



Intégration des énergies renouvelables et de récupération: à chaque secteur industriel ses solutions

Présentation Finale

<https://www.ademe.fr/entreprises-monde-agricole/performance-energetique-energies-renouvelables/integrer-energies-renouvelables-recuperation-lindustrie>

Contexte et enjeux de l'étude

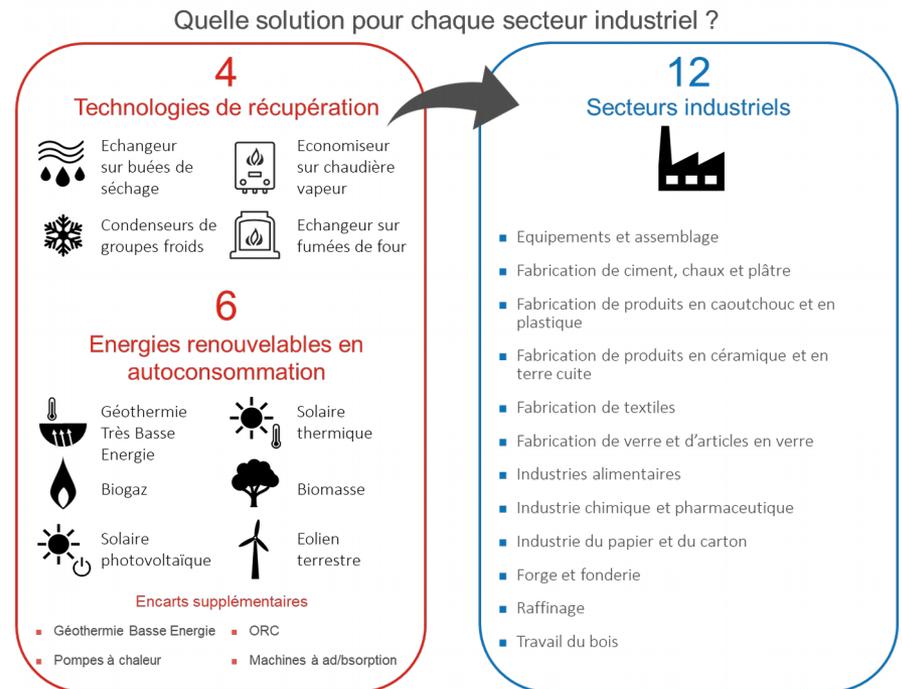


Trois objectifs pour 10 EnR&R et 12 secteurs industriels



L'objectif de cette étude est triple :

- Cartographier les technologies de récupération et les énergies renouvelables (EnR&R) susceptibles d'être utilisées en autoconsommation par l'industrie pour répondre à ses différents besoins;
- Aiguiller les industriels en caractérisant ces EnR&R à travers l'identification de leurs forces et faiblesses au regard de critères : coûts, maturité, facilité d'intégration, contraintes d'opération et de maintenance, empreinte carbone, etc.
- Donner la parole aux industriels sur le sujet, au moyen d'un panel de 10 cas les plus représentatifs possible.





Quelles sont les EnR&R utilisables dans l'industrie ?



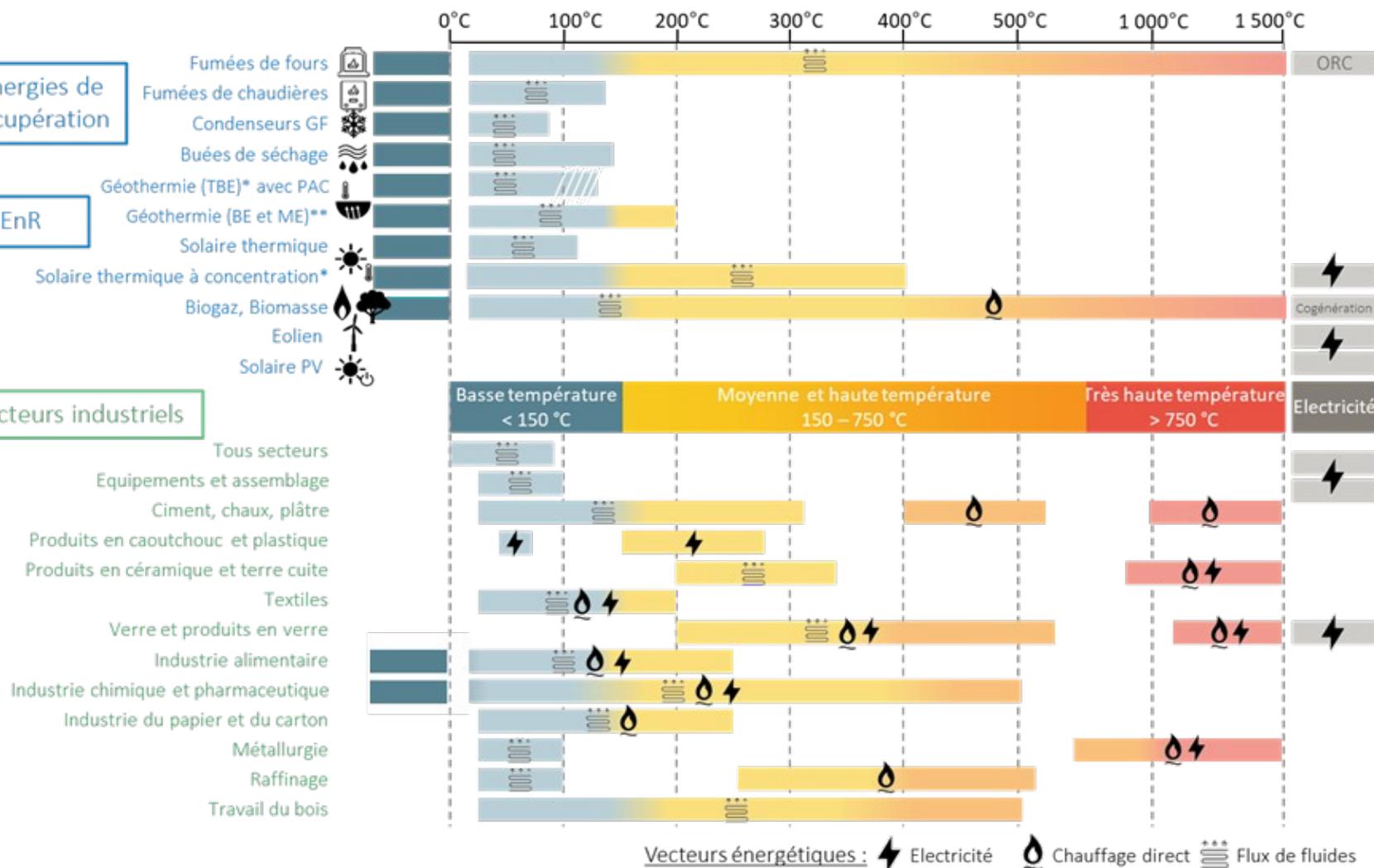
Des secteurs industriels qui présentent des besoins énergétiques variés...



