans le plan local d'urbanisme de la commune ou de l'intercommunalité, le cas échéant ;
- Le site est situé sur un terrain forestier, à l'exception des catégories de forêts à forts enjeux de stock de carbone, de production sylvicole et d'enjeux patrimoniaux sur le plan de la biodiversité et des paysages, listées par arrêté interministériel.

Sont également inclues d'office dans le document-cadre les surfaces en zone agricole non exploitées et situées à moins de 100m d'un bâtiment d'une exploitation agricole.





Les modalités de mise en place et de contrôle des projets

Article 4:

Les installations sont autorisées pour une durée maximale de 40 ans, prolongeable pour 10 ans si le rendement est encore significatif. Dans un délai d'un à compter de la fin de l'exploitation, des travaux de démantèlement doivent être réalisés, comprenant :

1° Le démantèlement des installations de production, y compris l'excavation de toutes les fondations et tranchées ;

2° La remise en état des terrains, en garantissant notamment le maintien de leur vocation initiale ;

3° La réutilisation, le recyclage, la valorisation ou à défaut l'élimination des déchets de démolition ou de démantèlement dans les filières dûment autorisées à cet effet.

Article 6:

Les installations agrivoltaïques et, le cas échéant, les zones témoins associées sont soumises à :

- un contrôle préalable à leur mise en service
- un contrôle de suivi ayant lieu
 - tous les 5 ans pour les installations mentionnées dans l'arrêté du ministre en charge de l'énergie et du ministre en charge de l'agriculture,
 - tous les 3 ans Pour les autres installations si le taux de couverture est inférieur à 40%,
 - et tous les ans sinon.



Pour résumer...

Pour résumer, le décret distingue **différents types de technologie agrivoltaïque** auxquelles s'appliquent différents taux de couverture et contrôles :

- Les projets supérieurs à 10 MW utilisant une technologie similaire à de l'existant, sur une culture similaire, dans des conditions similaires pour le sol, qui a déjà donné des résultats probants, seront soumis, sans zone témoin obligatoire, à un taux de couverture maximum de 40 %;
- Les projets supérieurs à 10 MW ne s'appuyant pas sur une technologie déjà installée ailleurs dans des conditions similaires, seront eux aussi limités à un taux de couverture maximum de 40 % et devront prévoir une zone témoin.

Ces deux catégories de projets seront soumises à des **contrôles tous les 3 ans** sur le rendement et sur la production agricole.

- Des projets plus expérimentaux, inférieurs à 10 MW, pourront bénéficier d'un taux de couverture supérieur, mais devront se soumettre à des contrôles annuels.
- Les technologies « éprouvées » au niveau national, listées dans un arrêté à venir, qui bénéficieront d'un taux de couverture adapté. Ces technologies seront exemptées de zone témoin et ne seront soumises qu'à des contrôles sur la production agricole tous les 5 ans. .



- Toute autorisation de nouvelle production électrique devrait être conditionnée à un engagement de réduction de consommation équivalent en puissance.
- Pour limiter les conflits d'usage des sols et préserver la biodiversité, l'implantation du photovoltaïque devrait se réaliser prioritairement sur les réserves foncières considérables, à moindres enjeux environnementaux, que sont les toitures et façades des bâtiments résidentiels, publics, agricoles et tertiaires, les parkings et ombrières, les friches industrielles, etc.
- Un observatoire national / local pourrait être mis en place pour documenter les caractéristiques et impacts potentiels des projets en cours : décroissance du nombre d'insectes pollinisateurs, favorisation des plantes invasives, appauvrissement des sols et de la diversité végétale.
- Des instructions concernant le défrichement autour du périmètre de l'installation pourraient être données, pour limiter les impacts négatifs sur les parcelles voisines.
- Un taux de couverture maximal pourrait être fixé dans le cadre d'une charte, indépendamment des précisions du décret à venir. Ce d'autant plus que les technologies de plus de 10 MW ne sont pas couvertes par cet arrêté et bénéficieront d'emblée d'un taux de couverture pouvant aller jusqu'à 40%, et laisser la main aux gros développeurs.
- Des recommandations sur les types d'installations à favoriser pourraient être fixées à l'échelle SCoT, en anticipation et en complément du décret à venir.



Exemples d'installations : Centrales au sol

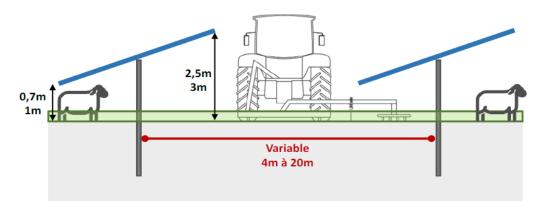


Figure 13: Schéma des dimensions des centrales au sol sur élevage ovin



Centrale au sol entre les rangées de vigne en Californie (Chester, 2017)

Densité de puissance : 1MWc/ha

Hauteur du point bas : entre 0,8 et 1,5m



Centrale au sol avec de l'élevage à Ravenne (71ha, 34.6 MW) (Piu Notizie, 2010)



Exemples d'installations : Serres photovoltaïques



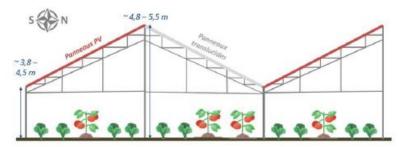


Figure 7: Schéma des dimensions des serres multichapelles avec productions maraichères

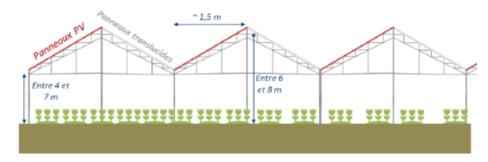


Figure 9: Schéma des dimensions des serres multichapelles avec productions horticoles



Densité de puissance : entre 0,6 et 1MWc/ha



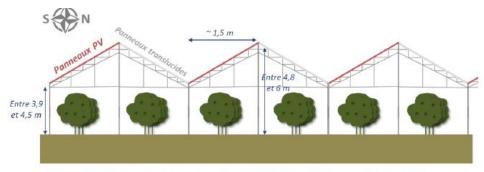


Figure 10: Schéma des dimensions des serres multichapelles avec arboriculture



Exemples d'installations : Ombrières PV fixes / Serres ouvertes

Hauteur: entre 2 et 4m

Densité de puissance : près de 1MWc/ha

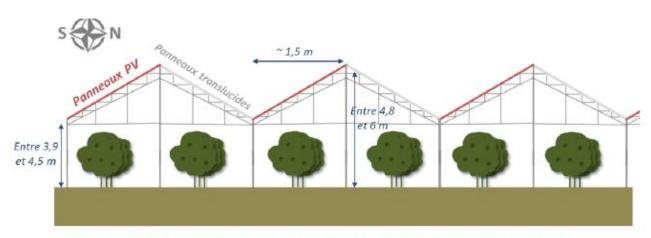


Figure 10: Schéma des dimensions des serres multichapelles avec arboriculture



Ombrières sur maraichage au Massachussets (National Renewable Energy Lab 2018)



http://www.lafranceagricole.fr/ https://cutt.ly/tynzgUF https://eklor.pro/ https://cutt.ly/jynzjCk



Exemples d'installations : Ombrières PV dynamiques / Trackers

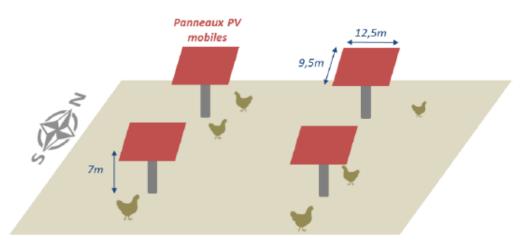


Figure 17: Schéma des dimensions des trackers sur parcours de volailles

Hauteur : près de 4m

Densité de puissance : Entre 0,6 et 0,8 MWc/ha



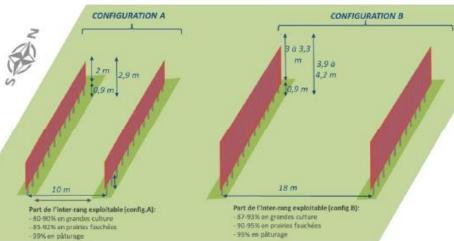




Exemples d'installations : Centrales à modules bifaciaux / Panneaux verticaux

Hauteur : entre 0,5 et 2,5m environ

Densité de puissance : entre 0,3 et 1MWc/ha

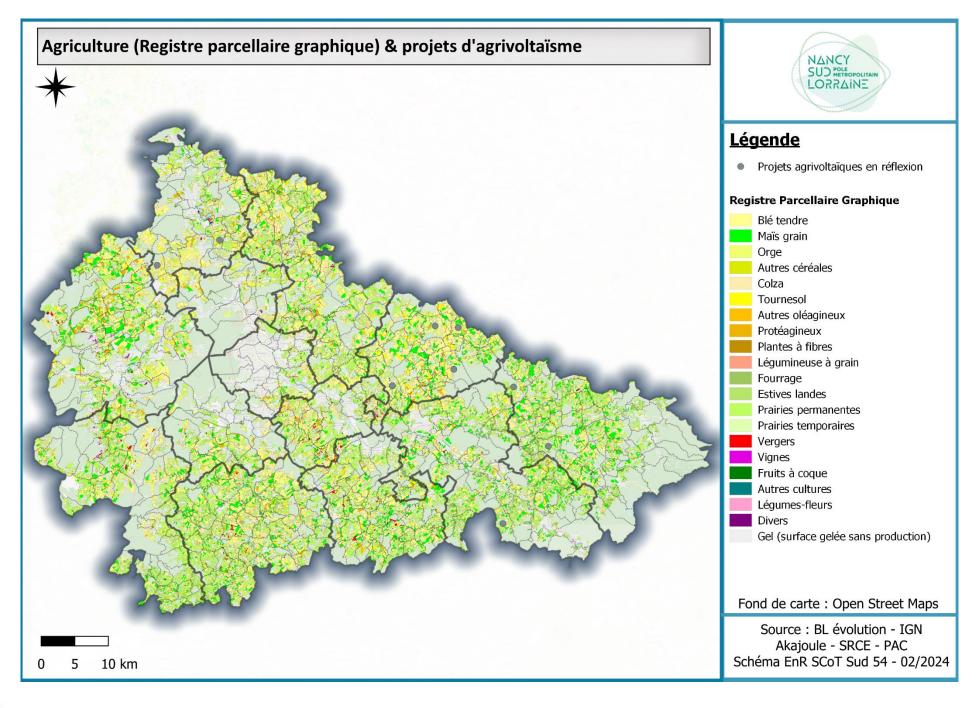


Panneaux PV verticaux

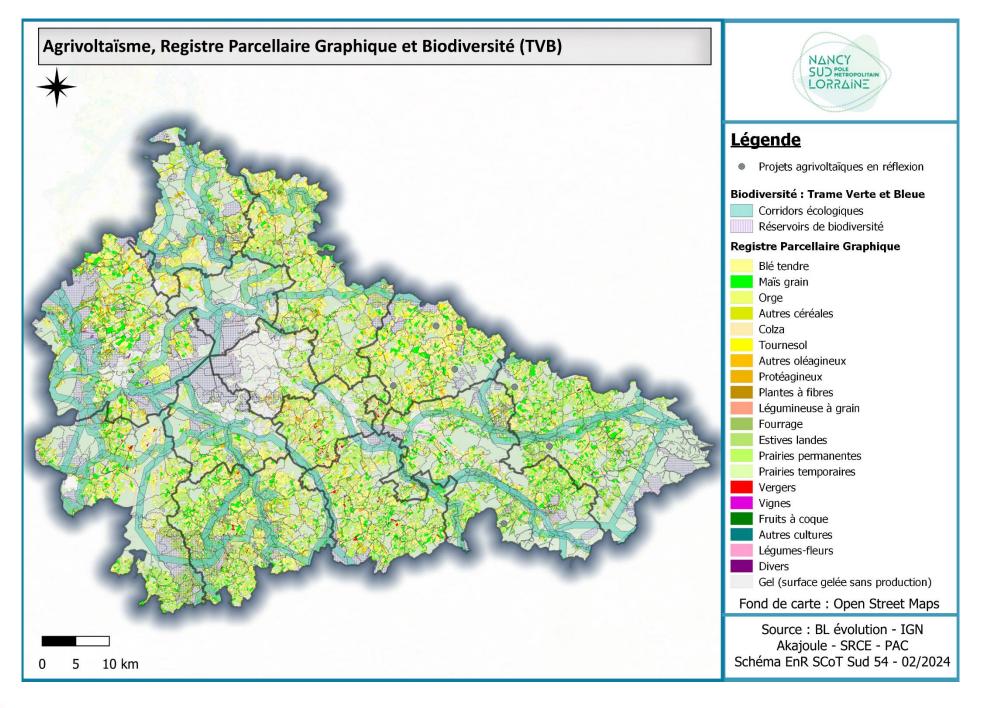




Figure 46 : La centrale au sol du site de Donaueschingen, proche de la forêt noire (à gauche) ;

