



LIVRABLE

**ELABORATION D'UN SCHEMA DIRECTEUR
DE DEVELOPPEMENT DES ENERGIES
RENOUVELABLES**

Rapport de scénarisation





Table des matières

I.	Synthèse du diagnostic ENR.....	3
I.1.	Etat actuel des production EnR et consommations énergétiques.....	3
I.2.	Potentiel de développement des EnR.....	5
I.3.	Perspectives : objectifs des documents-cadres existants	6
2.	Scénarii-cadres pour une stratégie de planification en matière de développement des EnR&R.....	7
2.1.	Méthodologie	7
2.2.	Présentation des scénarii-cadres PETR.....	9
2.2.1.	Scénario tendanciel (S0)	9
2.2.2.	Scénario Génération Frugales (S1).....	16
2.2.3.	Scénario Coopération Territoriale (S2)	23
2.2.4.	Scénario Technologies Vertes (S3)	31
2.2.5.	Comparaison des scénarii-cadres.....	38
2.3.	Groupes de travail thématiques : élaboration du scénario démonstrateur	41
2.3.1.	Trajectoire de consommation énergétique du scénario démonstrateur.....	42
2.3.2.	Trajectoire de développement des productions EnR&R du scénario démonstrateur	48
2.3.3.	Comparaison avec les scénarii-cadres.....	53
2.3.4.	Perspective de plan d'actions	54
3.	Annexes.....	55
3.1.	Annexe 1 : hypothèses de coûts d'investissements (CAPEX).....	55
3.2.	Annexe 2 : paramétrisation des scénarii-cadres de consommations énergétiques.....	56
3.3.	Annexe 3 : paramétrisation des scénarii-cadres de production EnR&R.....	61

I. Synthèse du diagnostic ENR

I.1. Etat actuel des production EnR et consommations énergétiques

Le territoire consomme **2 514 GWh_{EF} par an en 2022** avec la répartition par secteur d'activité suivante :

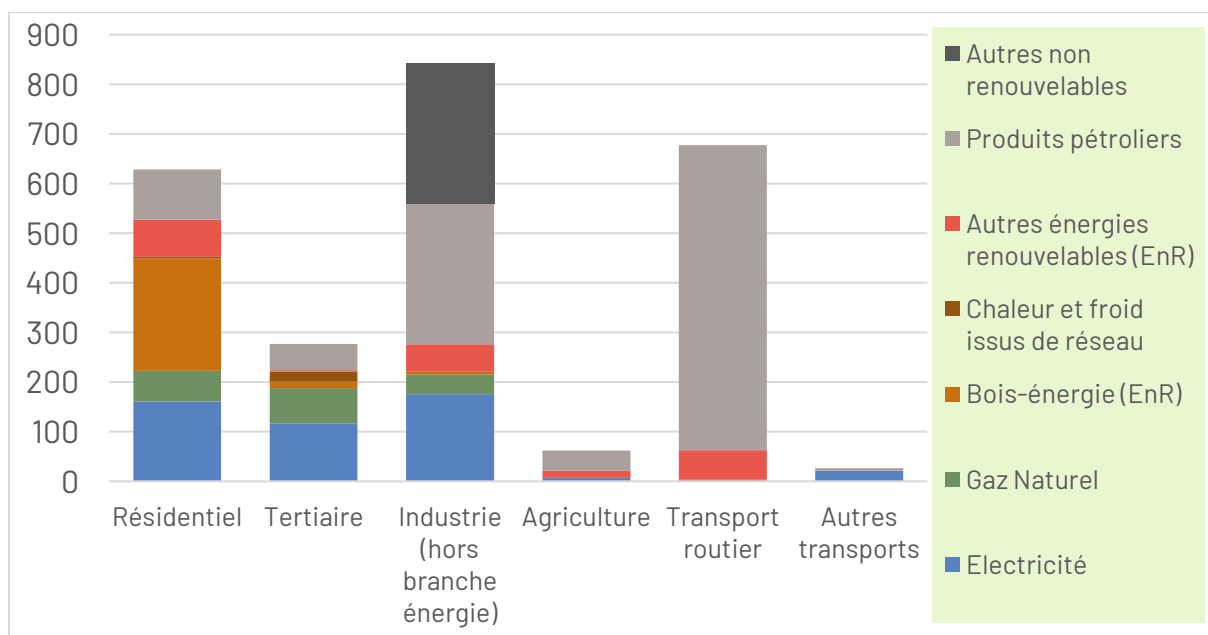


Figure 1 : Répartition des consommations par secteur d'activité et type d'énergie (source : ATMO Grand Est - Invent'Air V2024 et questionnaire entreprise)

Les trois principaux secteurs consommateurs d'énergie sont le **secteur de l'industrie, le secteur des transports routiers et le secteur résidentiel**, énumérés par ordre croissant de consommation. Ces trois secteurs concentrent **86% de la consommation totale** du territoire.

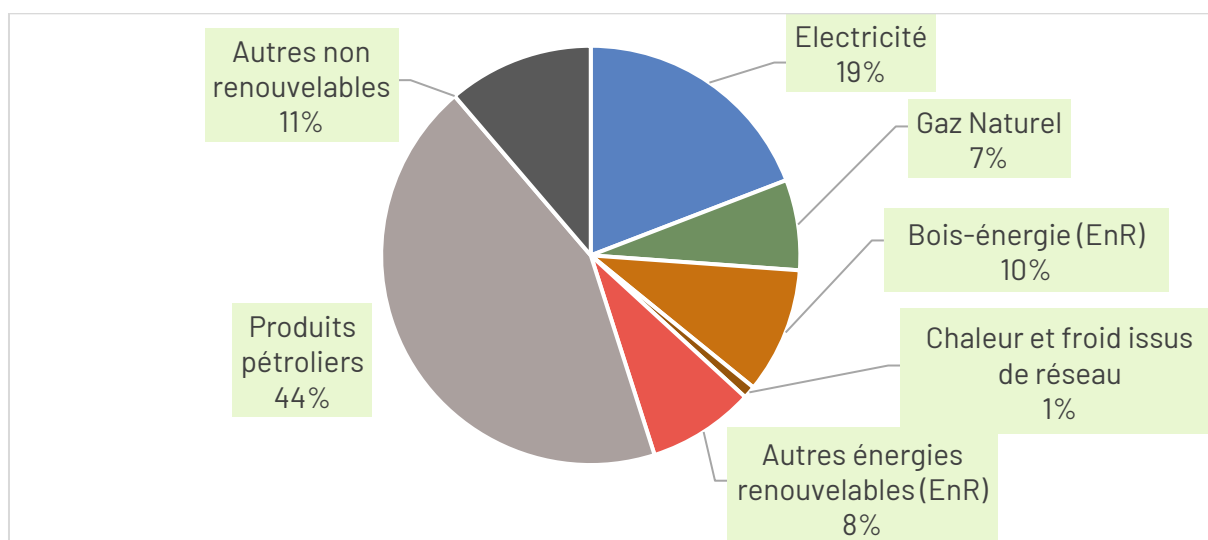


Figure 2 : Répartition des consommations d'énergie par type d'énergie (source : ATMO Grand Est et questionnaire entreprise)

La **part des énergies fossiles dans le mix énergétique atteint les 62%**, avec les produits pétroliers représentant 44% de cette part et le gaz naturel 7%.

En 2022, **le territoire a produit 461 GWh d'énergie renouvelable**. La répartition de cette production par vecteur énergétique est la suivante : 49 GWh de production électrique, 395 GWh de production thermique, 17 GWh de production de biogaz et 0,4 GWh de production biocarburants.

Concernant la **production électrique**, l'éolien contribue à hauteur de 52% de la production électrique et le photovoltaïque à hauteur de 31%.

La filière bois particulier représente 66 % de la **production thermique**, suivi par la production par pompes à chaleur (aérothermie) à hauteur de 15%.

La méthanisation est la seule source de **production de biogaz** sur le territoire (100%).

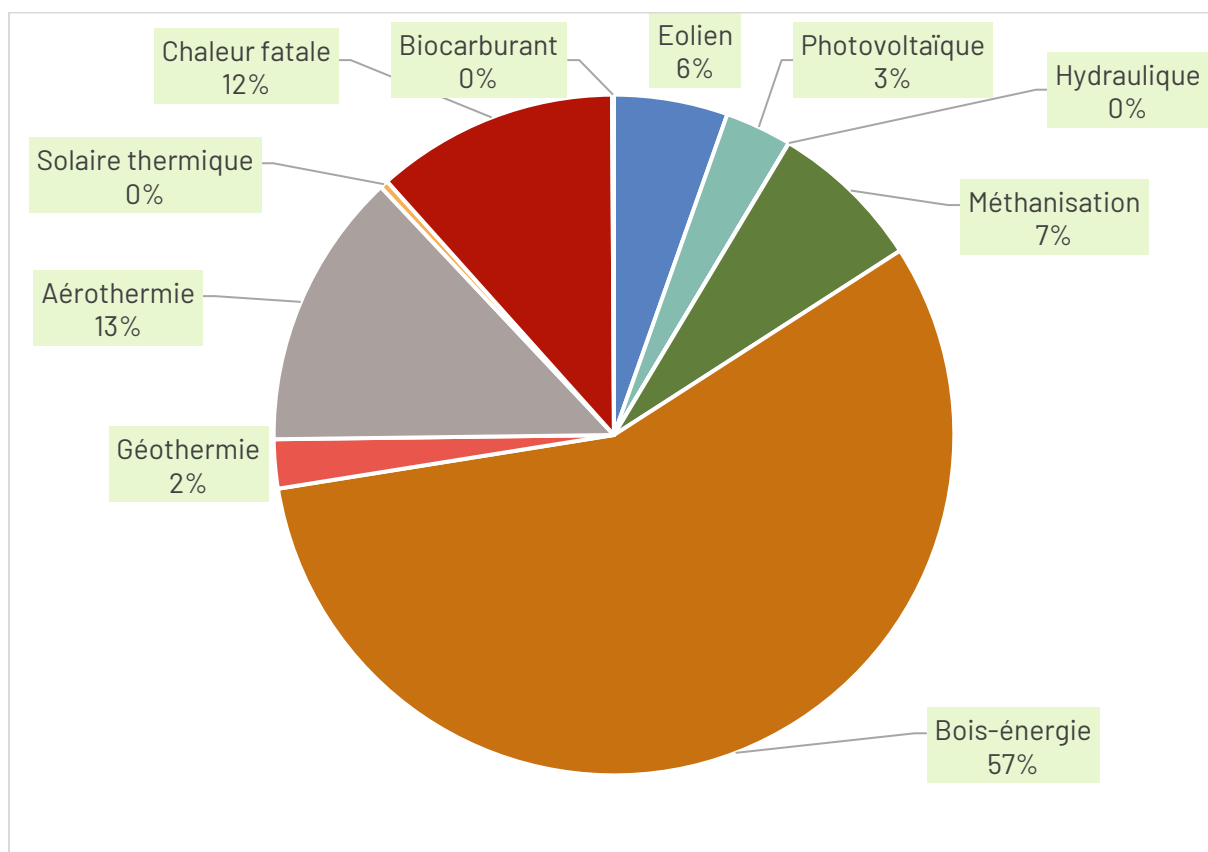


Figure 3 : Répartition de la production ENR par filière (source : ATMO Grand Est - Invent'Air V2024 et questionnaire entreprise)

BALANCE ENERGETIQUE



Le territoire produit 18,3% de sa consommation grâce au recours des énergies renouvelables.

I.2. Potentiel de développement des EnR

	Production actuelle (2022)	Gisement brut	Potentiel net
Photovoltaïque sur toiture	15	1 018	448
Photovoltaïque sur ombrière de parking		92	66
Photovoltaïque au sol		1 627	1 187
Eolien	25	1 220	1 220
Hydroélectricité	0	3	1
Méthanisation en cogénération	8	-	-
TOTAL électricité renouvelable	48	3 960	2 922
Géothermie / PAC	71	161	93
Solaire thermique	2	203	68
Chaleur fatale	53	93	93
Bois-énergie total	260	542	317
Méthanisation en cogénération	8	-	-
TOTAL chaleur renouvelable	395	1 000	571
Méthanisation en injection	17	267	92
TOTAL gaz renouvelable	17	267	92
TOTAL toutes les filières	460	5 227	3 585

Figure 4 : Synthèse des potentiels brut et net évalués par filière EnR&R (en GWh)

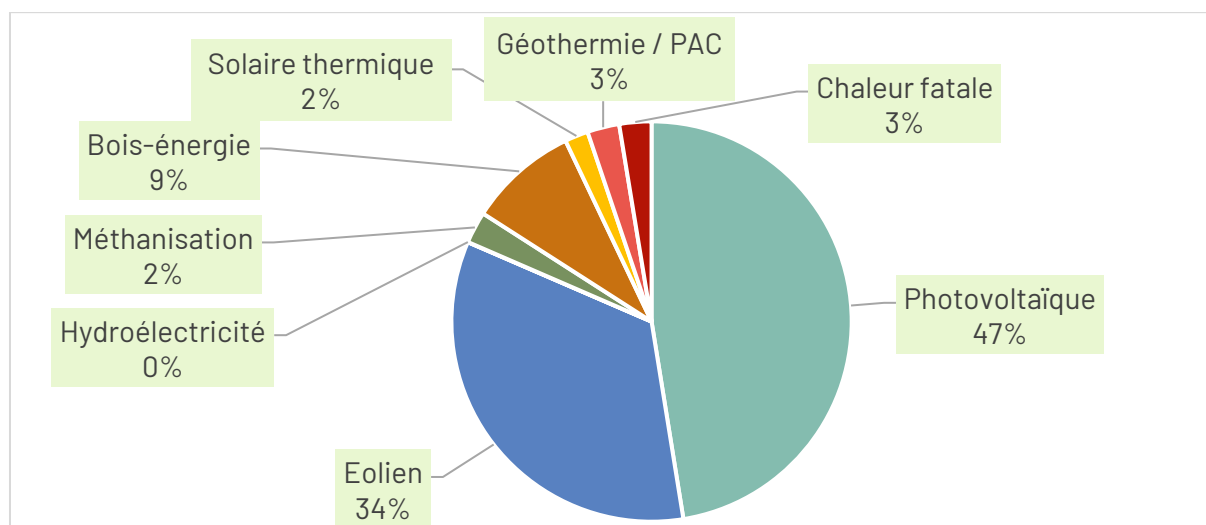


Figure 5 : répartition du potentiel net de développement des EnR&R par filière

I.3. Perspectives : objectifs des documents-cadres existants

Pour rappel, plusieurs documents de planification définissent des objectifs à différentes échelles. Les documents-cadres régionaux (SRADDET Grand Est) et locaux (PCAET de la CC Sarrebourg Moselle Sud) fixent les objectifs suivants à Horizon 2050 :

- **Objectif de réduction des consommations :**

- PCAET CC SMS : -37%
- SRADDET : -55%

- **Objectif de couverture EnR&R :**

- PCAET CC SMS : 50%
- SRADDET : 100%

A titre informatif, la figure ci-dessous présente une territorialisation des objectifs du SRADDET et du PCAET sur le périmètre du PETR en comparaison des potentiels de développement des EnR identifiés sur le territoire :

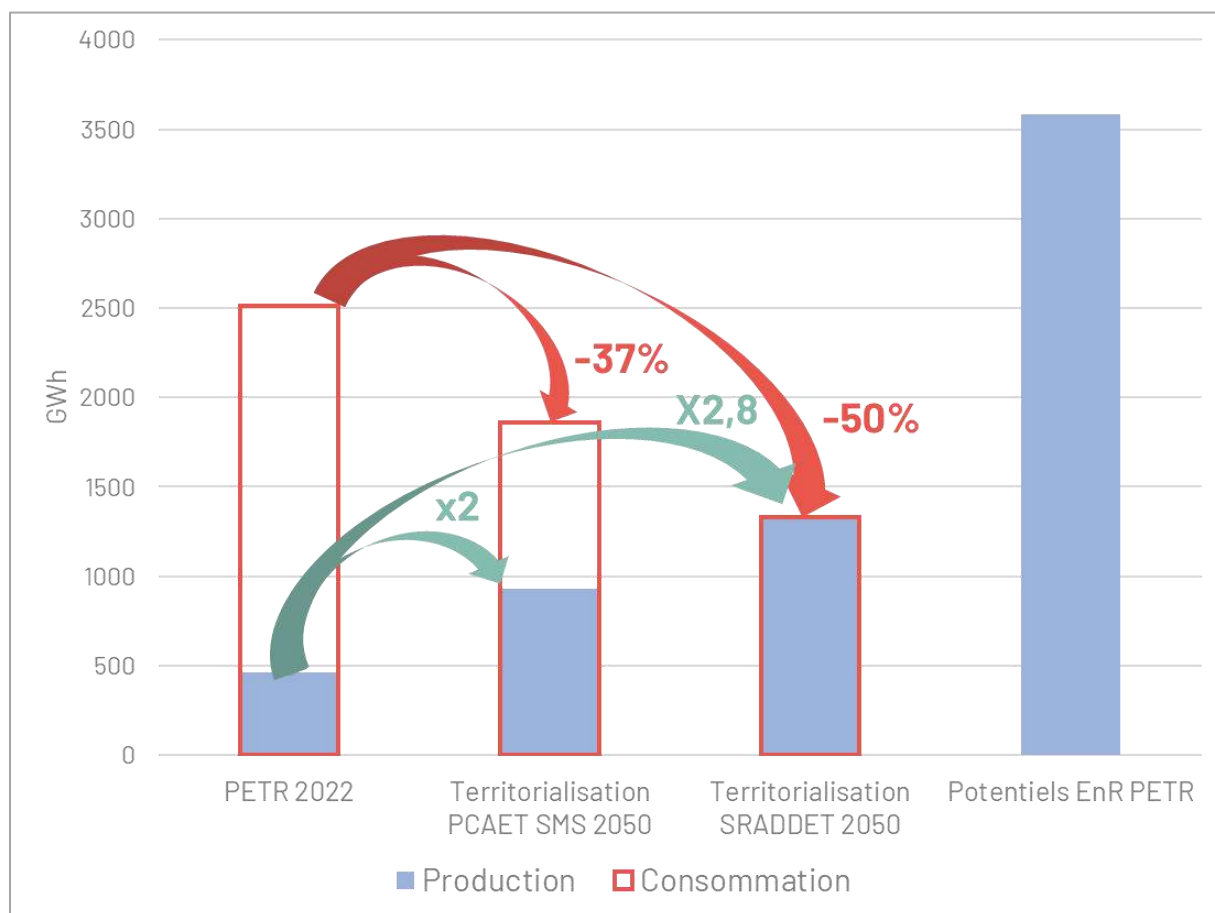


Figure 6 : Territorialisation des objectifs SRADDET et PCAET sur le PETR

2. Scénarii-cadres pour une stratégie de planification en matière de développement des EnR&R

2.1. Méthodologie

Afin d'explorer les différentes possibilités stratégiques de planification en matière de développement des énergies renouvelables et de récupération (EnR&R) sur le territoire du PETR, plusieurs scénarii prospectifs de production et de consommation d'énergie ont été modélisés. Ces scénarii contrastés ont vocation à aiguiller les directions et élus dans leurs réflexions stratégiques. Une approche par récit contrasté a été utilisée en déclinant localement les orientations de trois des quatre **scénarii-cadres Transitions 2050 de l'ADEME**. L'utilisation des Scénarios *Transitions 2050* de l'ADEME constitue une base solide pour évaluer et planifier les actions futures. Ces scénarios mettent en débat de manière contrastée des options économiques, techniques et de société pour atteindre la neutralité carbone en 2050. Cet objectif est défini à l'échelle nationale dans la Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC) introduite par la Loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte (LTECV). Ces scénarios empruntent des voies distinctes et correspondent à des choix de société différents.

Ainsi, les scénarii prospectifs suivant sont proposés :

- **S0 - Scénario tendanciel** : ce scénario projette l'évolution des consommations et de la production énergétique en continuité avec les tendances actuelles, sans mise en œuvre d'actions supplémentaires sur le territoire. Dans ce scénario, sont pris en compte les projets connus ainsi que les projets induits par la réglementation, notamment via la loi d'accélération des EnR.
- **S1 – Scénario Génération Frugale** : dans ce scénario, la transition est conduite principalement par la sobriété. Il implique des transformations sociétales profondes dans les façons de consommer.
- **S2 - Scénario Coopération Territoriale** : ce scénario envisage une évolution de la société alliant sobriété et efficacité énergétique. L'évolution de la société allie une modification des comportements et des moyens de consommer.
- **S3 - Scénario Technologie Verte** : ce scénario privilégie le levier technologique sur la sobriété. Les manières d'habiter, se déplacer ou de travailler ressemblent à celles d'aujourd'hui, avec des différences sur les moyens.

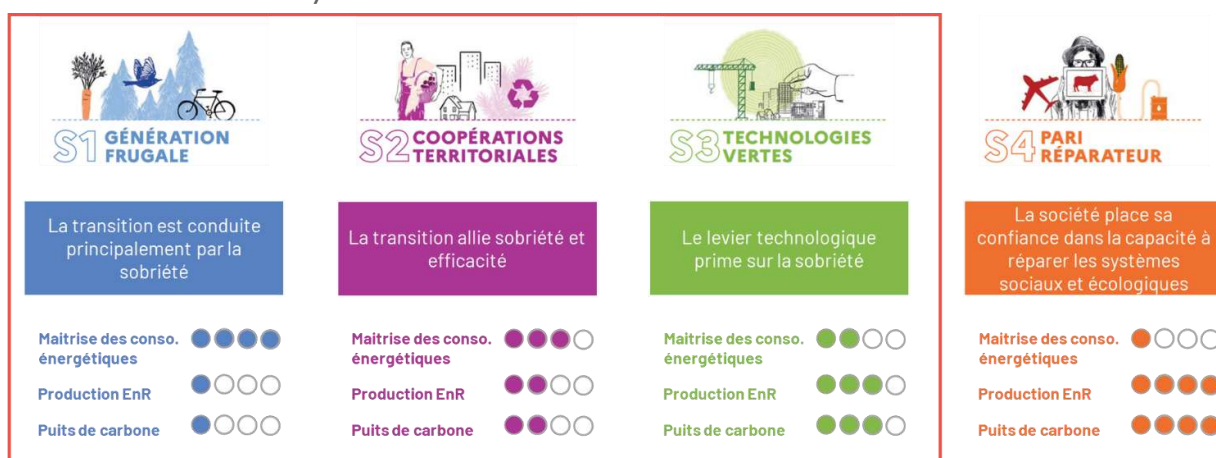


Figure 7 : Orientations des scénarii-cadres de l'ADEME

Les schémas ci-dessous illustrent les orientations et les objectifs cibles des scénarii-cadres de l'ADEME :

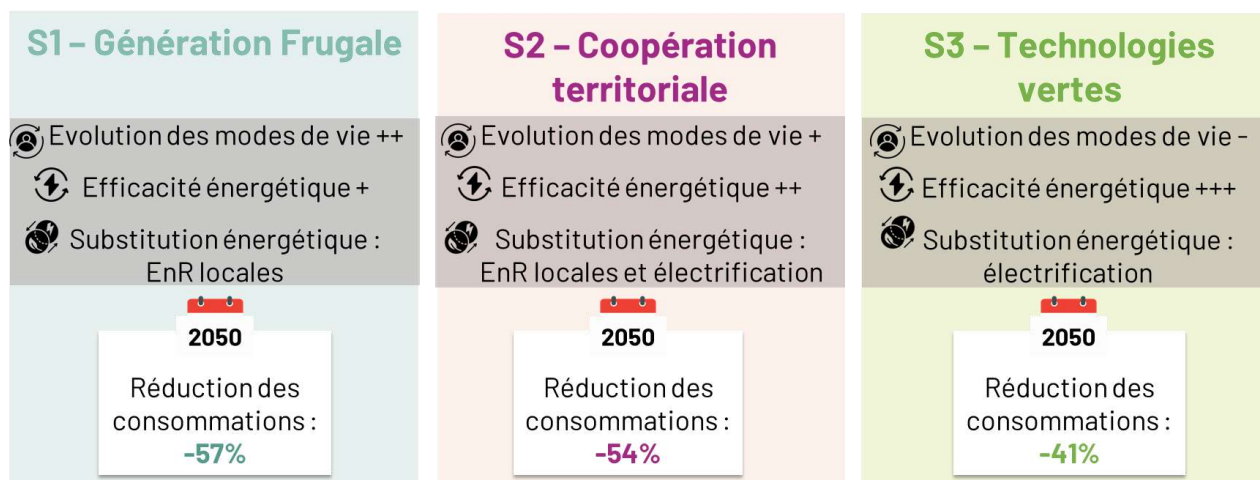


Figure 8 : Philosophie des scénarii de consommation

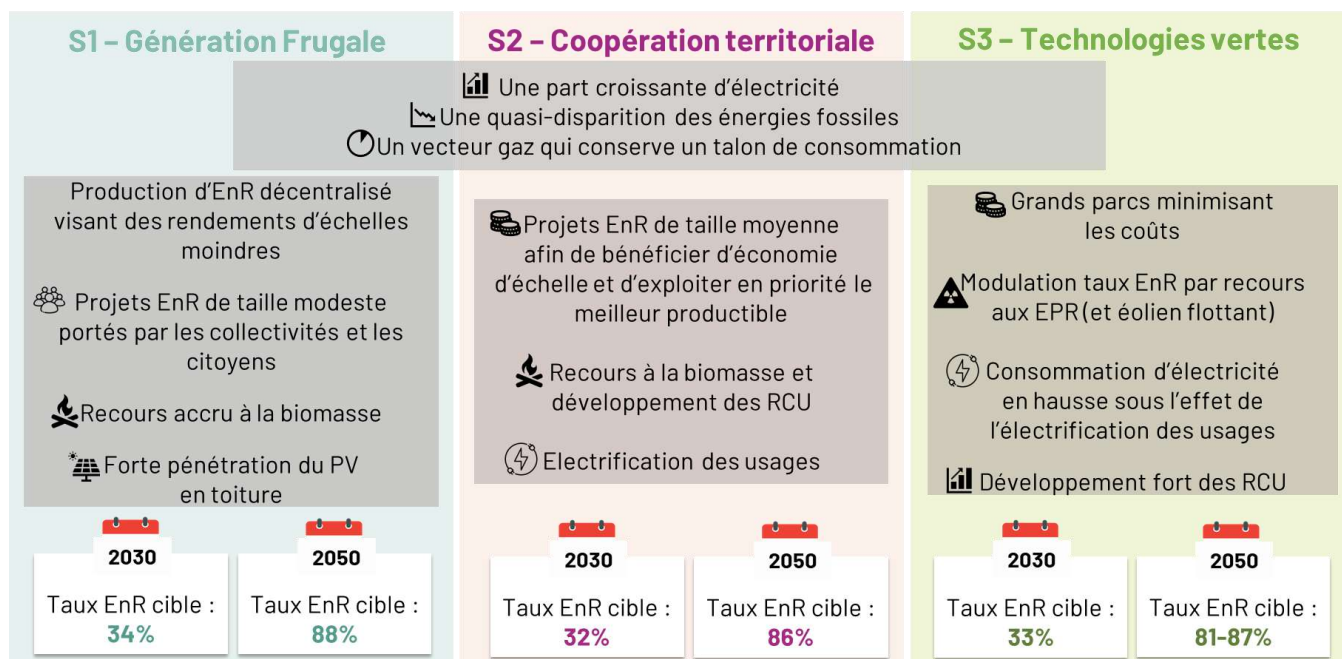


Figure 9 : Philosophie des scénarii de production

L'objectif est de proposer un cadre d'analyse pour guider la réflexion du territoire afin de converger vers des niveaux d'ambitions commun pour chaque secteur de consommation et filière de production.