Energies de récupération

EnR

Secteurs industriels

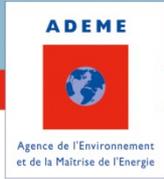


Zoom sur les ENR&R basse température

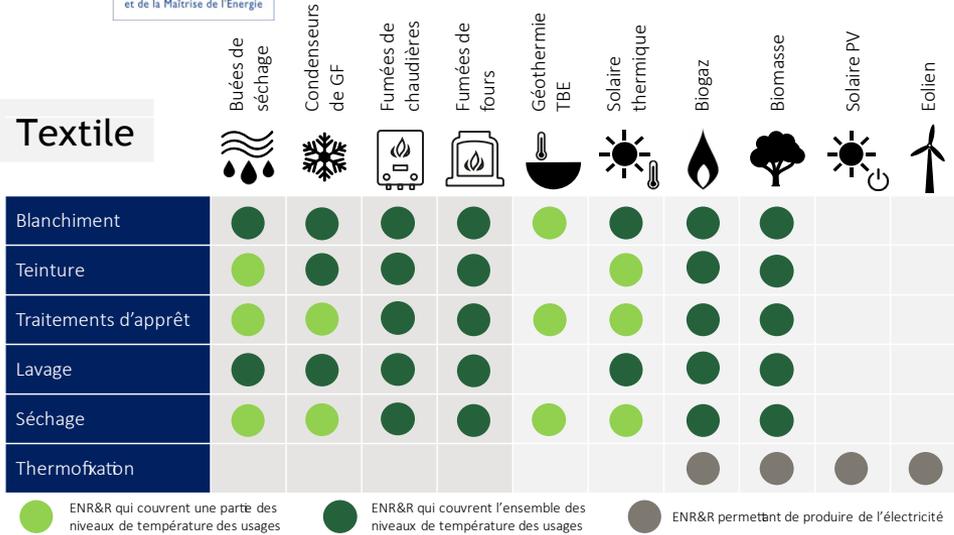


Niveau de Température	Froid	30°C < 60°C	60°C < 80°C	80°C < 100°C	100°C < 150°C
EnR	Solaire thermique avec machine frigorifique	Solaire thermique			Solaire thermique à concentration*
	Géothermie TBE avec PAC classique ou en montage thermo-frigo-pompe	Géothermie TBE avec PAC HT (et THT*)			
Energies de récupération	Associés avec machine frigorifique	Géothermie BE et ME**			
		Biomasse et Biogaz			
	Fluides de refroidissement avec PAC en montage thermo-frigo-pompe	Fluides de refroidissement des compresseurs d'air, de froid et de CO2			
	Condenseurs GF avec PAC en montage thermo-frigo-pompe	Condenseurs GF ⚙️ Boucle d'eau avec station de pompage et échangeur, possibilité d'ajouter un ballon de stockage (souvent nécessaire)		Condenseurs GF avec PAC ⚙️ Pompe à chaleur utilisant la condensation des GF comme source froide. Boucle d'eau avec station de pompage et échangeur(s), possibilité d'ajouter un ballon de stockage (souvent nécessaire)	
Energies de récupération	Buées de séchage, fumées et gaz de combustion	Fumées de combustion des chaudières			
	⚙️ Machines frigorifiques : - Absorption : source chaude à plus de 80°C - Adsorption : source chaude entre 60°C et 80°C	⚙️ Economiseur à condensation après l'économiseur sans condensation		⚙️ Economiseur (échangeur gaz/liquide) ou réchauffeur d'air (échangeur gaz/gaz). Sans condensation.	
		Buées de séchage			
		⚙️ Echangeur			

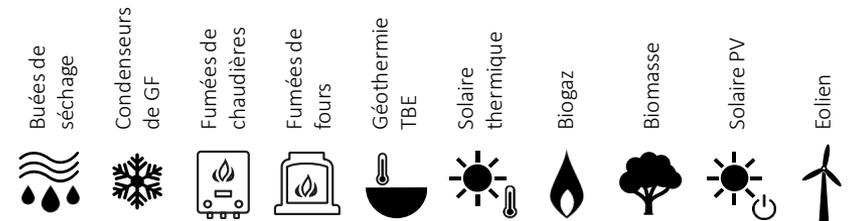
Plusieurs technologies sont adaptées aux besoins des différents procédés industriels



Textile



Comment ces technologies se distinguent-elles ?



Quelles sont leurs forces et faiblesses ?

Verre

Une caractérisation approfondie est donc nécessaire afin d'identifier la solution la plus adaptée



Quelles sont les forces et faiblesses de chaque EnR&R ?



Une caractérisation des forces et faiblesses des EnR&R d'après la littérature et des retours d'expérience



Description

- ➔ Présentation de la technologie
- ➔ Besoins énergétiques couverts
- ➔ Secteurs industriels concernés

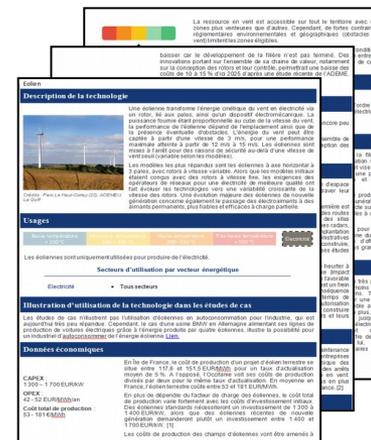
Compétitivité

- ➔ Coûts totaux de production

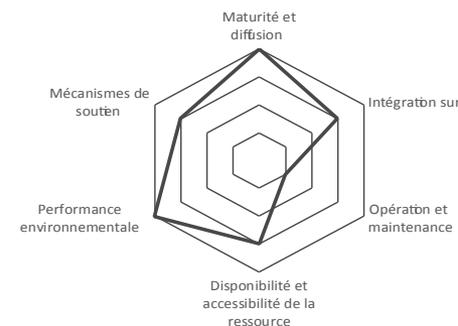
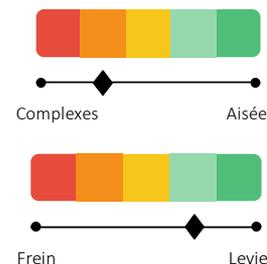
Six autres caractéristiques