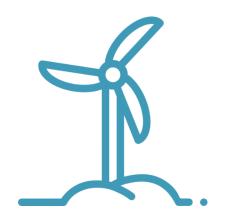








Atelier 4 : Eolien











Émissions de CO₂

12,7 g CO₂/kW (sur le cycle de vie)

93%

du poids est totalement recyclable (acier, béton, cuivre et aluminium)

Coût du MWh produit

66 €/MWh

pendant 20 ans (coût complet moyen en 2022)

Inférieur à 55 €/MWh

(coût complet à horizon 2030)

Retombées économiques

Part de la valeur ajoutée France en 2022

Jusqu'à 100 % sur les phases de développement et mise en service.

14 % sur la fabrication.

Part de la valeur ajoutée UE en 2022

> 94 % sur la phase de fabrication

Croissance prévue à horizon 2028 par rapport à 2022 (PPE en vigueur)	Équivalents logements alimentés (en considérant une consommation de 4 500 kWh/an/foyer)	Temps de développement du projet	Durée de vie moyenne des installations
+ 63 à + 70 %	1 200 équivalents logements alimentés par une éolienne de 3 MW	Supérieur à 5 ans	15-20 ans prolongeables grâce au repowering (remplace- ment des éoliennes)





Idées reçues et sujets récurrents

Une des sources de production d'électricité aux coûts complets de production les plus faibles :

66 €/MWh en 2022, raccordement compris

< 55 €/MWh à espérer en 2030





En France, une éolienne tourne entre 75 et 95% du temps

Facteur de charge moyen (France): 23,5%

Contenu carbone faible (4 fois inférieur au mix électrique moyen français)

Temps de retour énergétique faible (énergie nécessaire à la construction, l'exploitation et le démantèlement compensée par seulement 12 mois de production)



93% de la masse recyclable



Bruit de fond de 20Hz à 100 H2 : **35dB à 500m des éoliennes** (distance minimale entre une éolienne et une habitation) => conversation à voix basse. **Contrôle des émissions sonores et campagnes de mesures prévues par la réglementation.**

Les études de l'ANSES montrent « aucun dépassement des seuils d'audibilité (humaine) dans les domaines infrasons et basses fréquences sonores ». Il est « hautement improbable voire exclu que la mise en place d'éoliennes ait conduit à générer des troubles objectivés » sur des élevages étudiés.



Impact sur l'artificialisation des sols



Emprise foncière pour l'implantation d'un projet éolien :

- 8 à 18 ha/MW
- 20 à 25 ha/éolienne de 2,5MW

Surface imperméabilisée

- = recouverte de manière permanente par des matériaux non poreux (asphalte, béton...)
- 0,01 à 0,02 ha/MW

Surface artificialisée

- = altération durable de tout ou partie des fonctions écologiques d'un sol, définie par la nomenclature ZAN
- Réglementairement : 0%
- En pratique : 0,12 à 0,19 ha/MW

Exemples d'implantations de projets éoliens avec détail des surfaces impactées. Surface nécessaire à l'implantation Surface artificialisée 400 m 200 m Surface imperméabilisée Cas 1: Fondations Plateforme Les surfaces nécessaires sont d'envi-400 m ron 48 ha pour 3 mâts éoliens. Poste de Avec l'hypothèse d'une puissance de livraison 2,5 MW par éolienne, cela équivaut à 6,4 ha/MW. 1 200 m 200 m 400 m Fondations Cas 2: Plateforme Les surfaces nécessaires sont d'environ 96 ha pour 5 mâts éoliens. Poste de Avec l'hypothèse d'une puissance de livraison 2,5 MW par éolienne, cela équivaut à 800 m 7,7 ha/MW. N.B.: La surface nécessaire à un projet peut être variable selon la confi-1 200 m guration du parc et les distances possibles entre éoliennes.



Comparatif des surfaces avec le PV au sol

		Surface nécessaire à l'implantation d'un projet énergétique	Surface artificiali- sée (comptabilisation réglementaire)	Surface imperméabilisée
Photovoltaïque	Parcs au sol	1 à 2 ha/MW	Comptabilisation préci- sée par décret et arrêté d'application de la loi Climat et Résilience	0,0006 à 0,18 ha/MW selon modalités constructives (soit en moyenne 0,002 ha/MW)
	Sur toiture(s)	0,5 ha de toitures/MW	0 %	0
Parcs éoliens terrestres		8 à 18 ha/MW (soit 20 à 45 ha pour une éolienne de 2,5 MW)	0 %	0,01 à 0,02 ha/MW (avec 300 à 350 m² pour une fondation d'éolienne)

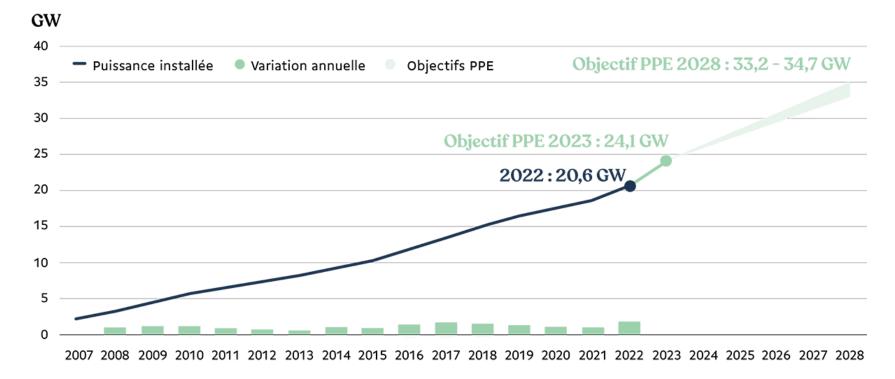




Enjeux et objectifs à l'échelle nationale

- A l'échelle nationale, aujourd'hui (fin 2023) :
 - 22 GW installés
 - 11,6 GW en cours d'instruction
 - Production en 2023 : **50,6 TWh** soit 10% de la consommation électrique
 - 21 284 emplois fin 2022

- A l'échelle nationale, les objectifs sont d'atteindre :
 - PPE: 33 à 35 GW installés en 2028
 - négaWatt 2050 : 162 GWh
 - ADEME: 160 à 175 GWh
 - RTE: jusqu'à 180 GWh







Enjeux et objectifs à l'échelle régionale

A l'échelle régionale :

- Grand Est : deuxième région en termes de puissance installée
- 11,3 TWh produit en 2023

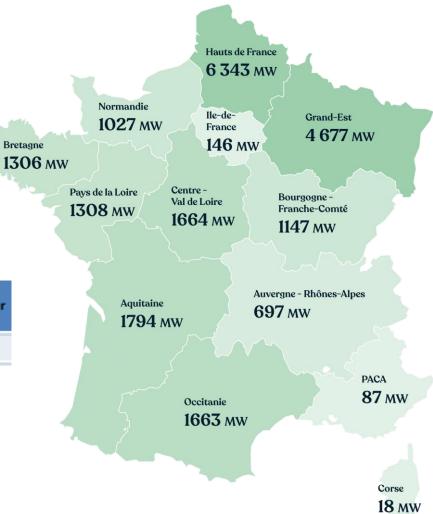
supérieur aux objectifs 2026 du SRADDET Grand Est – en cours de révision

Production recensée en 2012 et objectifs de production éolienne Région Grand Est — SRADDET

GWh	2012	2021	2026	2030	2050	coefficient multiplicateur 2050/2012
Eolien	3 517	6 863	9 710	11 988	17 982	5,1

En 2023, à 165% de l'objectif fixé en 2021

Objectif 2050 du SRADDET trop faibles en comparaison avec les scénarios ADEME, RTE



Carte des installations recensées pour la filière éolienne sur le territoire français – fin 2023



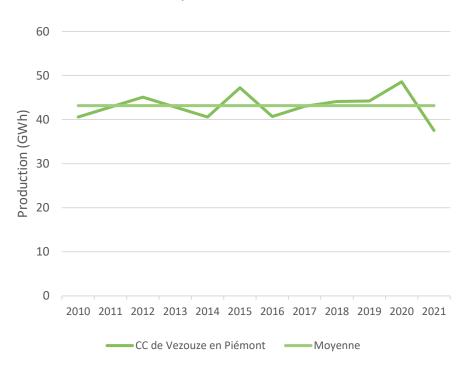


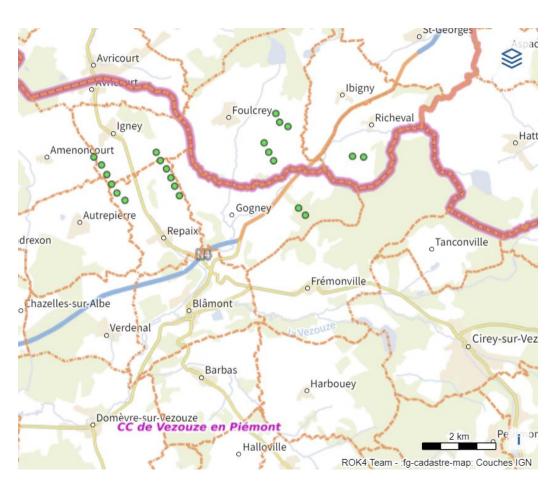
A l'échelle du SCoT : un unique parc sur la CC de Vezouze en Piémont

80 GWh produits par an en moyenne

22 x 2 MW installés

Evolution de la production de la filière cumulée









Caractéristiques clés de l'éolien sur le territoire du SCoT

Production actuelle	ATMO Grand Est CCVP: 37 GWh (2021) / ~80 GWh sur le parc
Projets remontés	Jusqu'à 400 GWh (selon l'instruction)
Gisement net de production estimé	2 200 GWh



Installations déjà présentes : oui

Filière d'installation présente : oui

Potentiels porteurs de projets : SEM

Acteurs animation locale : à préciser

Dynamiques: nombreux projets identifiés

Niveau de contraintes



- Acceptabilité
- Biodiversité
- Paysage
- Réseaux

Opportunités:

- Repowering parc existant en cours renouvellement : même puissance globale pour le parc mais avec quelques éoliennes en moins (CCVP)
- Eolien plus petit (avec régime déclaratif ICPE) dans projets d'autoconsommation collective
- Travailler avec le SG de la préfecture / l'armée pour obtenir des autorisations en zones de contrainte militaire

Freins:

