

# La R&D au service de la décarbonation de l'industrie

Jean-Philippe Laurent

*Jean-Philippe Laurent directeur Stratégie et Développement du pôle Clients, Services et Territoires du groupe EDF<sup>1</sup>.*

Beaucoup de sujets qui seront traités dans ce chapitre sont aussi abordés par les autres industriels dans divers chapitres de cet ouvrage, ce qui montre que les grands énergéticiens constituent une sorte de communauté de convictions, de mouvements et d'actions similaires, chacun ayant ses prismes, mais dans laquelle on retrouve globalement la même tendance. Cette tendance s'inscrit dans la neutralité carbone à laquelle la France et l'Europe se sont engagées à l'horizon 2050.

## 1 L'engagement dans la transition énergétique

L'ambition du groupe EDF est d'être l'électricien performant et responsable, champion de la croissance bas carbone.

S'appuyant sur les travaux de sa R&D, active depuis longtemps dans le domaine des utilités et procédés industriels, et des énergies renouvelables, le groupe EDF s'inscrit dans l'ambition du gouvernement d'aider et d'accompagner les acteurs dans la décarbonation de l'industrie.

EDF un acteur engagé de la transition énergétique : pour

1. [www.edf.fr/](http://www.edf.fr/)

porter cette ambition, le groupe a mis en place la stratégie « CAP 2030 », qui s'articule autour de trois priorités :

- accompagner les clients et les territoires dans leur transition énergétique ;
- produire une énergie bas carbone à base d'énergies nucléaire et renouvelables ;
- développer ses solutions bas carbone à l'international.

Cet engagement est illustré par la raison d'être du groupe EDF publiée en 2020 et qui est véritablement centrée sur la neutralité carbone (*Figure 1*).

Le groupe EDF s'est engagé à être neutre en carbone en 2050 dans le cadre des « scopes 1, 2 et 3 », comme expliqués dans le chapitre d'O. Greiner dans *Chimie et enjeux énergétiques*, et à se décarboner à 50 % dès 2030 :

- le scope 1 concerne les émissions de CO<sub>2</sub> des installations industrielles ;
- le scope 2 concerne les émissions indirectes des installations industrielles, comme celles résultant de leur consommation en électricité ;
- le scope 3 concerne les émissions de CO<sub>2</sub> liées à l'utilisation des produits par les clients.

Pour un groupe énergétique, cet engagement est un enjeu fort.

EDF a obtenu une certification par le « *Science Based Target* », une initiative des Nations Unies qui certifie non seulement les engagements pris, mais aussi les différents plans d'actions qui y sont associés par les postulants. Deux types de certifications sont distribués : celle qui concerne un programme conduisant à une limitation du réchauffement climatique à 2 °C et celle dite « *WellBelow 2 °C* », plus ambitieuse encore ; EDF a obtenu cette seconde certification, qui s'incarne d'un point de vue opérationnel dans :

- le plan solaire, dans lequel le groupe s'engage à être l'acteur de référence du solaire en France et le leader de l'auto-consommation ;
- le plan stockage (dont l'enjeu est rappelé dans les chapitres d'O. Tincq et de J.-P. Clamadieu). EDF n'est actuellement qu'à 5 GW de stockage à travers notamment ses « Stations de transfert d'énergie par pompage » (STEP). Le groupe souhaite doubler cette capacité de stockage d'ici 2035 ;
- le plan mobilité, dans lequel le groupe souhaite intensifier le déploiement des bornes de charge, avec un objectif d'ici 2023 : 150 000 points de charge et 10 000 points de charge intelligents ;

Figure 1

La raison d'être d'EDF.



– le développement de l'hydrogène : une filiale a été mise en place, Hynamics<sup>2</sup>, qui est le bras armé du groupe sur ce sujet et qui est présente à la fois sur la partie industrielle et dans les transports lourds, notamment ceux des collectivités (les bus, les bennes à ordures ménagères...). EDF est aussi l'un des partenaires de McPhy<sup>3</sup> (voir le chapitre de L. Carme).