- ➔ Maturité et diffusion de la technologie
- ➔ Contraintes d'intégration sur site
- ➔ Contraintes d'opération et de maintenance
- ➔ Disponibilité et accessibilité de la ressource
- ➔ Performance environnementale
- ➔ Mécanismes de soutien

Dix fiches technologiques



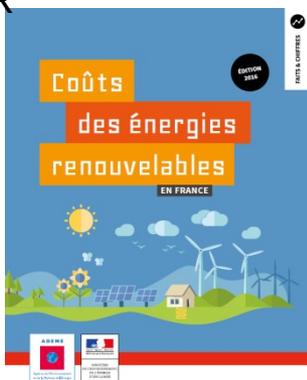
Avec curseurs et graphes de synthèse



Parmi ces forces et faiblesses: une étude des coûts des ENR&R



Etude ADEME coût des ENR



Autres études ADEME



Le solaire Thermique en Industrie

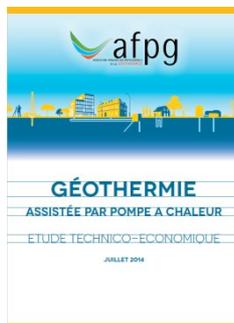


11 mai 2017

REX publiques et internes ENEA/ADEME



Autres études publiques



Hypothèses

Caractéristiques techniques

Productivité (kWh/kW/an)

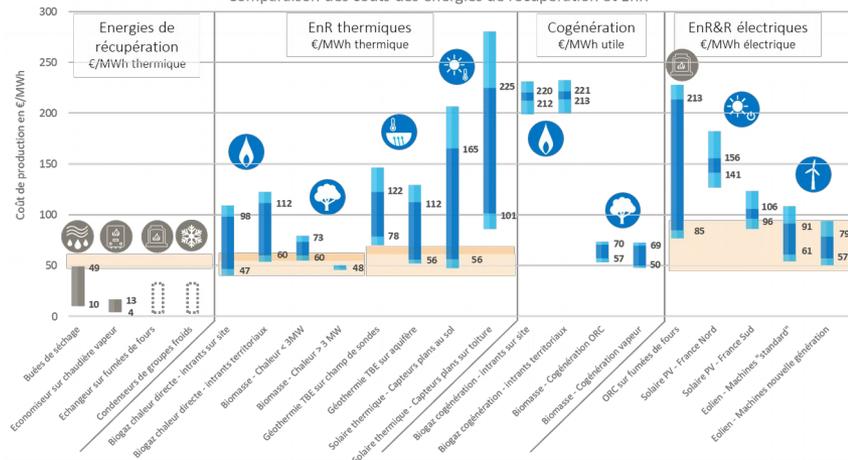
Durée de fonctionnement (années)

Coûts

Investissement (€/kW - €/kWe)

Exploitation fixe (€/kW/an)

Comparaison des coûts des énergies de récupération et EnR

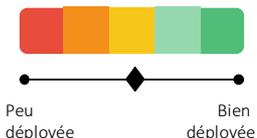


Dernières données disponibles en 2017

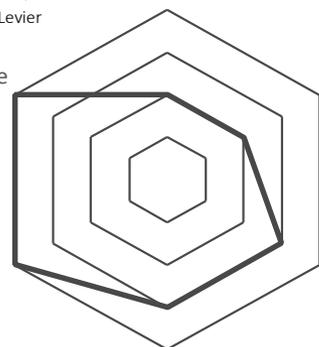
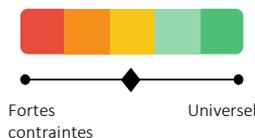
Exemple de la géothermie TBE, une technologie peu diffusée malgré ses nombreux avantages



PAC



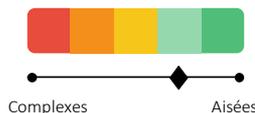
Maturité et diffusion



Intégration sur site

Opération et maintenance

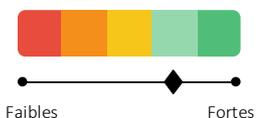
Disponibilité et accessibilité de la ressource