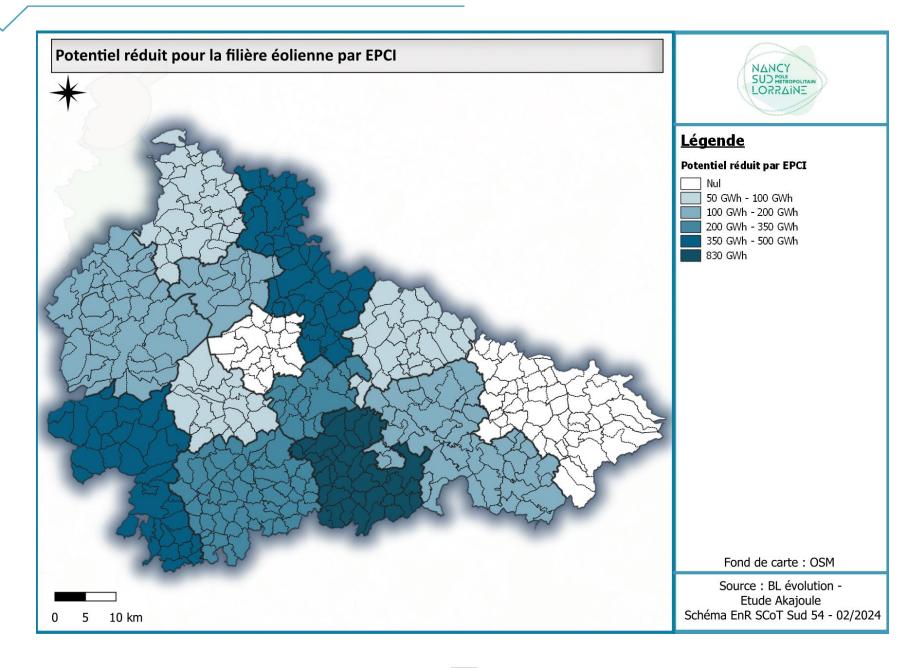
- Acceptabilité faible selon les EPCI
- Impact biodiversité (ex. recensement milans royaux)





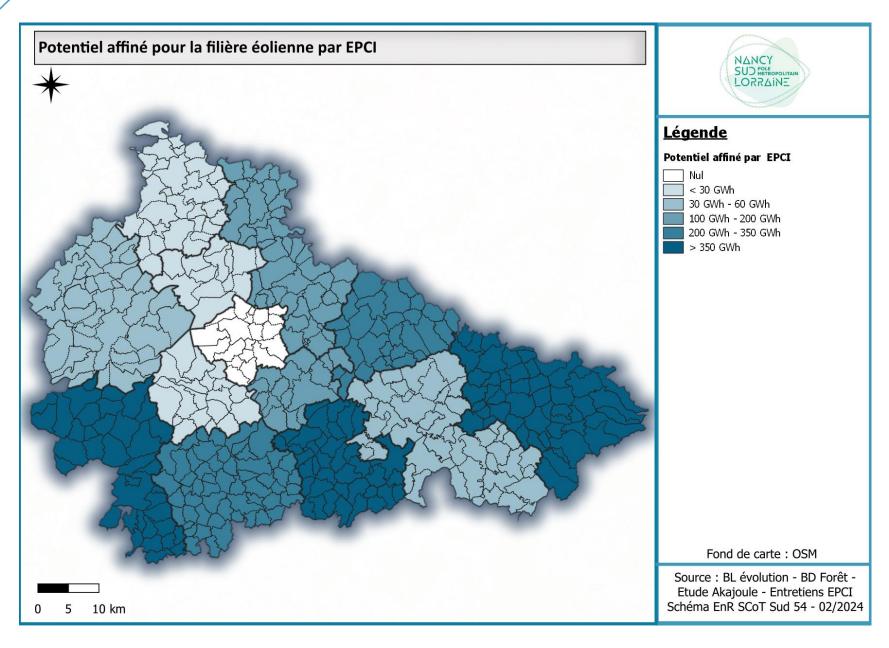


D'un potentiel réduit en 2020 ...





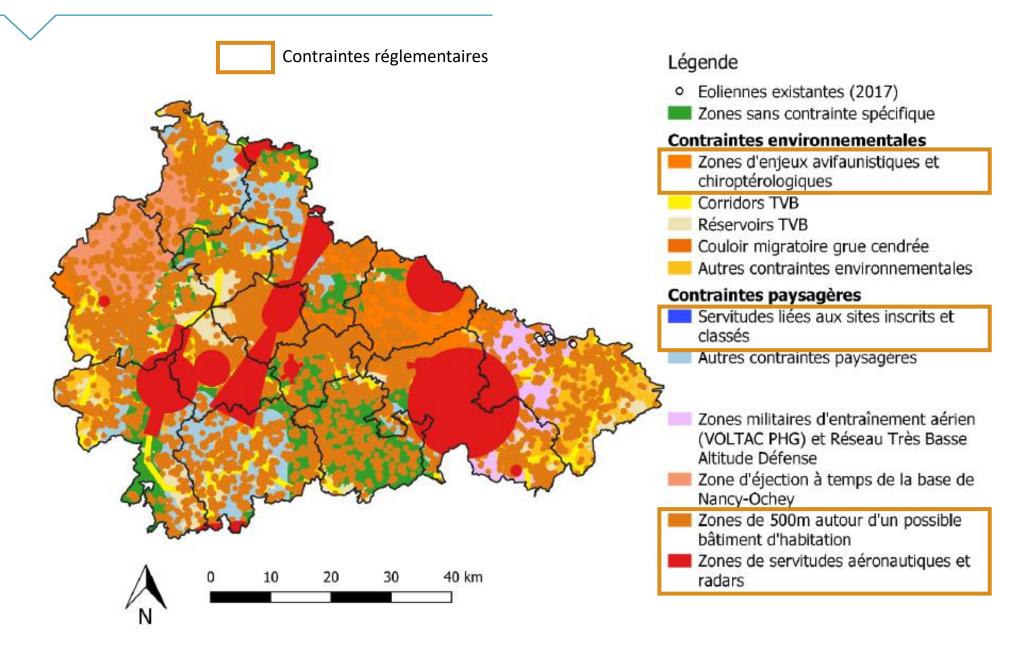
... à un potentiel affiné en 2024 prenant en compte les retours des EPCI et la contrainte forestière





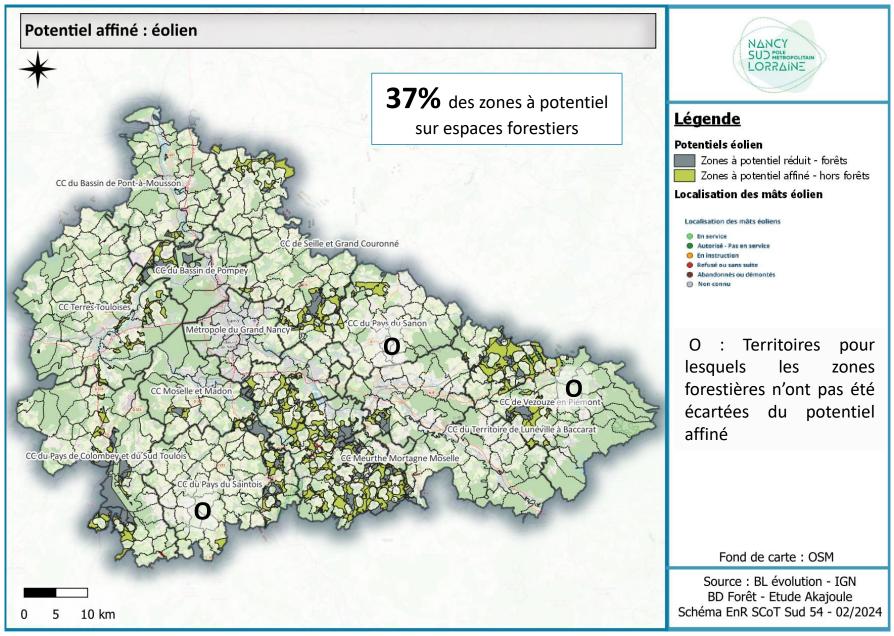
Note : le potentiel de Vezouze en Piémont ne prend pas en compte les contraintes VOLTAC sur l'installations d'éoliennes, en partant du principe qu'il a été possible d'en installer pour le précédent parc et que des discussions avec l'Armée sont plus envisageables depuis 2021.

Contraintes vis-à-vis de l'implantation d'éoliennes sur le territoire du SCoT

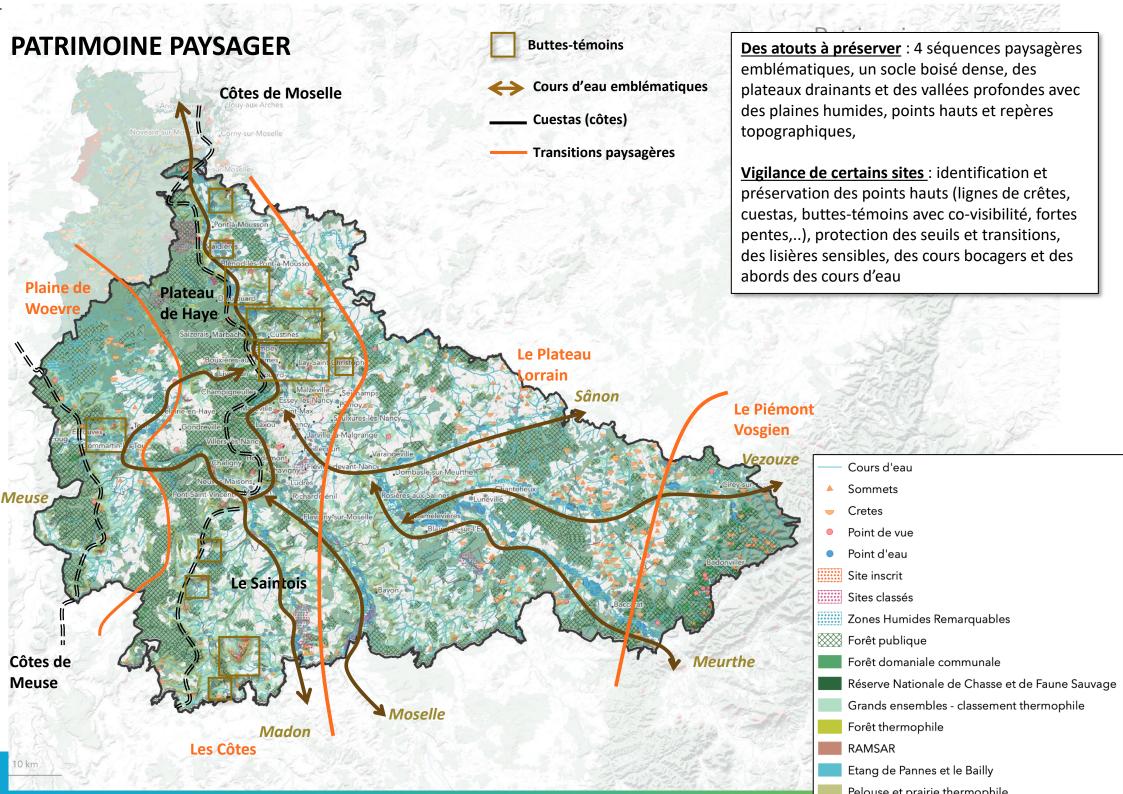




Eolien : des zones hors contraintes sur des espaces forestiers







Des espaces de protection de l'environnement à différents niveaux d'enjeux

4) Contraintes réglementaires :

- les parcs nationaux
- réserves naturelles régionales et nationales
- zones Natura 2000 pour éolien

3) Contraintes fortes:

