

# ETUDE POTENTIEL ET DEVELOPPEMENT DES ENERGIES RENOUVELABLES EN ALSACE

## Contexte

La loi sur la transition énergétique pour la croissance verte fixe, pour la France, de nouveaux objectifs pour les énergies renouvelables et de récupération (Enrs & R), dont la part dans la consommation totale doit être portée à 23 % en 2020 et 32 % en 2030.

Le Schéma Régional Climat Air Energie (SRCAE), approuvé en juin 2012, décline pour l'Alsace les engagements en matière de transition énergétique et notamment pour les énergies renouvelables et la maîtrise de l'énergie :

- L'objectif est de porter la part des énergies renouvelables à 26,5 % dans la consommation finale en 2020 Et 53,7 % en 2050 en Alsace ;
- La consommation énergétique finale devant quant à elle être divisée par deux entre 2009 et 2050.

Dans le cadre de la Conférence Régionale Energie Atmosphère en Alsace, la Région et l'ADEME ont souhaité se projeter en 2050, via une étude prospective visant à l'autonomie énergétique de l'Alsace. Il s'agit d'identifier le potentiel théorique maximal ainsi que l'ensemble des contraintes qui viennent peser sur le développement des filières Enrs & R.

Mise en garde à l'attention des lecteurs :

- l'étude ne couvre pas les questions de capacité d'intégration des énergies renouvelables aux réseaux de gaz et d'électricité, ni celles de l'adéquation entre la production horaire et la consommation, sur l'ensemble des jours de l'année ;
- les différentes hypothèses prises dans le cadre de ce travail sont détaillées dans le rapport final de l'étude ;

Une des principales hypothèses est celle de la consommation énergétique en 2050. Elle devait être fixée pour faire varier la production des Enrs & R. Nous avons choisi de retenir la consommation cible du SRCAE, soit une division par deux des consommations d'énergie en 2009.

## Objectifs

Dans le cadre de ce travail, trois scénarios ont été construits :

- Un scénario tendanciel qui reflète l'état des lieux énergétique en 2050 si les collectivités, les acteurs du territoire ne s'engagent pas davantage sur la voie de la transition énergétique (les choix d'énergie sont dictés sur une logique de marché ne favorisant pas les énergies renouvelables les plus vertueuses) ;
- Un scénario volontariste qui vise un objectif plausible de développement des filières sur le territoire compte tenu des potentiels et des dynamiques qui peuvent être engagées.
- Un scénario maximal tenant compte de toutes les contraintes qui s'appliquent aux différentes filières et qui maximise les productions sur les énergies renouvelables les plus vertueuses. La capacité financière des maîtres d'ouvrages, la concurrence avec les énergies fossiles et entre les filières ne sont pas prises en compte.

La déclinaison des trois scénarios (tendanciel, volontariste et maximal) à l'échelle des territoires doit également permettre d'éclairer les collectivités sur les capacités de leur territoire dans une perspective d'autonomie énergétique.

Les trois scénarios ont été construits avec l'hypothèse ambitieuse de réduction de la consommation énergétique citée plus haut.



# Etat des lieux des énergies renouvelables en 2012

\* 1 GWh = 86 tep

## 12 225 GWh/an\*

3 480 GWh/an de chaleur

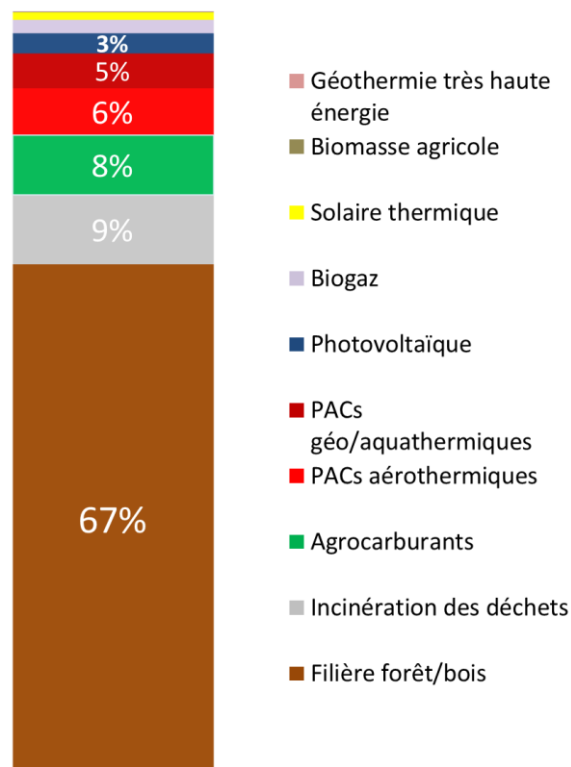
8 432 GWh/an d'électricité

313 GWh/an agrocarburants

GWh/an en 2012



Source : ASPA-2015110505-ID



La proportion des énergies renouvelables sur la consommation totale s'élève à **21,8% en 2012.**