Performance environnementale



Mécanismes de soutien



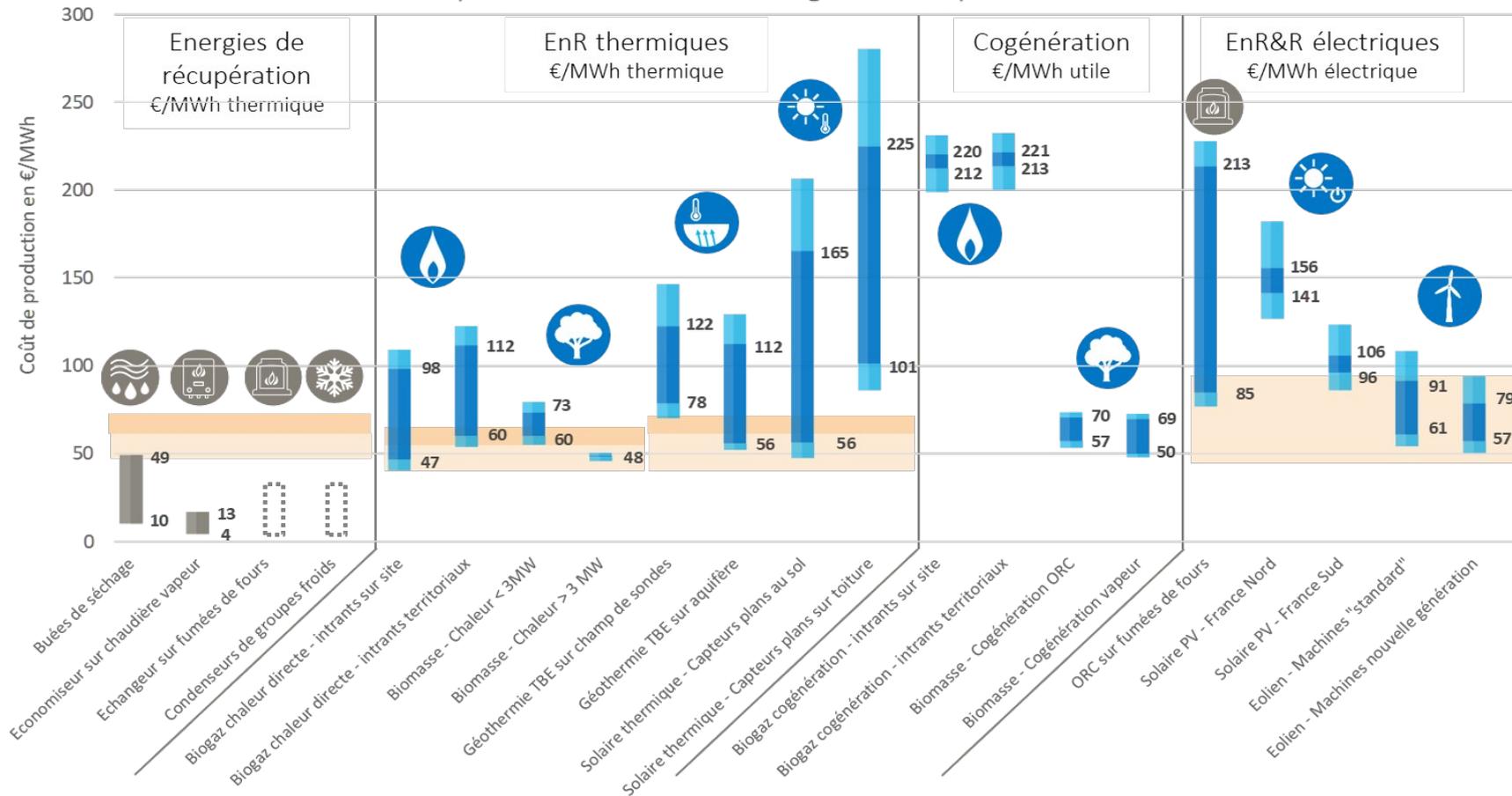
- ➔ Intégration sur site et opérabilité relativement aisées
- ➔ Empreinte carbone très faible
- ➔ Fort soutien des politiques publiques
- ➔ Encore peu diffusée dans l'industrie malgré sa maturité technologique

Géothermie TBE					
Installation	Sur champ de sondes		Sur aquifère / nappe		
Taille	100 < 500 kW	> 500 kW	100 < 500 kW	> 500 kW	
Caractéristiques techniques					
Productivité (kWh/kW/an)	1 800	1 800	1 800	1 800	
Durée de fonctionnement (années)	20	20	20	20	
Coûts					
Investissement (€/kW)	1 200 - 1 800	1 300 - 2 000	500 - 1 400	700	
Exploitation fixe (€/kW/an)	45 - 60	45 - 60	60 - 90	60 - 90	
Coût de production total (€/MWh utile) en fonction du taux d'actualisation					
Résultats	3%	69,8 - 100,5	73,5 - 108,0	52,0 - 102,3	59,5 - 76,1
	5%	78,5 - 113,6	83,0 - 122,5	55,6 - 112,4	64,5 - 81,2
	8%	92,9 - 135,2	98,6 - 146,5	61,6 - 129,2	72,9 - 89,6
	10%	103,3 - 150,8	109,8 - 163,8	66,0 - 141,4	79,0 - 95,7

Une étude de coûts des EnR&R qui permet de comparer les coûts totaux de production hors subventions