La simulation de ces scénarii a été réalisée via un outil de modélisation sous format Excel livré au PETR. Il est ainsi possible de jouer sur le paramétrage des scénarii afin d'affiner et d'explorer d'autres voies possibles pour la transition énergétique du territoire.

Ces éléments ont guidé la construction des scénarii et ont été adaptés au territoire du PETR comme présenté dans la suite de ce rapport.

2.2. Présentation des scénarii-cadres PETR

2.2.1. Scénario tendanciel (S0)

CONSOMMATIONS ENERGETIQUES

Les hypothèses considérées dans la trajectoire de réduction des consommations d'énergie sont :

Secteur	Hypothèses 2050
Résidentiel	<u>Nouvelles constructions</u> • Volume de logements : +3%. Evolution démographique de -1,2% attendue en 2050 sur le territoire mais légère diminution du nombre de personne par logement, environ 2,2 personne/logement. • Typologie des logements neufs : les logements construits varient peu. Les maisons individuelles continuent à représenter une part importante de la construction neuve, 60% environ • Qualité thermique : les logements neufs sont très performants (niveau BBC) • Systèmes énergétiques : Disparition du fioul et du gaz. Développement des EnR électriques et des équipements en pompes à chaleur. <u>Logements existants</u> • Politique de rénovation : la politique de rénovation se concentre sur la rénovation geste à geste, qui s'inscrit peu à peu dans une trajectoire basse consommation et qui peine à massifier les rénovations performantes. ➢ 55% du parc est rénové en partie ➢ 30% du parc fait l'objet d'une rénovation d'ensemble ➢ 15% du parc fait l'objet d'une rénovation atteignant la trajectoire BBC • Systèmes énergétiques : La part du fioul, du gaz de réseau et de l'électricité par effet Joule (radiateurs électriques) dans les énergies de chauffage des logements baisse, celle des réseaux de chaleur urbaine et du bois reste relativement constante. Les usages thermiques s'électrifient par recours à la pompe à chaleur • Evolution des besoins : le besoin de chaud diminue sous l'effet des rénovations de l'enveloppe du bâti (-31% des besoins de chauffage, -6% des besoins d'ECS). Les besoins de froid augmentent sous l'effet d'un recours généralisé à la climatisation (x5 en 2050 par rapport à 2022). • Sobriété énergétique : pas de changements dans la manière de se loger (chauffage, ECS, ...)
	<u>Nouvelles constructions</u> • Volume de construction : le volume de surfaces tertiaires augmente de 15%. • Qualité thermique : les constructions neuves sont très performantes (niveau BBC). <u>Bâtiments existants</u> • Politique de rénovation : les dynamiques de rénovation sur les surfaces non assujetties au Décret Tertiaire sont identiques au secteur résidentiel. Concernant les surfaces assujetties au Décret Tertiaire : ➢ 20% du parc est rénové en partie ➢ 30% du parc fait l'objet d'une rénovation d'ensemble ➢ 50% du parc fait l'objet d'une rénovation permettant d'atteindre la trajectoire BBC ou plus • Systèmes énergétiques : Dans le tertiaire, les surfaces chauffées au fioul domestique deviennent résiduelles en 2050, au profit de l'électricité (pompes à chaleur) et des réseaux
Tertiaire	

	de chaleur. La part des surfaces chauffées au gaz ne varie pas. Le mix énergétique du chauffage et de l'eau chaude sanitaire reste dominé par le gaz, suivi de l'électricité • Evolution des besoins : le besoin de chaud diminue sous l'effet des rénovations de l'enveloppe du bâti (-32% des besoins de chauffage, -7% des besoins en ECS). Les besoins de froid augmentent sous l'effet d'un recours à la climatisation (x1,5 en 2050 par rapport à 2022). • Sobriété énergétique : pas de changements dans des comportements
Industrie	<u>Evolution du tissu industriel</u> • Le tissu industriel est stable sur le territoire : les fermetures d'industrie à venir sont compenser par des nouvelles implantations.
	<u>Industrie cimentière</u> • Evolution des volumes produits : pas d'évolution. • Efficacité énergétique. Des gains d'économie d'énergie sont réaliser via : ➢ Taux de clinker : -10% de taux de clinker dans les ciments produits ➢ Process : -5% de consommation énergétique par modification incrémentale du process de production (gamme de technologies qui peuvent contribuer par petites touches à la décarbonation de l'outil de production) • Innovation technologique : aucune. • Substitution énergétique : le mix thermique est décarboné à hauteur de 25% avec un recours à la biomasse à hauteur de 10%. Pas de substitution du gaz naturel.
	<u>Autres industries</u> • Evolution des volumes produits : pas d'évolution. • Efficacité énergétique. Des gains d'économie d'énergie de -8% sont réaliser via l'optimisation des process de production. • Substitution énergétique. Les produits pétroliers sont substitués de près de moitié : par du gaz naturel et une part équivalente d'électricité et de bois-énergie. Les process au gaz naturel ne sont pas substitués. L'électrification des process ne se développe que de façon anecdotique.
Transports	<u>Mobilité des voyageurs :</u> • Demande de transport : la demande de transport augmente de + 23%. • Sobriété : les comportements de conduites évoluent peu (covoiturage, vitesse) mais les poids des véhicules neufs augmentent de +25% (SUV, équipements, ...) • Report modal : les parts modales varient peu d'ici 2050. Le développement des infrastructures cyclables permet toutefois un report modal de 2% de la voiture vers les mobilités actives (vélo et marche) • Efficacité énergétique des véhicules : l'efficacité des voitures thermiques augmente permettant des économies d'énergie de -16%. • Substitution énergétique : 20% du parc de véhicule particulier (VP) est électrifié du fait de la réglementation mais la plupart des automobilistes s'équipent avant 2040 de nouveaux modèles thermiques toujours en circulation en 2050. Le taux de biocarburants dans les carburants liquides est porté à 23%.
	<u>Transports de marchandises :</u> • Demande de transport. La demande augmente de + 15%. • Report modal : Les parts modales évoluent en suivant les dynamiques existantes : +29% de trajets en véhicules utilitaires légers (VUL), -18% de transport ferroviaire. • Efficacité énergétique des véhicules : l'efficacité des véhicules thermiques et l'électrification permettent des économies d'énergie de -15%. • Substitution énergétique. La motorisation du parc évolue : ➢ VUL : 28% d'électrification, 5% de substitution GNV.

Agriculture

- Poids lourds (PL) : 1% d'électrification, 10% de substitution GNV et 1% de substitution hydrogène.
- Taux de biocarburants : 5%.

- **Pratiques agricoles** : maintien de l'élevage et des systèmes de production actuels.
- **Efficacité énergétique** : -20% des consommations énergétiques totales du secteur.
- **Mix énergétique** : 30% de produits pétroliers, 25% de gaz naturel, 23% d'électricité et 23% d'EnR thermique hors réseau.
- **Production d'énergie renouvelables** : très faible. Les bioénergies sont principalement basées sur la ressource bois puis sur les unités de méthanisation existante dans une moindre mesure (effluents d'élevage et résidus de cultures)

Le scénario tendanciel des consommations permet d'atteindre :

- **En 2030** : une réduction de **-4%** des consommations par rapport à 2022 (-18%/2012)
- **En 2050** : une réduction de **-12%** des consommations par rapport à 2022 (-25%/2012)

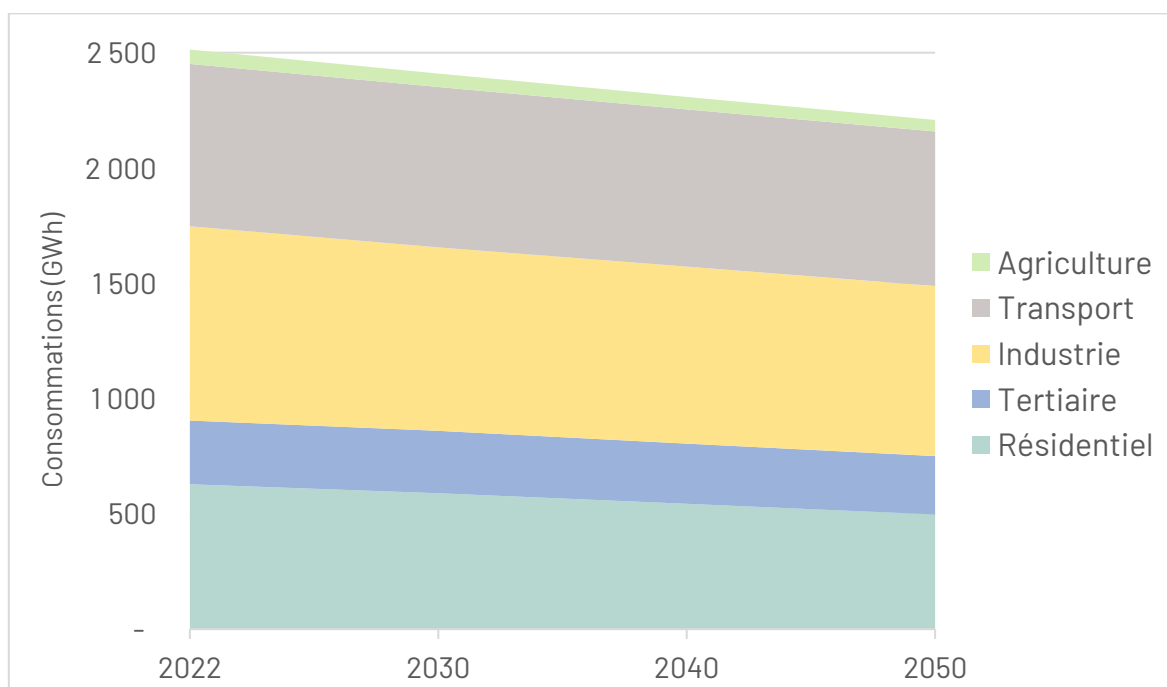


Figure 10 : Trajectoire de consommation par secteur d'activité - scénario tendanciel

En 2050, l'évolution des consommations par secteur d'activité par rapport à 2022 est la suivante :

- Résidentiel : -21% des consommations ;
- Tertiaire : -8% des consommations ;
- Industrie : -13% des consommations ;
- Transport : -5% des consommations ;
- Agriculture : -20% des consommations ;

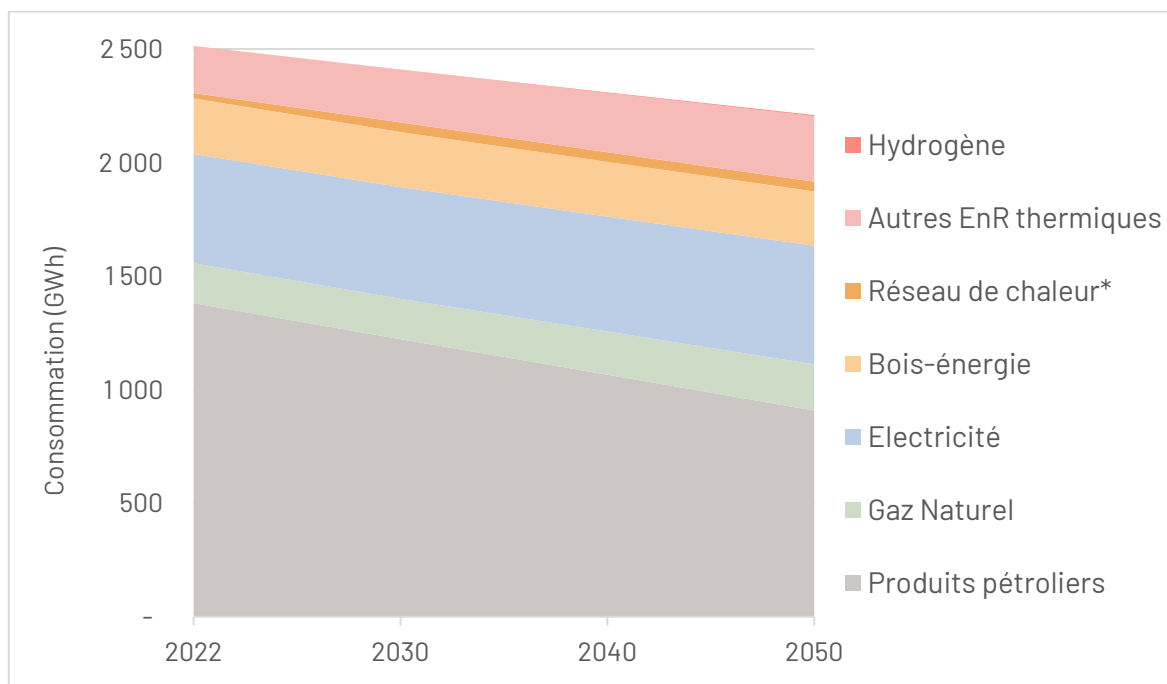


Figure 11 : Trajectoire de consommation par type d'énergie consommé - scénario tendanciel

Le mix énergétique évolue de la manière suivante en 2050 par rapport à 2022 :

- Produits pétroliers : -34% de consommation, représentant 41% du mix énergétique ;
- Electricité : +8% de consommation, représentant 24% du mix énergétique ;
- EnR thermique hors réseau : 24% du mix énergétique ;
- Gaz : +16% de consommation, représentant 9% du mix énergétique ;

PRODUCTIONS ENR&R

Les développements ENR&R considérés dans la trajectoire de production des énergies renouvelables sont les suivants :

Filière	Hypothèses 2050
<i>Eolien</i>	<u>D'ici 2030 :</u> • Parc existant du Haut des Ailes 1&2 : 8 mâts de 2 MW • Aucun développement supplémentaire <u>De 2030 à 2050 :</u> • Repowering du parc du Hauts des Ailes : 4 mâts de 4,5 MW • Développement d'un parc supplémentaire de 4 mâts de 3 MW (équivalent à la réalisation d'1/3 des projets en cours) → Au total en 2050 : 8 mâts pour 30 MW installés produisant 64 GWh
<i>Photovoltaïque au sol</i>	• Centrale existante de Hesse (4 MWc) • Développement de 2 centrales supplémentaires entre 5 et 10 MWc (équivalent à la réalisation des 2 projets recensés) dont une centrale avant 2030

<i>Photovoltaïque en ombrière</i>	→ Au total en 2050 : 3 centrales au sol pour 15 MWc installés produisant 17 GWh • Réalisation du projet de 13,5 MWc à Abreschviller • <u>Parkings >1500 m²</u> : accélération, des projets photovoltaïques sur ombrière de parkings de surface supérieure à 1500 m² induits par l'application de la loi d'accélération des énergies renouvelables : 5% des parkings équipés en 2030 puis 25% en 2050 (soit une vingtaine de parking) • <u>Parkings 1000 - 1500 m²</u> : 5% des parkings équipés en 2050 (soit 2 parkings) → Au total en 2050 : environ 25 parkings équipés pour 20 MWc installés produisant 24 GWh
<i>Photovoltaïque sur toiture</i>	• Poursuite du rythme actuel de développement = 600 kWc/an → Au total en 2050, environ 800 toitures équipées pour 33 MWc installés produisant 35 GWh
<i>Agrivoltaïsme</i>	• Réalisation du projet de Réchicourt (39MWc, 50ha) avant 2030 • Réalisation d'1/4 des projets de la file d'attente 2025 où les projets ont une taille moyenne de 20 MWc, soit 3 centrales dont 2 avant 2030 → Au total en 2050, 4 centrales pour 91 MWc installés produisant 114 GWh
<i>Hydroélectricité</i>	Aucun développement
<i>Méthanisation en cogénération</i>	• 4 unités existantes • Aucun développement → Au total en 2050, 4 unités injectant 8 GWh d'électricité et valorisant 6 GWh de chaleur
<i>Méthanisation en injection</i>	• 1 unité existante produisant 17 GWh • Aucun développement → Au total en 2050, une unité injectant 17 GWh de biogaz
<i>Solaire thermique</i>	• <u>Hors RCU</u> : Poursuite du rythme de développement de 30 MWh/an • <u>Centrale collective sur RCU</u> : développement d'une centrale collective raccordée sur le réseau de chaleur de Sarrebourg pour une production de 6 GWh (projets en cours) → Au total en 2050, une production solaire thermique de 9 GWh dont 6 GWh sur RCU
<i>Bois énergie</i>	• <u>Hors RCU</u> : 240 GWh. Calage sur les hypothèses de substitution des produits pétroliers (PP) et du gaz de la trajectoire de consommation, avec prise en compte des réductions des besoins de chaleur. Hypothèses de substitution : ➢ Résidentiel : PP/bois 15%, gaz/bois 15% ➢ Tertiaire : PP/bois 15%, gaz/bois 0% ➢ Industrie : PP/bois 15%, gaz/bois 0% • <u>Chaufferies bois sur RCU</u> : 33 GWh → Au total en 2050, une production bois-énergie de 272 GWh

Réseau de chaleur	- Extension du RCU de Sarrebourg : livraison de 43 GWh total <u>Approvisionnement</u> : taux d'EnR de 90% soit une production de 39 GWh EnR - Bois-énergie : 33 GWh - Solaire thermique : 6 GWh → Au total en 2050, une production EnR de 39 GWh livrée en RCU
PAC géothermique et aérothermique	- Prise en compte des trajectoires de réduction des besoins en chaleur - Poursuite du rythme de développement de 4 GWh/an - Augmentation de la part géothermie : 25% de PAC géothermique → Au total en 2050, les PAC produisent 144 GWh de chaleur
Chaleur fatale	- Prise en compte de la trajectoire de réduction des consommations énergétiques industrielles : -20% - Aucun développement supplémentaire → Au total en 2050, 46 GWh de chaleur fatale valorisée

Le scénario tendanciel des productions EnR&R permet d'atteindre :

- En 2030 : une production de **630 GWh** (x1,4/2022), soit **26% de la consommation** ;
- En 2050 : une production de **740 GWh** (x1,6/2022), soit **34% de la consommation**.

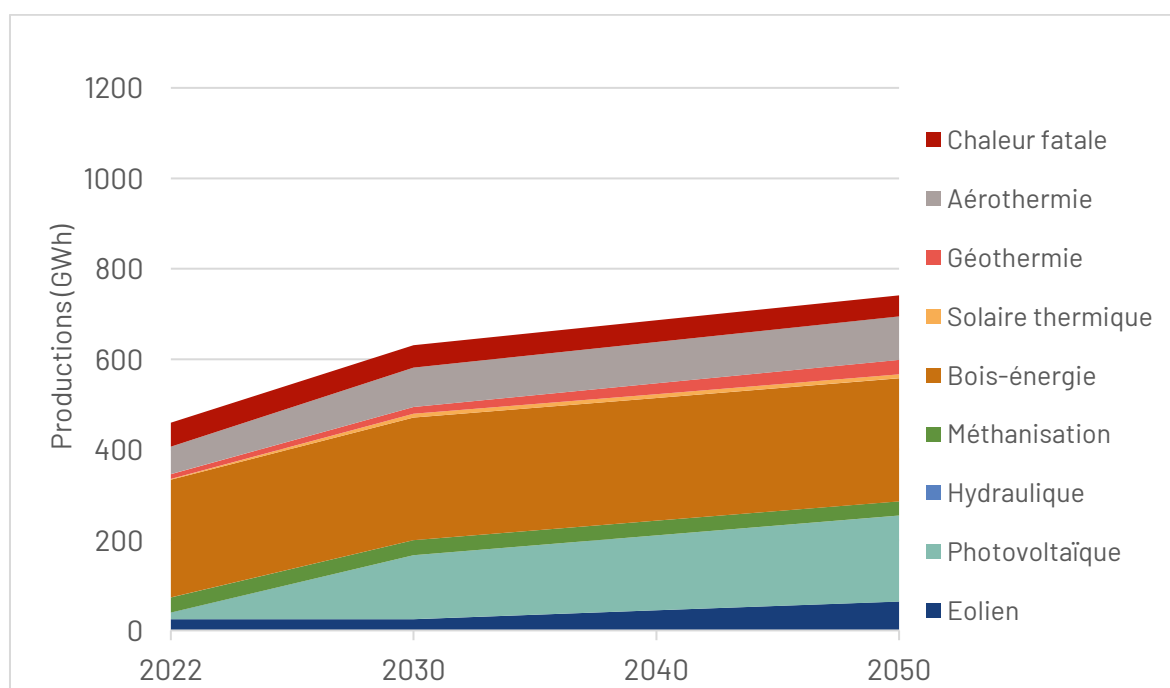


Figure 12 : Trajectoire de développement des productions EnR&R par filière – scénario tendanciel

Les 740 GWh de production EnR&R en 2050 se répartissent de la manière suivante :

- 460 GWh de chaleur renouvelable ;
- 265 GWh d'électricité renouvelable ;
- 17 GWh de biogaz.

Ainsi, en 2050, les productions EnR&R sont répartis de la manière suivante :

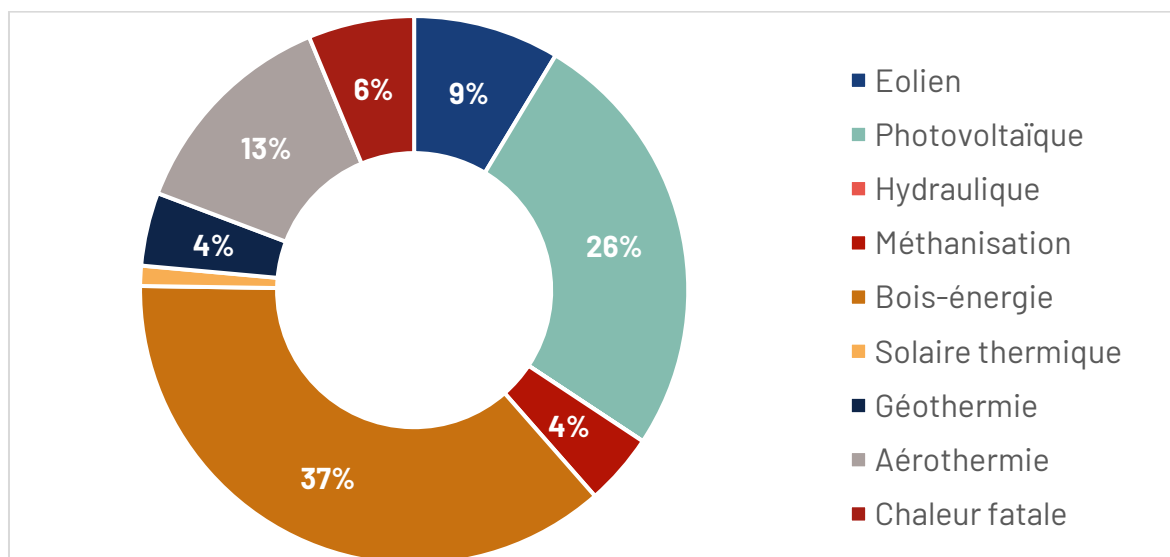


Figure 13 : Répartition des productions EnR&R en 2050 - scénario tendanciel

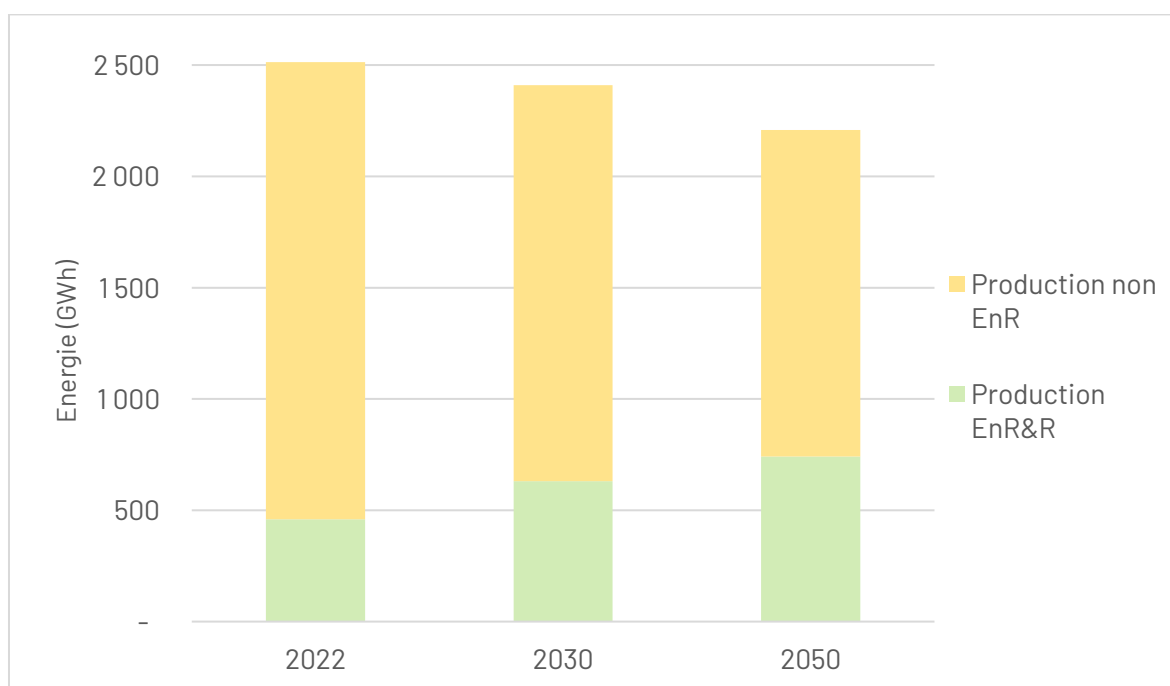


Figure 14 : Evolution de la couverture EnR&R dans le mix énergétique

En 2050, les couvertures EnR&R par vecteur énergétiques sont les suivantes :

- Taux EnR mix électrique : **50%** ;
- Taux EnR mix chaleur (hors gaz et électricité) : **53%** ;
- Taux EnR mix gaz : **8%**.