## 2 La stratégie d'EDF pour accompagner ses clients dans la décarbonation

EDF met ses compétences et l'expertise de sa R&D pour

2. Hynamics : société créée en 2019 qui alimente les véhicules lourds du domaine public et privé dans le secteur terrestre, fluvial, maritime et aéroportuaire en hydrogène bas carbone et renouvelable, produit par électrolyse de l'eau.

3. McPhy : concepteur, fabricant et intégrateur d'équipements hydrogène depuis 2008. Spécialiste des équipements de production et distribution d'hydrogène, McPhy contribue au déploiement mondial de l'hydrogène propre comme solution pour la transition énergétique.

accompagner ses différents clients. Pour les acteurs industriels, le groupe a choisi de développer quatre voies pour accompagner les acteurs dans la décarbonation de l'industrie (*Figure 2*) :

- l'efficacité énergétique : il faut réduire la consommation autant que possible, partout où c'est possible. Il y a beaucoup de sujets et beaucoup de recherches sur le domaine ;
- la récupération de chaleur et l'intégration de pompes à chaleur haute température ;
- la substitution d'énergie fossile par l'électrification des procédés : quand les besoins en énergie sont réduits au minimum sur un site, il faut substituer l'énergie fossile par de l'énergie décarbonée.

### 2.1. L'efficacité énergétique

En matière d'efficacité énergétique, EDF accompagne ses clients dans de nombreux domaines (*Figure 3*) : des domaines classiques comme la rénovation des bâtiments, mais aussi dans la mise au point de nouveaux procédés plus



Figure 2

Les quatre piliers de l'accompagnement EDF de l'industrie dans la décarbonation.

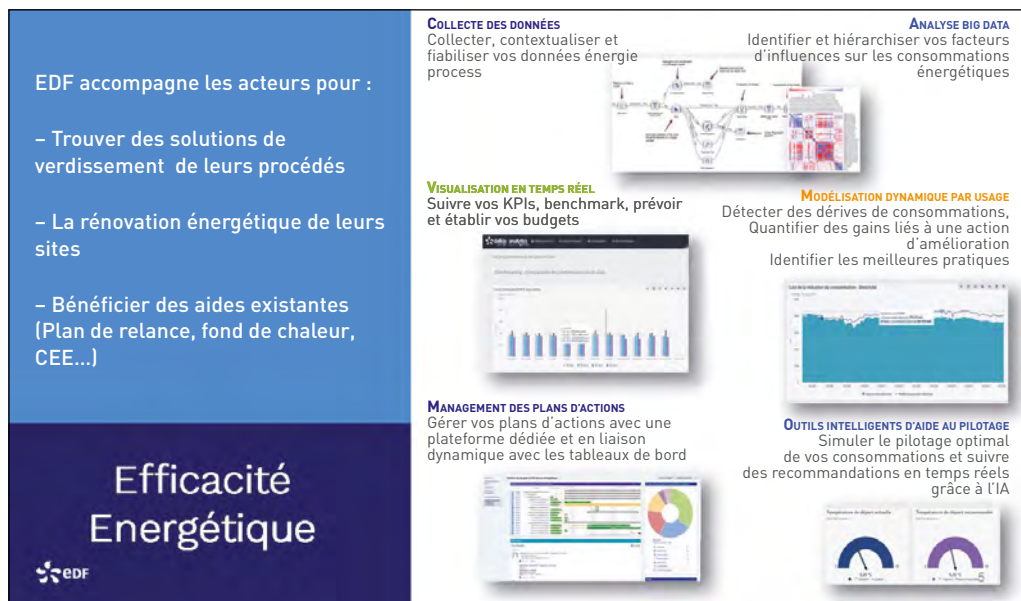


Figure 3

Stratégie d'EDF en matière d'efficacité énergétique.

efficaces et moins consommateurs d'énergie, comme les procédés membranaires (cités dans le chapitre de B. Tincq). Sur ces sujets, EDF n'accompagne pas en tant qu'expert sur les procédés, ce n'est pas son métier, par contre le groupe est en mesure de monter des dossiers qui permettent d'aider les acteurs à financer l'investissement, par exemple avec les CEE<sup>4</sup>.