## Méthodologie

Une méthodologie en 2 temps:

### 1. Le gisement maximum théorique de chaque filière est étudié indépendamment :

- les filières sur la chaleur renouvelable dépendent directement des besoins des bâtiments et équipements ainsi que des contraintes immuables : la présence des ressources pour la géothermie, l'orientation des toitures pour le solaire, les quantités de bois énergie disponibles en 2050 pour les chaudières bois et les poêles.
- Les filières de production d'électricité renouvelable ne sont pas rattachées à des besoins, il est donc possible de produire plus que les consommations d'électricité de l'Alsace.
- Le gisement maximum théorique s'étudie par filière indépendamment, il s'agit de chiffres très importants qui ne s'additionnent pas entre eux sous peine de voir les immeubles et les maisons équipés de plusieurs systèmes de chauffage et de production d'eau chaude sanitaire.
- Ils sont toutefois très intéressants puisqu'ils permettent de voir le potentiel global de chaque filière ainsi que la marge de manœuvre par rapport à la production à fin 2012.

### 2. Dans un deuxième temps, à partir de ces gisements maximums théoriques, des scénarios sont établis après application de différentes contraintes :

- les contraintes techniques essentiellement présentes sur le parc existant (emplacement des équipements, passage d'une foreuse pour la géothermie, etc.),
- les contraintes réglementaires (enjeux environnementaux, patrimoine culturel, risques naturels),
- les cibles technico-économiques (facilités d'intégration des systèmes à énergies renouvelables suivant le mode actuel de chauffage ou de production d'eau chaude sanitaire)
- les données socio-économiques (statut d'occupation des logements, revenu financier des ménages).

Trois scénarios ont été élaborés dans le cadre de cette étude :

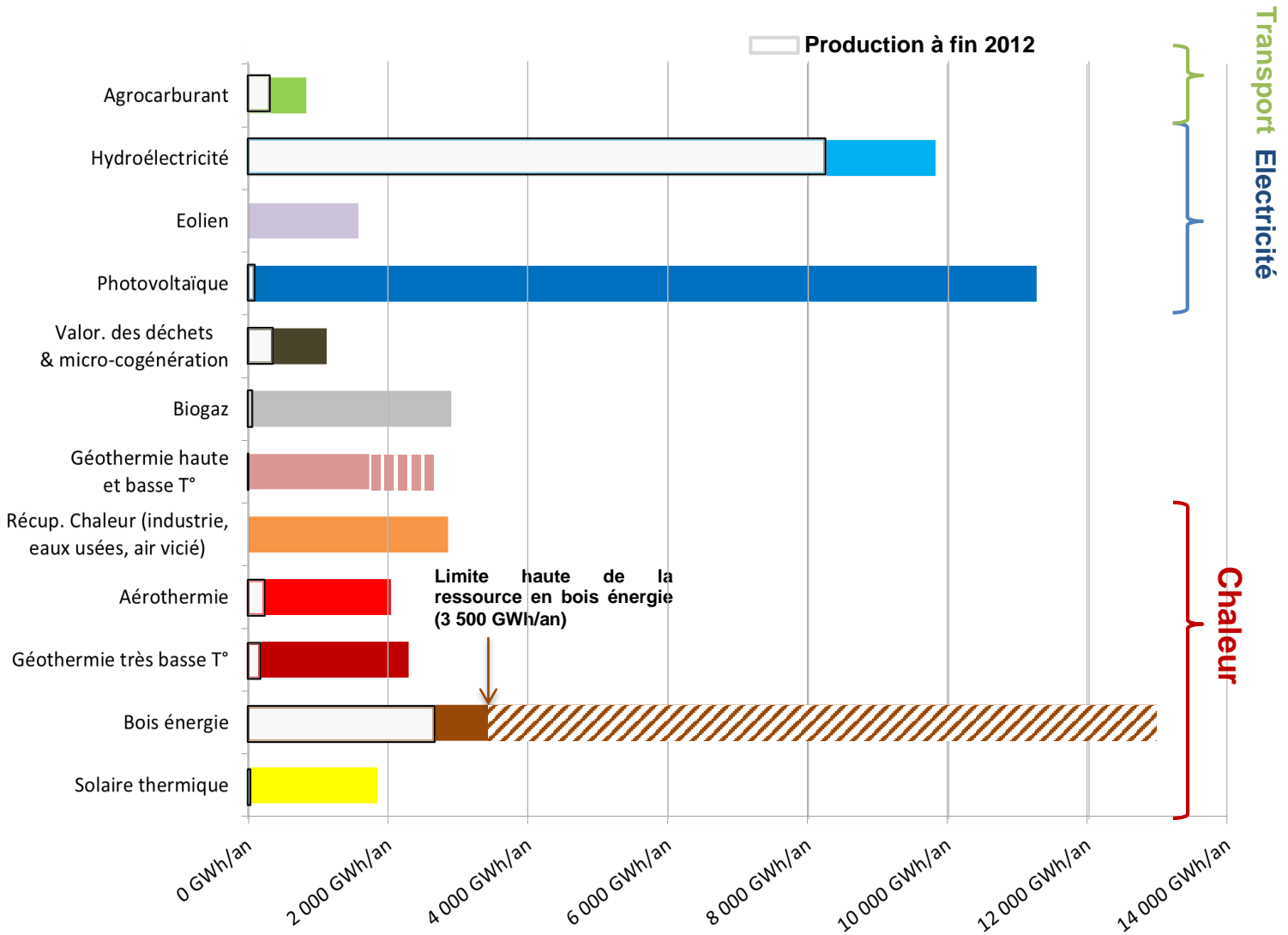
- Le scénario tendanciel
- Le scénario volontariste
- Le scénario maximal