2.2.2. Scénario Génération Frugales (SI)

CONSOMMATIONS ENERGETIQUES

Les hypothèses considérées dans la trajectoire de réduction des consommations d'énergie sont :

Secteur	Hypothèses 2050
Résidentiel	<u>Nouvelles constructions</u> • Volume de logements : -4%. Evolution démographique de -1,2% attendue en 2050 sur le territoire et légère diminution du nombre de personne par logement, environ 2,3 personne/logement mais diminution du taux de résidence secondaires ainsi que du taux de logements vacants. • Typologie des logements neufs : les part des logements collectifs dans les nouvelles constructions augmentent. • Qualité thermique : les logements neufs sont très performants (niveau BBC) • Systèmes énergétiques : Disparition du fioul et du gaz. Développement des systèmes de chauffage bois-énergie et des équipements en pompes à chaleur. <u>Logements existants</u> • Politique de rénovation : la politique de rénovation se massifie et s'accélère fortement avec une majorité de logement qui s'inscrit dans une trajectoire basse consommation : ➢ 5% du parc est rénové en partie ➢ 15% du parc fait l'objet d'une rénovation d'ensemble ➢ 80% du parc fait l'objet d'une rénovation atteignant la trajectoire BBC • Systèmes énergétiques : quasi-disparition du fioul et du gaz dans les systèmes de chauffage. Recours massif au chauffage bois-énergie, augmentation de l'électrification du chauffage via les pompes à chaleur et développement du solaire thermique. • Evolution des besoins : le besoin de chaud diminue sous l'effet des rénovations de l'enveloppe du bâti (-62% des besoins de chauffage, -34% des besoins d'ECS). Les besoins de froid diminuent sous l'effet combinée de l'amélioration de la qualité thermique des logements et de la sobriété énergétique (/2 en 2050 par rapport à 2022). • Sobriété énergétique : gestes de sobriété généralisés avec une diminution de -2°C des consignes de chauffage et une réduction de -20% des besoins en ECS
	<u>Nouvelles constructions</u> • Volume de construction : le volume de surfaces tertiaires diminue de -14%. • Qualité thermique : les constructions neuves sont très performantes (niveau BBC). <u>Bâtiments existants</u> • Politique de rénovation : les dynamiques de rénovation sur les surfaces non assujetties au Décret Tertiaire sont identiques au secteur résidentiel. Concernant les surfaces assujettis au Décret Tertiaire : ➢ 100% du parc fait l'objet d'une rénovation permettant d'atteindre la trajectoire BBC ou plus • Systèmes énergétiques : Le mix énergétique du chauffage et de l'eau chaude sanitaire s'électrifie par le recours à des pompes à chaleur (dont les pompes à chaleur géothermiques permettant de couvrir les besoins de chaud et de froid). L'électricité représente 65 % des consommations en 2050. Les produits pétroliers disparaissent. Les réseaux de chaleur fournissent 16 % des consommations • Evolution des besoins : le besoin de chaud diminue sous l'effet des rénovations de l'enveloppe du bâti (-62% des besoins de chauffage, -34% des besoins en ECS). Les besoins de froid diminuent sous l'effet combinée de l'amélioration de la qualité thermique des logements et de la sobriété énergétique (/3 en 2050 par rapport à 2022).
Tertiaire	

	• Sobriété énergétique : gestes de sobriété généralisés avec une diminution de -2°C des consignes de chauffage et une réduction de -20% des besoins en ECS
	<u>Evolution du tissu industriel</u> • Le tissu industriel est stable sur le territoire : les fermetures d'industrie à venir sont compenser par des nouvelles implantations.
	<u>Industrie cimentière</u> • Evolution des volumes produits : -30% de volumes de ciments produits du fait de la forte baisse de la demande (baisse du nombre de nouvelles constructions) • Efficacité énergétique. Des gains d'économie d'énergie sont réaliser via : ➢ Taux de clinker : -30% de taux de clinker dans les ciments produits ➢ Process : -10% de consommation énergétique par remise à niveau partielle de l'usine • Innovation technologique : aucune. • Substitution énergétique : le mix thermique est décarboné à hauteur de 90% avec un recours à la biomasse à hauteur de 50%. Le gaz naturel est également en grande partie substitué.
Industrie	<u>Autres industries</u> • Evolution des volumes produits : -30% (baisse de la demande dû à la sobriété) • Efficacité énergétique. Des gains d'économie d'énergie de -12% sont réaliser via l'optimisation des process de production. • Substitution énergétique. Les produits pétroliers sont substitués au ¾. L'électrification des process ne se développe de façon légère alors que le recours à la biomasse est important. Les process au gaz naturel sont substitués de moitié.
	<u>Mobilité des voyageurs :</u> • Demande de transport : la demande de transport diminue de -20%. • Sobriété : les comportements de conduites évoluent avec une augmentation forte des pratiques de covoiturage et de l'écoconduite (-10% de vitesse en moyenne). Le poids des véhicules neufs diminue également de -25% en moyenne par recours à des modèles de taille plus modeste notamment. • Report modal : les parts modales évoluent. Les km parcourus en voiture sont reportés de moitié (55%) vers : le train (25%), les transports en commun (20%), les mobilités douces (10%) • Efficacité énergétique des véhicules : l'efficacité des voitures thermiques augmente permettant des économies d'énergie de -15%. • Substitution énergétique : 40% du parc de véhicule particulier (VP) et 25% du parc de bus sont électrifiés et 25%. Le taux de biocarburants liquides atteint 60%.
Transports	<u>Transports de marchandises :</u> • Demande de transport. La demande diminue de - 30%. • Report modal : Les parts modales évoluent fortement : -24% de trajets réalisés en poids lourds, +71% en véhicules utilitaires légers (VUL), +100% de transport ferroviaire. • Efficacité énergétique des véhicules : l'efficacité des véhicules thermiques et l'électrification permettent des économies d'énergie de -26%. • Substitution énergétique. La motorisation du parc évolue : ➢ VUL : 50% d'électrification, 5% de substitution GNV. ➢ Poids lourds (PL) : 8% d'électrification et 39% de substitution GNV. ➢ Taux de biocarburants : 46%.
Agriculture	• Pratiques agricoles : baisse significative de l'élevage et évolutions des systèmes de production vers des systèmes dits « bas niveau d'intrants ». • Efficacité énergétique : -73% des consommations énergétiques totales du secteur.

- **Mix énergétique** : 27% de produits pétroliers, 10% de gaz naturel, 17% d'électricité et 46% d'EnR thermique hors réseau.
- **Production d'énergie renouvelables** : maintien de la production de biocarburants liquides, augmentation du bois énergie issu de l'agroforesterie et autres arbres hors forêt. La méthanisation se développe au travers d'unités de taille modérée"

Le scénario tendanciel des consommations permet d'atteindre :

- **En 2030** : une réduction de **-20%** des consommations par rapport à 2022 (-32%/2012)
- **En 2050** : une réduction de **-57%** des consommations par rapport à 2022 (-64%/2012)

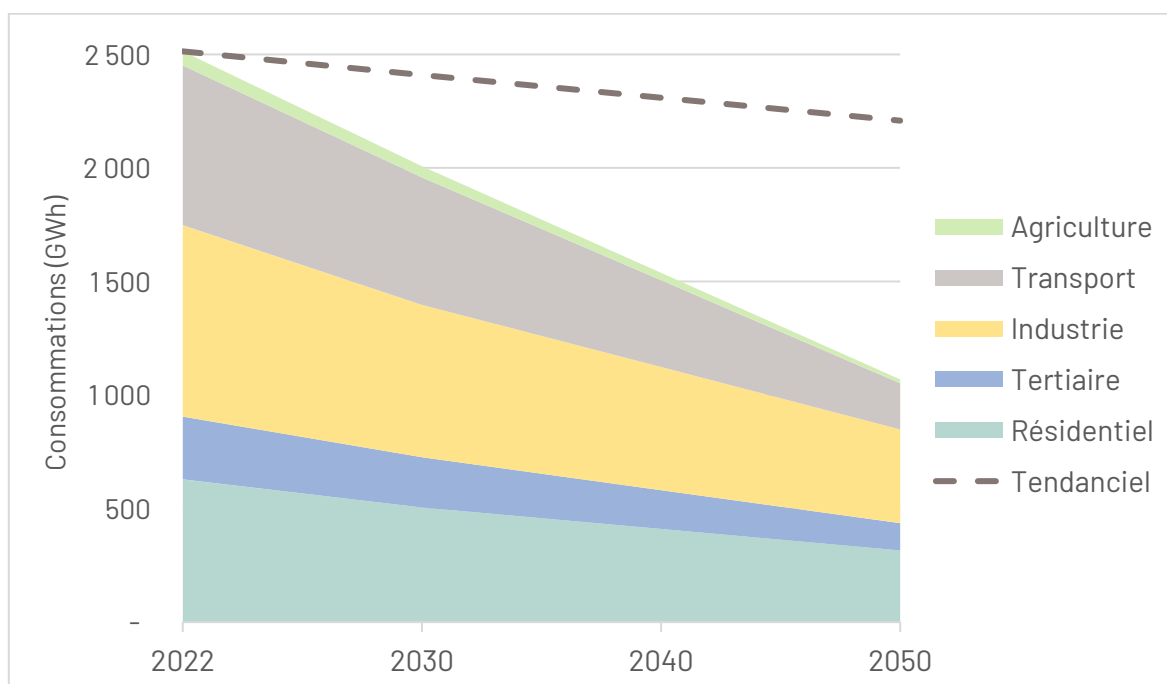


Figure 15 : Trajectoire de consommation par secteur d'activité - scénario Génération Frugale

En 2050, l'évolutions des consommations par secteur d'activité par rapport à 2022 est la suivante :

- Résidentiel : -50% des consommations ;
- Tertiaire : -56% des consommations ;
- Industrie : -51% des consommations ;
- Transport : -71% des consommations ;
- Agriculture : -73% des consommations ;

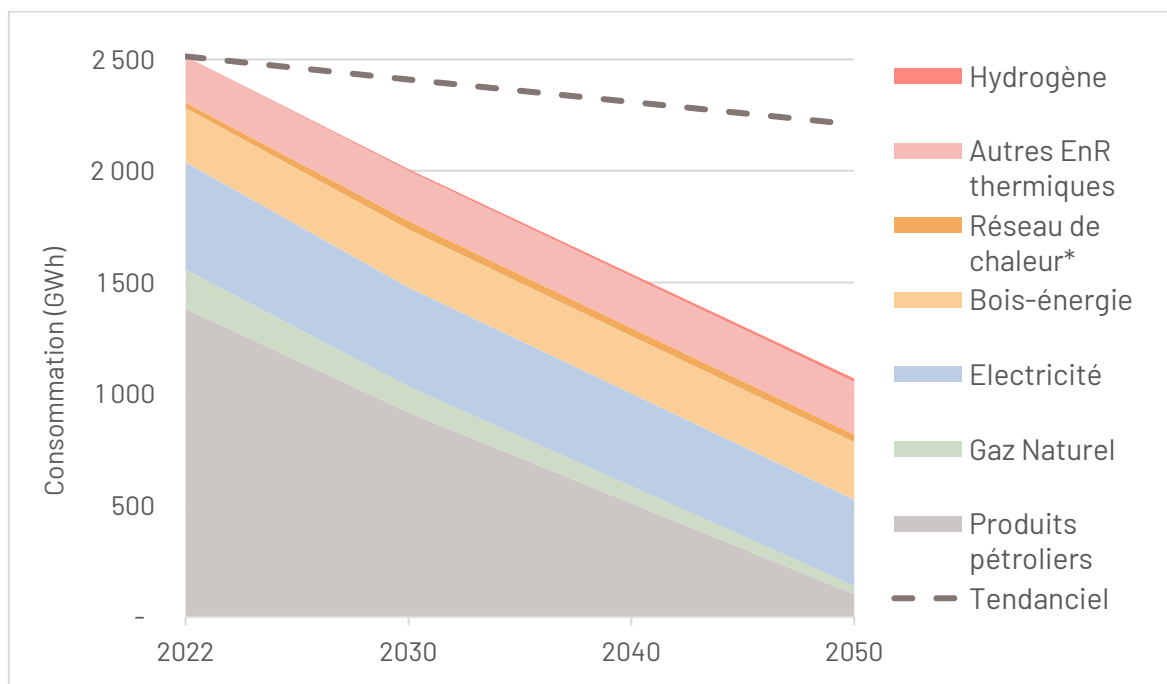


Figure 16 : Trajectoire de consommation par type d'énergie consommée - scénario Génération Frugale

Le mix énergétique évolue de la manière suivante en 2050 par rapport à 2022 :

- Produits pétroliers : -93% de consommation, représentant 9% du mix énergétique ;
- Electricité : -20% de consommation, représentant 36% du mix énergétique ;
- EnR thermique hors réseau : 48% du mix énergétique ;
- Gaz : -78% de consommation, représentant 4% du mix énergétique ;

PRODUCTIONS ENR&R

Les développements ENR&R considérés dans la trajectoire de production des énergies renouvelables sont les suivants :

Filière	Hypothèses 2050
<i>Eolien</i>	<u>D'ici 2030 :</u> • Parc existant du Haut des Ailes 1&2 : 8 mâts de 2 MW • Développement d'un parc de 4 mâts de 3MW (équivalent à la réalisation d'1/3 des projets en cours) <u>De 2030 à 2050 :</u> • Repowering du parc du Hauts des Ailes : 4 mâts de 5 MW • Développement d'un parc supplémentaire de 4 mâts de 4,5 MW ➔ Au total en 2050 : 12 mâts pour 50 MW installés produisant 112 GWh
<i>Photovoltaïque au sol</i>	• Centrale existante de Hesse (4 MWc) • Développement de 5 centrales supplémentaires entre 5 et 10 MWc dont une centrale avant 2030

<i>Photovoltaïque en ombrière</i>	→ Au total en 2050 : 6 centrales au sol pour 29 MWc installés produisant 35 GWh • Réalisation du projet de 13,5 MWc à Abreschviller • <u>Parkings >1500 m²</u> : accélération, des projets photovoltaïques sur ombrière de parkings de surface supérieure à 1500 m² induits par l'application de la loi d'accélération des énergies renouvelables : 25% des parkings équipés en 2030 puis 50% en 2050 (soit une quarantaine de parkings) • <u>Parkings 1000 - 1500 m²</u> : 10% des parkings équipés en 2050 (soit 4 parkings). La priorité est donnée à la végétalisation des parkings sur ce segment de projet. → Au total en 2050 : environ 45 parkings équipés pour 26 MWc installés produisant 34 GWh
<i>Photovoltaïque sur toiture</i>	• Grands projets agricoles, industriels, tertiaires >500kWc : 15% des toitures équipées • Bâtiments agricoles, industriels et tertiaires <500kWc : 20% des toitures équipées • Bâtiments résidentiels : 10% des toitures équipées → Au total en 2050, environ 6 000 toitures équipées pour 108 MWc installés produisant 125 GWh
<i>Agrivoltaïsme</i>	• Réalisation du projet de Réchicourt (39MWc, 50ha) avant 2030 • Réalisation d'1/4 des projets de la file d'attente 2025 où les projets ont une taille moyenne de 20 MWc, soit 3 centrales dont 2 avant 2030 • Développement de 11 parcs de petite taille (environ 2MWc) répartis dans un nombre plus important d'exploitations → Au total en 2050, 15 centrales pour 113 MWc installés produisant 142 GWh
<i>Hydroélectricité</i>	Aucun développement
<i>Méthanisation en cogénération</i>	• 4 unités existantes • Aucun développement → Au total en 2050, 4 unités injectant 8 GWh d'électricité et valorisant 2 GWh de chaleur
<i>Méthanisation en injection</i>	• 1 unité existante produisant 17 GWh • Développement de 2 unités supplémentaires à la ferme (80 Nm³/h chacune) → Au total en 2050, 3 unités injectant 31 GWh de biogaz
<i>Solaire thermique</i>	• <u>Hors RCU</u> : le rythme de développement annuel est multiplié par 2,5 par rapport au rythme tendanciel • <u>Centrale collective sur RCU</u> : développement de 2 centrales collectives raccordée sur RCU (dont celle en projet sur le RCU de Sarrebourg) pour une production de 12 GWh → Au total en 2050, une production solaire thermique de 16 GWh dont 12 GWh sur RCU
<i>Bois énergie</i>	• Prise en compte des trajectoires de réduction des besoins en chaleur

Réseau de chaleur	• <u>Hors RCU</u> : 260 GWh. Calage sur les hypothèses de substitution des produits pétroliers (PP) et du gaz de la trajectoire de consommation : ➤ Résidentiel : PP/bois 35%, gaz/bois 35% ➤ Tertiaire : PP/bois 10%, gaz/bois 10% ➤ Industrie : PP/bois 20%, gaz/bois 20% • <u>Chaudières bois sur RCU</u> : 20 GWh • Au total en 2050, une production bois-énergie de 280 GWh • Extension du RCU de Sarrebourg • Création de 5 RCU supplémentaires • <u>Approvisionnement</u> : taux d'EnR de 95% soit une production de 32 GWh EnR ➤ Bois-énergie : 20 GWh ➤ Solaire thermique : 12 GWh ➔ Au total en 2050, une production EnR de 32 GWh livrée en RCU
PAC géothermique et aérothermique	• Prise en compte des trajectoires de réduction des besoins en chaleur • Calage sur les hypothèses de mix énergétique de la trajectoire de consommation : ➤ Résidentiel : 24% ➤ Tertiaire : 14% ➤ Industrie : 10% • Augmentation de la part géothermie : 30% de PAC géothermique ➔ Au total en 2050, les PAC produisent 94 GWh de chaleur
Chaleur fatale	• Prise en compte de la trajectoire de réduction des consommations énergétiques industrielles : -51% • Développement de 85% du potentiel de récupération identifié ➔ Au total en 2050, 39 GWh de chaleur fatale valorisée

Le scénario tendanciel des productions EnR&R permet d'atteindre :

- En 2030 : une production de 710 GWh (x1,5/2022), soit 35% de la consommation ;
- En 2050 : une production de 915 GWh (x2/2022), soit 86% de la consommation.

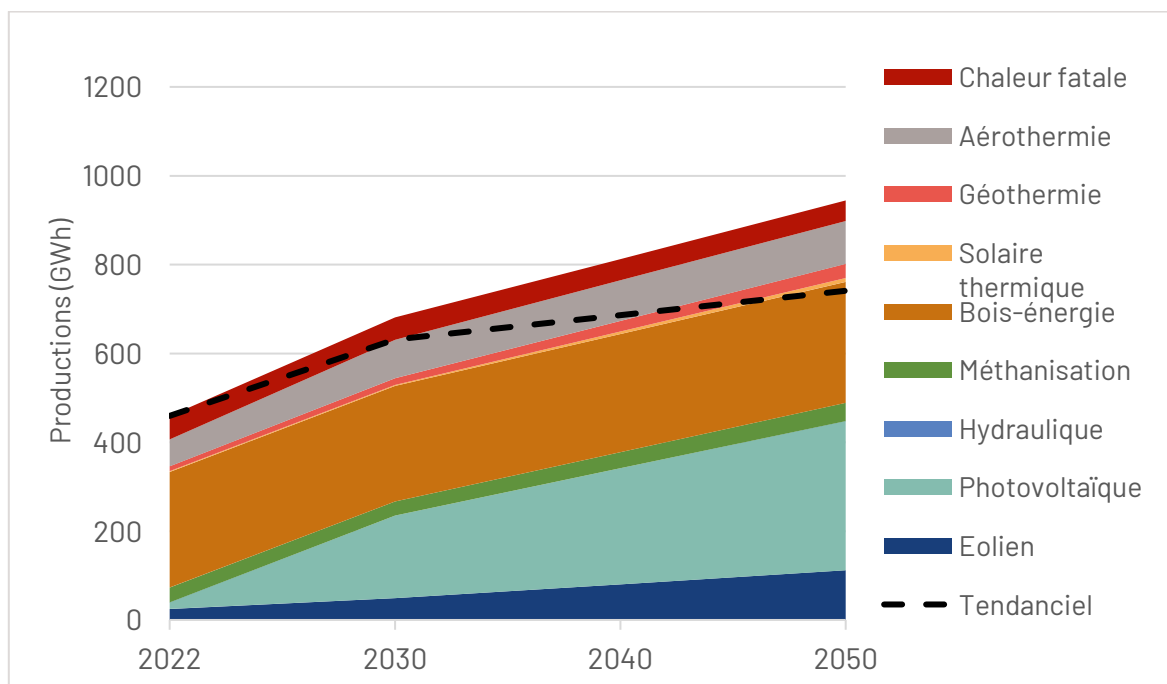


Figure 17 : Trajectoire de développement des productions EnR&R par filière – scénario Génération Frugale

Les 915 GWh de production EnR&R en 2050 se répartissent de la manière suivante :

- 430 GWh de chaleur renouvelable ;
- 455 GWh d'électricité renouvelable ;
- 30 GWh de biogaz.

Ainsi, en 2050, les productions EnR&R sont répartis de la manière suivante :

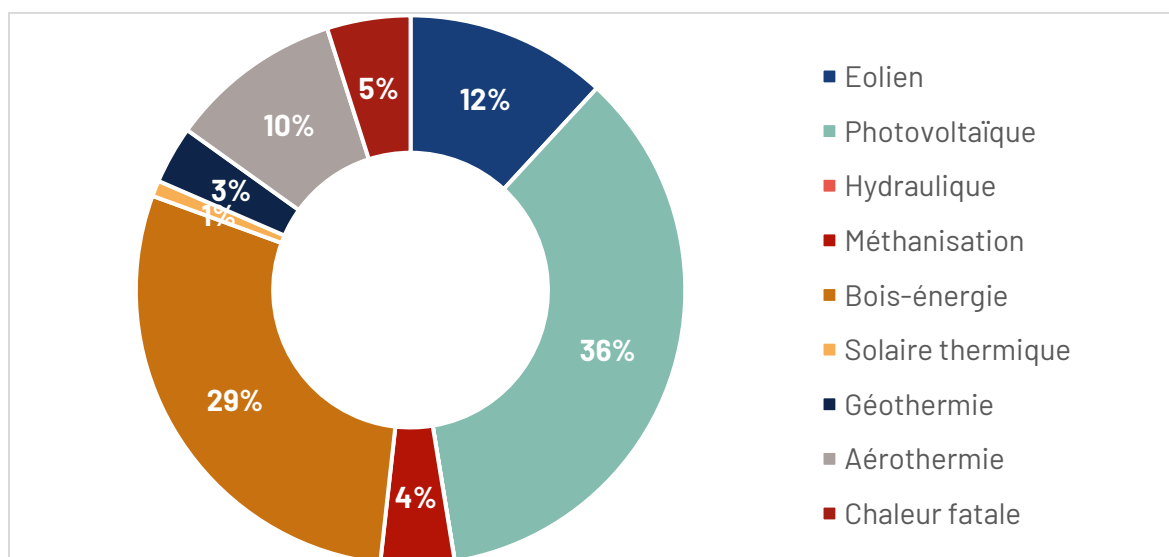


Figure 18 : Répartition des productions EnR&R en 2050 - scénario Génération Frugale

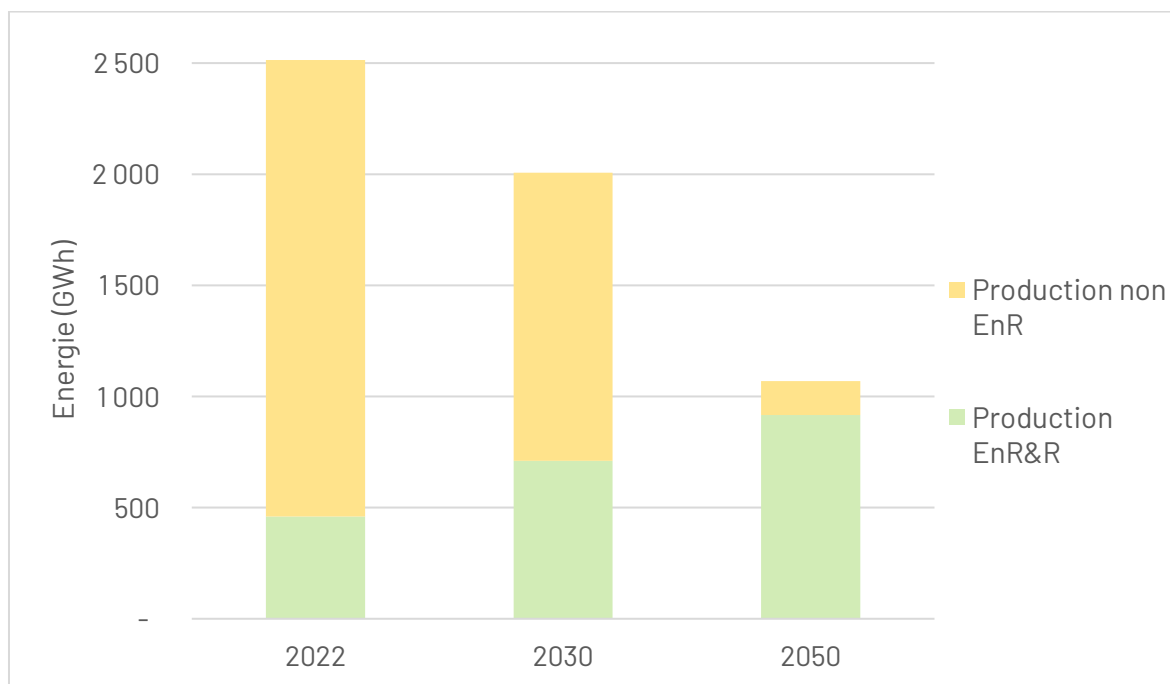


Figure 19 : Evolution de la couverture EnR&R dans le mix énergétique – scénario Génération Frugale

En 2050, les couvertures EnR&R par vecteur énergétiques sont les suivantes :

- Taux EnR mix électrique : 118% ;
- Taux EnR mix chaleur (hors gaz et électricité) : 88% ;
- Taux EnR mix gaz : 79%.

2.2.3. Scénario Coopération Territoriale (S2)

CONSOMMATIONS ENERGETIQUES

Les hypothèses considérées dans la trajectoire de réduction des consommations d'énergie sont :

Secteur	Hypothèses 2050
Résidentiel	<u>Nouvelles constructions</u> • Volume de logements : -3%. Evolution démographique de -1,2% attendue en 2050 sur le territoire et légère diminution du nombre de personne par logement, environ 2,3 personne/logement mais diminution du taux de résidence secondaires ainsi que du taux de logements vacants. • Typologie des logements neufs : les part des logements collectifs dans les nouvelles constructions augmentent. • Qualité thermique : les logements neufs sont très performants (niveau BBC) • Systèmes énergétiques : Disparition du fioul et du gaz. Développement des équipements en pompes à chaleur et des systèmes de chauffage bois-énergie.
	<u>Logements existants</u>

- **Politique de rénovation** : la politique de rénovation se massifie et s'accélère fortement avec une part importante de logement de rénovation d'ensemble dont la moitié s'inscrit dans une trajectoire basse consommation :
 - 10% du parc est rénové en partie
 - 45% du parc fait l'objet d'une rénovation d'ensemble
 - 45% du parc fait l'objet d'une rénovation atteignant la trajectoire BBC
- **Systèmes énergétiques** : quasi-disparition du fioul dans les systèmes de chauffage. Electrification massive du chauffage via les pompes à chaleur et développement à part équivalente du chauffage bois-énergie et des raccordements sur RCU.
- **Evolution des besoins** : le besoin de chaud diminue sous l'effet des rénovations de l'enveloppe du bâti (-52% des besoins de chauffage, -22% des besoins d'ECS). Les besoins de froid augmentent légèrement par un développement des systèmes de climatisation dont l'utilisation est raisonnée du fait de la qualité thermique des bâtiments et de la sobriété (x2 en 2050 par rapport à 2022).
- **Sobriété énergétique** : gestes de sobriété significatifs avec une diminution de -1°C des consignes de chauffage et une réduction de -10% des besoins en ECS

Nouvelles constructions

- **Volume de construction** : le volume de surfaces tertiaires diminue de -13%.
- **Qualité thermique** : les constructions neuves sont très performantes (niveau BBC).