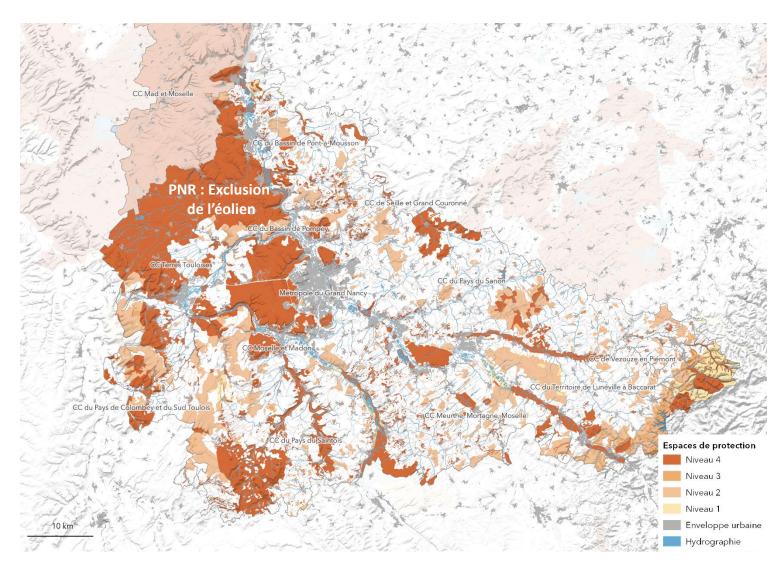
- les arrêtés de protection préfectoraux (biotope, habitats naturels et géotope)
- réserves biologiques domaniales (prévues à l'article L.212-2-1 du Code Forestier)

2) Contraintes intermédiaires :

- CEN
- ENS
- Sites RAMSAR (zones humides)
- PRIF
- forêts protégées

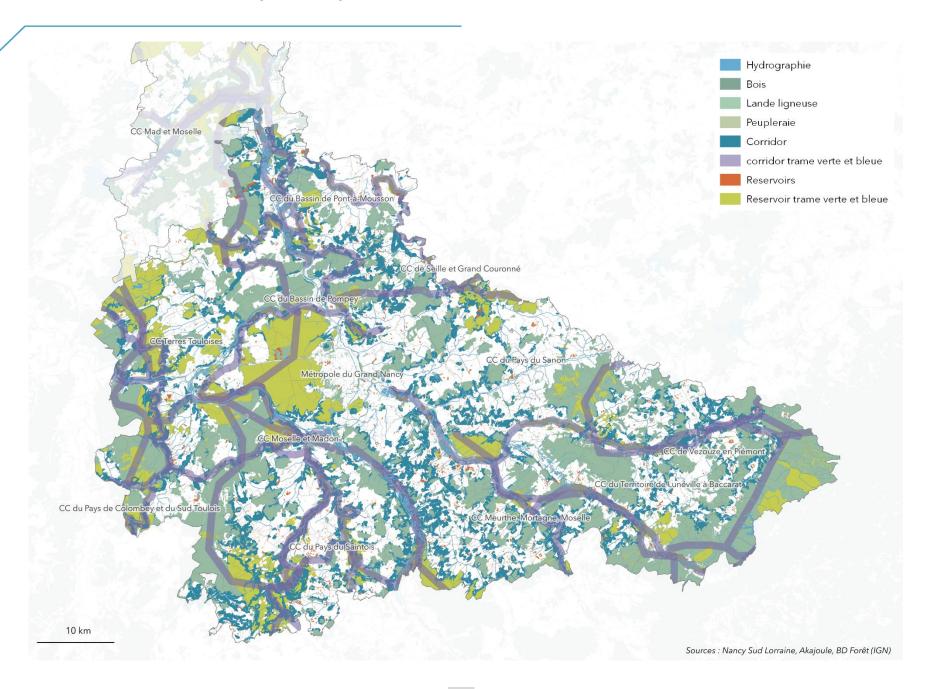
1) Vigilance:

- Zones d'inventaires (ZNIEFF 1 et 2)





Une circulation des espèces à préserver : les trames vertes et bleues





Des contraints militaires et aéronautiques récurrentes

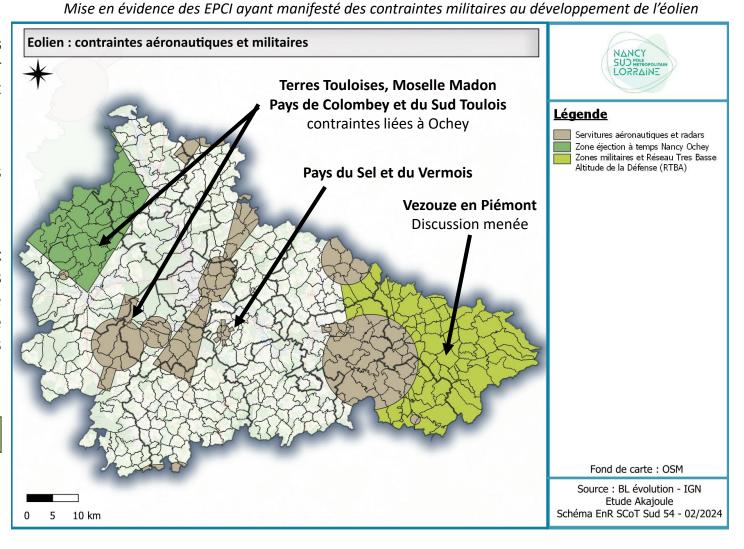
Le foncier disponible et la hauteur des éoliennes sont limités par des servitudes réglementaires visant à interdire ou limiter :

- les interférences avec les radars;
- les zones de survol des avions civils et militaires.

Seuls **20% du territoire français sont disponibles pour l'éolien**. Les efforts de libération du foncier doivent être poursuivis par la Direction générale de l'aviation civile et le <u>ministère</u> des armées.

Négociation à mener avec les armées

=> Pas une fatalité





Eolien : tableau de synthèse de l'analyse par EPCI (1/2) – avant affinage des potentiels

EPCI	Potentiel réduit étude précédente (GWh)	% d'espaces forestiers	Potentiel réduit hors forêts (GWh)	Exclusion des forêts du potentiel ?
CC de Vezouze en Piémont	666*	30%	462	Non
CC Meurthe, Mortagne, Moselle	834	31%	574	Oui
CC du Pays de Colombey et du Sud Toulois	456	61%	176	Oui
CC du Pays du Saintois	258	50%	130	Non
CC du Pays du Sanon	96	4%	92	Non
CC de Seille et Grand Couronné	378	27%	276	Oui
CC des Pays du Sel et du Vermois	228	21%	180	Oui
CC Terres Touloises	132	11%	116	Oui
CC du Territoire de Lunéville à Baccarat	150	60%	60	Oui
CC du Bassin de Pont-à-Mousson	54	50%	26	Oui
CC du Bassin de Pompey	132	71%	38	Oui
CC Moselle et Madon	78	56%	34	Oui
Métropole du Grand Nancy	6	6%	6	Oui
Total	3 468	37%	2 170	



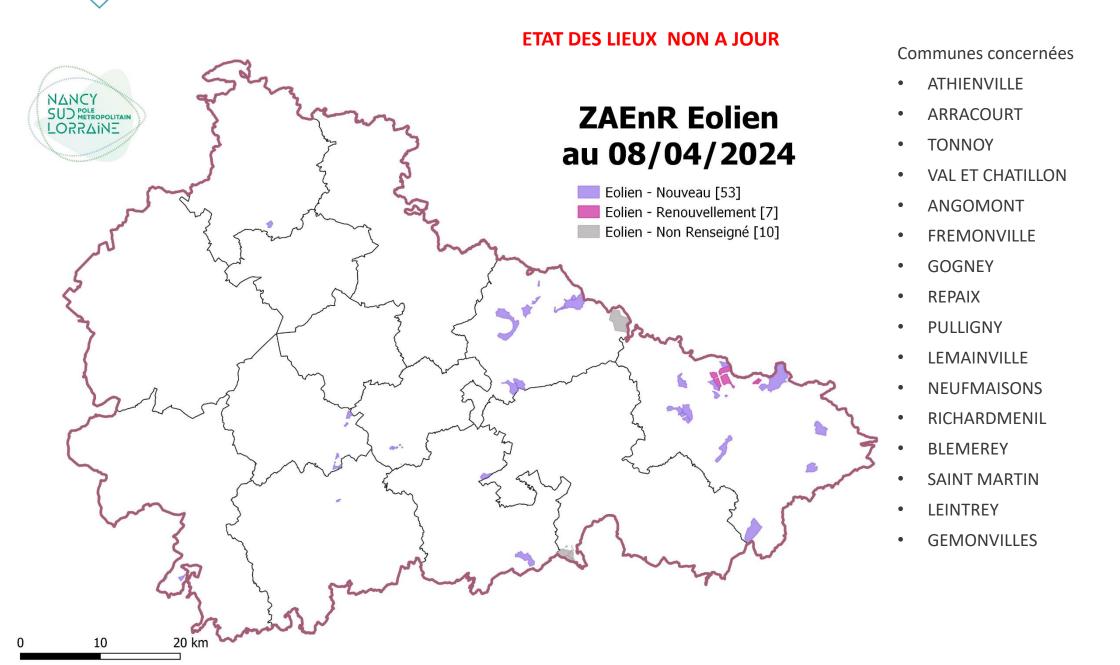
^{* :} estimé à 0 lors de la version finale de l'étude précédente, mais remis à sa valeur calculée ici

Eolien : tableau de synthèse de l'analyse par EPCI (2/2) – après affinage des potentiels

EPCI		Commentaire sur la faisabilité	Potentiel affiné final (GWh)	Projets identifiés (GWh)
CC de Vezouze en Piémont	+	Dynamique très bonne (12 communes ZAER)	500	40
CC Meurthe, Mortagne, Moselle	-	Paysages à protéger, faible acceptabilité proche Bayon	431	10
CC du Pays de Colombey et du Sud Toulois	-	Petites parcelles, faible mobilisation mais 4 communes déjà intéressées	342	50
CC du Pays du Saintois		Projet en forêt envisagé, pas de contre-dynamique	258	20
CC du Pays du Sanon	+	25 éoliennes en réflexion : donne un potentiel max supérieur	219**	219
CC de Seille et Grand Couronné		Acceptabilité locale très faible	138	36
CC des Pays du Sel et du Vermois	_	Coteaux et Vermois intéressants, mais acceptabilité faible et contraintes aéronautiques	135	20
CC Terres Touloises		Contraintes militaires, beaucoup de coteaux et espaces protégés	58	0
CC du Territoire de Lunéville à Baccarat	-	20 MW installables en tout	40*	40
CC du Bassin de Pont-à-Mousson	-	PNR : zones d'exclusion de l'éolien.	26	26
CC du Bassin de Pompey	-		20*	20
CC Moselle et Madon	-	Limité à 3 éoliennes, impossibilité de développer plus	15*	15
Métropole du Grand Nancy		Non envisagé sur le périmètre de la métropole	0	0
Total			2 181	496