# Potentiels – Les gisements maximums théoriques à l’horizon 2050

Les données des potentiels maximums théoriques, présentées ci-dessous, correspondent à toutes les installations qu’il est possible de réaliser sur le territoire en 2050, en ayant exclu toutes celles qui ne peuvent l’être, compte tenu des seules contraintes immuables que peuvent être la présence d’une ressource pour la géothermie ou encore l’orientation défavorable des toitures pour le solaire. Ce sont des chiffres **purement théoriques** et très ambitieux.

Il n’est pas possible de valoriser l’ensemble de ces gisements en totalité sous peine de voir plusieurs équipements redondants dans les maisons et les logements. Toutefois, pour chaque filière, il est intéressant d’étudier la marge de manœuvre qu’il subsiste et d’identifier les filières ayant le plus fort potentiel de développement.

## Production à fin 2012 et gisements théoriques maximums à 2050



La géothermie profonde (haute et basse température) représente un enjeu pour l’Alsace ; avec seulement 13 projets en cours, le potentiel théorique est pratiquement équivalent à la filière solaire thermique. Le potentiel est sûrement bien supérieur, mais actuellement non connu (le graphique ci-dessus fait apparaître des pointillés pour signaler un gisement supérieur, mais non défini précisément).

De nombreuses filières sont actuellement sous-exploitées (les filières solaire thermique et photovoltaïque, la géothermie très basse énergie, la récupération de chaleur, etc.). Le potentiel en géothermie très basse énergie mérite d’être beaucoup plus privilégié face à l’aérothermie moins performante sur le plan énergétique.

L’hydroélectricité est déjà bien exploitée, mais il subsiste un gisement non négligeable à valoriser.

Si le potentiel théorique du bois énergie en nombre d’installations et en production est très important (ligne hachurée du graphique) il n’en demeure pas moins limité par la ressource en combustible disponible en Alsace (limite indiquée par la flèche sur le graphique). Les besoins en chaleur de l’Alsace pourraient être couverts en totalité par le bois énergie, cela dit la ressource maximale Alsacienne établie lors du SRCAE (3 500 GWh/an en 2050 symbolisés par la flèche sur le graphique) limite le nombre de projets.

85 % des gisements théoriques maximums se trouvent sur le parc des immeubles, maisons et équipements existants ainsi que sur des projets décentralisés (centrale hydroélectrique, unité de méthanisation, parc éolien, etc.). Les bâtiments neufs qui seront construits d’ici 2050 ne représentent que 15% des potentiels.