Bâtiments existants

Tertiaire

- **Politique de rénovation** : les dynamiques de rénovation sur les surfaces non assujetties au Décret Tertiaire sont identiques au secteur résidentiel. Concernant les surfaces assujetties au Décret Tertiaire :
 - 10% du parc fait l'objet d'une rénovation d'ensemble
 - 90% du parc fait l'objet d'une rénovation permettant d'atteindre la trajectoire BBC ou plus
- **Systèmes énergétiques** : Le mix énergétique du chauffage et de l'eau chaude sanitaire évolue : l'électricité (pompes à chaleur) et les réseaux de chaleur deviennent les deux principales sources d'énergie du secteur. Les énergies fossiles disparaissent.
- **Evolution des besoins** : le besoin de chaud diminue sous l'effet des rénovations de l'enveloppe du bâti (-53% des besoins de chauffage, -23% des besoins en ECS). Les besoins de froid diminuent légèrement sous l'effet combinée de l'amélioration de la qualité thermique des logements et de la sobriété énergétique (/1,2 en 2050 par rapport à 2022).
- **Sobriété énergétique** : gestes de sobriété significatifs avec une diminution de -1°C des consignes de chauffage et une réduction de -10% des besoins en ECS

Evolution du tissu industriel

- Le tissu industriel est stable sur le territoire : les fermetures d'industrie à venir sont compenser par des nouvelles implantations.

Industrie cimentière

Industrie

- **Evolution des volumes produits** : -10% de volumes de ciments produits du fait de la baisse de la demande (baisse du nombre de nouvelles constructions)
- **Efficacité énergétique**. Des gains d'économie d'énergie sont réalisés via :
 - Taux de clinker : -20% de taux de clinker dans les ciments produits
 - Process : -15% de consommation énergétique par remise à niveau d'ensemble de l'usine
- **Innovation technologique** : aucune.
- **Substitution énergétique** : le mix thermique est décarboné à hauteur de 85% avec un recours à la biomasse à hauteur de 40%. Le gaz naturel est également en partie substitué.

Autres industries

- **Evolution des volumes produits** : -15% (baisse de la demande dû à la sobriété)

	• Efficacité énergétique. Des gains d'économie d'énergie de -13% sont réalisés via l'optimisation des processus de production. • Substitution énergétique. Les produits pétroliers sont substitués au 4/5. L'électrification des processus se développe autant que le recours à la biomasse. Les processus au gaz naturel sont substitués de moitié.
	<u>Mobilité des voyageurs :</u> • Demande de transport : la demande de transport diminue de -5%. • Sobriété : les comportements de conduites évoluent avec une augmentation des pratiques de covoiturage et de l'écoconduite (-5% de vitesse en moyenne). Le poids des véhicules neufs diminue également de -10% en moyenne (efficacité et taille). • Report modal : les parts modales évoluent. Les km parcourus en voiture sont reportés à hauteur de 36% vers : le train (20%), les transports en commun (8%) et les mobilités douces (8%) • Efficacité énergétique des véhicules : l'efficacité des voitures thermiques augmente permettant des économies d'énergie de -20%. • Substitution énergétique : 50% du parc de véhicule particulier (VP) est électrifié et 2% du parc est substitué vers des motorisations GNV. 50% du parc de bus est substitué vers des motorisations GNV. Le taux de biocarburants liquides atteint 64%.
Transports	<u>Transports de marchandises :</u> • Demande de transport. La demande diminue de -10% et le taux de remplissage est optimisé permettant de réduire de -3% supplémentaires les besoins. • Report modal : Les parts modales évoluent de manière importante : -25% de trajets réalisés en poids lourds, +43% en véhicules utilitaires légers (VUL), +127% de transport ferroviaire. • Efficacité énergétique des véhicules : l'efficacité des véhicules thermiques et l'électrification permettent des économies d'énergie de -32%. • Substitution énergétique. La motorisation du parc évolue : ➢ VUL : 51% d'électrification, 5% de substitution GNV et 25% de substitution hydrogène ; ➢ Poids lourds (PL) : 35% d'électrification et 15% de substitution GNV et 33% de substitution hydrogène. ➢ Taux de biocarburants : 76%.
Agriculture	• Pratiques agricoles : baisse modérée de l'élevage et évolutions des systèmes de production vers des systèmes dits de « protection intégrée ». • Efficacité énergétique : -50% des consommations énergétiques totales du secteur. • Mix énergétique : 15% de gaz naturel, 25% d'électricité et 60% d'EnR thermique hors réseau. • Production d'énergie renouvelables : en cohérence avec la demande en biocarburants pour le transport, les productions dédiées à des bio-carburants se développent. La méthanisation d'origine agricole se traduit par une consommation de biomasse qui augmente et repose notamment sur des cultures intermédiaires mais aussi sur les résidus de cultures, les prairies et les déjections d'élevage. La demande en bioénergie de ce scénario est telle qu'une part importante du bois issu des haies, de l'agroforesterie intra-parcellaire et des arbres urbains est valorisée pour permettre la production d'énergie

Le scénario tendanciel des consommations permet d'atteindre :

- En 2030 : une réduction de **-16%** des consommations par rapport à 2022 (-28%/2012)
- En 2050 : une réduction de **-48%** des consommations par rapport à 2022 (-56%/2012)

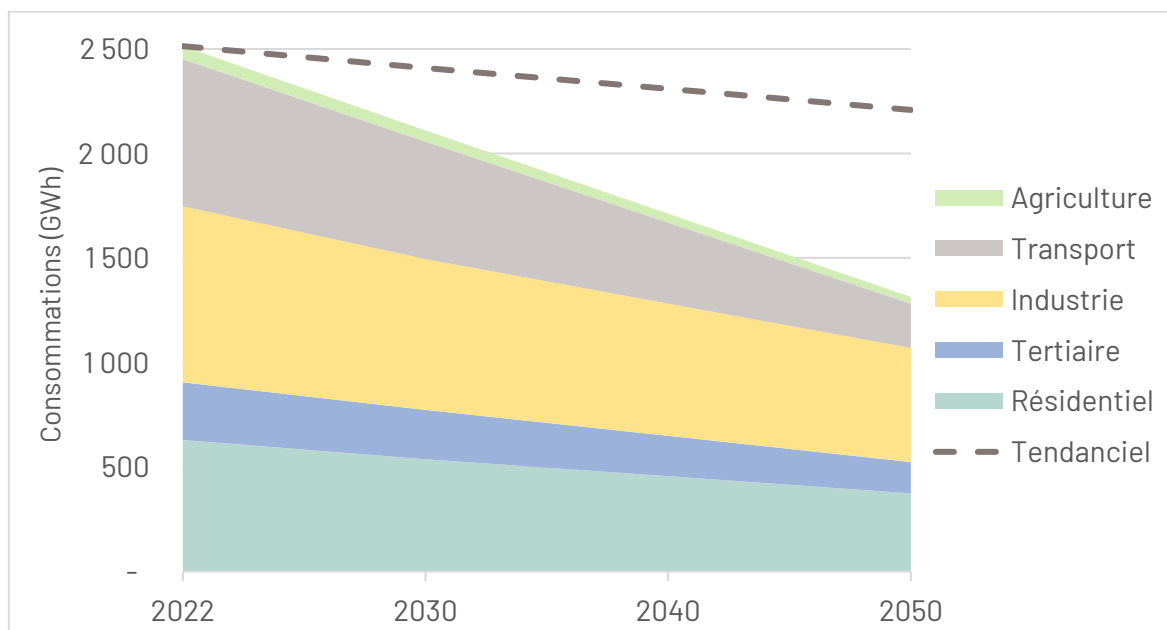


Figure 20 : Trajectoire de consommation par secteur d'activité - scénario Coopération Territoriale

En 2050, l'évolution des consommations par secteur d'activité par rapport à 2022 est la suivante :

- Résidentiel : -41% des consommations ;
- Tertiaire : -46% des consommations ;
- Industrie : -35% des consommations ;
- Transport : -70% des consommations ;
- Agriculture : -50% des consommations ;

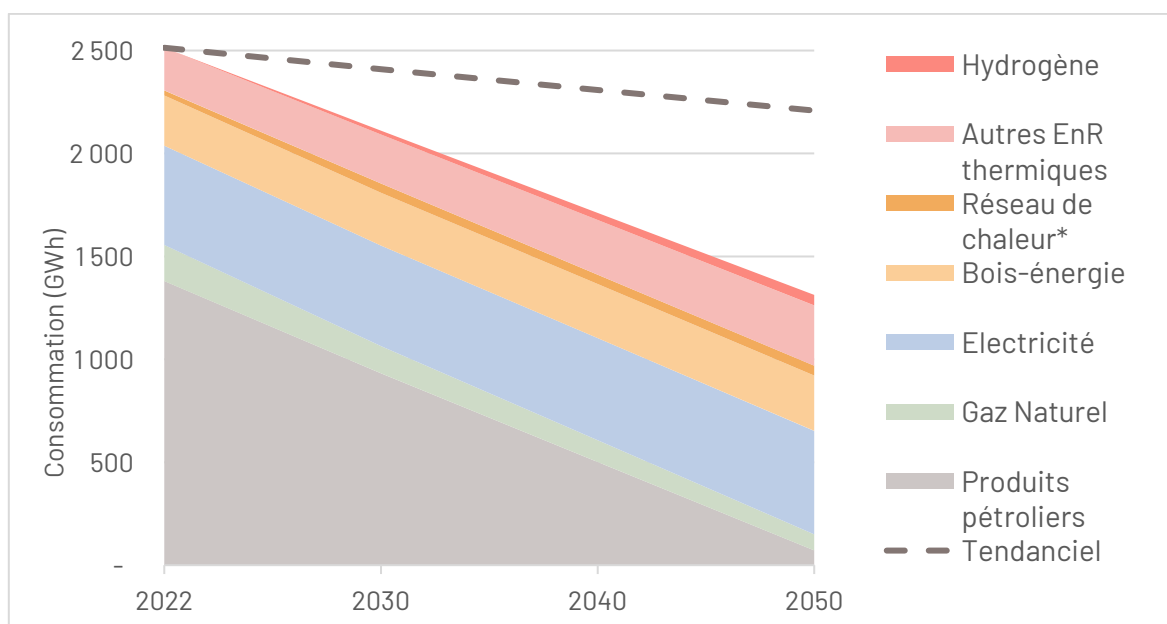


Figure 21 : Trajectoire de consommation par type d'énergie consommée - scénario Coopération Territoriale



Le mix énergétique évolue de la manière suivante en 2050 par rapport à 2022 :

- Produits pétroliers : -95% de consommation, représentant 5% du mix énergétique ;
- Electricité : +4% de consommation, représentant 38% du mix énergétique ;
- EnR thermique hors réseau : 47% du mix énergétique ;
- Gaz : -55% de consommation, représentant 6% du mix énergétique ;

PRODUCTIONS ENR&R

Les développements EnR&R considérés dans la trajectoire de production des énergies renouvelables sont les suivants :

Filière	Hypothèses 2050
<i>Eolien</i>	<u>D'ici 2030 :</u> • Parc existant du Haut des Ailes 1&2 : 8 mâts de 2 MW • Développement d'un parc de 5 mâts de 3MW (équivalent à la réalisation d'1/3 des projets en cours) <u>De 2030 à 2050 :</u> • Repowering du parc du Hauts des Ailes : 4 mâts de 5 MW • Repowering du parc pré 2030 : 3 mâts de 5 MW • Développement d'un parc supplémentaire de 6 mâts de 4,5 MW ➔ Au total en 2050 : 13 mâts pour 62 MW installés produisant 144 GWh
<i>Photovoltaïque au sol</i>	• Centrale existante de Hesse (4 MWc) • Développement de 6 centrales supplémentaires entre 5 et 10 MWc dont 2 centrales avant 2030 • Développement d'une centrale supplémentaires supérieur à 10 MWc après 2030 ➔ Au total en 2050 : 8 centrales au sol pour 44 MWc installés produisant 53 GWh
<i>Photovoltaïque en ombrière</i>	• Réalisation du projet de 13,5 MWc à Abreschviller • <u>Parkings >1500 m²</u> : accélération, des projets photovoltaïques sur ombrière de parkings de surface supérieure à 1500 m² induits par l'application de la loi d'accélération des énergies renouvelables : 25% des parkings équipés en 2030 puis 60% en 2050 (soit une cinquantaine de parkings) • <u>Parkings 1000 - 1500 m²</u> : 30% des parkings équipés en 2050 (soit une dizaine de parkings). La priorité est donnée à la végétalisation des parkings sur ce segment de projet mais dans une moindre mesure que S1. ➔ Au total en 2050 : environ 60 parkings équipés pour 29 MWc installés produisant 38 GWh
<i>Photovoltaïque sur toiture</i>	• Grands projets agricoles, industriels, tertiaires >500kWc : 15% des toitures équipées • Bâtiments agricoles, industriels et tertiaires <500kWc : 22% des toitures équipées • Bâtiments résidentiels : 10% des toitures équipées

Agrivoltaïsme	→ Au total en 2050, environ 6 000 toitures équipées pour 113 MWc installés produisant 132 GWh - Réalisation du projet de Réchicourt (39MWc, 50ha) avant 2030 - Réalisation d'1/4 des projets de la file d'attente 2025 où les projets ont une taille moyenne de 20 MWc, soit 2 centrales avant 2030 - Développement de 3 centrales supplémentaires après 2030 mais de taille plus modeste (environ 10 MWc) → Au total en 2050, 6 centrales pour 113 MWc installés produisant 142 GWh
Hydroélectricité	Aucun développement
Méthanisation en cogénération	4 unités existantes - Aucun développement → Au total en 2050, 4 unités injectant 8 GWh d'électricité et valorisant 4 GWh de chaleur
Méthanisation en injection	1 unité existante produisant 17 GWh - Développement d'une unité supplémentaire à la ferme (100 Nm³/h) avant 2030 - Développement de 2 unités territoriales supplémentaires (210 Nm³/h chacune) → Au total en 2050, 4 unités injectant 62 GWh de biogaz
Solaire thermique	<u>Hors RCU</u> : le rythme de développement annuel est multiplié par 3,5 par rapport au rythme tendanciel <u>Centrale collective sur RCU</u> : développement de 3 centrales collectives raccordée sur RCU (dont celle de 6 GWh en projet sur le RCU de Sarrebourg) pour une production de 15 GWh → Au total en 2050, une production solaire thermique de 20 GWh dont 15 GWh sur RCU
Bois énergie	- Prise en compte des trajectoires de réduction des besoins en chaleur <u>Hors RCU</u> : 270 GWh. Calage sur les hypothèses de substitution des produits pétroliers (PP) et du gaz de la trajectoire de consommation : ➤ Résidentiel : PP/bois 20%, gaz/bois 15% ➤ Tertiaire : PP/bois 5%, gaz/bois 5% ➤ Industrie : PP/bois 15%, gaz/bois 15% <u>Chaufferies bois sur RCU</u> : 30 GWh Au total en 2050, une production bois-énergie de 300 GWh
Réseau de chaleur	- Extension du RCU de Sarrebourg - Création de 5 RCU supplémentaires <u>Approvisionnement</u> : taux d'EnR de 95% soit une production de 32 GWh EnR ➤ Bois-énergie : 30 GWh ➤ Solaire thermique : 15 GWh → Au total en 2050, une production EnR de 45 GWh livrée en RCU
PAC géothermique et aérothermique	- Prise en compte des trajectoires de réduction des besoins en chaleur - Calage sur les hypothèses de mix énergétique de la trajectoire de consommation : ➤ Résidentiel : 22%

Chaleur fatale

- Tertiaire : 12%
- Industrie : 10%
- Augmentation de la part géothermie : 30% de PAC géothermique
- ➔ **Au total en 2050**, les PAC produisent 121 GWh de chaleur
- Prise en compte de la trajectoire de réduction des consommations énergétiques industrielles : -35%
- Développement de 90% du potentiel de récupération identifié
- ➔ **Au total en 2050**, 54 GWh de chaleur fatale valorisée

Le scénario tendanciel des productions EnR&R permet d'atteindre :

- En 2030 : une production de 715 GWh ($\times 1,6/2022$), soit 34% de la consommation ;
- En 2050 : une production de 1 080 GWh ($\times 2,3/2022$), soit 82% de la consommation.

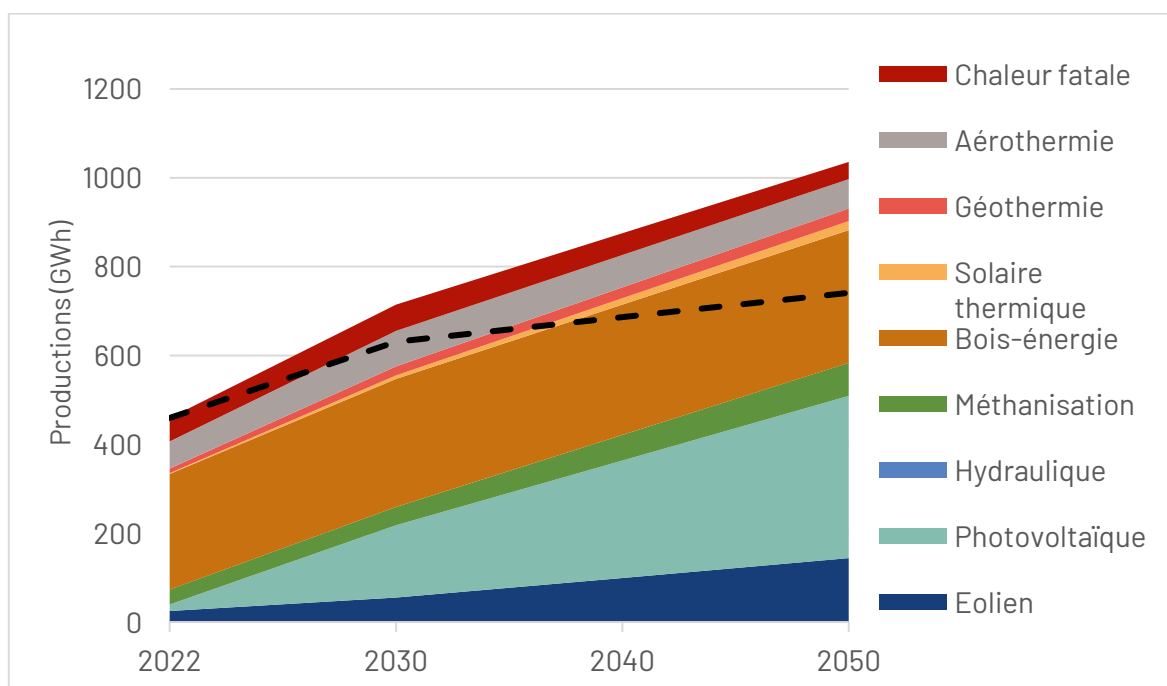


Figure 22 : Trajectoire de développement des productions EnR&R par filière – scénario Coopération Territoriale

Les 1 080 GWh de production EnR&R en 2050 se répartissent de la manière suivante :

- 500 GWh de chaleur renouvelable ;
- 520 GWh d'électricité renouvelable ;
- 60 GWh de biogaz.

Ainsi, en 2050, les productions EnR&R sont répartis de la manière suivante :

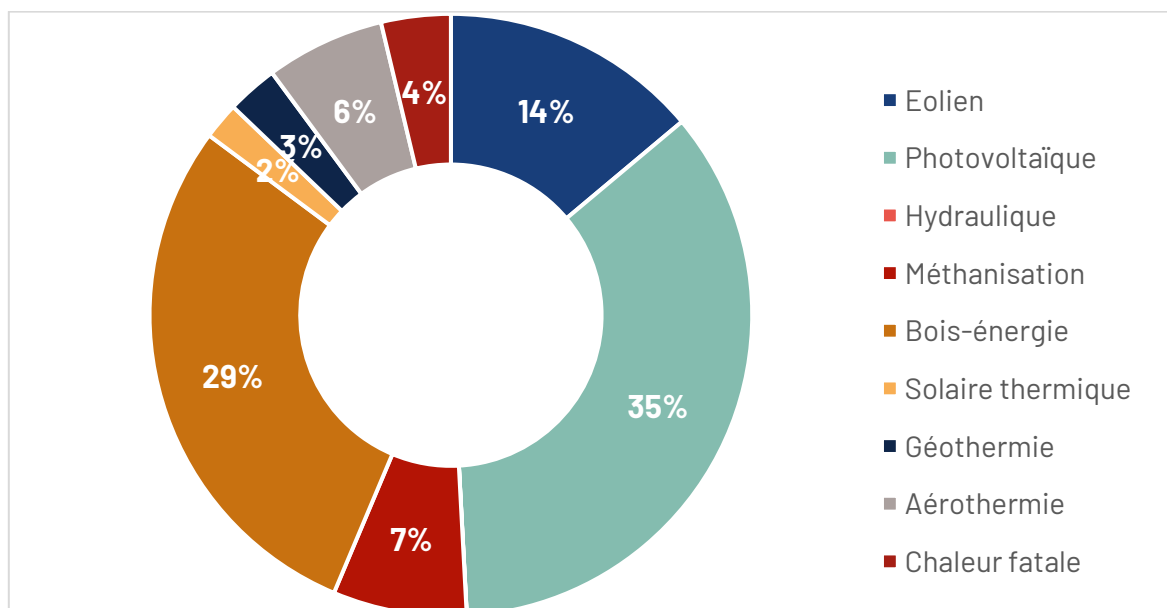


Figure 23 : Répartition des productions EnR&R en 2050 - scénario Coopération Territoriale

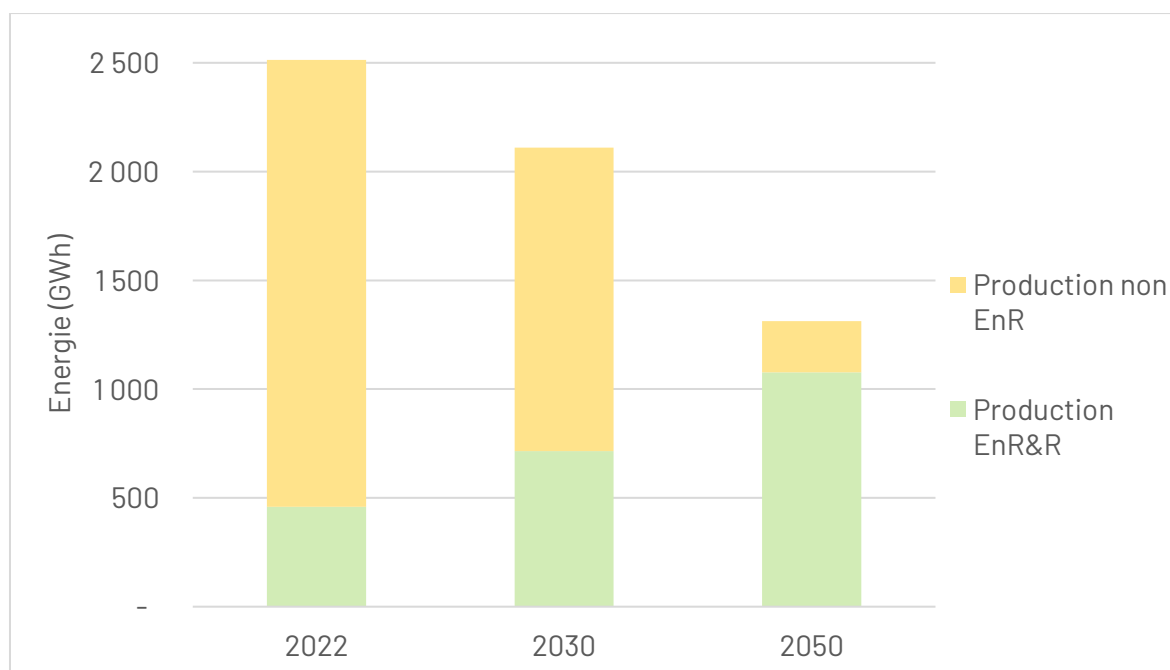


Figure 24 : Evolution de la couverture EnR&R dans le mix énergétique – scénario Coopération Territoriale

En 2050, les couvertures EnR&R par vecteur énergétiques sont les suivantes :

- Taux EnR mix électrique : 103% ;
- Taux EnR mix chaleur (hors gaz et électricité) : 88% ;
- Taux EnR mix gaz : 80%.