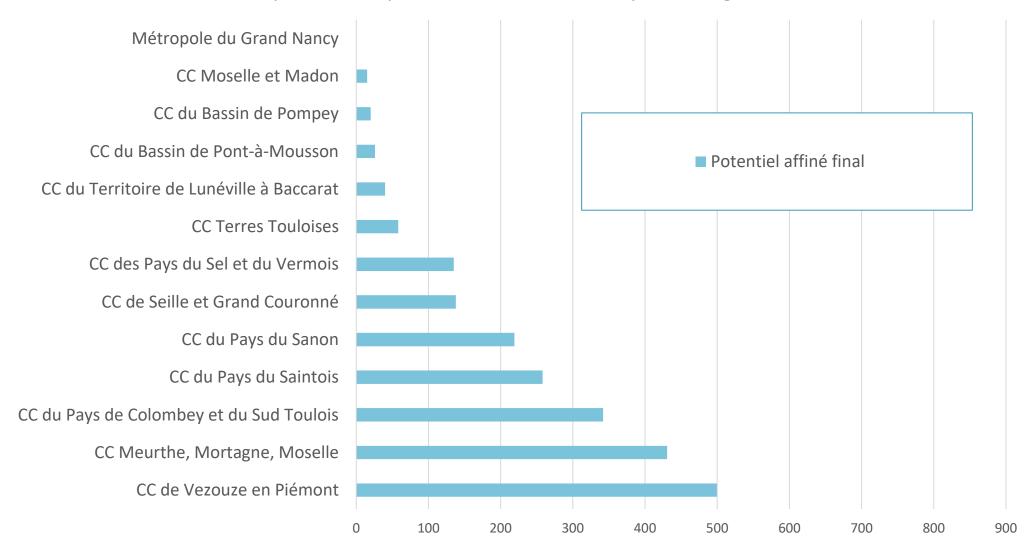


Communes ayant défini des ZAEnR pour l'éolien



Eolien : graphique de synthèse de l'analyse par EPCI (1/2)

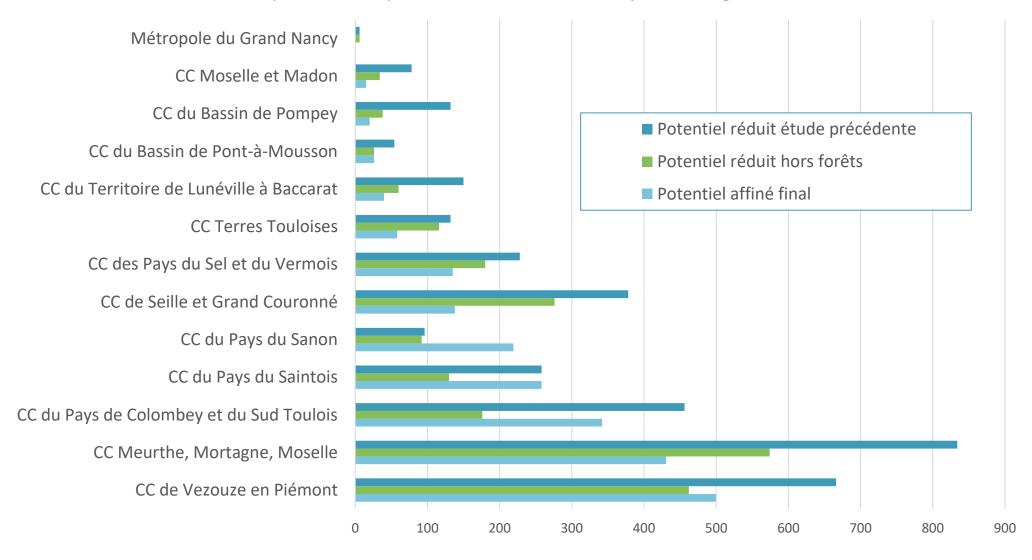






Eolien : graphique de synthèse de l'analyse par EPCI (2/2)

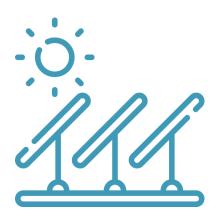






Atelier 5 : PV et hydroélectricité

- Contexte et enjeux de la filière PV
- PV sur ombrières
- PV au sol
- Projet inspirant sur le territoire : Centrale au sol d'Ecrouves & financement participatif
- Hydroélectricité







Entre 23 et 44 g CO_2/kWh

95% de la masse en Silicium valorisée

Coût du MWh produit

100 € /MWh

pour les installations sur grandes toitures > 500 kWc (coût complet moyen 2023)

110 € HT/MWh

pour les installations sur ombrières > 500 kWc (coût complet moyen 2023)

68,96 €/MWh

Prix moyen des centrales PV au sol (< 5MW) en France lors des 3 dernières période de l'appel d'offres PPE2

Nombre de foyers alimentés par une centrale de 1 MW	Temps de développement d'un projet	Durée de vie moyenne des installations
250	6 mois (petits projets) à 18-24 mois (moyens et gros projets)	30 ans pour les modules 10 à 15 ans pour les onduleurs



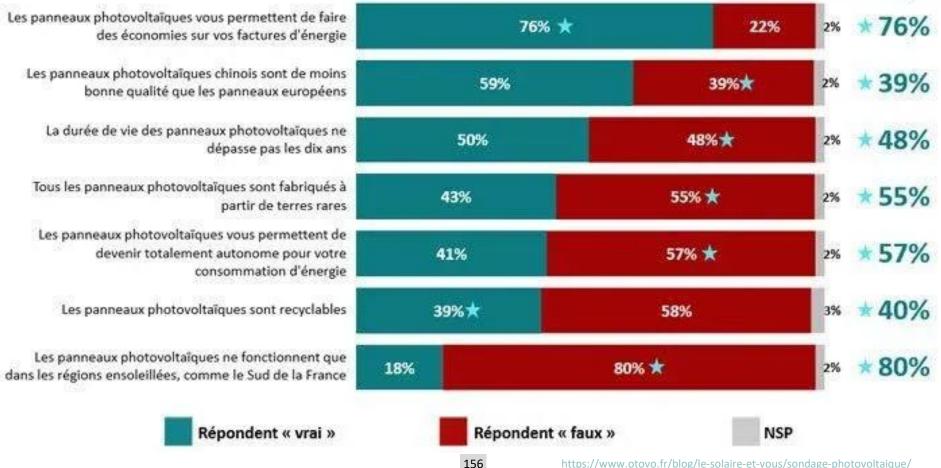


Les préjugés des Français sur les panneaux photovoltaïques

Q. D'après vous, chacune des affirmations suivantes concernant les panneaux photovoltaïques (panneaux solaires) est-elle vraie ou fausse ?

% Ont donné une bonne réponse

personnes





Impact sur l'artificialisation des sols

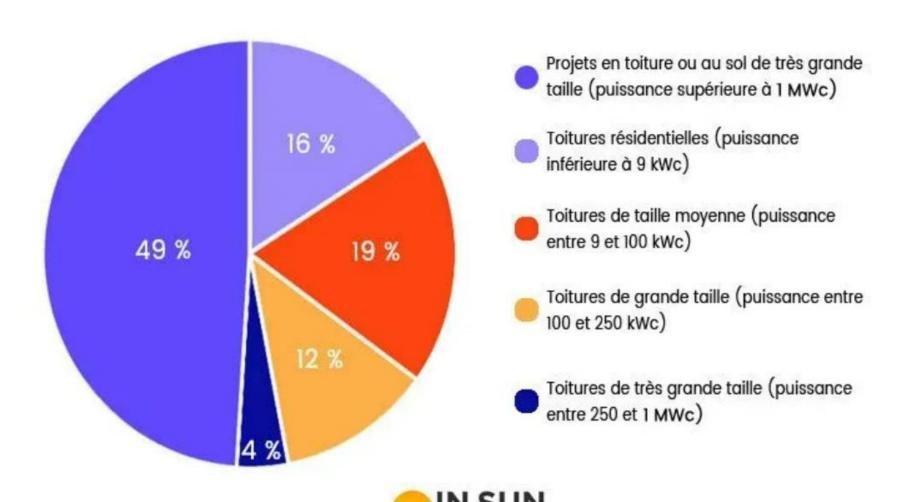
= emprise foncière

= altération durable de tout ou partie des fonctions écologiques d'un sol, définie par la nomenclature ZAN = recouverte de manière permanente par des matériaux non poreux (asphalte, béton...)

		Surface nécessaire à l'implantation d'un projet énergétique	Surface artificiali- sée (comptabilisation réglementaire)	Surface imperméabilisée
Photovoltaïque	Parcs au sol	1 à 2 ha/MW	Comptabilisation préci- sée par décret et arrêté d'application de la loi Climat et Résilience	0,0006 à 0,18 ha/MW selon modalités constructives (soit en moyenne 0,002 ha/MW)
	Sur toiture(s)	0,5 ha de toitures/MW	0 %	0
Parcs éoliens terrestres		8 à 18 ha/MW (soit 20 à 45 ha pour une éolienne de 2,5 MW)	0 %	0,01 à 0,02 ha/MW (avec 300 à 350 m² pour une fondation d'éolienne)

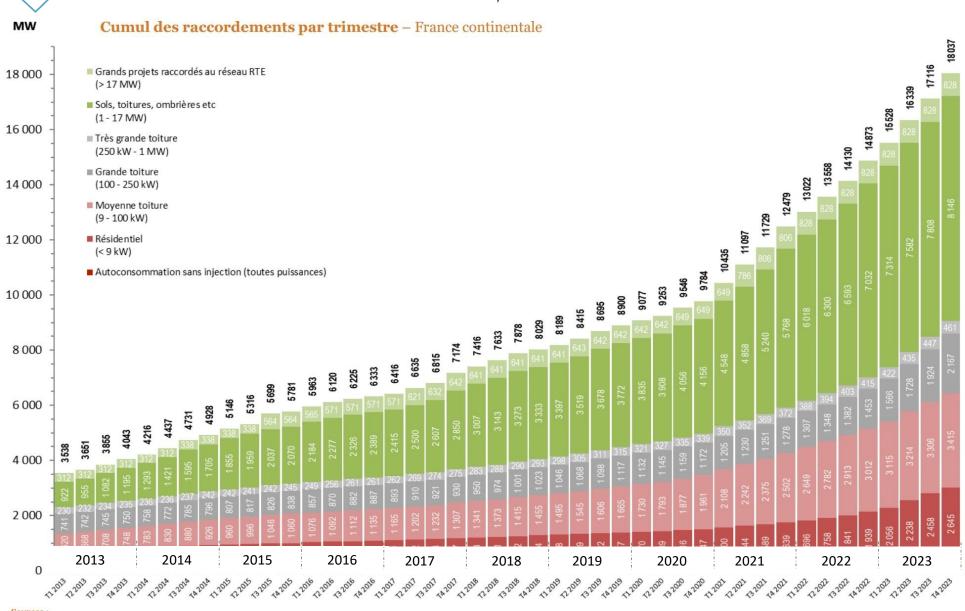


Composition du parc photovoltaïque français selon la taille des centrales par rapport à la puissance totale installée





Analyse du parc photovoltaïque français



Sources:

ENEDIS : statistiques trimestrielles - hors entreprises locales de distribution (*ELD) hors EDF SEI pour T4 2009 et T1 2010 : répartition par segment estimée sur la base des ratios observés à fin 2010 RTE : bilans électriques mensuels depuis juillet 2012 RTE/ENEDIS/ADEEF/SER : Panorama des ENR / CGDD-SOeS : Tableau de bord



Enjeux et objectifs à l'échelle nationale

- A l'échelle nationale, aujourd'hui :
 - Environ 19 GW installés en 2023
 - Production en 2023 : 21,5 TWh
 soit 4% de la consommation électrique
 - 12 160 emplois fin 2022

- A l'échelle nationale, les objectifs sont d'atteindre :
 - PPE: 35,1 à 44 GW installés en 2028
 - négaWatt 2050 : 163 TWh
 - ADEME: 124 à 180 TWh
 - RTE: jusqu'à 300 TWh

Évolution du parc solaire photovoltaïque et comparaison avec les objectifs publics à l'horizon 2023





Enjeux et objectifs à l'échelle régionale

A l'échelle régionale :

- Grand Est: 1,1 MW installés en 2022
- 1,4 TWh produit en 2023
- +25% entre 2022 et 2023