# Le scénario tendanciel à l'horizon 2050

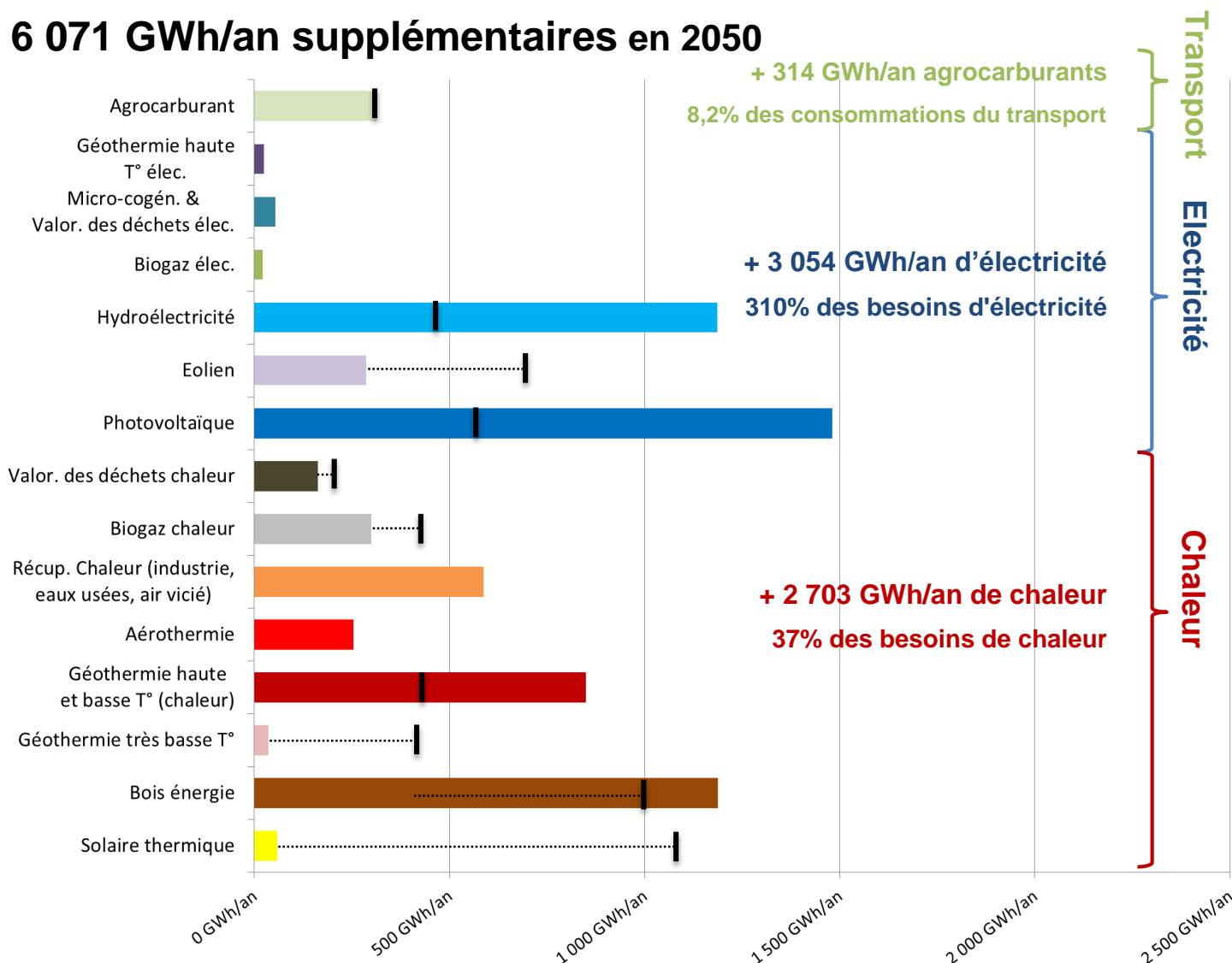
## UNE POURSUITE DES TENDANCES DÉFAVORABLE AUX CITOYENS ET AUX COLLECTIVITES

Ce scénario est appelé tendanciel dans la mesure où il reflète la situation énergétique en 2050 si **aucune mesure supplémentaire n'est prise par les collectivités et les acteurs régionaux pour favoriser les installations les plus vertueuses**. Les maîtres d'ouvrages guident leur choix vers les solutions les plus simples et les moins onéreuses à l'achat. C'est ainsi qu'une bonne partie des filières énergies renouvelables ne seront pas valorisée à leur juste valeur pour les citoyens et les collectivités :

- l'énergie solaire thermique se maintient à un faible niveau chez les particuliers (les chiffres du SRCAE pour la filière solaire thermique ne tenaient pas compte du récent développement et de la dynamique actuelle des chauffe-eau thermodynamiques),
- le renouvellement des systèmes de chauffage au bois et leur développement dans les constructions neuves suit son cours avec des équipements qui ne garantissent pas un faible rejet des particules. Nous avons volontairement limité le développement de cette filière par rapport à la ressource disponible en Alsace,
- la géothermie n'est pas privilégiée par les maîtres d'ouvrages lorsque les bâtiments ont des besoins de rafraîchissement (c'est plutôt les pompes à chaleur air/air qui se développent). Le SRCAE fixait un objectif ambitieux qui paraît difficile à atteindre dans ce scénario tendanciel.
- les installations innovantes (micro-cogénération bois, chauffe-eau solaire thermodynamique, climatisation solaire, etc.) ne sont pas développées à leur juste valeur en 2050,
- les installations de pompes à chaleur air/air et air/eau poursuivent leur tendance, à savoir plus de 100 installations par an dans les maisons et les logements,
- le chauffe-eau thermodynamique (récupération de la chaleur fatale sur l'air vicié), poursuit une croissance de vente très importante en remplacement des cumulus électriques traditionnels,
- la moitié du potentiel éolien défini dans le SRCAE est présent en 2050 en Alsace, soit 50 machines de 2,5MW auxquels il faut ajouter 200 petites éoliennes de 25kW,
- le photovoltaïque se développe à partir de 2020 avec l'essor des bâtiments à énergie positive et de la parité du coût du kWh photovoltaïque avec le coût de l'électricité provenant du réseau.