Comparaison des coûts des énergies de récupération et EnR



Dernières données disponibles en 2017



Intégration des EnR&R dans l'industrie: objectifs et retours d'expérience



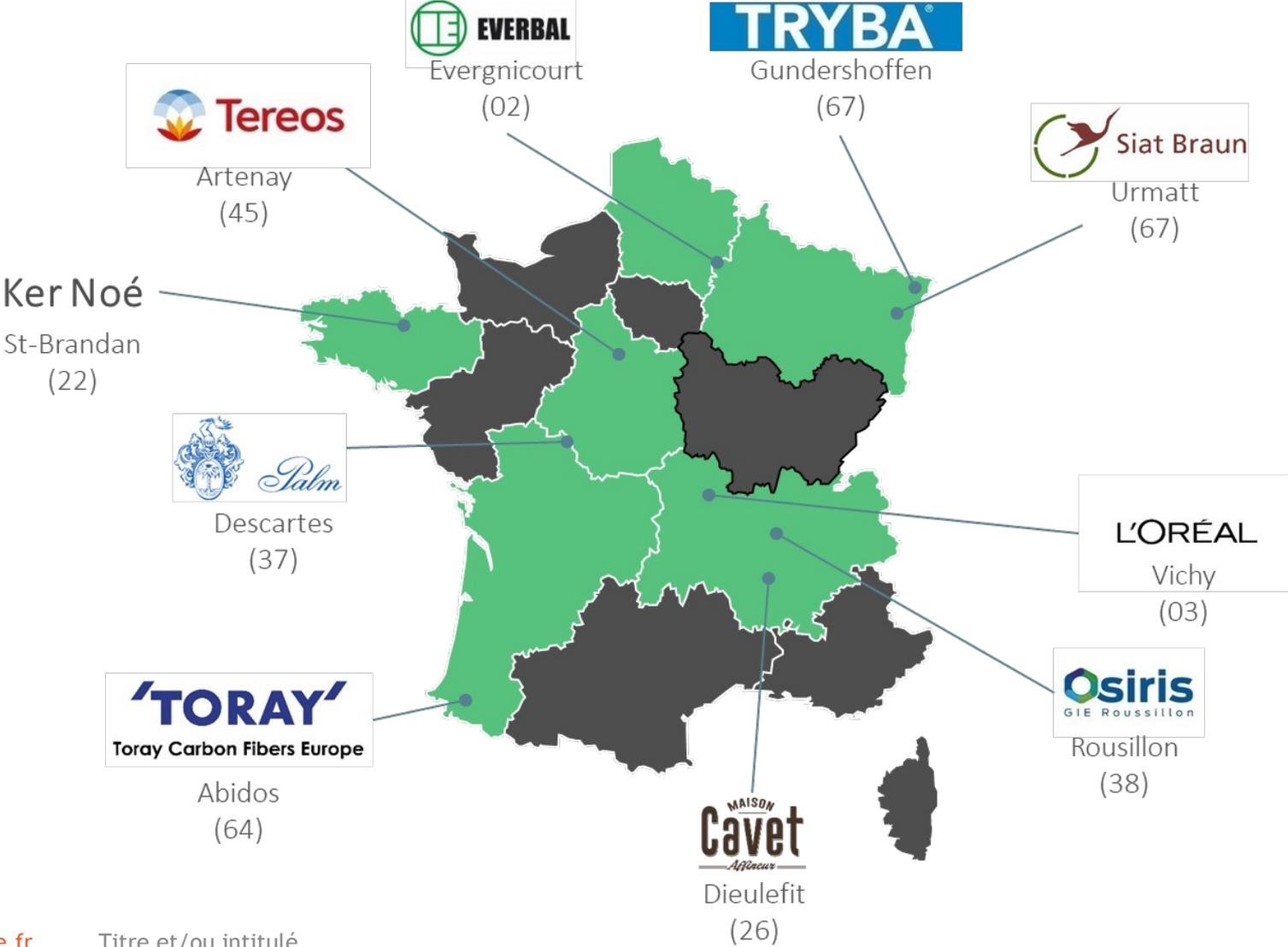
Couverture géographique



ADEME



Agence de l'Environnement
et de la Maîtrise de l'Énergie



Les études de cas montrent une demande d'EnR&R de la part des industriels



	 	Géothermie, récupération sur fumées chaudières, compresseurs et groupes frigorifiques
	 	Solaire thermique, récupération sur groupes frigorifiques
	 	Récupération sur incinérateur, groupe frigorifique à absorption
	 	Biogaz en cogénération, ORC sur fumées de moteur
	 	Biogaz, récupération sur buées séchage
	 	Biomasse, CSR, récupération sur incinérateur
		Solaire PV en autoconsommation
		Biomasse (coproduits)
		Biomasse (plaquettes forestières)
		Biogaz

10 sites industriels sélectionnés

➔ Dix fiches sont d'ores et déjà diffusées.

Ouverture vers une vingtaine d'autres réalisations

➔ Bonilait, FMGC, Plateforme Pont-de-claix, Guyenne Papier, Malteurop, Mapaero, Toyota, Alp Coop, SCIC Martinique, Yves Rocher, Cryla, etc.

Certains facteurs en particulier poussent les industriels à l'intégration des EnR&R

Facteurs décisionnels

Compétitivité :



Facteurs circonstanciels

- Remplacement de matériel vétuste
- Augmentation des besoins énergétiques (p.ex. augmentation des volumes de production)
- Impulsion réglementaire qui initie des diagnostics énergétiques / démarches ISO 50001

→ Court terme :

- Maîtrise / réduction des consommations énergétiques
- Valorisation d'un gisement de déchets ou d'énergie perdue
- Compétitivité de la solution mise en place

→ Long terme :

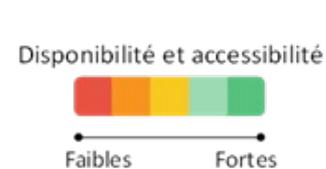
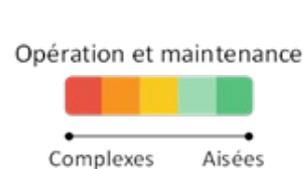
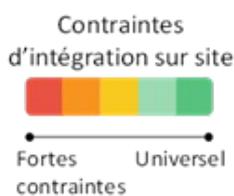
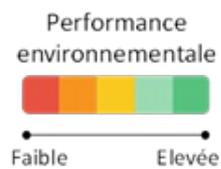
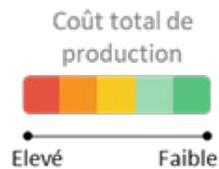
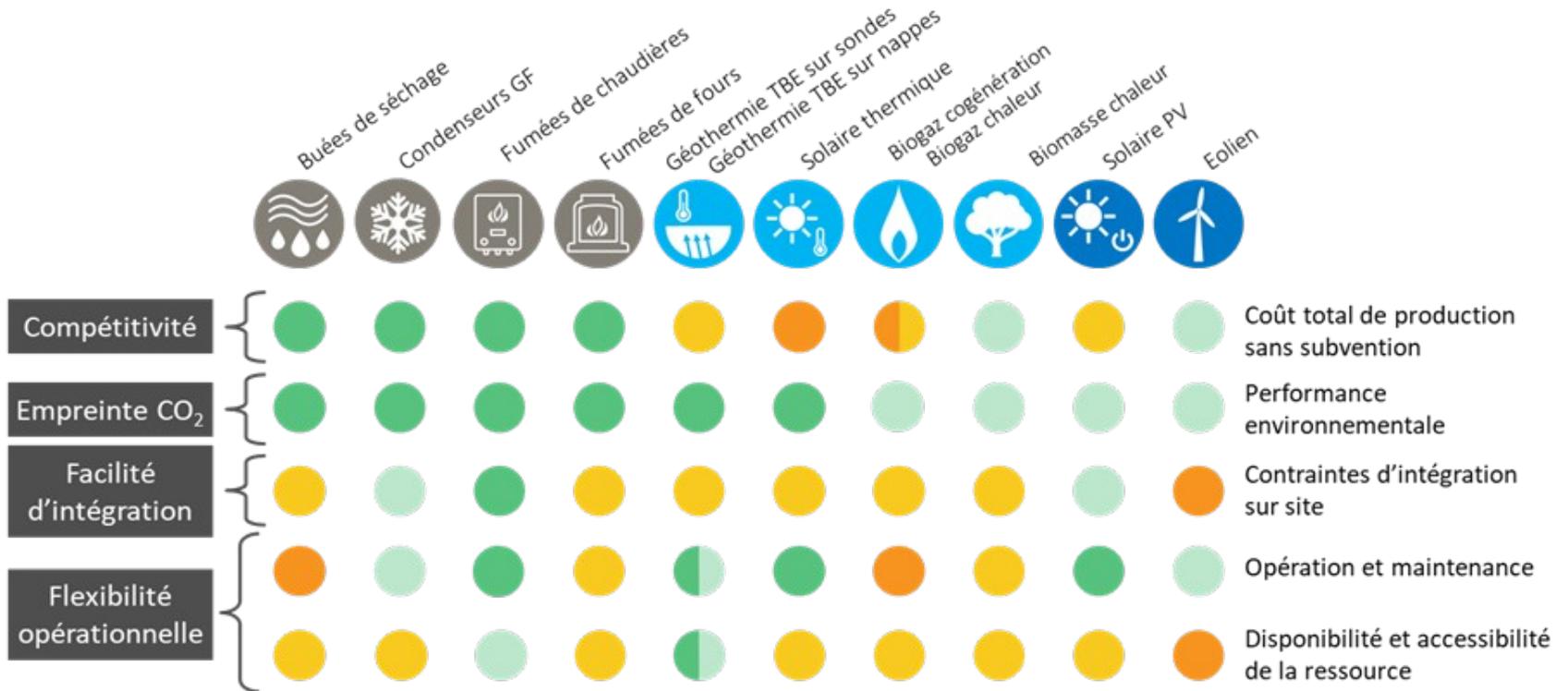
- Diversification du mix énergétique
- Indépendance par rapport à la fluctuation des prix des énergies fossiles et de l'électricité du réseau
- Quotas CO2