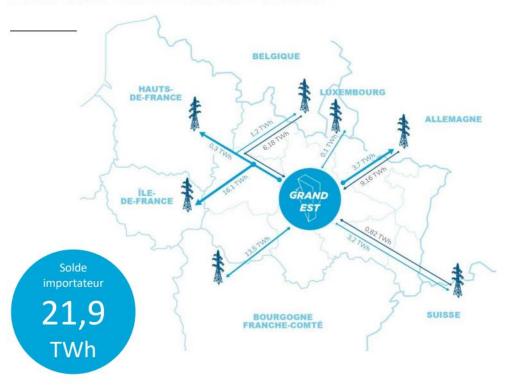
supérieur aux objectifs 2026 du SRADDET Grand Est – en cours de révision

En 2023, à 135% de l'objectif fixé en 2021

Production recensée à 2023 entre les objectifs 2021 et 2023

Objectif 2050 du SRADDET trop faibles en comparaison avec les scénarios ADEME, RTE

UNE SOLIDARITÉ ÉLECTRIQUE AVEC LES RÉGIONS VOISINES ET LES 4 PAYS FRONTALIERS



Production recensée en 2012 et objectifs de production photovoltaïque - Région Grand Est – SRADDET

GWh	2012	2021	2026	2030	2050	coefficient multiplicateur 2050/2012
Photovoltaïque	396	1 081	1 853	2 470	5 892	14,9



Des opportunités de montage à définir selon la taille de l'installation

Vente totale de la production

Production d'électricité qui va être injectée directement sur le réseau public



Autoconsommation totale

Consommation par le producteur de l'électricité et le surplus est stocké ou perdu



Autoconsommation avec injection de surplus

Consommation par le producteur de l'électricité et revente du surplus



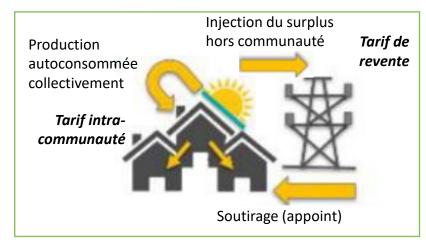
Autoconsommation collective

Répartition de la production entre un ou plusieurs consommateurs proches physiquement

Soutirage d'appoint

Exemple de montage d'autoconsommation collective : la communauté d'énergie. Adaptés aux ZACs, aménagement en cours, partenariats publics-privés...

Autoconsommation collective en explosion : +300% en France entre 2021 et 2023







Analyse par filière – Photovoltaïque sur ombrières de parking

Production actuelle	Déchetterie du Bassin de Pompey (0,1 GWh), Leclerc de Frouard	
Projets remontés	MGN (Zénith de Nancy : 7,5 ha)	
Contraintes réglementaires à venir	Horizon 2026 : > 10 000m ² / Horizon 2028 : > 1 500m ²	
Gisement net de production estimé	Environ 92 GWh (116,5 ha)	

Niveau de maturité



Installations déjà présentes : non

Potentiels porteurs de projets : SEM

Acteurs animation locale : à préciser

Dynamiques: obligation réglementaire

Niveau de contraintes ()



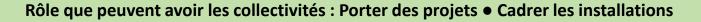
- Architecture
- Urbanisme
- Acceptabilité
- Biodiversité
- Paysage
- Réseaux

Opportunités:

- Evolution de la réglementation (loi accélération des EnR):
 - Installation de panneaux photovoltaïque de la moitié des surfaces de parkings de plus de 1500 m²
- Mutualisation des usages énergétiques : coinstallation de bornes IRVE pour la recharge de mobilités électriques

Freins:

- Raccordement au réseau de certains parkings identifiés : vérification à faire avec la collectivité
- Injection sur le réseau pouvant être importante







Parkings et loi d'accélération des EnR

Des parkings déjà équipés et en projet : Leclerc Frouard, Zénith de Nancy, Parc des Expo

Réglementation brute

Obligation de l'installation en ombrières (ou de végétalisations) sur au moins 50% de la surface des parkings extérieurs > 1 500 m² à terme : 117 hectares de parking concernés. (hypothèses hors contraintes patrimoniales)

- Applicable en 2026 aux parcs de plus de 10 000 m²: 51 GWh
 - 36 parkings
- Applicable en 2028 aux parcs de plus de 1 500 m²
 - 145 parkings au total éligibles
- Hypothèses de calcul : utilisation d'une méthodologie courante, utilisée notamment par les observatoires régionaux. Elle est appliquée à l'irradiation solaire locale (base de données PV GIS)

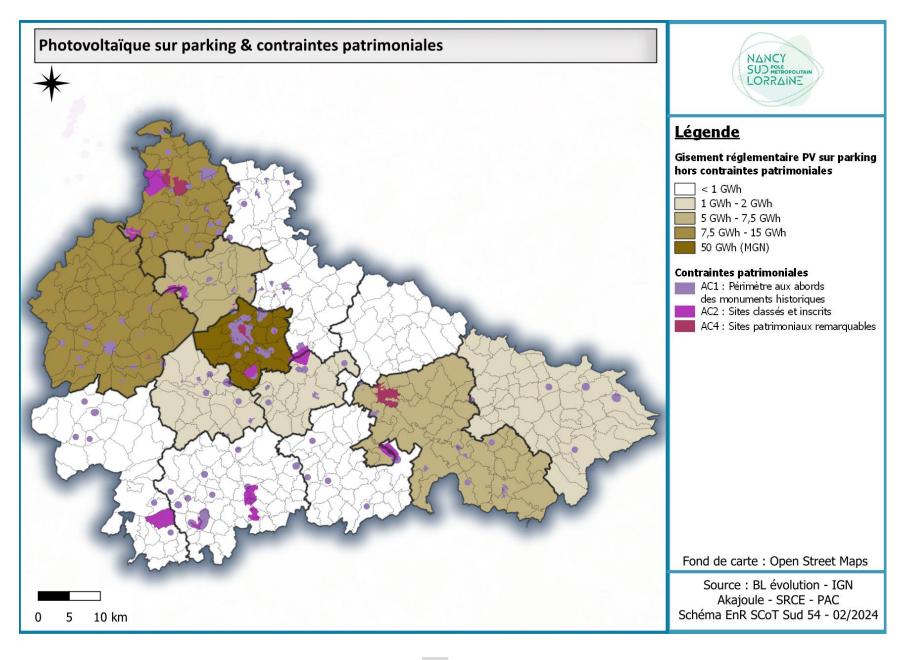
Total net: 92 GWh hors contraintes patrimoniales

Réglementation nette

- Des dérogations sont possibles si arbres déjà plantés ou installations déjà existantes sur 50% de la surface.
- Contraintes réseaux : à affiner à l'échelle du parking avec le portail ENEDIS adressé aux communes. Les réseaux devront a priori s'adapter aux projets.



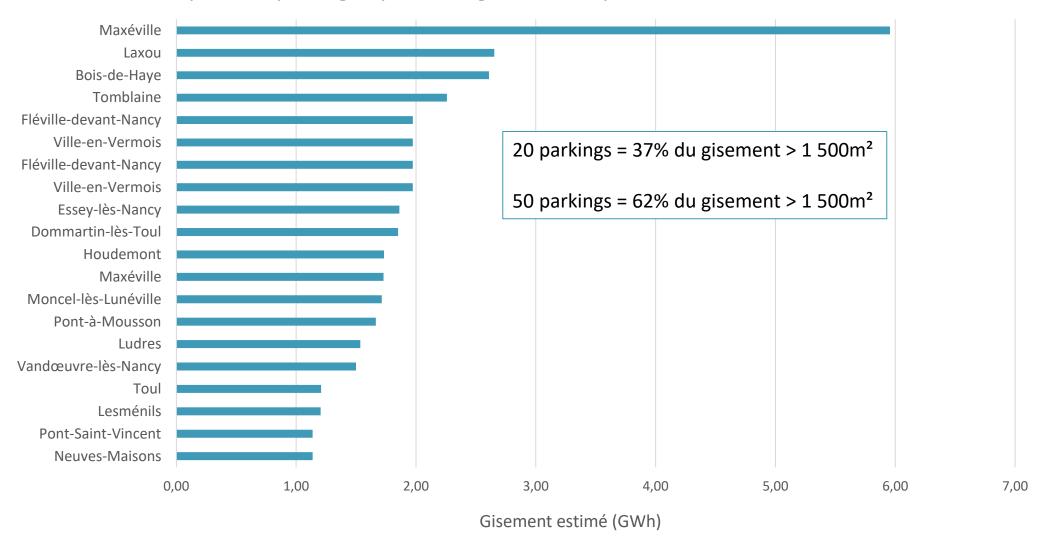
Un potentiel plus important en métropole et ville moyenne





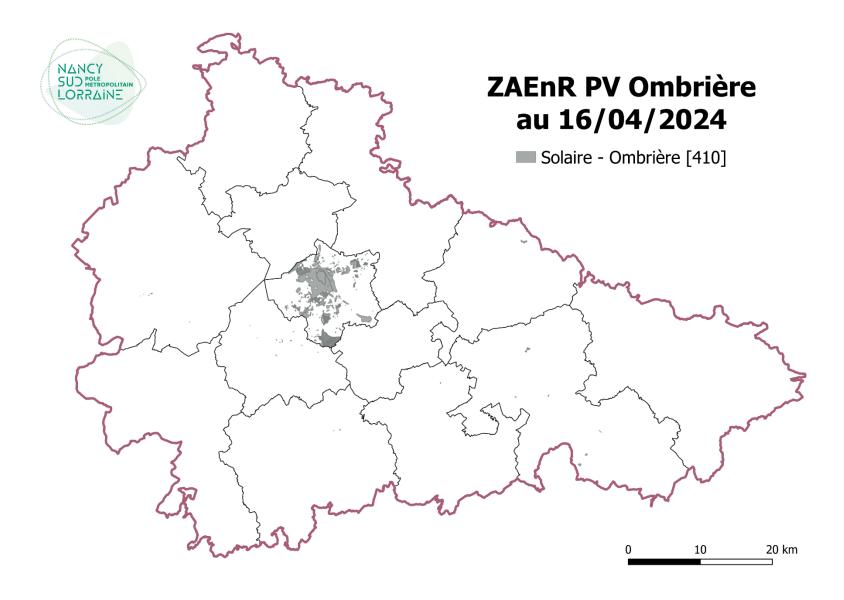
Un aperçu sur les communes avec les parkings à prioriser

Top 20 des parkings à plus haut gisement PV par commune de localisation





Des ZAEnR traduisant des aspirations communales







La Solaire Francilienne, un partenariat entre acteurs des EnR du territoire de Seine-et-Marne

Le projet vise à équiper des parkings d'ombrières photovoltaïques et des toitures en panneaux solaires pour les collectivités franciliennes.

Producteur: La **Solaire Francilienne** (groupement constitué des syndicats SIPEnR, SEM SDESM Energies, Tener'IF et du mouvement Énergie Partagée)

Localisation: Fontenay-Trésigny, Machault (Seine-et-Marne)

2022 : une toiture solaire de 266 kWc a été mise en service.

Au total, 10 installations réparties sur 8 communes en Seine-et-Marne sont prévues.

Capacité de production annuelle de l'ensemble des installations : 581 MWh







- ✓ Développement de la résilience des collectivités
- ✓ L'outil est destiné à porter de multiples projets de centrales sur parking ou en toiture pour les collectivités





Analyse par filière – Photovoltaïque au sol

Production actuelle	135 GWh (Toul-Rosières), Badonviller
Projets remontés	Sur l'ensemble du territoire
Gisement net de production estimé	Dépend de la politique de sélection de friches et fonciers

Niveau de maturité



Installations déjà présentes : oui

Potentiels porteurs de projets : collectivités (via

AMI), SEM

Acteurs animation locale: à préciser

Dynamiques: non

Niveau de contraintes



- Architecture
- Urbanisme
- Acceptabilité
- Biodiversité
- Paysage
- Réseaux

Opportunités:

- Sollicitations des développeurs
- Grandes carrières et anciennes formations minières.
- Friches industrielles et militaires.