2.2.4. Scénario Technologies Vertes (S3)

CONSOMMATIONS ENERGETIQUES

Les hypothèses considérées dans la trajectoire de réduction des consommations d'énergie sont :

Secteur	Hypothèses 2050
Résidentiel	<u>Nouvelles constructions</u> • Volume de logements : 0%. Evolution démographique de -1,2% attendue en 2050 sur le territoire mais diminution du nombre de personne par logement, environ 2,2 personne/logement. • Typologie des logements neufs : les part des logements collectifs dans les nouvelles constructions augmentent légèrement. • Qualité thermique : les logements neufs sont très performants (niveau BBC) • Systèmes énergétiques : Disparition du fioul et du gaz. Développement des équipements en pompes à chaleur. <u>Logements existants</u> • Politique de rénovation : la politique de rénovation se massifie et s'accélère fortement avec une part importante de logement de rénovation d'ensemble mais peu atteigne une trajectoire basse consommation : ➢ 10% du parc est rénové en partie ➢ 70% du parc fait l'objet d'une rénovation d'ensemble ➢ 20% du parc fait l'objet d'une rénovation atteignant la trajectoire BBC • Systèmes énergétiques : quasi-disparition du fioul dans les systèmes de chauffage, maintien d'une part de chauffage gaz. Electrification massive du chauffage via les pompes à chaleur et développement des raccordements sur RCU. • Evolution des besoins : le besoin de chaud diminue sous l'effet des rénovations de l'enveloppe du bâti (-48% des besoins de chauffage, -11% des besoins d'ECS). Les besoins de froid augmentent par un développement des systèmes de climatisation dont l'utilisation est maîtrisée du fait de la qualité thermique des bâtiments (x4 en 2050 par rapport à 2022). • Sobriété énergétique : gestes de sobriété faible avec une diminution de -1°C des consignes de chauffage uniquement
	<u>Nouvelles constructions</u> • Volume de construction : le volume de surfaces tertiaires augmente de +4%. • Qualité thermique : les constructions neuves sont très performantes (niveau BBC). <u>Bâtiments existants</u> • Politique de rénovation : les dynamiques de rénovation sur les surfaces non assujetties au Décret Tertiaire sont identiques au secteur résidentiel. Concernant les surfaces assujettis au Décret Tertiaire : ➢ 5% du parc fait l'objet d'une rénovation légère ➢ 15% du parc fait l'objet d'une rénovation d'ensemble ➢ 80% du parc fait l'objet d'une rénovation permettant d'atteindre la trajectoire BBC ou plus • Systèmes énergétiques : Le mix énergétique du chauffage et de l'eau chaude sanitaire est dominé par l'électricité (majoritairement des pompes à chaleur), suivi par les réseaux de chaleur et le gaz. • Evolution des besoins : le besoin de chaud diminue sous l'effet des rénovations de l'enveloppe du bâti (-49% des besoins de chauffage, -12% des besoins en ECS). Les besoins de froid augmentent légèrement (x1,2 en 2050 par rapport à 2022).
Tertiaire	

	• Sobriété énergétique : gestes de sobriété faible avec une diminution de -1°C des consignes de chauffage uniquement
	<u>Evolution du tissu industriel</u> • Le tissu industriel est stable sur le territoire : les fermetures d'industrie à venir sont compenser par des nouvelles implantations.
	<u>Industrie cimentière</u> • Evolution des volumes produits : pas d'évolution des volumes de ciments produits. • Efficacité énergétique. Des gains d'économie d'énergie sont réaliser via : ➢ Taux de clinker : -20% de taux de clinker dans les ciments produits ➢ Process : -20% de consommation énergétique par remise à niveau d'ensemble de l'usine selon les Meilleurs Techniques Disponibles (MTDs) • Innovation technologique : électrification du précalcinateur du four rotatif • Substitution énergétique : le mix thermique est décarboné à hauteur de 85% avec un recours à la biomasse à hauteur de 20% mais surtout un recours à l'électrification et au CSR. Le gaz naturel est également en partie substitué.
Industrie	<u>Autres industries</u> • Evolution des volumes produits : aucune. • Efficacité énergétique. Des gains d'économie d'énergie de -21% sont réalisés via l'optimisation des process de production. • Substitution énergétique. Les produits pétroliers sont substitués au 4/5. L'électrification des process se développe autant que le recours à l'hydrogène. Les process au gaz naturel sont substitués de moitié.
	<u>Mobilité des voyageurs :</u> • Demande de transport : la demande de transport augmente de +14%. • Sobriété : les comportements de conduites évoluent peu (légère augmentation des pratiques de covoiturage). Le poids des véhicules neufs se maintient (efficacité). • Report modal : les parts modales évoluent légèrement mais la voiture reste prédominante. Les km parcourus en voiture sont reportés à hauteur de 15% vers : le train (10%), les transports en commun (4%) et les mobilités douces (1%) • Efficacité énergétique des véhicules : l'efficacité des voitures thermiques augmente permettant des économies d'énergie de -25%. • Substitution énergétique : 60% du parc de véhicule particulier (VP) est électrifié, 5% du parc est substitué vers des motorisation GNV et 1% vers des motorisations hydrogène. 50% du parc de bus est substitué vers des motorisation GNV et l'autre moitié est électrifiée. Le taux de biocarburants liquides atteint 73%.
Transports	<u>Transports de marchandises :</u> • Demande de transport. Aucune évolution dû à la demande mais le taux de remplissage est optimisé permettant de réduire de -6% les besoins de transport. • Report modal : Les parts modales évoluent de manière importante : -9% de trajets réalisés en poids lourds, +43% en véhicules utilitaires légers (VUL), +27% de transport ferroviaire. • Efficacité énergétique des véhicules : l'efficacité des véhicules thermiques et l'électrification permettent des économies d'énergie de -31%. • Substitution énergétique. La motorisation du parc évolue : ➢ VUL : 70% d'électrification, 15% de substitution GNV et 9% de substitution hydrogène ; ➢ Poids lourds (PL) : 42% d'électrification, 34% de substitution GNV et 13% de substitution hydrogène. ➢ Taux de biocarburants : 55%.
Agriculture	• Pratiques agricoles : maintien de l'élevage et évolutions conventionnelles des systèmes de production.

- **Efficacité énergétique** : -30% des consommations énergétiques totales du secteur.
- **Mix énergétique** : 25% de gaz naturel, 25% d'électricité et 50% d'EnR thermique hors réseau.
- **Production d'énergie renouvelables** : Dans ce scénario, les usages énergétiques de la biomasse pour différents secteurs (industrie, transports...) sont nettement plus élevés qu'aujourd'hui. De fait, pour répondre à cette demande, les productions à usages non alimentaires progressent, en particulier la méthanisation et les cultures lignocellulosiques (pour des biocarburants). Le développement de la méthanisation, avec des unités de production de plus grande taille, permet un retour au sol d'une part importante de digestats.

Le scénario tendanciel des consommations permet d'atteindre :

- **En 2030** : une réduction de **-14%** des consommations par rapport à 2022 (-27%/2012)
- **En 2050** : une réduction de **-40%** des consommations par rapport à 2022 (-48%/2012)

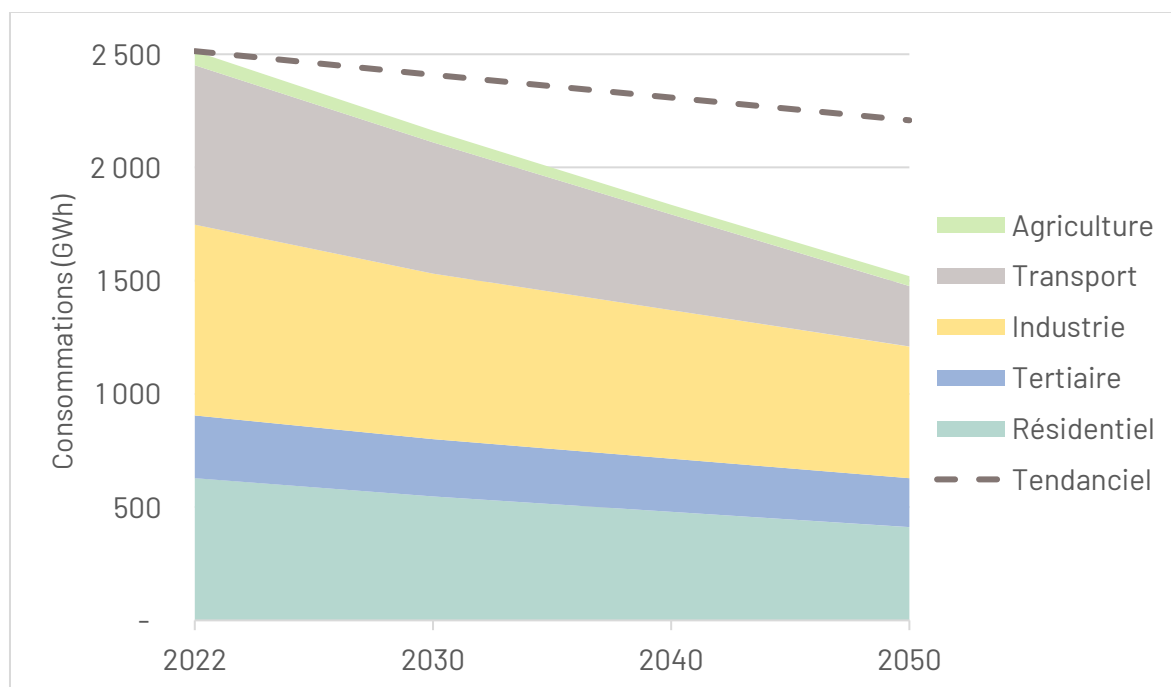


Figure 25 : Trajectoire de consommation par secteur d'activité - scénario Technologie Verte

En 2050, l'évolution des consommations par secteur d'activité par rapport à 2022 est la suivante :

- Résidentiel : -34% des consommations ;
- Tertiaire : -22% des consommations ;
- Industrie : -31% des consommations ;
- Transport : -62% des consommations ;
- Agriculture : -30% des consommations ;

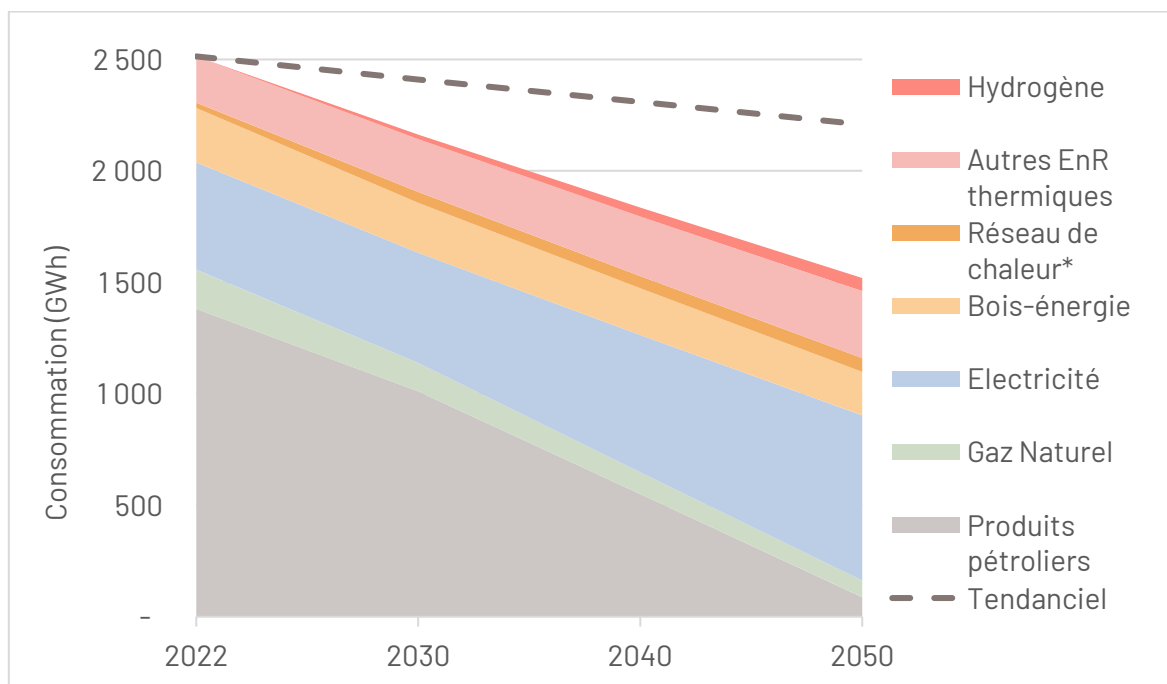


Figure 26 : Trajectoire de consommation par type d'énergie consommée - scénario Technologie Verte

Le mix énergétique évolue de la manière suivante en 2050 par rapport à 2022 :

- Produits pétroliers : -94% de consommation, représentant 6% du mix énergétique ;
- Electricité : +54% de consommation, représentant 49% du mix énergétique ;
- EnR thermique hors réseau : 36% du mix énergétique ;
- Gaz : -58% de consommation, représentant 5% du mix énergétique ;

PRODUCTIONS ENR&R

Les développements ENR&R considérés dans la trajectoire de production des énergies renouvelables sont les suivants :

Filière	Hypothèses 2050
Eolien	<u>D'ici 2030 :</u> • Parc existant du Haut des Ailes 1&2 : 8 mâts de 2 MW • Développement d'un parc de 8 mâts de 3MW <u>De 2030 à 2050 :</u> • Repowering du parc du Hauts des Ailes : 5 mâts de 5 MW • Repowering du parc pré 2030 : 4 mâts de 5,5 MW • Développement de 2 parcs supplémentaires de 8 mâts chacun de 5 MW ➔ Au total en 2050 : 25 mâts pour 127 MW installés produisant 306 GWh
Photovoltaïque au sol	• Centrale existante de Hesse (4 MWc) • Développement de 2 centrales supplémentaires entre 5 et 10 MWc dont 1 centrales avant 2030

Photovoltaïque en ombrière	- Développement de 6 centrales supplémentaires supérieures à 10 MWc dont une avant 2030 ➔ Au total en 2050 : 9 centrales au sol pour 74 MWc installés produisant 89 GWh
Photovoltaïque sur toiture	- Réalisation du projet de 13,5 MWc à Abreschviller <u>Parkings >1500 m²</u> : accélération, des projets photovoltaïques sur ombrière de parkings de surface supérieure à 1500 m² induits par l'application de la loi d'accélération des énergies renouvelables : 40% des parkings équipés en 2030 puis 75% en 2050 (soit une soixantaine de parkings) <u>Parkings 1000 - 1500 m²</u> : 20% des parkings équipés en 2050 (soit une dizaine de parkings). ➔ Au total en 2050 : environ 70 parkings équipés pour 32 MWc installés produisant 44 GWh
Agrivoltaïsme	- Grands projets agricoles, industriels, tertiaires >500kWc : 8% des toitures équipées - Bâtiments agricoles, industriels et tertiaires <500kWc : 15% des toitures équipées - Bâtiments résidentiels : 5% des toitures équipées ➔ Au total en 2050, environ 3 700 toitures équipées pour 72 MWc installés produisant 82 GWh
Hydroélectricité	- Réalisation du projet de Réchicourt (39MWc, 50ha) avant 2030 - Réalisation d'1/4 des projets de la file d'attente 2025 où les projets ont une taille moyenne de 20 MWc, soit 3 centrales avant 2030 - Développement de 2 centrales supplémentaires après 2030 mais de taille plus modeste (environ 10 MWc) - Développement d'une centrale de grande envergure supplémentaire (environ 30 MWc) après 2030 ➔ Au total en 2050, 7 centrales pour 152 MWc installés produisant 203 GWh
Méthanisation en cogénération	- Aucun développement 4 unités existantes - Aucun développement ➔ Au total en 2050, 4 unités injectant 8 GWh d'électricité et valorisant 5 GWh de chaleur
Méthanisation en injection	1 unité existante produisant 17 GWh - Développement d'une unité territoriale supplémentaire (180 Nm³/h) avant 2030 - Développement de 2 unités territoriales supplémentaires (210 Nm³/h chacune) après 2030 ➔ Au total en 2050, 4 unités injectant 70 GWh de biogaz
Solaire thermique	<u>Hors RCU</u> : le rythme de développement annuel est multiplié par 4 par rapport au rythme tendanciel <u>Centrale collective sur RCU</u> : développement de 3 centrales collectives raccordée sur RCU (dont celle de 6 GWh en projet sur le RCU de Sarrebourg) pour une production de 18 GWh

<i>Bois énergie</i>	→ Au total en 2050, une production solaire thermique de 23 GWh dont 18 GWh sur RCU • Prise en compte des trajectoires de réduction des besoins en chaleur • <u>Hors RCU</u> : 195 GWh. Calage sur les hypothèses de substitution des produits pétroliers (PP) et du gaz de la trajectoire de consommation : ➢ Résidentiel : PP/bois 10%, gaz/bois 5% ➢ Tertiaire : PP/bois 0%, gaz/bois 5% ➢ Industrie : PP/bois 10%, gaz/bois 10% • <u>Chaufferies bois sur RCU</u> : 41 GWh • Au total en 2050, une production bois-énergie de 235 GWh
<i>Réseau de chaleur</i>	• Extension du RCU de Sarrebourg • Création de 5 RCU supplémentaires • <u>Approvisionnement</u> : taux d'EnR de 95% soit une production de 59 GWh EnR ➢ Bois-énergie : 41 GWh ➢ Solaire thermique : 18 GWh → Au total en 2050, une production EnR de 45 GWh livrée en RCU
<i>PAC géothermique et aérothermique</i>	• Prise en compte des trajectoires de réduction des besoins en chaleur • Calage sur les hypothèses de mix énergétique de la trajectoire de consommation : ➢ Résidentiel : 23% ➢ Tertiaire : 16% ➢ Industrie : 10% • Augmentation de la part géothermie : 30% de PAC géothermique → Au total en 2050, les PAC produisent 133 GWh de chaleur
<i>Chaleur fatale</i>	• Prise en compte de la trajectoire de réduction des consommations énergétiques industrielles : -31% • Développement de 90% du potentiel de récupération identifié → Au total en 2050, 58 GWh de chaleur fatale valorisée

Le scénario tendanciel des productions EnR&R permet d'atteindre :

- En 2030 : une production de 750 GWh (x1,6/2022), soit 35% de la consommation ;
- En 2050 : une production de 1 255 GWh (x2,7/2022), soit 83% de la consommation.

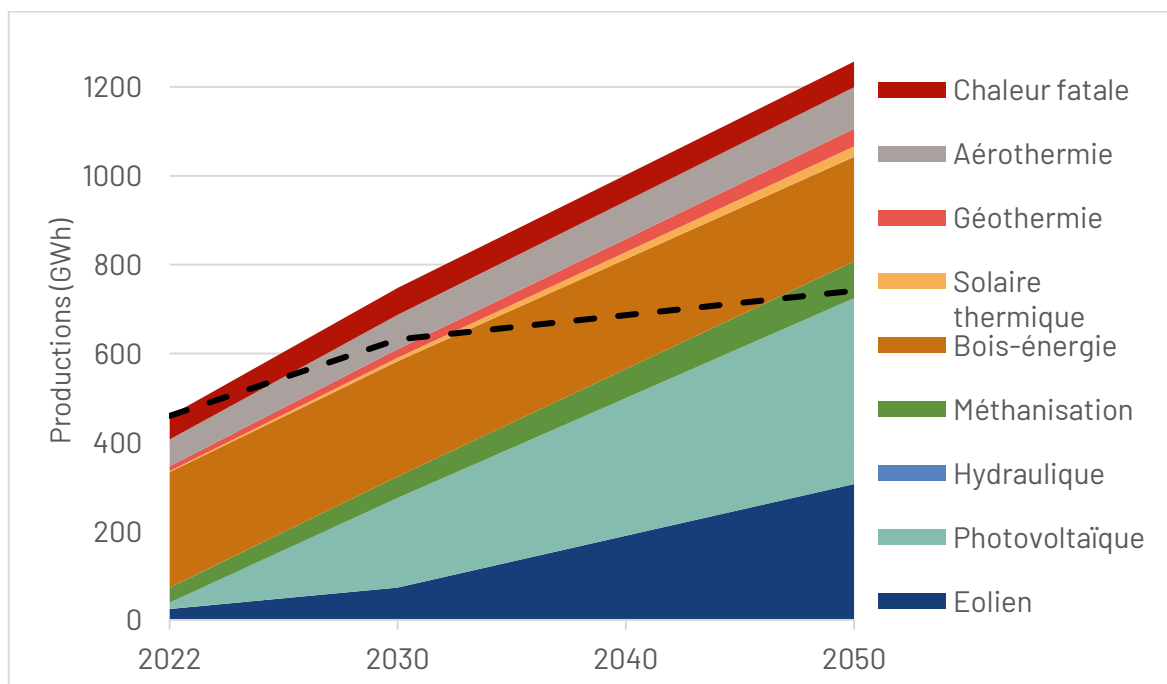


Figure 27 : Trajectoire de développement des productions EnR&R par filière – scénario Technologie Verte

Les 1 255 GWh de production EnR&R en 2050 se répartissent de la manière suivante :

- 455 GWh de chaleur renouvelable ;
- 730 GWh d'électricité renouvelable ;
- 70 GWh de biogaz.

Ainsi, en 2050, les productions EnR&R sont répartis de la manière suivante :

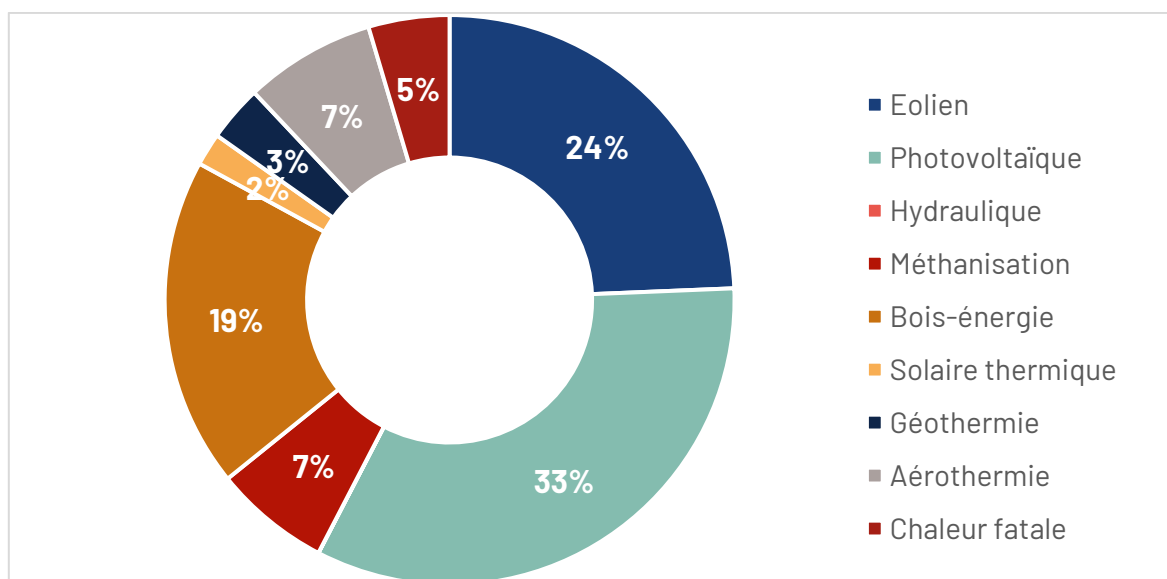


Figure 28 : Répartition des productions EnR&R en 2050 - scénario Technologie Verte

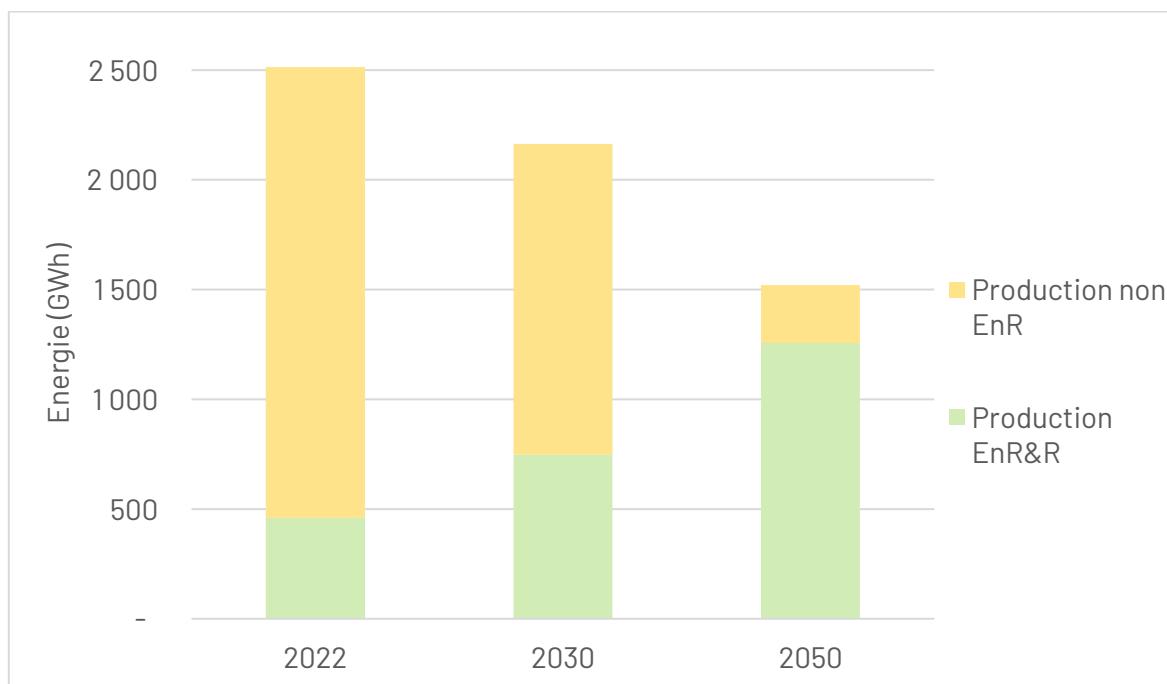


Figure 29 : Evolution de la couverture EnR&R dans le mix énergétique – scénario Technologie Verte

En 2050, les couvertures EnR&R par vecteur énergétiques sont les suivantes :

- Taux EnR mix électrique : 99% ;
- Taux EnR mix chaleur (hors gaz et électricité) : 87% ;
- Taux EnR mix gaz : 94%.