Empreinte environnementale :

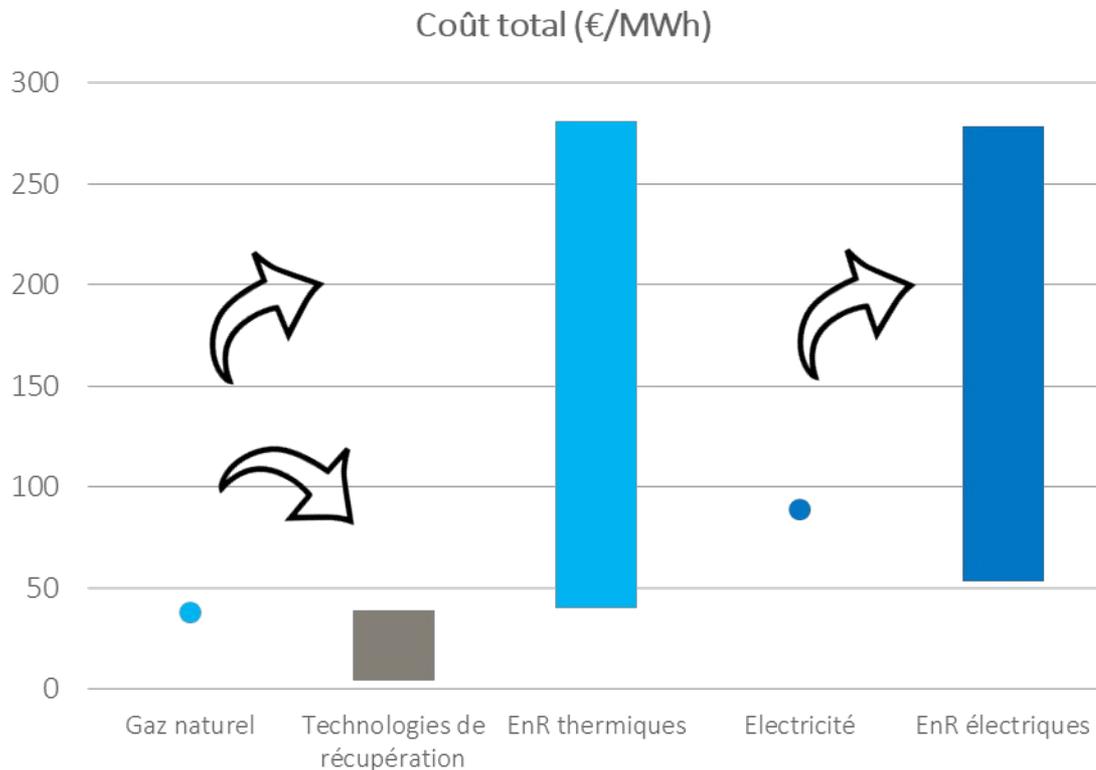
- Politique environnementale / Réduction de l'empreinte carbone

Les EnR&R satisfont-elles ces attentes?

Quatre facteurs-clefs ressortent de l'étude des forces et faiblesses, dont deux font écho aux attentes des industriels



Hors subvention, les EnR&R sont généralement moins compétitives que leurs alternatives traditionnelles à l'exception des technologies de récupération déjà compétitives grâce aux économies d'énergie qu'elles génèrent



Illustration



Surcoût rapidement compensé par les économies d'énergie réalisées

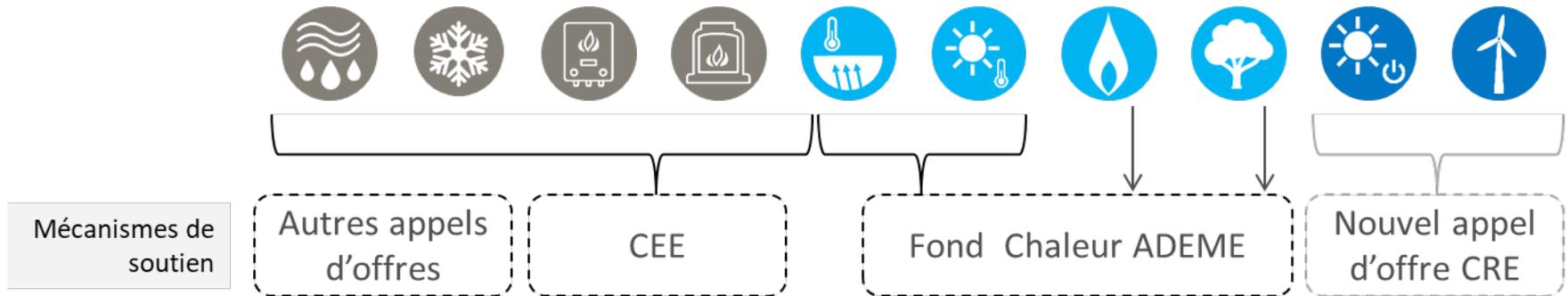


Le projet de récupération a été entièrement porté par le groupe Toray



Le passage à la biomasse a été déterminant dans le maintien de l'activité durant la crise de 2008

Cependant, les subventions améliorent fortement la compétitivité de ces technologies



Et c'est un facteur décisif aux yeux des industriels:

Ker Noé

→ Le soutien de l'ADEME a conditionné l'existence du projet en limitant les risques pour Ker Noé



→ Les aides de l'ADEME ont rendu la solution viable (TRI de 20 à 6 ans)