Sur la partie droite de la **Figure 3** figurent quelques exemples dans le domaine des apports de l'intelligence artificielle. EDF a des partenariats

4. CEE : Certificat d'économie d'énergie, système qui vise à obliger une catégorie d'acteurs énergétiques à réaliser des économies d'énergie et parallèlement, cette économie d'énergie garantit l'obtention d'un certificat.

avec les *deeptech*<sup>5</sup> via sa filiale Dalkia<sup>6</sup> et la startup Métron<sup>7</sup>, pour proposer des solutions d'analyse de données dans le process industriel lui-même : collecte de données sur la consommation énergétique des différentes étapes du process, pour aider à la modélisation et trouver les défaillances ou les dérives possibles, et à

5. *Deeptech* : startup qui propose des produits ou services sur la base d'innovation de rupture.

6. Dalkia : filiale du groupe EDF, leader des services énergétiques en France, qui propose à ses clients des solutions sur mesure à l'échelle de chaque bâtiment, ville, collectivité, territoire et site industriel.

7. Métron : startup d'intelligence énergétique qui développe des outils digitaux pour accompagner les industriels vers plus de performance énergétique.

partir de là, pouvoir identifier et mettre en œuvre des plans d'action qui permettent de suivre un certain nombre d'indicateurs afin d'optimiser et de réduire les consommations dans la durée.

## 2.2. La récupération de chaleur

Il y a 50 TéraWatt-heure (TWh) en France de chaleur de plus de 100 °C qui ont été émis par l'industrie et qui ne sont pas récupérés. C'est de la chaleur perdue parce que l'on n'avait pas de solutions simples pour la récupérer facilement. Maintenant, des solutions technologiques et des financements existent pour aller chercher cette chaleur, la récupérer et chauffer un autre endroit sur le site ou répondre à des besoins externes.

On peut parler de R&D pour la récupération de la chaleur sur le site, car il faut associer des solutions de modèle thermodynamique à des analyses financières de type Pinch<sup>8</sup>. Dans ce genre de systèmes, certaines solutions ne sont pas nouvelles mais ont besoin de gagner en maturité.

On peut citer plusieurs exemples de récupération de chaleur pour alimenter et répondre à des besoins externes au site :

- la capture de CO<sub>2</sub>, en sortie des hauts fourneaux d'ArcelorMittal à Dunkerque, où

avant de capturer le CO<sub>2</sub>, on récupère la chaleur issue des hauts fourneaux pour chauffer, *via* un réseau de distribution de chaleur, les habitants de la ville de Dunkerque. C'est un exemple de substitution d'énergie fossile où, plutôt que d'alimenter un réseau de chaleur par la combustion d'un gaz ou un autre carburant, on l'alimente par de la chaleur récupérée, ce qui permet en plus dans ce cadre de complètement éliminer les émissions de CO<sub>2</sub>. De même, sur des fours de métallurgie de PSA à Charleville-Mézières, la chaleur est récupérée pour alimenter plus de 50 % des besoins de la ville ;

- les *datacenter*<sup>9</sup> sont un autre exemple (un peu loin de la chimie) à partir desquels on récupère de la chaleur pour aller chauffer une piscine par exemple.

## 2.3. La substitution d'énergie fossile

On parle beaucoup des pompes à chaleur, dont la technologie évolue énormément. Dans le laboratoire de R&D d'EDF, le groupe travaille pour augmenter les températures de sortie des pompes à chaleur et la diversité de sources de chaleur et des fluides intermédiaires qu'on peut utiliser. On arrive maintenant assez facilement à avoir des chaleurs de sortie jusqu'à 140 °C.

Ces pompes à chaleur peuvent être utilisées dans beaucoup d'usages pour des systèmes de préchauffage ou du séchage par exemple.

8. Pinch : analyse qui a pour objectif d'optimiser le rendement financier d'investissements sur plusieurs projets simultanément pour tenir compte des effets croisés entre les projets et assurer leur compatibilité.

9. *Datacenter* : centre de traitement des données.

Les solutions de substitution des énergies fossiles sont des sujets d'actualité qui sont éligibles dans le cadre du plan de relance. Dans ce cadre, EDF a déposé un dossier en partenariat avec un acteur important sur le développement du procédé d'évapo-concentration par compression mécanique de vapeur.