2.2.5. Comparaison des scénarii-cadres

Les schémas ci-dessous donnent une comparaison des trajectoires de consommations et de productions des scénarii-cadres consolidés sur le territoire du PETR :

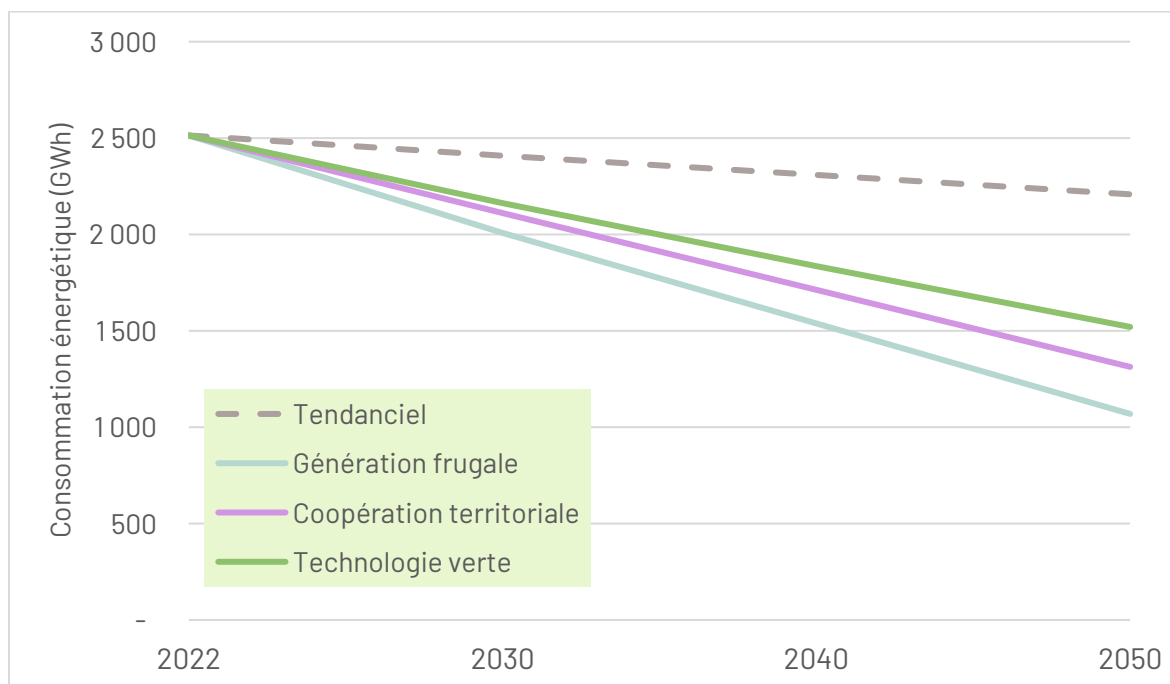


Figure 30 : Trajectoire de réduction des consommations énergétiques des scénarii-cadres

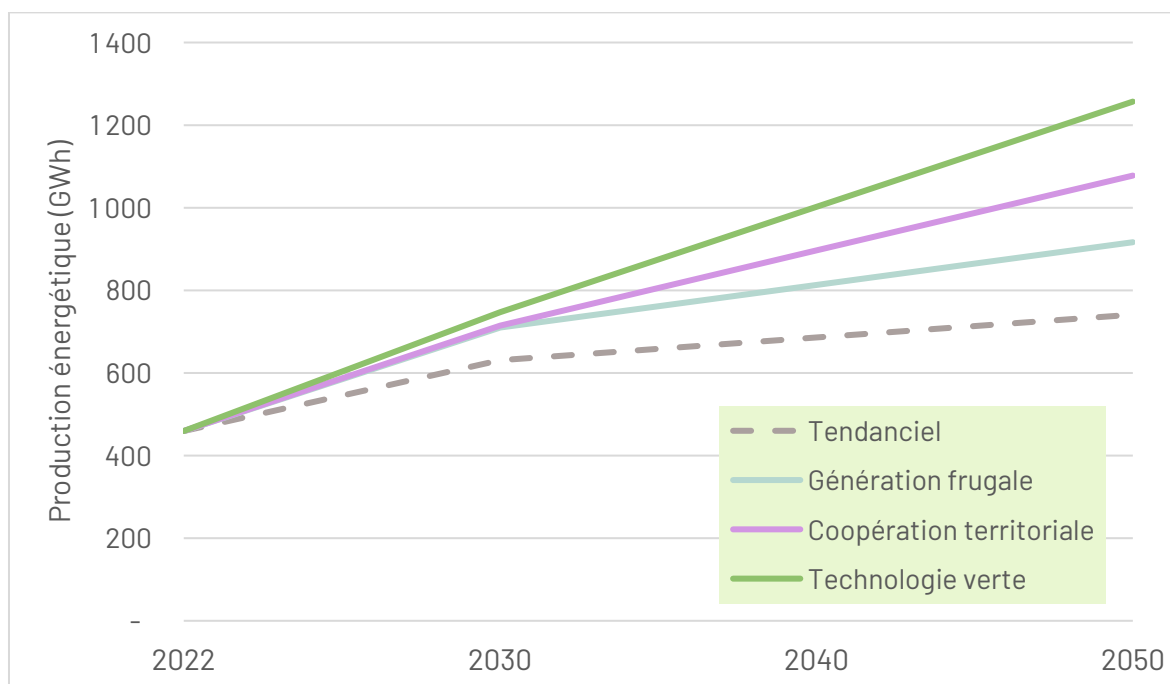


Figure 31 : Trajectoire de développement des productions EnR&R des scénarii-cadres

Le tableau ci-dessous récapitule les principaux résultats de modélisation des scénarii-cadres consolidés sur le territoire du PETR :

Scénario	Consommation 2050	Réduction / 2022	Production EnR&R 2050	Augmentation /2022	Taux EnR&R 2050
S0 - Tendanciel	2 210 GWh	-12%	740 GWh	+61%	34%
S1 - Génération Frugale	1 070 GWh	-57%	915 GWh	+99%	86%
S2 - Coopération Territoriale	1 315 GWh	-48%	1 080 GWh	+135%	82%
S3 - Technologie Verte	1 520 GWh	-40%	1 255 GWh	+174%	83%

Figure 32 : Comparatif des résultats de modélisations des scénarii-cadres

Le scénario Génération Frugale est celui dont la trajectoire de réduction des consommations est la plus importante (-57% par rapport à 2022) et dont le taux de couverture EnR en 2050 est le plus élevé (86%) bien que les efforts de développements des EnR à fournir soit moins importants que dans les autres scénarii (hors scénario tendanciel). Pour atteindre des taux de couverture équivalents dans les scénarii S2 et S3, la trajectoire de développement des EnR doit être d'autant plus ambitieuses que les efforts de réduction des consommations sont moindres.

Le tableau suivant compare les résultats de modélisation des scénarii-cadres aux objectifs régionaux et locaux, à titre informatif :

Scénario	Réduction des consommations /2012	Couverture EnR&R 2050
Objectif SRADET	-55%	100%
Objectif PCAET CC SMS	-37%	50%
S0 - Tendanciel	-25%	34%
S1 - Génération Frugale	-64%	86%
S2 - Coopération Territoriale	-56%	82%
S3 - Technologie Verte	-48%	83%

Figure 33 : résultats de modélisation des scénarii-cadres en comparaison des objectifs

Les 3 scénarii-cadres se situent entre les objectifs PCAET (CC SMS) et SRADET du point de vue de la couverture EnR atteinte en 2050. Concernant les trajectoires de consommation atteinte en 2050 par rapport à 2012 :

- La trajectoire S3 se situe également entre ces deux niveaux d'objectifs ;
- La trajectoire S2 atteint le niveau de l'objectif régional (SRADET) ;
- La trajectoire S1 dépasse les deux niveaux d'objectifs.

Enfin, le tableau ci-dessous présente une estimation des investissements (CAPEX) totaux nécessaires au déploiement des systèmes de productions EnR&R modélisés dans chaque scénario :

	Tendanciel	S1	S2	S3
Eolien	41 M€	70 M€	105 M€	205 M€
PV au sol	8,5 M€	20 M€	35 M€	55 M€
PV en ombrière	8 M€	15 M€	20 M€	25 M€
PV toiture	35 M€	165 M€	170 M€	95 M€
AgriPV	85 M€	105 M€	105 M€	140 M €
TOTAL ELEC	175 M€	375 M€	435 M€	520 M€
Méthanisation en injection	0 €	7 M€	18 M€	20 M€
TOTAL GAZ	0 €	7 M€	18 M€	20 M€
Solaire thermique	12 M€	25 M€	30 M€	35 M€
RCU (hors moyens de production)	7 M€	6 M€	10 M€	13 M€
Bois-énergie	50 M€	100 M€	95 M€	50 M€
PAC géothermique	35 M€	35 M€	45 M€	50 M€
PAC aérothermique	60 M€	50 M €	65 M€	70 M €
TOTAL CHALEUR	165 M€	215 M€	245 M€	215 M €
TOTAL	340 M€	595 M€	695 M€	755 M€

Figure 34 : Estimation des investissements nécessaires au déploiement des systèmes de productions EnR&R modélisés dans chaque scénario

Les hypothèses de coûts utilisés sont détaillées en annexe I.

Les planches en annexe 2 et 3 présentent un comparatif des principaux paramètres de modélisation utilisés par secteur d'activité et par filière pour chaque scénario, déclinés par leviers et cibles de réductions des consommations.

L'ensemble des paramètres, hypothèses et données utilisées est détaillé dans l'outil de simulation.

2.3. Groupes de travail thématiques : élaboration du scénario démonstrateur

Les planches présentées en annexe 2 et 3 ont fait l'objet d'une présentation et d'échange lors de la réalisation des 4 groupes de travail thématiques suivants :

- GTT1 : Productions d'électricité renouvelables ;
- GTT2 : Energies renouvelables et agriculture ;
- GTT3 : Consommation d'énergie ;
- GTT4 : Production de chaleur renouvelable.

Les planches ont été révisées telles que présentées en annexe suite à la tenue de ces groupes de travail (réajustement de certaines hypothèses).

A partir de ces scénarii-cadres, un scénario « démonstrateur » pour le territoire du PETR a été modélisé sur la base des positions indiquées par les différents techniciens/experts présents sur chaque thématique. La suite de cette partie présente les résultats de ce scénario démonstrateur.

Le tableau ci-dessous détaille les positions « techniciennes » issus des groupes de travail thématique et dont le scénario démonstrateur est issu :

Trajectoire de consommation énergétique	
Secteur	Position retenue
Résidentiel	Niveau S2
Tertiaire	Non présenté (hypothèses similaires eu secteur résidentiel) – Niveau S2
Industrie	Niveau S3
Transport	Niveau intermédiaire entre S2 et S3
Agriculture	Non présenté – Niveau intermédiaire entre S2 et S3
Trajectoire de développement des productions EnR&R	
Filière	Position retenue
Eolien	Niveau intermédiaire entre S2 et S3
PV sol	Niveau intermédiaire entre S2 et S3
PV ombrière	Niveau S3
PV toiture	Niveau S2
AgriPV	Niveau S2
Méthanisation	Niveau S3
Chaleur renouvelable	Calage sur les niveaux de consommations énergétiques

Figure 35 : Positions "techniciennes" issues des groupes de travail

La trajectoire du scénario démonstrateur se situe donc entre les scénarii-cadres Coopération Territoriale (S2) et Technologie Verte (S3).

Il est à noter que certains niveaux de consommations de gaz (secteur industrie) ont été recalés afin de correspondre à la trajectoire de développement de la méthanisation. En effet, le scénario démonstrateur modélisé tel quel donnait un excédent de production de biométhane alors que les poches d'injection du réseau de gaz se situent sur le périmètre strict du PETR. Une transition par verdissement du vecteur gaz avec des hypothèses moins ambitieuses de substitutions du gaz a donc été privilégiée par rapport à un transport du biométhane produit vers d'autres territoire (non envisageable avec le réseau de gaz actuel).

Suite à la présentation du scénario démonstrateur en COPIL, il est également a noté que les hypothèses de rénovations énergétiques (secteur résidentiel et tertiaire) et les hypothèses de report modal concernant la mobilité des voyageurs (secteur transport) ont été recalés par rapport aux niveaux d'hypothèses des scénario-cadres S2 et S3 (position des groupes de travail).

2.3.1. Trajectoire de consommation énergétique du scénario démonstrateur

Les hypothèses considérées dans la trajectoire de réduction des consommations d'énergie sont :

Résidentiel	<u>Nouvelles constructions</u> • Volume de logements : -3%. Evolution démographique de -1,2% attendue en 2050 sur le territoire et légère diminution du nombre de personne par logement, environ 2,3 personne/logement mais diminution du taux de résidence secondaires ainsi que du taux de logements vacants. • Typologie des logements neufs : les part des logements collectifs dans les nouvelles constructions augmentent. • Qualité thermique : les logements neufs sont très performants (niveau BBC) • Systèmes énergétiques : Disparition du fioul et du gaz. Développement des équipements en pompes à chaleur et des systèmes de chauffage bois-énergie. <u>Logements existants</u> • Politique de rénovation : la politique de rénovation se massifie et s'accélère fortement avec une part importante de logement de rénovation d'ensemble dont la moitié s'inscrit dans une trajectoire basse consommation : ➢ 30% du parc est rénové en partie ➢ 40% du parc fait l'objet d'une rénovation d'ensemble ➢ 25% du parc fait l'objet d'une rénovation atteignant la trajectoire BBC • Systèmes énergétiques : quasi-disparition du fioul dans les systèmes de chauffage. Electrification massive du chauffage via les pompes à chaleur et développement à part équivalente du chauffage bois-énergie et des raccordements sur RCU. • Evolution des besoins : le besoin de chaud diminue sous l'effet des rénovations de l'enveloppe du bâti (-42% des besoins de chauffage, -18% des besoins d'ECS). Les besoins de froid augmentent légèrement par un développement des systèmes de climatisation dont l'utilisation est raisonnée du fait de la qualité thermique des bâtiments et de la sobriété (x2 en 2050 par rapport à 2022). • Sobriété énergétique : gestes de sobriété significatifs avec une diminution de -1°C des consignes de chauffage et une réduction de -10% des besoins en ECS
Tertiaire	<u>Nouvelles constructions</u> • Volume de construction : le volume de surfaces tertiaires diminue de -13%. • Qualité thermique : les constructions neuves sont très performantes (niveau BBC). <u>Bâtiments existants</u> • Politique de rénovation : les dynamiques de rénovation sur les surfaces non assujetties au Décret Tertiaire sont légèrement plus ambitieuses que sur le secteur résidentiel : ➢ 20% du parc est rénové en partie ➢ 40% du parc fait l'objet d'une rénovation d'ensemble ➢ 35% du parc fait l'objet d'une rénovation permettant d'atteindre la trajectoire BBC ou plus - Concernant les surfaces assujetties au Décret Tertiaire : ➢ 10% du parc fait l'objet d'une rénovation d'ensemble ➢ 90% du parc fait l'objet d'une rénovation permettant d'atteindre la trajectoire BBC ou plus • Systèmes énergétiques : Le mix énergétique du chauffage et de l'eau chaude sanitaire évolue : l'électricité (pompes à chaleur) et les réseaux de chaleur deviennent les deux principales sources d'énergie du secteur. Les énergies fossiles disparaissent. • Evolution des besoins : le besoin de chaud diminue sous l'effet des rénovations de l'enveloppe du bâti (-47% des besoins de chauffage, -21% des besoins en ECS). Les besoins de froid diminuent légèrement sous l'effet combinée de l'amélioration de la qualité thermique des logements et de la sobriété énergétique (/1,2 en 2050 par rapport à 2022).

Industrie

- **Sobriété énergétique** : gestes de sobriété significatifs avec une diminution de -1°C des consignes de chauffage et une réduction de -10% des besoins en ECS

Evolution du tissu industriel

- Le tissu industriel est stable sur le territoire : les fermetures d'industrie à venir sont compenser par des nouvelles implantations.

Industrie cimentière

- **Evolution des volumes produits** : pas d'évolution des volumes de ciments produits.
- **Efficacité énergétique**. Des gains d'économie d'énergie sont réalisés via :
 - Taux de clinker : -20% de taux de clinker dans les ciments produits
 - Process : -20% de consommation énergétique par remise à niveau d'ensemble de l'usine selon les Meilleures Techniques Disponibles (MTDs)
- **Innovation technologique** : électrification du précalcinateur du four rotatif
- **Substitution énergétique** : le mix thermique est décarboné à hauteur de 85% avec un recours à la biomasse à hauteur de 20% mais surtout un recours à l'électrification et au CSR. Le gaz naturel est également en partie substitué.

Autres industries

- **Evolution des volumes produits** : aucune.
- **Efficacité énergétique**. Des gains d'économie d'énergie de -21% sont réalisés via l'optimisation des process de production.
- **Substitution énergétique**. Les produits pétroliers sont substitués au 4/5. L'électrification des process se développe autant que le recours à l'hydrogène. Les process au gaz naturel sont substitués de moitié.

Mobilité des voyageurs :

- **Demande de transport** : la demande de transport augmente de +5%.
- **Sobriété** : les comportements de conduites évoluent légèrement avec une augmentation des pratiques de covoiturage et de l'écoconduite (-3% de vitesse en moyenne). Le poids des véhicules neufs n'évolue pas.
- **Report modal** : les parts modales évoluent. Les km parcourus en voiture sont reportés à hauteur de 21% vers : le train (10%), les transports en commun (6%) et les mobilités douces (5%)
- **Efficacité énergétique des véhicules** : l'efficacité des voitures thermiques augmente permettant des économies d'énergie de -23%.
- **Substitution énergétique** : 55% du parc de véhicule particulier (VP) est électrifié, 4% du parc est substitué vers des motorisations GNV et 1% vers des motorisations hydrogène. 50% du parc de bus est substitué vers des motorisations GNV et 25% est électrifié. Le taux de biocarburants liquides atteint 69%.

Transports

Transports de marchandises :

- **Demande de transport**. La demande diminue de - 5% et le taux de remplissage est optimisé permettant de réduire de -5% supplémentaires les besoins.
- **Report modal** : Les parts modales évoluent de manière importante : -17% de trajets réalisés en poids lourds, +43% en véhicules utilitaires légers (VUL), +77% de transport ferroviaire.
- **Efficacité énergétique des véhicules** : l'efficacité des véhicules thermiques et l'électrification permettent des économies d'énergie de -32%.
- **Substitution énergétique**. La motorisation du parc évolue :
 - VUL : 61% d'électrification, 10% de substitution GNV et 17% de substitution hydrogène ;
 - Poids lourds (PL) : 39% d'électrification et 24% de substitution GNV et 23% de substitution hydrogène.
 - Taux de biocarburants : 65%.

Agriculture

- **Pratiques agricoles** : Légère baisse de l'élevage et évolutions des systèmes de production vers des systèmes dits de « protection intégrée ».
- **Efficacité énergétique** : -40% des consommations énergétiques totales du secteur.
- **Mix énergétique** : 20% de gaz naturel, 25% d'électricité et 55% d'EnR thermique hors réseau.
- **Production d'énergie renouvelables** : en cohérence avec la demande en biocarburants pour le transport, les productions dédiées à des bio-carburants se développent. La méthanisation d'origine agricole se traduit par une consommation de biomasse qui augmente et repose notamment sur des cultures intermédiaires mais aussi sur les résidus de cultures, les prairies et les déjections d'élevage. Le développement de la méthanisation, avec des unités de production de plus grande taille, permet un retour au sol d'une part importante de digestats.

Le scénario tendanciel des consommations permet d'atteindre :

- **En 2030** : une réduction de **-15%** des consommations par rapport à 2022 (-27%/2012)
- **En 2050** : une réduction de **-42%** des consommations par rapport à 2022 (-51%/2012)

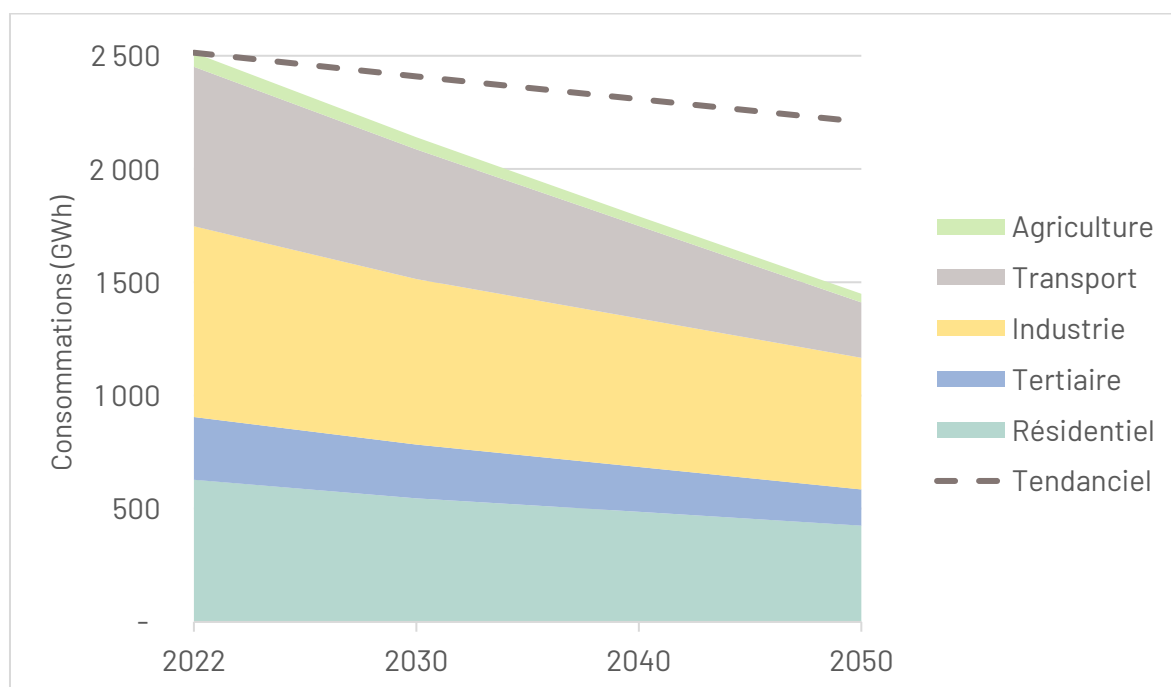


Figure 36 : Trajectoire de consommation par secteur d'activité - scénario Démonstrateur

En 2050, l'évolution des consommations par secteur d'activité par rapport à 2022 est la suivante :

- Résidentiel : -32% des consommations ;
- Tertiaire : -42% des consommations ;
- Industrie : -31% des consommations ;
- Transport : -65% des consommations ;
- Agriculture : -40% des consommations ;

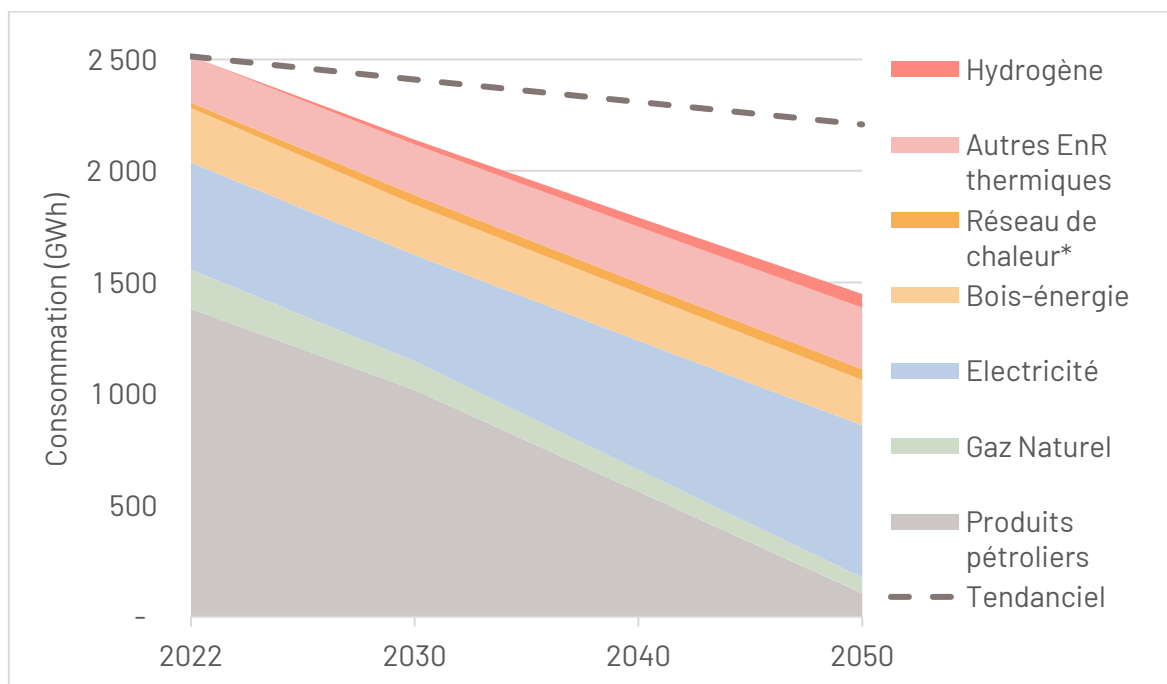


Figure 37 : Trajectoire de consommation par type d'énergie consommée - scénario Démonstrateur

Le mix énergétique évolue de la manière suivante en 2050 par rapport à 2022 :

- Produits pétroliers : -92% de consommation, représentant 7% du mix énergétique ;
- Electricité : +42% de consommation, représentant 47% du mix énergétique ;
- EnR thermique hors réseau : 37% du mix énergétique ;
- Gaz : -60% de consommation, représentant 5% du mix énergétique ;

Les graphiques suivants présentent les trajectoires de réduction des consommations par type d'énergie pour les secteurs résidentiel, transport (focus mobilité des voyageurs) et industrie. Les points notables sont les suivants :

- **Résidentiel** : les consommations d'électricité, de chaleur produite par des systèmes bois-énergie ou d'autres systèmes EnR thermique (PAC, solaire) sont relativement constantes alors que le nombre d'équipements de ce type se développe dans la plupart des logements. Cette tendance est due à deux dynamiques qui sont à l'œuvre en parallèle : la réduction des consommations de chaleur par logement et le développement des EnR en nombre d'équipement. Les consommations de produits pétroliers et le gaz diminuent fortement.
- **Mobilité des voyageurs** : les consommations de produits pétroliers diminuent très largement par le développement à part égale des biocarburants (« autres EnR thermiques ») et de l'électrification des véhicules.
- **Industrie** : le secteur industriel est celui dont la réduction de consommation est la plus faible (-31% en 2050 par rapport à 2022). La décarbonation du secteur passe par une forte électrification des process (la consommation d'électricité double entre 2050 et 2022), un développement des EnR thermique mais également par le déploiement de solution hydrogène et le verdissement du gaz consommé.