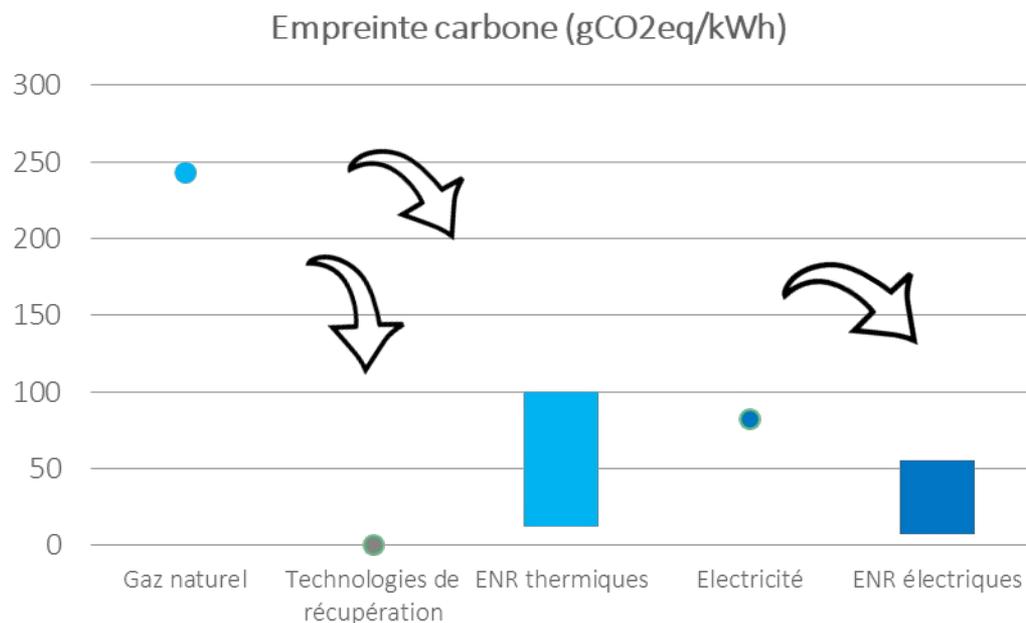
Autre facteur:

→ Les coûts d'investissement des EnR&R sont amenés à baisser grâce aux évolutions techniques et effets d'échelle

L'un des principaux avantages des EnR&R réside dans leur empreinte carbone très faible



En raison du mix énergétique du système de production d'électricité français, basé en grande partie sur l'énergie nucléaire, l'impact environnemental des EnR&R thermiques est plus grand que celui des EnR&R électriques.



Illustration



100% de vapeur décarbonée
(100% biomasse)

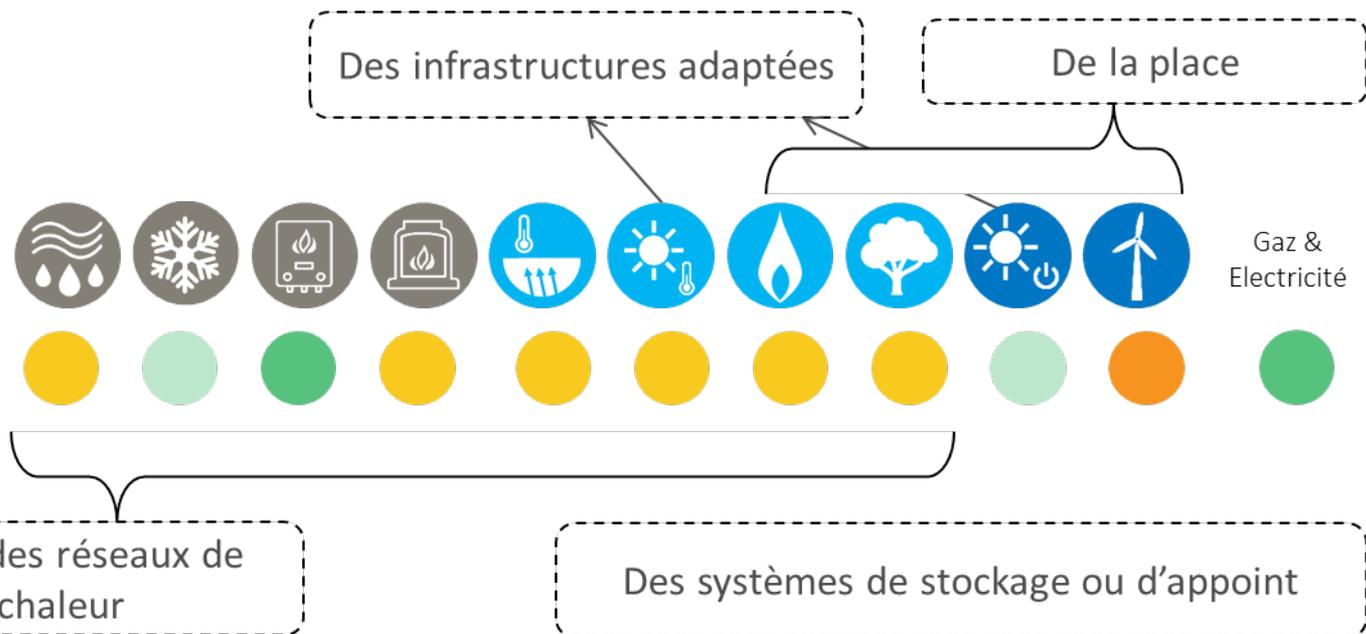
L'ORÉAL

Résultat sur site: 100% énergie
renouvelable dont 50% ENRR et
50% certificats

L'intégration physique des technologies EnR&R sur un site peut être un véritable challenge



L'intégration d'actifs EnR&R sur un site industriel requiert :



Renforcement des toitures, problèmes de place



Installation techniquement complexe



Sous-dimensionnement, remplacement



Période d'adaptation, de réglages, de fiabilisation

Des projets industriels sont tout de même mis en œuvre avec succès



Ker Noé

Après une période de réglage et calibration, l'installation, de nature complexe, génère de l'énergie et des revenus en continu



Malgré les problèmes initiaux, les installations fonctionnent aujourd'hui au-delà des estimations initiales.

L'ORÉAL

La TFP fonctionne aujourd'hui à son meilleur rendement. L'installation a été dupliquée sur un autre site.