## Production supplémentaire en 2050 dans le scénario tendanciel

### 6 071 GWh/an supplémentaires en 2050



**18 300 GWh/an au total (57% d'Enrs)**

| Efforts à mener entre 2009 et 2050 SRCAE

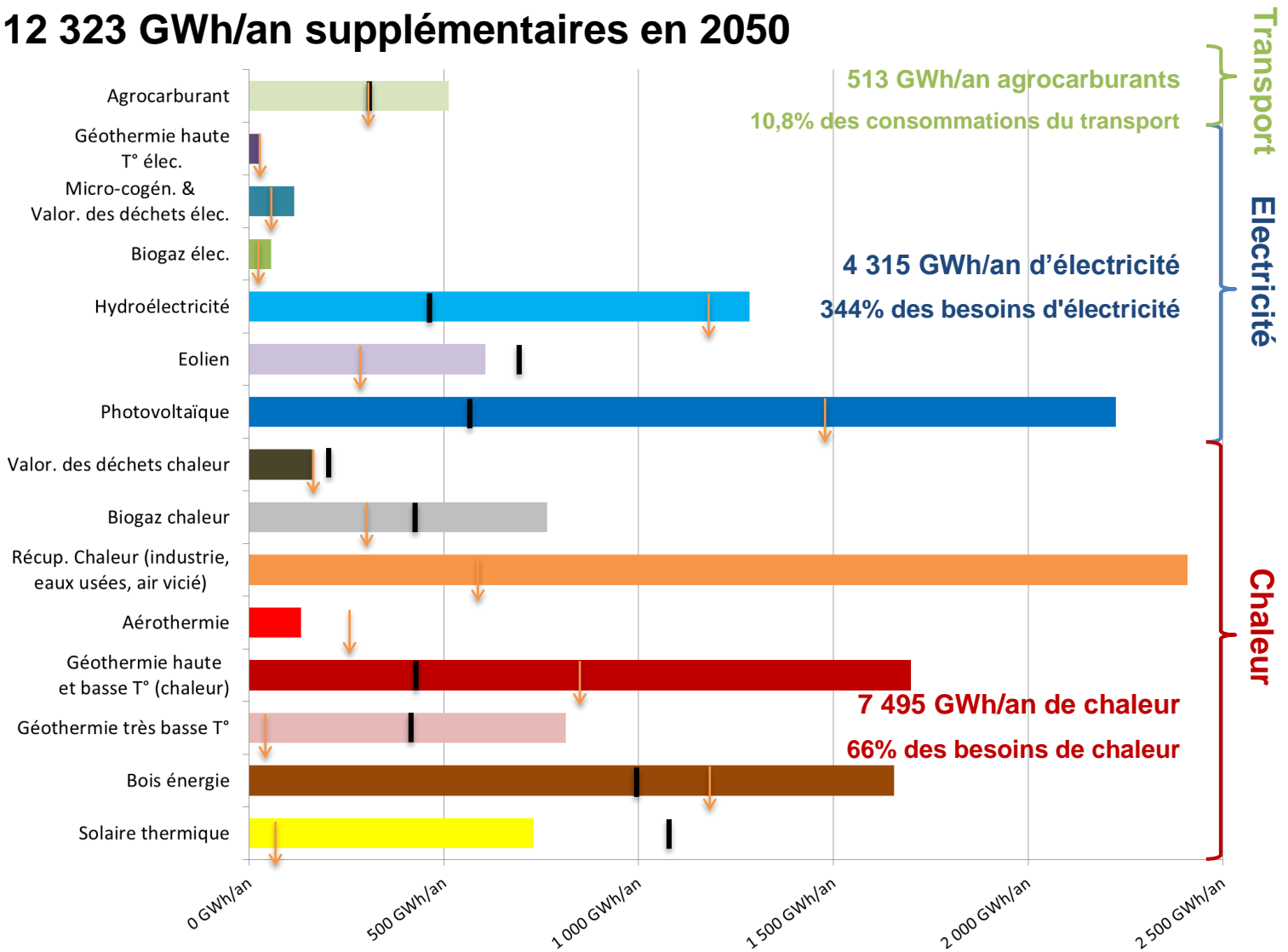
# Le scénario maximal à l'horizon 2050

## UNE COUVERTURE GLOBALE DES CONSOMMATIONS A HAUTEUR DE 77 %

Le scénario maximal vise l'autonomie énergétique de l'Alsace à l'horizon 2050, voici les différentes hypothèses qui permettent de construire ce scénario :