Ces projets d'actualité ont encore besoin d'aide et de financement pour pouvoir voir le jour sur le marché et EDF a cette capacité d'association avec les industriels pour les faire éclore.

#### 2.4. Développement des énergies renouvelables

Nous ne reviendrons pas dans ce chapitre sur la production d'électricité sur site, comme les centrales solaires au sol, qui sont bien adaptées pour les bâtiments ou les particuliers mais qui ont une production insuffisante pour les procédés industriels gros consommateurs d'énergie.

Pour les sites industriels, il faut signaler l'intérêt des « *Power Purchase Agreement* » (PPA) : contrat (généralement à long terme) de vente directe d'électricité par un fournisseur d'électricité à un producteur indépendant d'électricité, permettant à ce dernier de garantir la rentabilité de sa centrale en assurant l'écoulement de sa production à un prix fixé à l'avance, et à partir de là d'obtenir une sorte de garantie sur l'énergie verte qui arrive sur le site. Les investissements ont une durée différente en fonction de la typologie du projet : réaménagement de friche

industrielle ou projet sur un terrain vierge. Les grands acteurs industriels (notamment les GAFA) s'intéressent de plus en plus à ces solutions qui garantissent le « verdissement » de leur site sans avoir eux-mêmes les mètres carrés ou la disponibilité du terrain pour le faire. Ils s'appuient sur des partenaires extérieurs tels qu'EDF, car il faut aller chercher différents champs éolien ou solaire pour pouvoir atteindre finalement une production d'électricité qui corresponde exactement aux besoins de l'industriel.

EDF développe donc le solaire et l'éolien, mais aussi la biomasse<sup>10</sup>, qu'elle soit productrice de chaleur pour faire de la vapeur ou électrogène. Nous avons sur la France 550 installations de biomasse. Le développement de la biomasse est une solution non seulement vertueuse puisque complètement renouvelable, mais aussi, dans certains cas avec les aides qui sont données, économique. Toutefois, l'utilisation de la biomasse a besoin de monter encore en puissance.

Il faut aussi citer les combustibles solides de récupération, qui sont aussi un moyen d'utiliser des déchets pour alimenter un site, plutôt que d'aller soit brûler directement ces déchets et émettre du CO<sub>2</sub> sans récupération de la chaleur, soit de les enfouir avec un risque de méthanisation, par dégradation ultérieure.

Toutes ces solutions d'utilisation d'énergies renouvelables permettent d'alimenter un

10. Biomasse : ensemble de la matière organique d'origine végétale ou animale.

process industriel de façon massive. Ce sont toutes des technologies qui sont plutôt matures mais qui ne sont pas

encore déployées très largement et qu'on peut mettre dans un plan à 3, 4 ou 5 ans pour l'alimentation d'un site industriel.

## Enjeux de la neutralité carbone

La neutralité carbone est maintenant incontournable. Elle est aussi un enjeu fort de compétitivité et finalement d'ancrage de nos industries dans notre territoire, notamment notre territoire national, et cette compétitivité est absolument indispensable pour y arriver.

Il y a aussi des enjeux autour de la formation et du bassin d'emploi bien évidemment, mais aussi un enjeu énergétique car il est toujours difficile de trouver des solutions sur un site industriel isolé à cause d'un certain nombre de contraintes. Il faut, au niveau des territoires, développer la mutualisation énergétique comme à la Fos-sur-Mer avec l'association Piicto (*Figure 4*), qui essaie



Figure 4

Exemple de Piicto sur la mutualisation énergétique industrielle.

de mutualiser les efforts des différents acteurs du site industriel pour intégrer des projets innovants de développement et de consommation d'énergies renouvelables.

Même si le sujet de l'énergie est déjà complexe quand on est seul, cela l'est encore davantage quand il est mutualisé avec d'autres qui n'ont ni forcément les mêmes courbes de charge ni forcément les mêmes besoins au même moment. Mais ce sont là des travaux d'intégration et c'est en intégrant bien l'industriel dans son territoire qu'on permet de rendre service à la collectivité, qu'on arrive à s'entraider entre différents industriels et qu'on arrive à trouver des solutions pour gagner en compétitivité.