Freins:

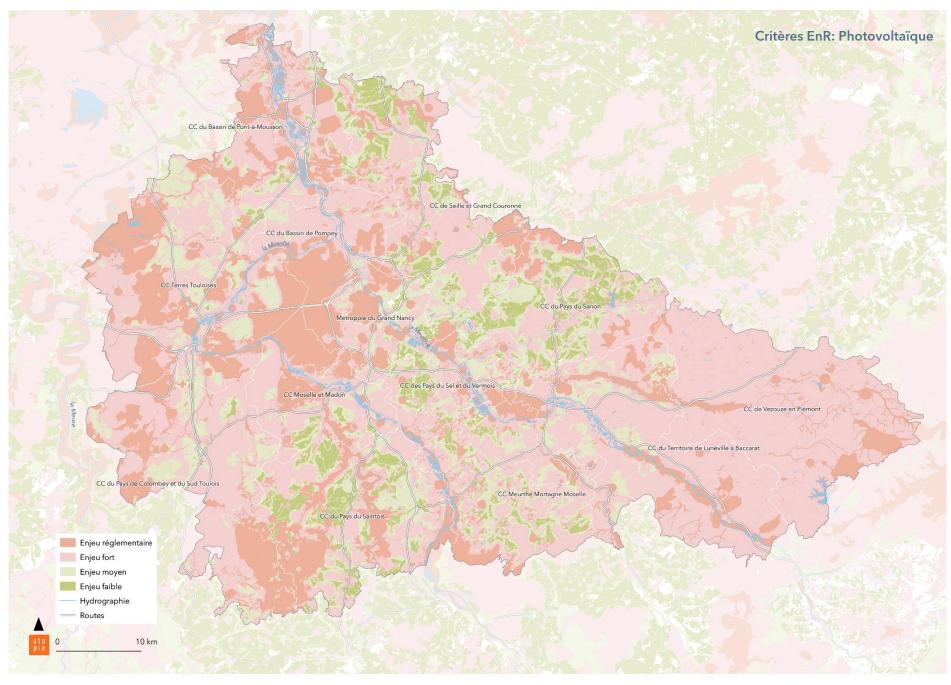
- Destruction potentielle d'habitats et de biodiversité
- Enjeu ZAN
- Le SCoT privilégie le développement d'infrastructures EnR sur les espaces déjà artificialisés

Rôle que peuvent avoir les collectivités : Cadrer l'utilisation des terres • Inscrire l'installation de PV dans les **PLU**





Zones à enjeux et zones propices – Photovoltaïque au sol







Des surfaces priorisées indirectement par le décret agrivoltaïsme

Article 3 : Définition de terres agricoles et pastorales « incultes », prioritaires pour le développement du PV:

- a) l'exploitation agricole ou pastorale y est impossible au regard du territoire environnant en raison de ses caractéristiques topographiques, pédologiques et climatiques ou à la suite d'une décision administrative.
- b) Le site est un site pollué ou une friche industrielle ;
- c) le site est une ancienne carrière (avec certaines conditions supplémentaires)
- d) Le site est une ancienne mine sauf lorsque la remise en état agricole ou forestier a été prescrite ;
- e) Le site est une ancienne installation de stockage de déchets sauf lorsque la remise en état agricole ou forestier a été prescrite ;
- f) Le site est un ancien aérodrome, délaissé d'aérodrome, un ancien aéroport ou un délaissé d'aéroport ;
- g) Le site est un délaissé fluvial, portuaire routier ou ferroviaire en domaine public ou privé ;
- h) Le site est situé à l'intérieur d'un ICPE soumis à autorisation, à l'exception des carrières et des parcs éoliens ;
- i) Le site est un **plan d'eau**;
- j) Le site est dans une zone de danger d'un établissement SEVESO pour laquelle la gravité des conséquences humaines d'un accident à l'extérieur de l'établissement est à minima importante défini selon l'annexe 3 de l'arrêté du 29 septembre 2005 ;
- k) Le site est en zone d'aléa fort ou très fort d'un plan de prévention des risques technologiques ;
- l) Le site est un terrain militaire, ou un ancien terrain, faisant l'objet d'une pollution pyrotechnique ;
- m) Le site est situé dans une zone classée comme favorable à l'implantation de panneaux photovoltaïques dans le plan local d'urbanisme de la commune ou de l'intercommunalité, le cas échéant ;
- n) Le site est situé sur un terrain forestier, à l'exception des catégories de forêts à forts enjeux de stock de carbone, de production sylvicole et d'enjeux patrimoniaux sur le plan de la biodiversité et des paysages, listées par arrêté interministériel.

Sont également inclues d'office dans le document-cadre les surfaces en zone agricole non exploitées et situées à moins de 100m d'un bâtiment d'une exploitation agricole.



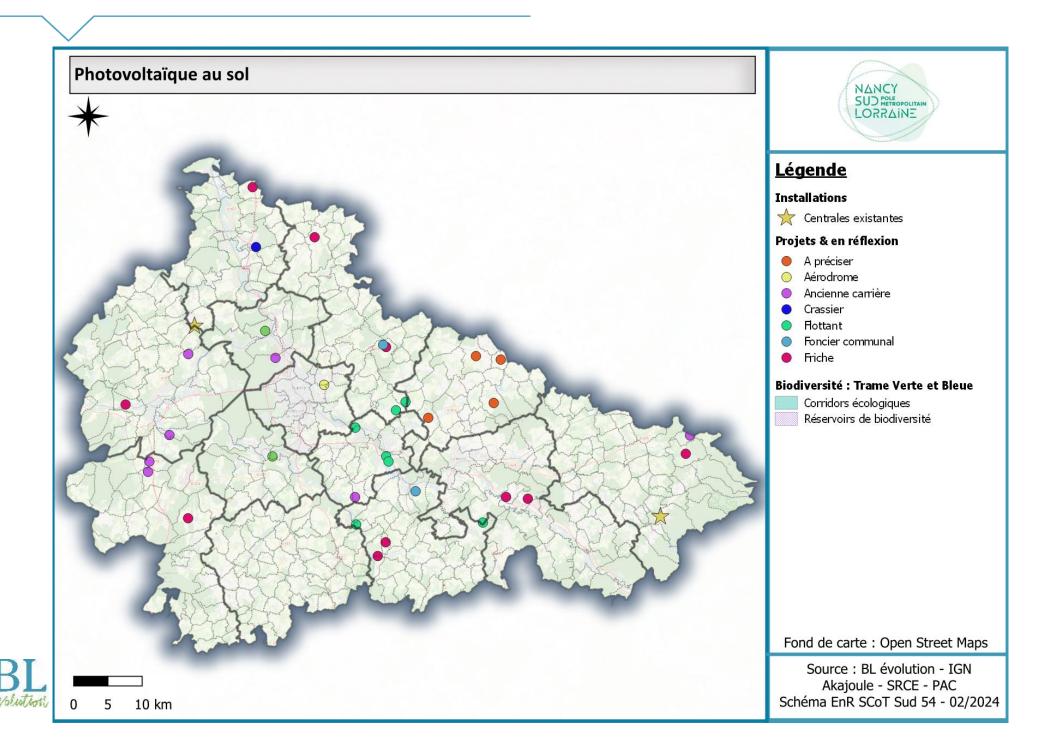
De nombreuses réflexions remontées via les entretiens avec les EPCI

Entre 35 et 50 projets recensés

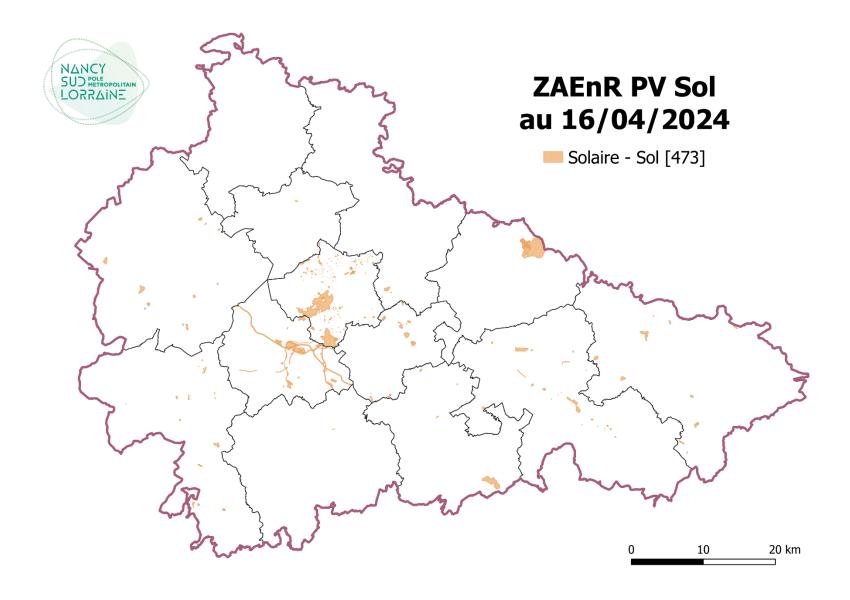
EPCI		Nombre et types de projets PV au sol
CC de Vezouze en Piémont	2	Friches (Cirey), carrière en fin d'exploitation (Tanconville)
CC Meurthe, Mortagne, Moselle	3	
CC du Pays de Colombey et du Sud Toulois	3 à 14	Friche militaire (Crépey), ancienne scierie (Sauxelotte),
CC du Pays du Saintois		
CC du Pays du Sanon	4	
CC de Seille et Grand Couronné	3	Photovoltaïque flottant sur anciennes carrières, friche (Champenoux)
CC des Pays du Sel et du Vermois	4	Bassins de décantation (Rosières, Dombasle), anciennes carrières (Ferrières), salins (Varangéville)
CC Terres Touloises	1 à 10	Foncier communal, ZAC (priorité aux délaissés)
CC du Territoire de Lunéville à Baccarat	3	Gravières (Fraimbois,), Friches (Saint-Clément, Laronxe)
CC du Bassin de Pont-à-Mousson	1	Ancien crassier EDF (Atton), carrière (Bouxières)
CC du Bassin de Pompey	1	Friche circuit (Champigneulles)
CC Moselle et Madon	1	Alvéoles sur ZA (Messein)
Métropole du Grand Nancy	1	Aérodrome (Essey-Tomblaine)



De nombreuses réflexions remontées via les entretiens avec les EPCI

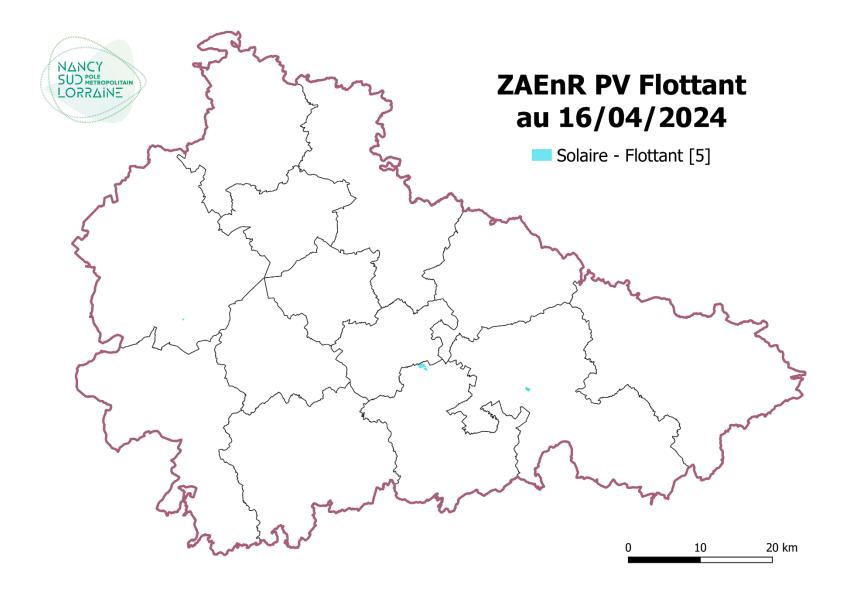


Des ZAEnR traduisant des aspirations communales





Des ZAEnR traduisant des aspirations communales









Centrale solaire au sol de 18.5 ha d'emprise au sol, composée de 44 000 panneaux solaires.