- On tient compte de toutes les contraintes, mais on pousse chaque filière au maximum de ses potentiels.
- Seule la filière bois énergie ne présente pas un écart important par rapport au scénario tendanciel sauf pour les réseaux de chaleur (160 développés en 2050 contre 80 dans le scénario tendanciel).
- Toutes les autres filières sont valorisées au maximum contrairement au scénario tendanciel.
- On reporte des choix d'investissements sur des filières plus vertueuses (ECS thermodynamique → ECS Solaire, PAC air/air → PAC géothermique).
- Un effort important est consenti sur les filières renouvelables thermiques (le scénario tendanciel présente déjà une part d'Enrs électrique de 310%).
- Le secteur industriel difficile à mobiliser représente une part importante des gisements notamment sur la valorisation de la chaleur fatale (100% des gisements valorisés contre 10% dans le scénario tendanciel).

## 12 323 GWh/an supplémentaires en 2050



**24 550 GWh/an au total (77% d'Enrs)**

▬ Efforts à mener entre 2009 et 2050 SRCAE

↓ Scénario tendanciel entre 2012 et 2050

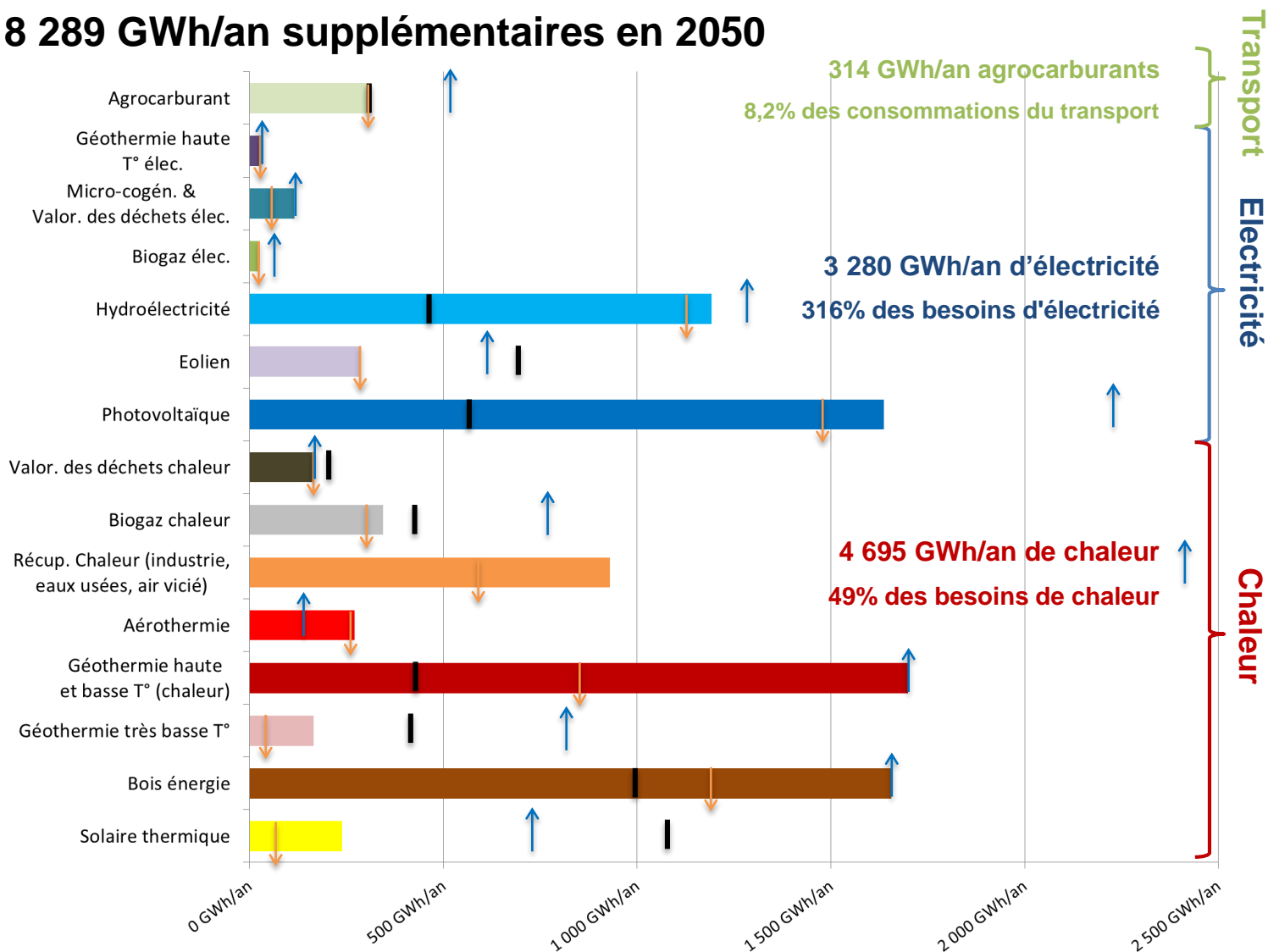
# Le scénario volontariste à l'horizon 2050