Le GIE Osiris dispose aujourd'hui d'un approvisionnement de vapeur renouvelable fiable

L'intégration d'EnR&R est complexe mais s'est réussie pas à pas:

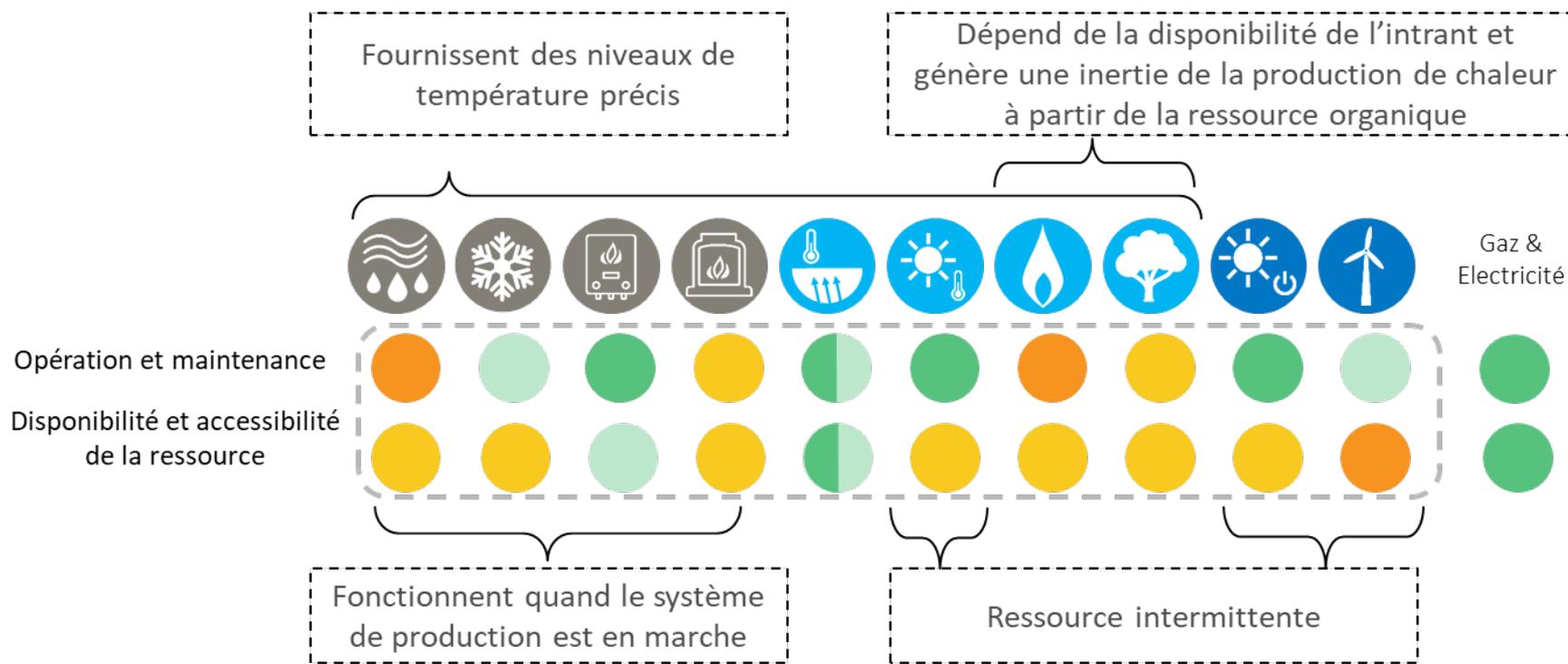
- Certaines EnR&R s'ajoutent des années plus tard;
- L'intégration de nouvelles technologies reste possible.

De manière générale, de par leur relatif manque de flexibilité opérationnelle, les technologies EnR&R ne sont pas aussi faciles à opérer que leurs concurrentes traditionnelles



L'électricité et le gaz naturel de réseau ont l'avantage d'être toujours disponibles, réactifs et régulables.

Les EnR&R d'un autre côté sont moins flexibles à opérer :



Le manque de flexibilité est une contrainte qui a été observée et qui va en augmentant avec le taux d'intégration des EnR&R



Des industriels pleinement satisfaits mais utilisant une forte proportion d'énergie réseau:

TRYBA

L'énergie PV représente une petite part de la consommation globale du site et n'a donc pas nécessité de stockage

Des industriels à mi-chemin dans la démarche d'intégration:

**MAISON
Cavet
Affineur**

L'intermittence de la solution est gérée avec du stockage, de la récupération de chaleur et une adaptation du séchage mais aussi un apport fossile

Des installations plus complexes. A mesure que le taux d'intégration d'EnR&R augmente il nécessite forcément l'ajout de solutions de stockage, l'adaptation des procédés et la combinaison de plus d'une EnR&R :

EVERBAL

Les chaudières biomasse requièrent énormément de maintenance et nécessite une solution à deux chaudières. Les procédés de séchage ont dû être adaptés en raison de leur inertie.

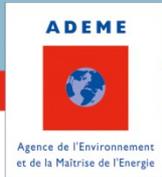
L'ORÉAL

La valorisation des gisements de chaleur à différentes températures a nécessité une démarche systémique complexe.
La TFP ne peut produire de la chaleur que lorsqu'il y a aussi des besoins de froid.

TORAY
Toray Carbon Fibers Europe

L'installation requiert un temps de démarrage de trois heures ainsi qu'un inertage en cas d'arrêt prolongé, contournés par un fonctionnement permanent

Le manque de flexibilité est une contrainte qui a été observée et qui va en augmentant avec le taux d'intégration des EnR&R



Les EnR&R possèdent des forces et faiblesses, complémentaires plutôt que concurrentes, à combiner pour bénéficier de :



Flexibilité



Mix diversifié



Production décarbonée



Meilleure compétitivité

Afin d'évoluer vers un plus grand taux d'intégration des EnR&R sur site, une approche systémique d'intégration, en particulier thermique, est donc recommandée. Il faut:

- Repérer les opportunités de récupération de chaleur (énergie thermique seulement)
- Dimensionner les actifs de production renouvelable adéquats, et les solutions de stockage, ou d'adaptation des procédés, en particulier pour l'énergie thermique, pour faire face aux problématiques de flexibilité
- Finalement, tirer parti de la complémentarité des EnR&R entre elles, en particulier pour l'énergie thermique, ainsi qu'avec les énergies conventionnelles

Aujourd'hui, en France aucun site ne s'approvisionne à 100% en énergie renouvelable en autoconsommation.

En revanche, quelques sites dans le monde initient une tendance.