Localisation: Annet-sur-Marne (Seine-et-Marne)

Producteur: AKUO et ECT

Capacité de production annuelle : 18 500 MWh

Gouvernance:

- Implication de SEM SIPENR, SDESM Energies, IDF Energies, la mairie d'Annet-sur-Marne et la Communauté de Communes Plaines et Monts de France dans le financement des fonds propres de la société.
- Participation citoyenne au financement du projet.









- ✓ 847 tonnes de CO2 évités par/an
 - ✓ Valorisation d'une ancienne installation de stockage de déchets inertes (lieu d'implantation du projet)









Retour d'expérience

Le parc solaire de l'Espace du Génie à ECROUVES



Olivier HEYOB, élu et vice-président à la transition et Chloé DA CUNHA, chargée de mission PCAET









Retour d'expérience : le parc solaire de l'Espace du Génie à ECROUVES

- Le site : ancien site militaire du 15^{ème} Régiment du Génie de l'Air
 - Départ de l'armée en 2005
 - Emprise d'environ 40ha

Actuel siège de la CC2T







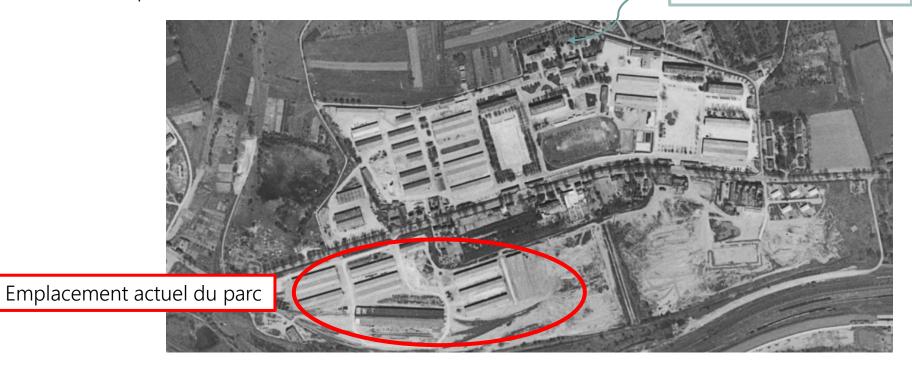




Retour d'expérience : le parc solaire de l'Espace du Génie à ECROUVES

- Le site : ancien site militaire du 15^{ème} Régiment du Génie de l'Air
 - Départ de l'armée en 2005
 - Emprise d'environ 40ha

Actuel siège de la CC2T





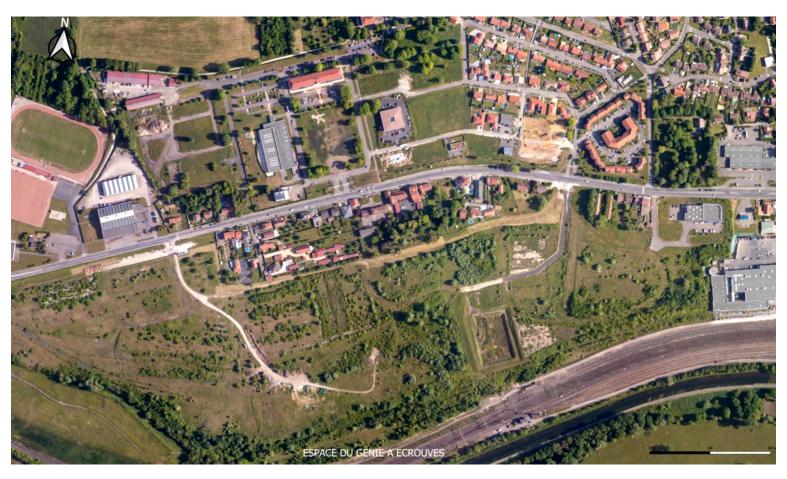






Retour d'expérience : le parc solaire de l'Espace du Génie à ECROUVES

• Le site avant début des travaux :











Historique du projet

 Projet initié dans le cadre de l'AMI du Pays Terres de Lorraine lancé en 2019 pour le développement des énergies renouvelables sur le territoire



- Pour développer le projet d'Ecrouves : le groupement composé de SIPEnR, Energic (Enercoop Nord Est) et Energie Partagée Investissement a été choisi
- Les études écologiques, paysagères et patrimoniale ont démarré en avril 2019
- Le permis de construire a été obtenu en mai 2021
- Les entreprises intervenantes sur le chantier ont été sélectionnées au cours du premier semestre 2023
 - Modules : Entreprise française Photowatt
 - Contrat général pour la construction : ACTEAM EnR









Caractéristiques de terrain du projet :

Surface: 12,3 ha

Puissance installée: 11,8MWc (environ 75% de la

consommation d'ECROUVES)

Travaux commencés le 04/09/2023











Caractéristiques financières du projet :

La structure porteuse du projet : SAS du Parc Solaire de l'Espace du Génie (société de projet)

→ 4 partenaires au sein de la société de projet : SIPEnR (SEM), ENERGIC, Energie Partagée, CC2T

La répartition des actions entre les partenaires :

SEM SIPERR: 39%

ENERGIC : 30%

Energie Partagée Investissement : 26%

O CC2T : 5%







Pourquoi être actionnaire en tant que collectivité ?

- ✓ Accès à la gouvernance
- ✓ Participer au financement de la société
- ✓ Recevoir une partie des bénéfices du projet









Caractéristiques financières du projet :



Le montant du projet : 9,9M€ HT Répartition de l'investissement :

Fonds propres : 2,6M€

■ Emprunt bancaire: 7,3M€



(Emprunt bancaire : par la société de projet en elle-même, pour une durée de 20 ans et 2,8% de taux d'intérêt)

- → Le financement entre les actionnaires se fait au pro-rate de la participation en capital (10% au capital = 10% des comptes courants d'associés)
- → La rentabilité des fonds propres n'est pas garantie et variera en fonction des performances du projet (plus risqué donc mieux rémunéré)











L'ouverture au financement participatif

Le financement participatif:

outil de collecte de fonds

articipation des particuliers au financement d'un projet identifié

sistant dans différents secteurs et différentes formes



ے onner du sens à son épargne (participation à un projet de proximité ou tenant à cœur au particulier)

- Participation à la transition énergétique
- Redistribution d'une partie des bénéfices réalisés aux habitants du territoire











L'ouverture au financement participatif

Principe de fonctionnement pour le Parc Solaire du Génie :

- Pas de participation en direct dans la société (pas de personne physique au capital)
- Investissement à travers une structure intermédiaire



→ Ici, la participation des citoyens peut se faire au travers d'Energie Partagée Investissement et d'ENErgic (structures d'intermédiation citoyenne)













Le financement participatif pour le projet de l'Espace du Génie :





Chaque structure a son fonctionnement et ses modalités d'investissement.

Energie Partagée: accompagne, fédère et finance des projets EnR où sont impliqués des acteurs du territoire (projet citoyen) sur toute la France

- ✓ Gouvernance partagée (prise de décisions en concertation avec les collectivités)
- ✓ Ancrage local (CC2T actionnaire du projet)
- ✓ Critère environnemental (aller au-delà des obligations règlementaires)
- ✓ Finance éthique et citoyenne (fonds apportés par des acteurs publics et des citoyens)













Financement participatif



 Au travers de son outil d'investissement, Energie Partagée participe au financement de projet partout en France.

En chiffres:













Le financement participatif pour le projet de l'Espace du Génie :





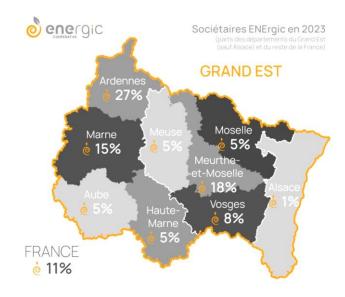
Chaque structure a son fonctionnement et ses modalités d'investissement.

SCIC ENERGIC : société coopérative d'intérêt collectif en Grand Est

- ✓ Multi-sociétariat
- ✓ Gouvernance 1 personne = 1 voix

léinvestissement de la majorité des bénéfices rte des sociétaires à l'échelle du Grand Est :













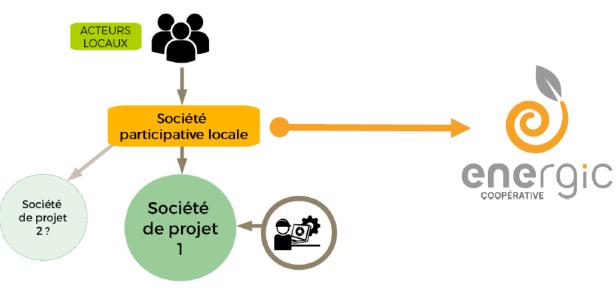
Financement participatif





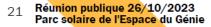
Investissement via ENErgic:

Le montage à "double étage"





= SAS Parc Solaire de l'Espace du Génie (Ecrouves)











Quelques images du chantier : commencement des travaux



Terrassement



Clôtures









Quelques images du chantier : enjeux environnementaux



Balisage de la zone d'évitement

Hibernaculum





Mare









Quelques images du chantier : avancement du projet

Tranchées de raccordement électrique interne



Vissage des pieux après forage



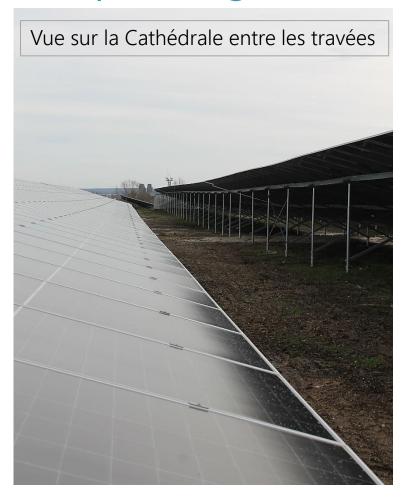








Quelques images du chantier : visite de chantier du 12/02/2024









Analyse par filière – Petite hydroélectricité

Production actuelle	100 GWh	
Projets remontés	Moselle Madon	
Gisement net de production estimé	140 GWh	

Niveau de maturité



Installations déjà présentes : oui

Filière d'installation présente : oui

Potentiels porteurs de projets : oui

Acteurs animation locale : acteurs de l'hydroélectricité

présents, EDF

Dynamique: importante à court et moyen terme

Niveau de contraintes



- Architecture
- Urbanisme
- Acceptabilité
- Biodiversité
- Paysage
- Réseaux

Opportunités:

Petite 10aine de projets identifiés

Freins:

Peu de potentiels, installations envisagées sur de petits périmètres (3 territoires) : attention à la cohérence d'ensemble et à ne pas multiplier les atteintes à la biodiversité aquatique







Des opportunités identifiées à l'échelle départementale