## UNE COUVERTURE PLAUSIBLE DES BESOINS ENERGETIQUES A HAUTEUR DE 64% PAR LES ENRS

Le scénario volontariste est issu des ateliers de concertation avec les acteurs du territoire. Si pour certaines filières l'objectif du scénario maximal semble accessible (méthanisation, géothermie haute et basse T°), pour d'autres il semble difficile d'atteindre un tel objectif compte tenu des difficultés ou de la forte concurrence avec les autres énergies. C'est le cas de la filière solaire thermique, la géothermie très basse énergie, les grands parcs éoliens ou encore la récupération de chaleur dans l'industrie. Voici les différentes hypothèses qui permettent de construire ce scénario :

- La production d'électricité, déjà importante, est comparable au scénario tendanciel. Seules la micro-cogénération et l'énergie photovoltaïque se développent un peu plus.
- Les objectifs du scénario maximal sont conservés pour les projets de recherche sur la géothermie profonde (tous les projets voient le jour à l'horizon 2050). En revanche, un objectif intermédiaire entre le scénario tendanciel et le scénario maximal paraît plus plausible pour la géothermie très basse T°. L'aérothermie profite de ce contexte peu favorable à la géothermie et retrouve le développement attendu dans le scénario tendanciel.
- La production de chaleur est supérieure au scénario tendanciel pour la récupération de la chaleur fatale (essentiellement dans l'industrie et pour les chauffe-eau thermodynamiques).
- L'énergie solaire thermique trouve une dynamique plus importante que le scénario tendanciel pour l'ensemble des acteurs hormis les particuliers qui vont continuer à privilégier le chauffe-eau thermodynamique.

### 8 289 GWh/an supplémentaires en 2050



### 20 515 GWh/an au total (64% d'Enrs)

- ▬ Efforts à mener entre 2009 et 2050 SRCAE
- ↑ Scénario maximal entre 2012 et 2050
- ↓ Scénario tendanciel entre 2012 et 2050

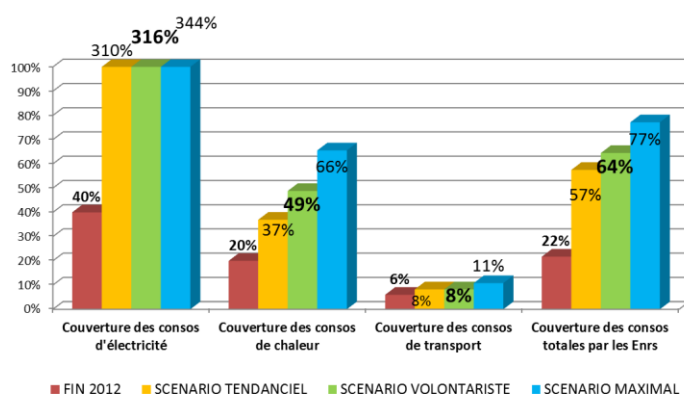
# Éléments de compréhension sur les scénarios

Trois scénarios de développement des énergies renouvelables ont été modélisés à l'horizon 2050 :

- 57% d'Enrs **Un scénario tendanciel** qui reflète la situation énergétique en 2050 si aucune mesure supplémentaire n'est prise par les collectivités pour favoriser les installations les plus vertueuses. Les maîtres d'ouvrages guident leurs choix vers les solutions les plus simples et les moins onéreuses à l'achat. 63% de la chaleur consommée provient encore des énergies fossiles.
- 64% d'Enrs **Un scénario volontariste** qui engage le territoire sur des objectifs plus ambitieux en 2050 principalement sur la couverture de la chaleur par les énergies renouvelables. Ces efforts supplémentaires sur la chaleur renouvelable bénéficient directement aux citoyens, aux industries et au secteur tertiaire permettant ainsi à l'Alsace d'augmenter son indépendance énergétique sur les énergies fossiles.
- 77% d'Enrs **Un scénario maximal** qui permet de couvrir la totalité des consommations de l'Alsace hors transport et si l'on considère qu'il y a un équilibre entre les flux énergétiques (l'électricité largement excédentaire couvre en totalité les consommations de l'industrie et ne compense qu'en partie les consommations du transport). Les agrocarburants (valorisés également sur les cultures intermédiaires à vocation énergétique) couvrent 11% des consommations du transport.