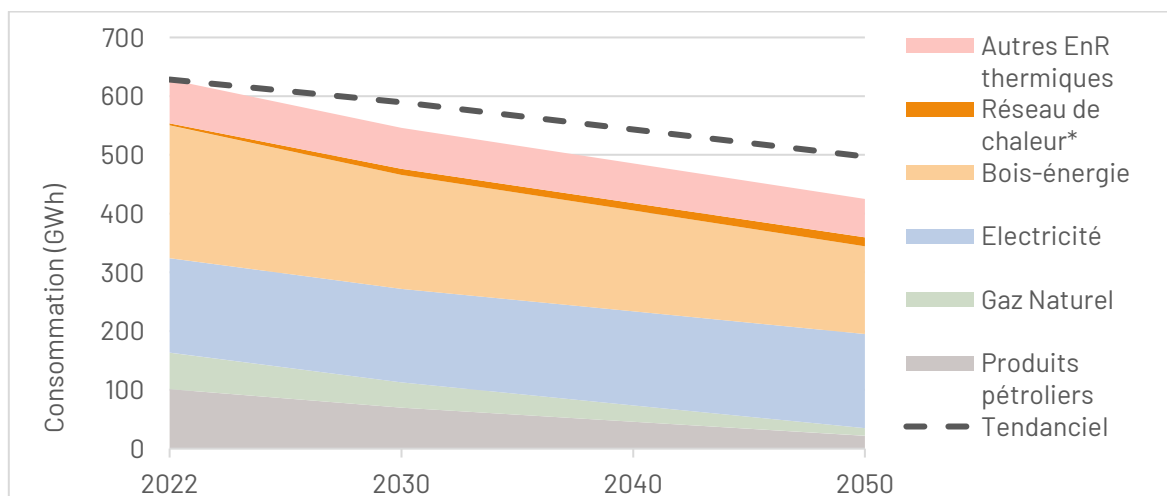


Figure 38 : Trajectoire de consommation par type d'énergie consommé pour le secteur résidentiel - scénario Démonstrateur

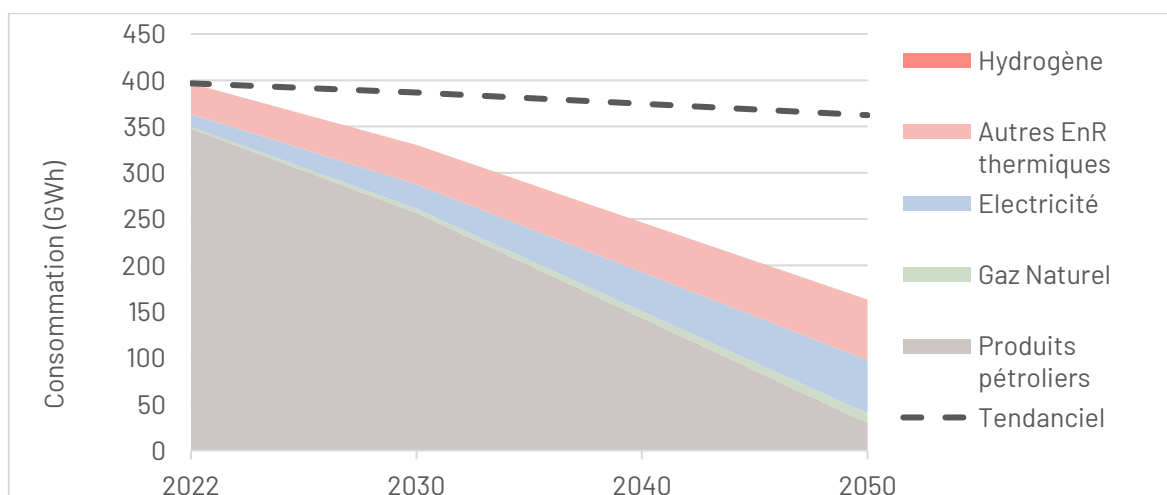


Figure 39 : Trajectoire de consommation par type d'énergie pour le secteur transport (mobilité voyageurs) - scénario Démonstrateur

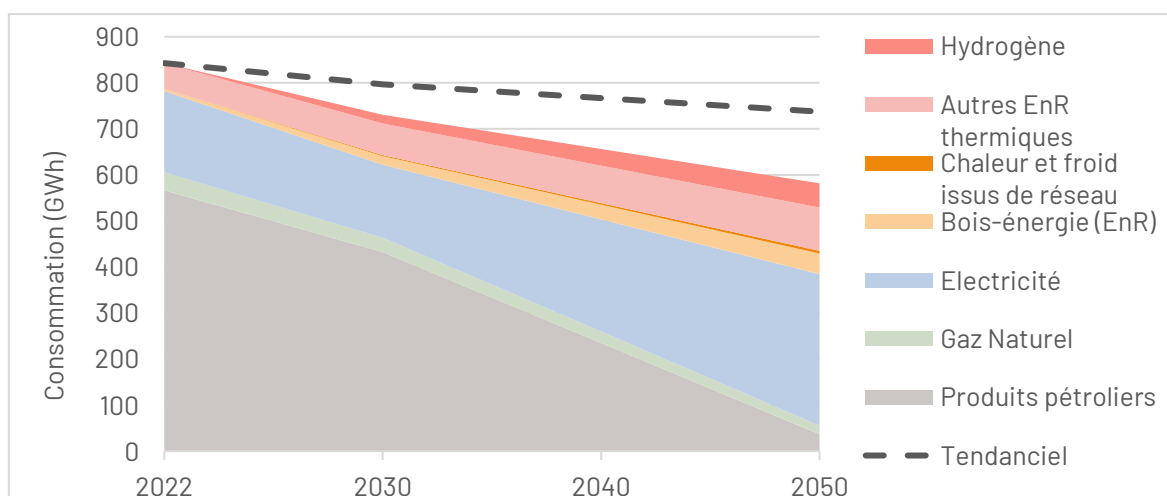


Figure 40 : Trajectoire de consommation par type d'énergie consommé pour le secteur industrie - scénario Démonstrateur



2.3.2. Trajectoire de développement des productions EnR&R du scénario démonstrateur

Les développements EnR&R considérés dans la trajectoire de production des énergies renouvelables sont les suivants :

Filière	Hypothèses 2050
<i>Eolien</i>	<u>D'ici 2030 :</u> • Parc existant du Haut des Ailes 1&2 : 8 mâts de 2 MW • Développement d'un parc de 6 mâts de 3MW <u>De 2030 à 2050 :</u> • Repowering du parc du Hauts des Ailes : 5 mâts de 5 MW • Repowering du parc pré 2030 : 4 mâts de 5 MW • Développement de 2 parcs supplémentaires de 5 mâts chacun de 5 MW → Au total en 2050 : 19 mâts pour 95 MW installés produisant 228 GWh
<i>Photovoltaïque au sol</i>	• Centrale existante de Hesse (4 MWc) • Développement de 4 centrales supplémentaires entre 5 et 10 MWc dont une centrale avant 2030 • Développement de 4 centrales supplémentaires supérieures à 10 MWc dont une avant 2030 → Au total en 2050 : 9 centrales au sol pour 64 MWc installés produisant 77 GWh
<i>Photovoltaïque en ombrière</i>	• Réalisation du projet de 13,5 MWc à Abreschviller • <u>Parkings >1500 m²</u> : accélération, des projets photovoltaïques sur ombrière de parkings de surface supérieure à 1500 m² induits par l'application de la loi d'accélération des énergies renouvelables : 40% des parkings équipés en 2030 puis 75% en 2050 (soit une soixantaine de parkings) • <u>Parkings 1000 - 1500 m²</u> : 20% des parkings équipés en 2050 (soit une dizaine de parkings). La priorité est donnée à la végétalisation des parkings sur ce segment de projet mais dans une moindre mesure que S1. → Au total en 2050 : environ 70 parkings équipés pour 32 MWc installés produisant 44 GWh
<i>Photovoltaïque sur toiture</i>	• Grands projets agricoles, industriels, tertiaires >500kWc : 15% des toitures équipées • Bâtiments agricoles, industriels et tertiaires <500kWc : 22% des toitures équipées • Bâtiments résidentiels : 10% des toitures équipées → Au total en 2050, environ 6 000 toitures équipées pour 113 MWc installés produisant 132 GWh
<i>Agrivoltaïsme</i>	• Réalisation du projet de Réchicourt (39MWc, 50ha) avant 2030 • Réalisation d'1/4 des projets de la file d'attente 2025 où les projets ont une taille moyenne de 20 MWc, soit 2 centrales avant 2030 • Développement de 3 centrales supplémentaires après 2030 mais de taille plus modeste (environ 10 MWc) → Au total en 2050, 6 centrales pour 113 MWc installés produisant 142 GWh

Hydroélectricité	Aucun développement
Méthanisation en cogénération	• 4 unités existantes • Aucun développement ➔ Au total en 2050, 4 unités injectant 8 GWh d'électricité et valorisant 4 GWh de chaleur
Méthanisation en injection	• 1 unité existante produisant 17 GWh • Développement d'une unité territoriale supplémentaire (180 Nm³/h) avant 2030 • Développement de 2 unités territoriales supplémentaires (210 Nm³/h chacune) entre 2030 et 2050 ➔ Au total en 2050, 4 unités injectant 70 GWh de biogaz
Solaire thermique	• <u>Hors RCU</u> : le rythme de développement annuel est multiplié par 3,5 par rapport au rythme tendanciel • <u>Centrale collective sur RCU</u> : développement de 3 centrales collectives raccordée sur RCU (dont celle de 6 GWh en projet sur le RCU de Sarrebourg) pour une production de 16 GWh ➔ Au total en 2050, une production solaire thermique de 21 GWh dont 16 GWh sur RCU
Bois énergie	• Prise en compte des trajectoires de réduction des besoins en chaleur • <u>Hors RCU</u> : 200 GWh. Calage sur les hypothèses de substitution des produits pétroliers (PP) et du gaz de la trajectoire de consommation : ➤ Résidentiel : PP/bois 20%, gaz/bois 15% ➤ Tertiaire : PP/bois 5%, gaz/bois 5% ➤ Industrie : PP/bois 10%, gaz/bois 10% • <u>Chaufferies bois sur RCU</u> : 29 GWh • Au total en 2050, une production bois-énergie de 230 GWh
Réseau de chaleur	• Extension du RCU de Sarrebourg • Création de 5 RCU supplémentaires • <u>Approvisionnement</u> : taux d'EnR de 95% soit une production de 45 GWh EnR ➤ Bois-énergie : 29 GWh ➤ Solaire thermique : 16 GWh ➔ Au total en 2050, une production EnR de 45 GWh livrée en RCU
PAC géothermique et aérothermique	• Prise en compte des trajectoires de réduction des besoins en chaleur • Calage sur les hypothèses de mix énergétique de la trajectoire de consommation : ➤ Résidentiel : 20% ➤ Tertiaire : 10% ➤ Industrie : 10% • Augmentation de la part géothermie : 30% de PAC géothermique ➔ Au total en 2050, les PAC produisent 113 GWh de chaleur
Chaleur fatale	• Prise en compte de la trajectoire de réduction des consommations énergétiques industrielles : -31% • Développement de 90% du potentiel de récupération identifié ➔ Au total en 2050, 58 GWh de chaleur fatale valorisée

Le scénario tendanciel des productions EnR&R permet d'atteindre :

- En 2030 : une production de 695 GWh ($\times 1,5/2022$), soit 33% de la consommation ;
- En 2050 : une production de 1 130 GWh ($\times 2,5/2022$), soit 78% de la consommation.

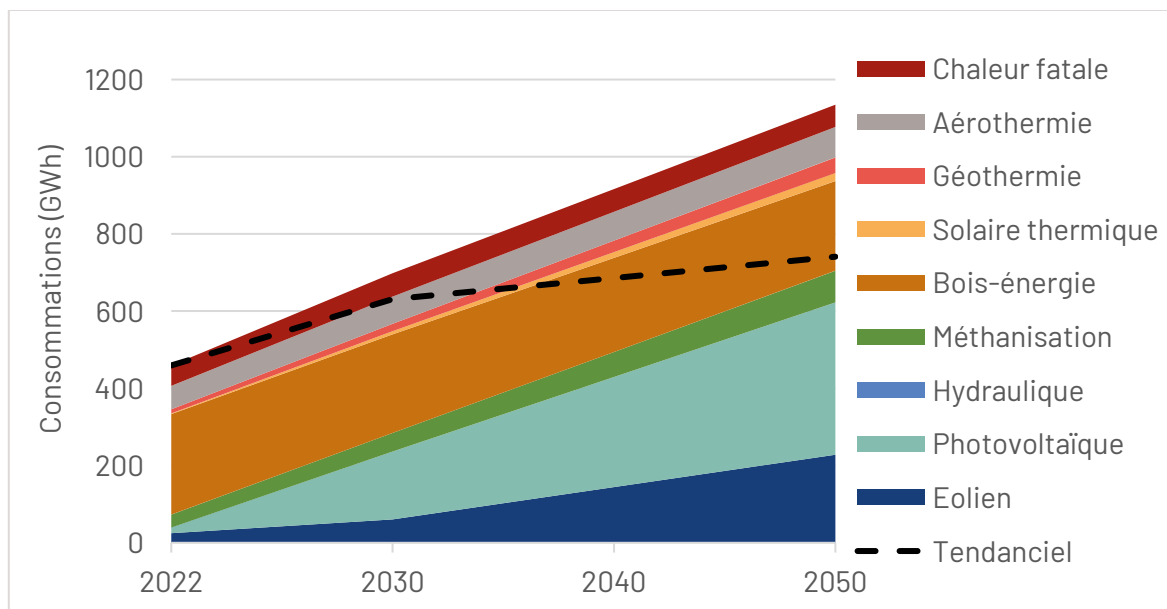


Figure 41 : Trajectoire de développement des productions EnR&R par filière – scénario Démonstrateur

Les 1 130 GWh de production EnR&R en 2050 se répartissent de la manière suivante :

- 430 GWh de chaleur renouvelable ;
- 630 GWh d'électricité renouvelable ;
- 70 GWh de biogaz.

Ainsi, en 2050, les productions EnR&R sont répartis de la manière suivante :

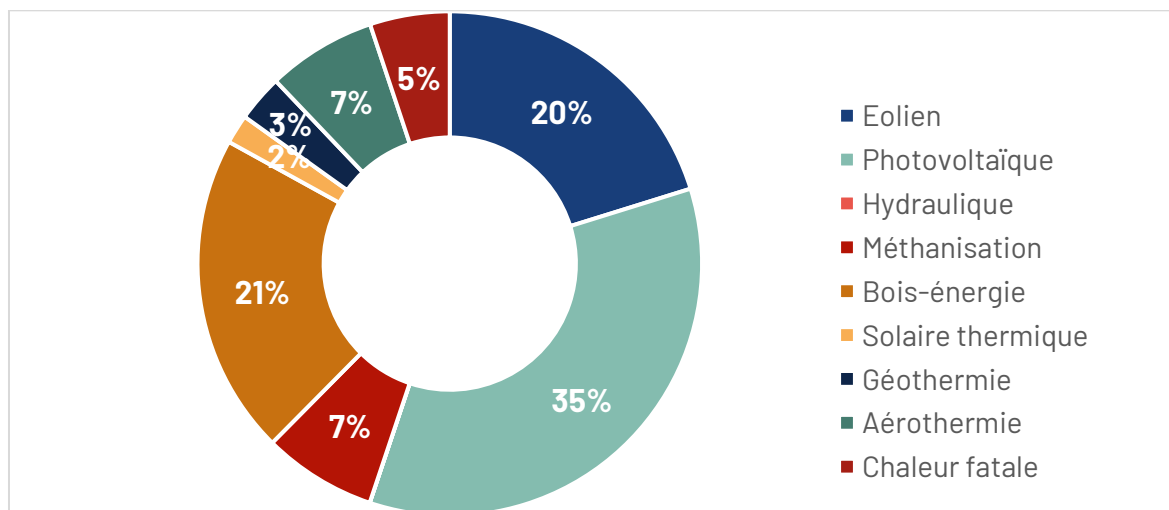


Figure 42 : Répartition des productions EnR&R en 2050 - scénario Démonstrateur

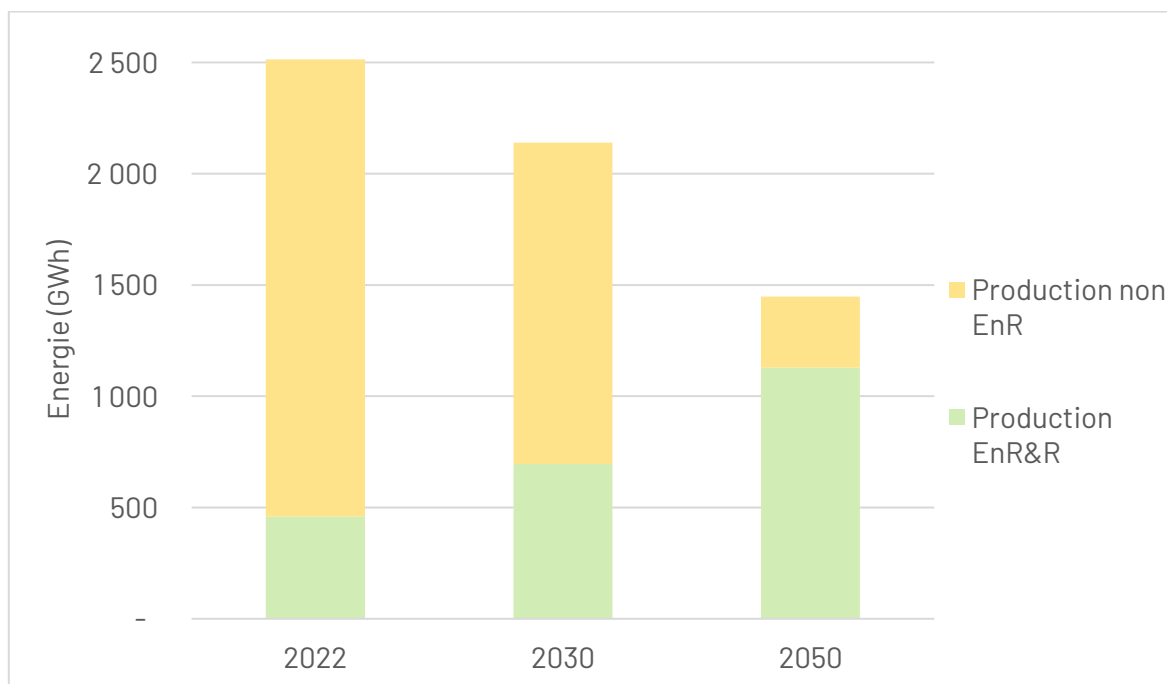


Figure 43 : Evolution de la couverture EnR&R dans le mix énergétique – scénario Démonstrateur

En 2050, les couvertures EnR&R par vecteur énergétiques sont les suivantes :

- Taux EnR mix électrique : 92% ;
- Taux EnR mix chaleur (hors gaz et électricité) : 85% ;
- Taux EnR mix gaz : 99%.

Les graphiques suivants présentent les trajectoires de développement des productions EnR&R par vecteur d'énergie. Les points notables sont les suivants :

- **Electricité** : la filière photovoltaïque et ses différentes typologies de projet représente 63% des productions d'électricité renouvelables en 2050 (dont une part égale produite sur les toitures et par l'agrivoltaïsme à environ 20% chacun). La filière éolienne produit 36% d'électricité renouvelables répartis sur un nombre bien plus faible de projet (4 parcs).
- **Gaz** : la production de biométhane est multipliée par 4 entre 2050 et 2022 permettant de couvrir la quasi-totalité des consommations gaz.
- **Chaleur (hors électricité et gaz)** : concernant les productions de chaleur renouvelable, deux dynamiques sont à l'œuvre en parallèle, contenant la production à un volume quasi-identique. Dans la réalité, les équipements EnR thermiques se développent largement en nombre (PAC géothermique et aérothermique, chauffage bois-énergie, logements raccordés aux réseaux de chaleur, ...) mais la production de chaleur renouvelable totale est maintenue au niveau 2030 par la réduction des besoins par logement. Les réseaux de chaleur se développent en points de livraison et système de production associé dans un premier temps, puis la réduction des besoins de chaleur implique un raccordement grandissant de logements à capacité de production (chaufferies biomasses, centrales solaires thermiques) constante.

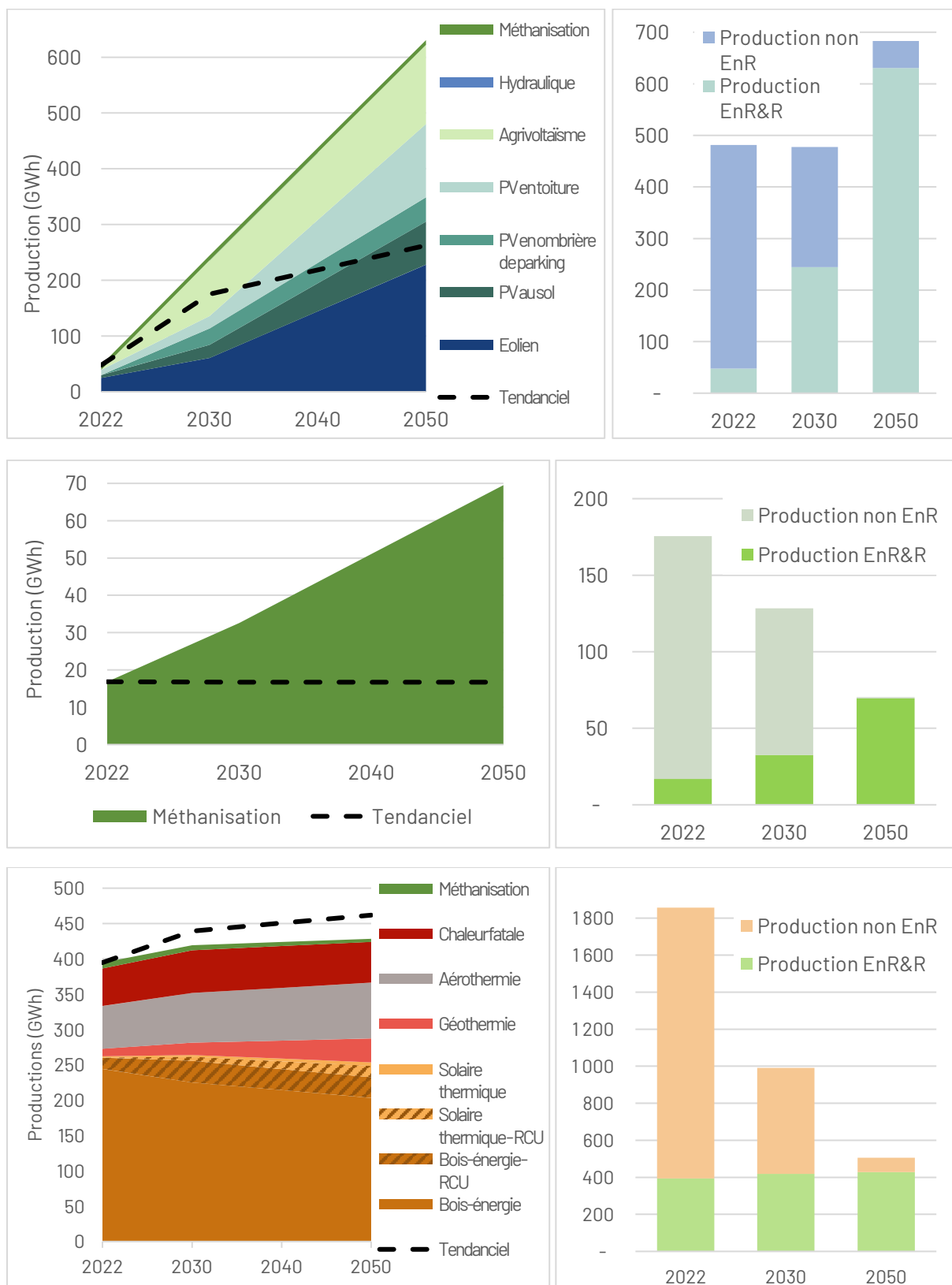


Figure 44 : Trajectoire de développement des EnR et taux de couverture EnR par vecteur énergétique – scénario Démonstrateur

Les trajectoires de développement ci-dessous nécessitent les capacités d'investissements suivantes :

	Scénario démonstrateur
Eolien	155 M€
PV au sol	45 M€
PV en ombrière	25 M€
PV toiture	170 M€
AgriPV	105 M€
TOTAL ELEC	500 M€
Méthanisation en injection	20 €
TOTAL GAZ	20 €
Solaire thermique	30 M€
RCU (hors moyens de production)	9 M€
Bois-énergie	40 M€
PAC géothermique	40 M€
PAC aérothermique	50 M€
TOTAL CHALEUR	170 M€
TOTAL	690 M€

2.3.3. Comparaison avec les scénarii-cadres

Les graphiques ci-dessous comparent la trajectoire du scénario démonstrateur aux trajectoires des scénarii-cadres :

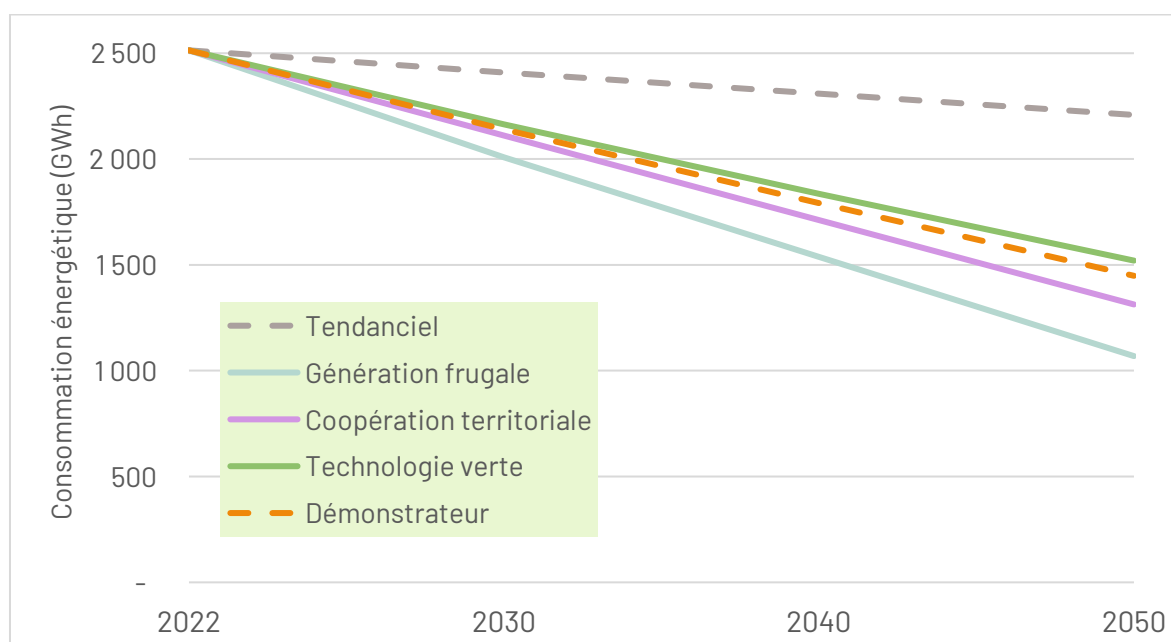


Figure 45 : Trajectoire de réduction des consommations énergétiques des scénarii

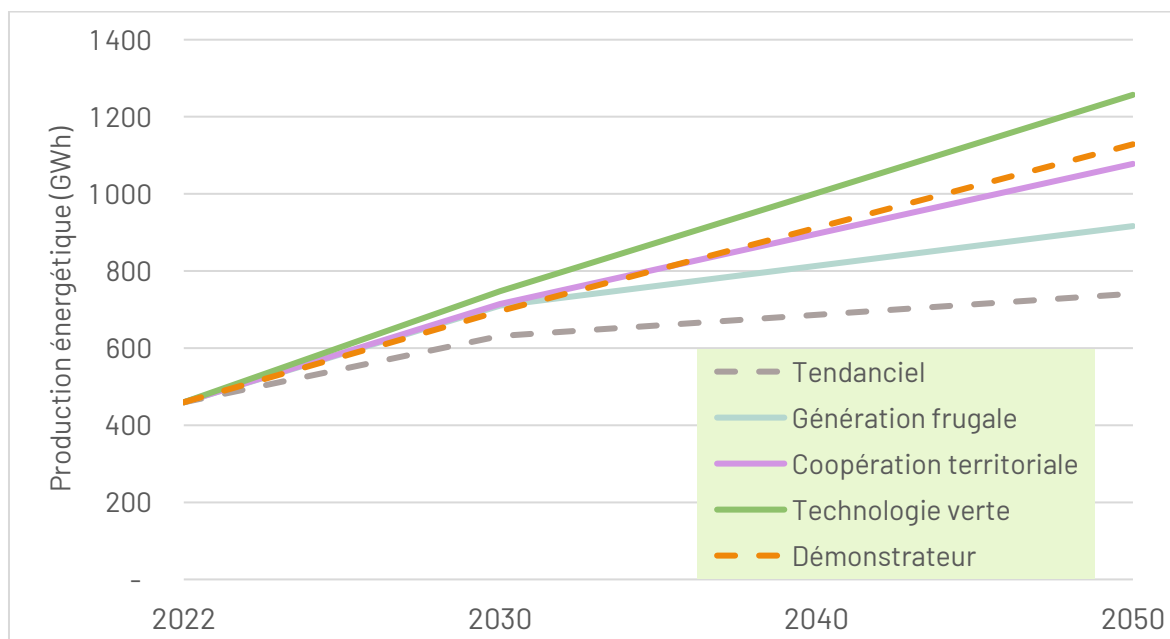


Figure 46 : Trajectoire de développement des productions EnR&R des scénarii

2.3.4. Perspective de plan d'actions

Afin d'amorcer la mise en œuvre opérationnelle de la stratégie de réduction des consommations énergétiques et de développement des productions EnR&R sur le territoire, une base de données d'actions a été développée avec les acteurs et partenaires du territoire. Celle-ci constitue un premier outil d'aide à la mise en œuvre et a pour but d'évoluer et d'être enrichi durant la vie du schéma.