En intégrant la production actuelle des énergies renouvelables qui diminue (du fait d'une moindre consommation de bois énergie pour les maisons qui seront isolées en 2030 et 2050, etc.), le tableau suivant présente la production d'énergie renouvelable pour les trois scénarios :

Type d'EnR		Sc. Tendanciel	Sc. Volontariste	Sc. Maximal	2012
Global	Prod°	18 297 GWh/an	20 515 GWh/an	24 550 GWh/an	12 225 GWh/an
	taux de couverture	57%	64%	77%	22%
Chaleur	Prod°	6 183 GWh/an	8 174 GWh/an	10 975 GWh/an	3 480 GWh/an
	taux de couverture	37%	49%	66%	20%
Electricité	Prod°	11 486 GWh/an	11 712 GWh/an	12 747 GWh/an	8 432 GWh/an
	taux de couverture	310%	316%	344%	40%
Transport	Prod°	6 810 GWh/an	8 802 GWh/an	11 802 GWh/an	314 GWh/an
	taux de couverture	8%	8%	11%	6%



**Seul le scénario volontariste permet d'atteindre des objectifs compatibles avec les objectifs nationaux et en cohérence avec les enjeux du territoire.**

La chaleur renouvelable est mieux exploitée ce qui permet d'accroître significativement l'indépendance du territoire aux énergies fossiles. Cela se concrétise par une économie supplémentaire de près de 200 millions d'euros chaque année et une réduction de 20% des rejets de CO<sub>2</sub> par rapport au scénario tendanciel. (La couverture des consommations de chaleur proche de 50% en 2050 est en cohérence avec l'objectif intermédiaire assignée à la France en 2030 (38%). La progression de la production d'électricité est également en cohérence avec le plafonnement à 50% de la part du nucléaire dans la production d'électricité en 2050.

Les investissements à consentir ont été calculés avec les coûts actuels des installations ; par contre, l'économie sur le fuel, le gaz et l'électricité qui ne sont pas consommés a été calculée en tenant compte d'une augmentation annuelle de 5% en moyenne.

Ainsi, 7% d'énergies renouvelables supplémentaires entre le scénario tendanciel et le scénario volontariste permettent d'économiser près de 220 M€ en 2050.

	SCENARIO TENDANCIEL en 2050	SCENARIO VOLONTARISTE en 2050	SCENARIO MAXIMAL en 2050
Economie qui retourne chaque année au territoire (M€/an) en 2050	1 625 M€/an	1 840 M€/an	2 475 M€/an
Investissement à consentir entre 2013 et 2050 (M€)	7 064 M€	8 164 M€	13 779 M€/an

Toutes les installations énergies renouvelables sont prises en compte (du poêle à bois au parc éolien) sauf les installations en géothermie profonde et la valorisation des déchets.

## Conclusion

L'étude a permis d'identifier de **nouveaux gisements d'énergies renouvelables** (turbinage de l'eau potable et des eaux usées en hydroélectricité, micro-cogénération bois) ainsi que des gisements sur la récupération de chaleur dans l'industrie et les eaux usées. De nouveaux objectifs plus ambitieux sont à portée de main pour l'énergie photovoltaïque avec l'émergence de la parité avec le réseau ainsi que sur la géothermie profonde (au-delà des projets en développement, le territoire recèle d'autres ressources qui restent à exploiter).

Le choix du scénario volontariste suppose que **l'ensemble des acteurs se mobilise autour de projets fédérateurs et exemplaires en mesure de relancer une dynamique** sur certaines filières qui méritent une attention particulière (le solaire thermique et la géothermie très basse énergie notamment).

**Des efforts importants sont à consentir sur la production de chaleur renouvelable**, le territoire ne peut pas se satisfaire en 2050, d'une couverture à hauteur de 37% estimée dans le scénario tendanciel. L'objectif d'une couverture des besoins de chaleur à hauteur de 49% en 2050 dans le scénario volontariste suppose d'engager des actions ciblées, et de mobiliser les leviers financiers et outils réglementaires à disposition des collectivités en direction de l'ensemble des acteurs du territoire.

Programme  
energivie.info



Région **ALSACE**  
**CHAMPAGNE-ARDENNE**  
**LORRAINE**