3. Annexes

3.1. Annexe I : hypothèses de coûts d'investissements (CAPEX)

	CAPEX	Unité	Source
PV sur toiture résidentielle 9kWc	2 294	€TTC/kWc	Coûts des EnR en France -ADEME édition 2022
PV sur moyennes toitures 36-100 kWc	1 115	€HT/kWc	
PV sur grandes toitures 100-500 kWc	1 190	€HT/kWc	
PV sur grandes toitures 500-2500 kWc	1 080	€HT/kWc	
Ombrière 250 kWc	1 342	€TTC/kWc	Coûts et rentabilités du grand photovoltaïque en métropole continentale – CRE
Ombrière 500 kWc	1 239	€TTC/kWc	
PV au sol 5-10 MWc	858	€HT/MWh	Coûts des EnR en France -ADEME édition 2022
PV au sol 10-30 MWc	741	€HT/MWh	
AgriPV 2 MWc	1 067	€HT/MWh	Estimation moyenne à partir des hypothèses de CAPEX PV sol et ombrière
AgriPV 10 MWc	977	€HT/MWh	
AgriPV >20 MWc	919	€HT/MWh	
Eolien terrestre	1 370	€HT/kW	Coûts des EnR en France -ADEME édition 2022
Méthanisation en injection <150 nm3/h	503	€HT/MWh	
Méthanisation en injection 150-300 nm3/h	379	€HT/MWh	
Bois-énergie individuel	588	€TTC/MWh	
Bois-énergie collectif 500-3000 kW	1 280	€HT/kW	
Réseau de chaleur (canalisations)	450	€HT/ml	Base de données AEC
Réseau de chaleur (sous-stations)	25 000	€HT/sous-station	
Solaire thermique individuelle (CESI)	1 281	€TTC/m2	Coûts des EnR en France -ADEME édition 2022
Solaire thermique au sol >5000m2	400	€HT/m2	
Géothermie sur sonde	1 418	€TTC/MWh	
PAC aérothermique air/air 5 kW	1 140	€TTC/MWh	

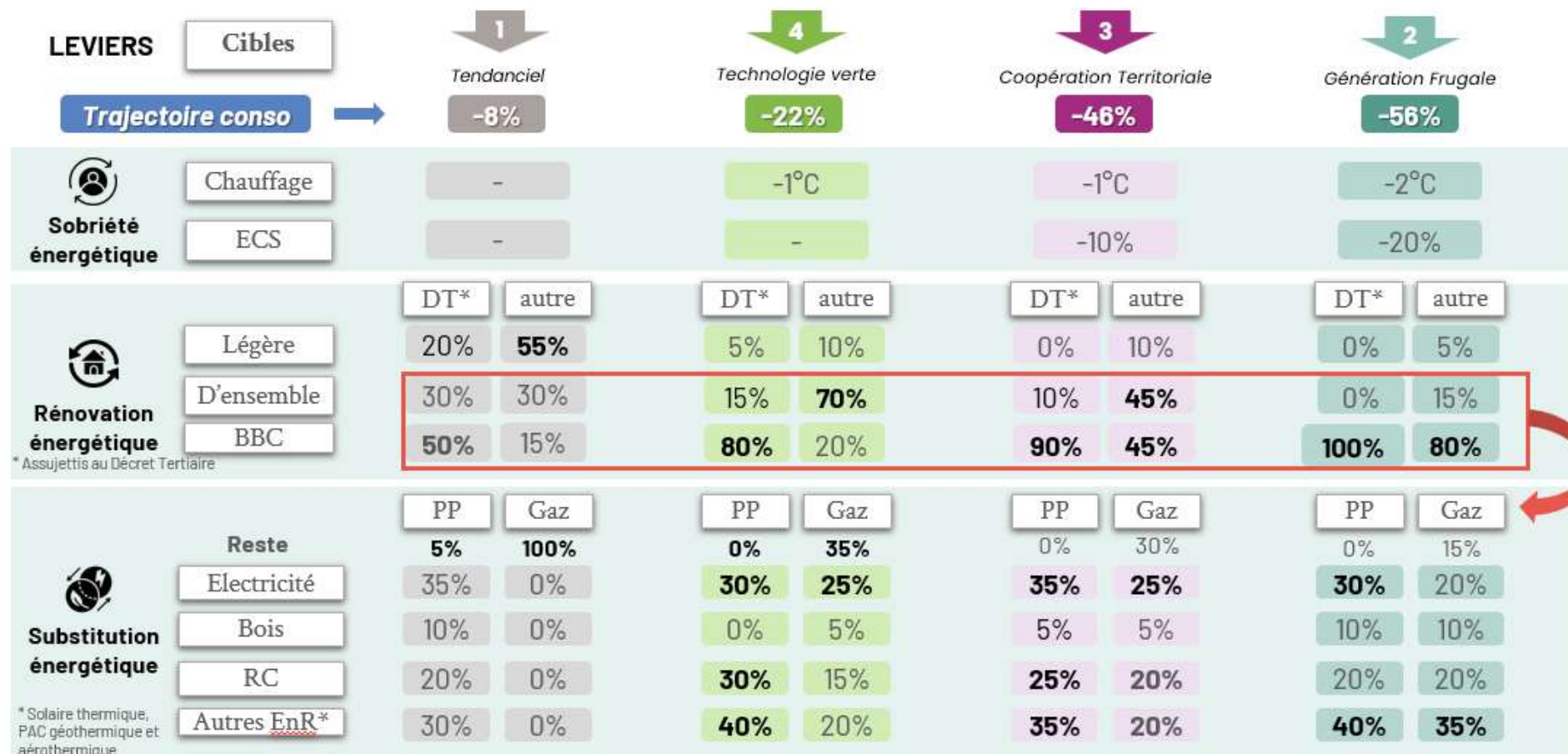
3.2. Annexe 2 : paramétrisation des scénarii-cadres de consommations énergétiques

Secteur résidentiel

LEVIERS		Cibles	1 Tendanciel	4 Technologie verte	3 Coopération Territoriale	2 Génération Frugale
Trajectoire conso			-20%	-35%	-41%	-50%
 Sobriété énergétique	Chauffage		-	-1°C	-1°C	-2°C
	ECS		-	-	-10%	-20%
 Rénovation énergétique	Légère		55%	10%	10%	5%
	D'ensemble		30%	70%	45%	15%
	BBC		15%	20%	45%	80%
 Substitution énergétique	Reste	PP	15%	10%	5%	0%
		Gaz	25%	20%	10%	5%
	Electricité		25%	30%	25%	10%
	Bois		15%	10%	20%	35%
	RC		10%	20%	20%	15%
Autres EnR*			35%	30%	30%	40%
		Gaz	30%	35%	35%	35%

* Solaire thermique, PAC géothermique et aérothermique

Secteur tertiaire



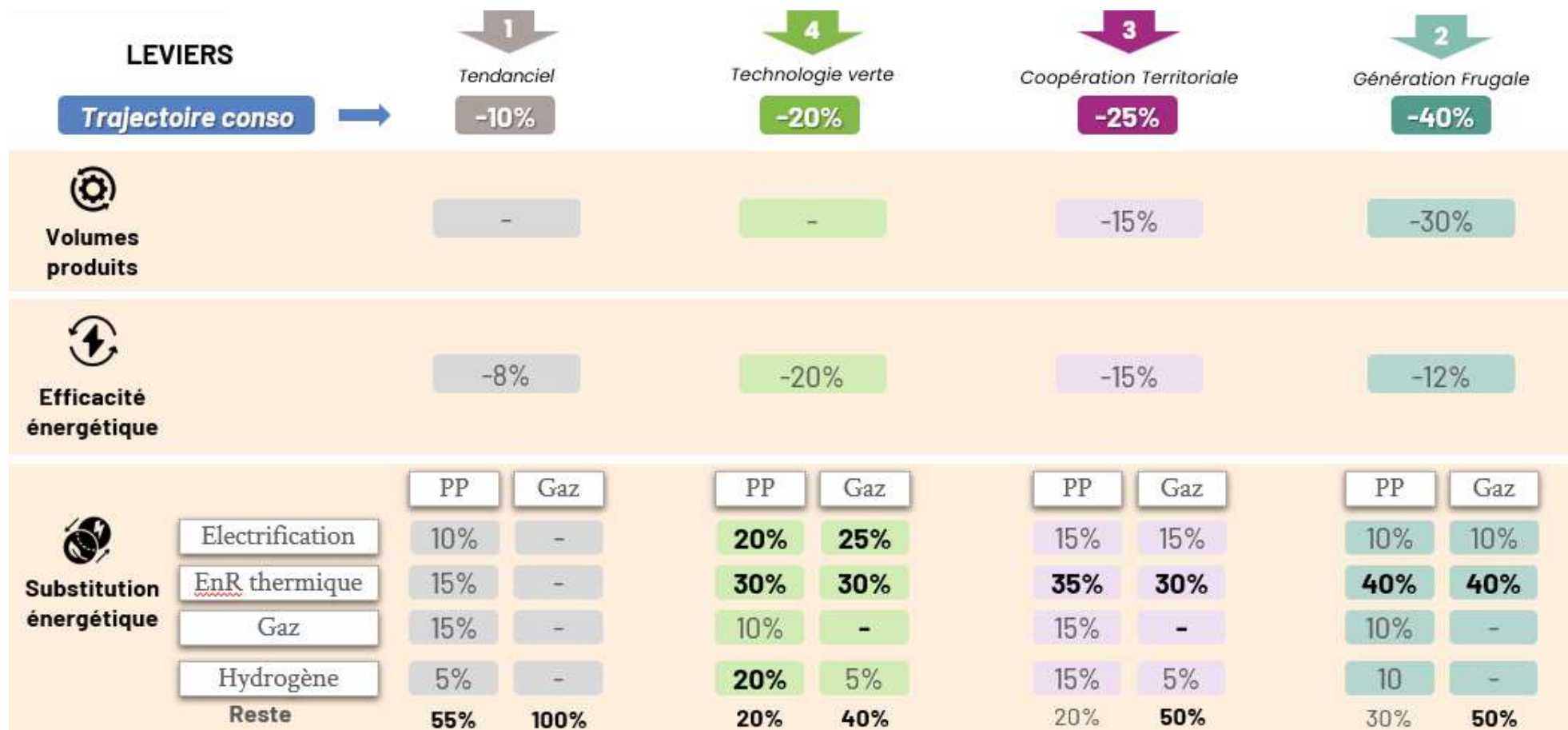
Secteur transports – mobilité des personnes

LEVIERS		Cibles	1	4	3	2			
			Tendanciel	Technologie verte	Coopération Territoriale	Génération Frugale			
Trajectoire conso			-10%	-52%	-68%	-78%			
	Déplacements	+20%	+15%	-5%	-20%				
	Covoiturage	1,5 p/v	1,8 p/v	1,9 p/v	2 p/v				
	Bus	-	4%	8%	20%				
	Train	-	10%	20%	25%				
	Mobilité douce	2%	1%	8%	10%				
* Depuis la voiture vers ...									
		VP	Bus	VP	Bus	VP	Bus		
	Electrification	20%	-	60%	50%	50%	-	40%	25%
	GNV	-	-	5%	50%	2%	50%	-	-
	Hydrogène	-	-	1%	-	-	-	-	-

Secteur industrie - cimenterie



Secteur industrie – hors cimenterie





3.3. Annexe 3 : paramétrisation des scénarii-cadres de production EnR&R

Eolien

Niveau d'ambition	0  <i>Situation actuelle</i>	1  <i>Tendanciel</i>	2  <i>Développement maîtrisé</i>	3  <i>Développement ambitieux</i>	4  <i>Développement massif</i>
	Production 2022	Scénario tendanciel	Scénario Génération Frugale	Scénario Coopération Territoriale	Scénario Technologie Verte
Parcs éolien	2% gisement net 1 parc - 8 mâts - 16 MW	5% du gisement net 2 parcs - 8 mâts - 30 MW	9% du gisement net 3 parcs - 12 mâts - 50 MW	12% du gisement net 3 parcs - 13 mâts - 62 MW	25% du gisement net 4 parcs - 25 mâts - 127 MW
	25 GWh/an	64 GWh/an	112 GWh/an	144 GWh/an	306 GWh/an
	- 1 parc existant de 8 mâts	<u>D'ici 2050 :</u> - Repowering du parc existant (4 mâts de 4,5 MW) - 1 parc de 4 mâts de 3 MW supplémentaire	<u>D'ici 2050 :</u> - Repowering du parc existant (4 mâts de 5 MW) - 1 parcs de 4 mâts de 3MW supplémentaires - 1 parcs de 4 mâts de 4,5 MW supplémentaires	<u>D'ici 2050 :</u> - Repowering du parc existant (4 mâts de 5 MW) - 1 parcs de 5 mâts de 3 MW supplémentaire d'ici 2030 avec repowering d'ici 2050 (3 mâts de 5 MW) - 1 parc de 6 mâts de 4,5 MW supplémentaire	<u>D'ici 2050 :</u> - Repowering du parc existant (5 mâts de 5 MW) - 1 parcs de 8 mâts de 3MW supplémentaire d'ici 2030 avec repowering d'ici 2050 (4 mâts de 5,5 MW) - 2 parcs de 8 mâts de 5 MW supplémentaires
Investissements		41 M€ HT	69 M€ HT	105 M€ HT	207 M€ HT



Photovoltaïque au sol

Niveau d'ambition	0 Situation actuelle	1 Tendanciel	2 Développement maîtrisé	3 Développement ambitieux	4 Développement massif
	Production 2022	Scénario tendanciel	Scénario Génération Frugale	Scénario Coopération Territoriale	Scénario Technologie Verte
Centrale PV au sol	1 % gisement net 1 centrale au sol	4 % du gisement net 3 centrales au sol – 14 MWc	8 % du gisement net 6 centrales au sol – 29 MWc	12 % du gisement net 8 centrales au sol – 44 MWc	20 % du gisement net 9 centrales au sol – 74 MWc
	5 GWh/ an	17 GWh/an	35 GWh/an	53 GWh/an	89 GWh/an
	- 1 centrale existante de 4MWc (centre d'enfouissement de Hesse)	<u>D'ici 2050 :</u> - Centrale existante - <u>Centrale entre 5 et 10 MWc : 2 supplémentaires</u> - <u>Centrale autour de 10 MWc : 0</u>	<u>D'ici 2050 :</u> - Centrale existante - <u>Centrale entre 5 et 10 MWc : 5 supplémentaires</u> - <u>Centrale autour de 10 MWc : 0</u>	<u>D'ici 2050 :</u> - Centrale existante - <u>Centrale entre 5 et 10 MWc : 6 supplémentaires</u> - <u>Centrale autour de 10 MWc : 1 supplémentaire</u>	<u>D'ici 2050 :</u> - Centrale existante - <u>Centrale entre 5 et 10 MWc : 2 supplémentaires</u> - <u>Centrale autour de 10 MWc : 6 supplémentaires</u>
Investissement		8,5 M€ HT	21 M€ HT	33 M€ HT	53 M€ HT



Photovoltaïque en ombrière sur parking

Niveau d'ambition	 <i>Situation actuelle</i>	 <i>Tendanciel</i>	 <i>Développement maîtrisé</i>	 <i>Développement ambitieux</i>	 <i>Développement massif</i>
	Production 2022	Scénario tendanciel	Scénario Génération Frugale	Scénario Coopération Territoriale	Scénario Technologie Verte
Centrale PV en ombrière	0 % gisement net 0 parking	35 % du gisement net 23 parkings équipés	50 % du gisement net 45 parkings équipés	58 % du gisement net 60 parkings équipés	66 % du gisement net 68 parkings équipés
	0 GWh/ an	24 GWh/an	34 GWh/an	38 GWh/an	44 GWh/an
	- 1 projet de 3 ombrière en cours sur Abreschviller (13,5 MWc)	<u>D'ici 2050 :</u> - Projet en cours - $\geq 1500 m^2$: 25% des parkings - $1000 - 1500 m^2$: 5%	<u>D'ici 2050 :</u> - Projet en cours - $\geq 1500 m^2$: 50% des parkings - $1000 - 1500 m^2$: 10% Beaucoup de végétalisation sur ce segment de projets	<u>D'ici 2050 :</u> - Projet en cours - $\geq 1500 m^2$: 60% des parkings - $1000 - 1500 m^2$: 30%	<u>D'ici 2050 :</u> - Projet en cours - $\geq 1500 m^2$: 75% des parkings - $1000 - 1500 m^2$: 20% On priorise les plus grands projets dans ce scénario
Investissement		8 M€ HT	15,5 M€ HT	20 M€ HT	23 M€ HT



Photovoltaïque sur toiture

Niveau d'ambition	0  Situation actuelle	1  Tendanciel	2  Développement maîtrisé	3  Développement ambitieux	4  Développement massif
	Production 2022	Scénario tendanciel	Scénario Génération Frugale	Scénario Coopération Territoriale	Scénario Technologie Verte
Centrale PV au sol	<1 % gisement net 700 toitures	3% du gisement net 1 800 toitures équipées	11% du gisement net 5 800 toitures équipées	11% du gisement net 6 000 toitures équipées	7% du gisement net 3 700 toitures équipées
	9 GWh/ an	35 GWh/an	125 GWh/an	132 GWh/an	82 GWh/an
	/	Poursuite du rythme actuel de développement = 600kWc/an	- Grands projets agricoles, industriels, tertiaires > 500 kWc : 15% - Bâtiments agricoles, industriels, tertiaires < 500 kWc : 20% - Résidentiels : 10%	- Grands projets agricoles, industriels, tertiaires > 500 kWc : 15% - Bâtiments agricoles, industriels, tertiaires < 500 kWc : 22% - Résidentiels : 10%	- Grands projets agricoles, industriels, tertiaires > 500 kWc : 8 % - Bâtiments agricoles, industriels, tertiaires < 500 kWc : 15% - Résidentiels : 5%
Investissement		33 M€ HT	160 M€HT	170 M€ HT	95 M€ HT



Agrivoltaïsme

Niveau d'ambition	0 Situation actuelle	1 Tendanciel	2 Développement maîtrisé	3 Développement ambitieux	4 Développement massif
	Production 2022	Scénario tendanciel	Scénario Génération Frugale	Scénario Coopération Territoriale	Scénario Technologie Verte
Parcs agriPV	0% gisement net Aucun parc réalisé	0,7 % du gisement net 4 parcs – 91 MW	0,9% du gisement net 15 parcs – 113 MW	0,9% du gisement net 6 parcs – 113 MW	1,2% du gisement net 7 parcs – 152 MW
	0 GWh/ an	114 GWh/an	142 GWh/an	142 GWh/an	203 GWh/an
	- 1 parc en projet	<u>D'ici 2050 :</u> - Réalisation du projet de Réchicourt (40 MWc) - 25% de la file attente 2025 : 3 centrales	<u>D'ici 2050 :</u> - Réalisation du projet de Réchicourt - 25% de la file attente 2025 : 3 centrales - 11 parcs de petite taille répartis dans plus d'exploitations de 1 ou 2 MWc	<u>D'ici 2050 :</u> - Réalisation du projet de Réchicourt - 25% de la file attente 2025 : 3 centrales - 2 parcs supplémentaires « moyens » autour de 10 MWc	<u>D'ici 2050 :</u> - Réalisation du projet de Réchicourt - 25% de la file attente 2025 : 3 centrales - 2 parcs supplémentaires « moyens » autour de 10/20 MWc - 1 parc supplémentaire de plus important de 30 MWc (limite haute de la Chambre d'Agriculture)
Investissement		85 M€ HT	108 M€ HT	107 M€ HT	141 M€ HT



Méthanisation en injection

Niveau d'ambition	0 Situation actuelle	1 Tendanciel	2 Développement maîtrisé	3 Développement ambitieux	4 Développement massif
	Production 2022	Scénario tendanciel	Scénario Génération Frugale	Scénario Coopération Territoriale	Scénario Technologie Verte
Méthanisation en injection	34 % gisement net 1 méthanisation collective	34% du gisement net 1 méthanisation collective	44% du gisement net 1 méthanisation collective 2 méthanisations à la ferme	81% du gisement net 3 méthanisations collectives 1 méthanisation à la ferme	90% du gisement net 4 méthanisations collectives
	17 GWh/ an	17 GWh/an	31 GWh/an	62 GWh/an	70 GWh/an
	- Installation METHAPHALS (Phalsbourg)	<u>D'ici 2050 :</u> - Méthanisation existante - Aucun développement supplémentaire	<u>D'ici 2050 :</u> - Méthanisation existante - 2 unités à la ferme supplémentaires de 80 Nm3/h	<u>D'ici 2050 :</u> - Méthanisation existante - 2 unités collectives supplémentaires de 210 Nm3/h - 1 unité à la ferme supplémentaires de 100 Nm3/h	<u>D'ici 2050 :</u> - Méthanisation existante - 3 unités collectives supplémentaires de 180 à 210 Nm3/h
Investissement		- M€ HT	7 M€HT	18 M€ HT	20 M€ HT



Bois-énergie – hors réseau de chaleur

Niveau d'ambition	0 Situation actuelle	1 Tendanciel	2 Développement maîtrisé	3 Développement ambitieux	4 Développement massif
	Production 2022	Scénario tendanciel	Scénario Génération Frugale	Scénario Coopération Territoriale	Scénario Technologie Verte
Bois-énergie hors réseau	120% gisement net*	86% du gisement net*		94% du gisement net*	
	383 GWh/ an	239 GWh/an		268 GWh/an	
		Baisse des consommations : ➤ Chauffage : -30% ➤ ECS : -6%		Baisse des consommations : ➤ Chauffage : -52% ➤ ECS : -22%	
		Substitution produits pétroliers /bois : ➤ Rési : 15% ➤ Tert : 10% ➤ Indus : 10%	Substitution gaz/bois : ➤ Rési : 15% ➤ Tert : - ➤ Indus : -	Substitution produits pétroliers /bois : ➤ Rési : 35% ➤ Tert : 10% ➤ Indus : 20%	Substitution gaz/bois : ➤ Rési : 35% ➤ Tert : 10% ➤ Indus : 20%
Investissement		40 M€ HT		90 M€ HT	

*RCU compris



Solaire thermique – hors réseau de chaleur

Niveau d'ambition	0 Situation actuelle	1 Tendanciel	2 Développement maîtrisé	3 Développement ambitieux	4 Développement massif
	Production 2022	Scénario tendanciel	Scénario Génération Frugale	Scénario Coopération Territoriale	Scénario Technologie Verte
Solaire thermique hors RCU	3% gisement net*	13% du gisement net*	24% du gisement net*	30% du gisement net*	34% du gisement net*
	2 GWh/ an	3 GWh/an	4 GWh/an	5,5 GWh/an	5,3 GWh/an
	Rythme de 30 MWh/an depuis 2010	Poursuite du rythme de 30 MWh/an	x2,5 par rapport au rythme tendanciel	x3,5 par rapport au rythme tendanciel	x4 par rapport au rythme tendanciel
Investissement		5 M€ HT	12 M€HT	16 M€ HT	15 M€ HT

*RCU compris



Réseau de chaleur

Niveau d'ambition	0 Situation actuelle	1 Tendanciel	2 Développement maîtrisé	3 Développement ambitieux	4 Développement massif
	Production 2022	Scénario tendanciel	Scénario Génération Frugale	Scénario Coopération Territoriale	Scénario Technologie Verte
Réseau de chaleur	8% gisement net	42% du gisement net	35% du gisement net	49% du gisement net	64% du gisement net
	7 GWh/ an	43 GWh/an	34 GWh/an	48 GWh/an	62 GWh/an
	1 RCU	- Extension RCU de Sarrebourg - Approvisionnement : 90 % EnR - Bois-énergie : 33 GWh - Solaire thermique : 6 GWh	- Extension RCU de Sarrebourg • Création de 5 RCU supplémentaires - Approvisionnement : 95 % EnR - Bois-énergie : 20 GWh - Solaire thermique : 12 GWh	- Extension RCU de Sarrebourg • Création de 5 RCU supplémentaires - Approvisionnement : 95 % EnR - Bois-énergie : 30 GWh - Solaire thermique : 15 GWh	- Extension RCU de Sarrebourg • Création de 5 RCU supplémentaires - Approvisionnement : 95 % EnR - Bois-énergie : 41 GWh - Solaire thermique : 18 GWh
Investissement		20 M€ HT	21 M€ HT	32 M€ HT	43 M€ HT



PAC géothermique et aérothermique

Niveau d'ambition	0  <i>Situation actuelle</i>	1  <i>Tendanciel</i>	2  <i>Développement maîtrisé</i>	3  <i>Développement ambitieux</i>	4  <i>Développement massif</i>
	Production 2022	Scénario tendanciel	Scénario Génération Frugale	Scénario Coopération Territoriale	Scénario Technologie Verte
PAC aérothermique et géothermique	60 % gisement net	139 % du gisement net	102 % du gisement net	131 % du gisement net	144 % du gisement net
	71 GWh/an	128 GWh/an	94 GWh/an	121 GWh/an	133 GWh/an
		Baisse des consommations : ➤ Chauffage : -30% ➤ ECS : -6%	Baisse des consommations : ➤ Chauffage : -62% ➤ ECS : -35%	Baisse des consommations : ➤ Chauffage : -52% ➤ ECS : -22%	Baisse des consommations : ➤ Chauffage : -48% ➤ ECS : -11%
	Développement de 4GWh/an	Poursuite du développement de 4GWh/an	Part dans le mix énergétique chauffage/ECS : ➤ Rési : 24% ➤ Tert : 14% Part dans le mix énergétique : ➤ Indus : 10%	Part dans le mix énergétique chauffage/ECS : ➤ Rési : 22% ➤ Tert : 12% Part dans le mix énergétique : ➤ Indus : 10%	Part dans le mix énergétique chauffage/ECS : ➤ Rési : 23% ➤ Tert : 16% Part dans le mix énergétique : ➤ Indus : 10%
Investissement		95 M€ HT	85 M€ HT	105 M€ HT	120 M€ HT