

12 INDUSTRIE

Les SMR, une technologie mitigée

18 INDUSTRIE

Bordeaux mise sur l'hydrogène

24 TRANSPORT

Penser les alternatives à l'automobile



Tour Eve
1 place du Sud
CS20067 - 92800 Puteaux

Rédaction

• Tél : 01 84 23 75 98
• E-mail : energieplus@atee.fr

- Directeur de la publication : Christian Deconninck
- Rédacteur en chef : Clément Cygler (75 92)
- Rédacteurs : Olivier Mary (75 95)
Simon Philippe (35 44)
- Ont participé à ce numéro : Philippe Bohlinger
Caroline Kim
Céline Vert, chargée de mission
Mobilité à Aura-EE
- Secrétaire de rédaction : Simon Philippe (35 44)
- Diffusion-abonnements : Alexandre Giroux (01 46 56 35 40)
a.giroux@atee.fr
- Photo en couverture : © Nuscale

Publicité

Société ERI
• Tél : 01 55 12 31 20
• Fax : 01 55 12 31 22
• regieenergieplus@atee.fr

Abonnement

20 numéros par an
• Tél : 01 46 56 35 40
• France : 170 € (16,50 € à l'unité)
• Étranger : 188 € (21 € à l'unité)



© ATEE 2022

Membre du Centre français
d'exploitation du droit de copie
www.cfcopies.com

Tous droits de reproduction réservés.
Les opinions exprimées par les auteurs dans les
articles n'engagent pas la responsabilité de la
revue.



(Association régie par la loi 1901)
Représentant légal : Christian Deconninck

Conception graphique :
Olivier Guin - olivier.guin@gmail.com



Imprimerie CHIRAT
744 route de Ste-Colombe
42540 St-Just-la-Pendue
Tél. 01 44 32 05 53
www.imp-chirat.fr

Dépot légal à parution.
Commission paritaire n°0526 G 83107



Infos pros

- 4 À lire. Le site. Nominations. Téléx
- 5 Agenda. Les rendez-vous de l'ATEE
- 6 En bref
- 8 Emmanuel Macron relance le nucléaire
- 9 Un tapis roulant solaire dans la station du Dévoluy
- 10 Le prix du bois

Industrie

- 11 En bref
- 12 **Les SMR au cœur de nombreux questionnements**
- 16 Denel applique l'ISO 50001 à la transformation de fruits exotiques
- 18 **Le port de Bordeaux mise sur l'hydrogène**

Transport

- 20 En bref
- 21 Sept scénarios pour imaginer la transition carbone des transports
- 24 **Penser les alternatives à l'automobile d'aujourd'hui**
- 26 L'électromobilité en région Auvergne-Rhône-Alpes
- 28 Du carburant fabriqué grâce au soleil

30 Répertoire des fournisseurs



Des JO d'hiver enfin verts ?

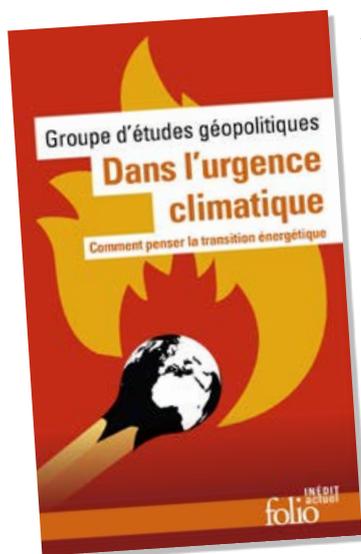
Clément Cygler, rédacteur en chef

Des athlètes, un tremplin, de la neige artificielle, et en arrière-plan, d'anciennes tours de refroidissement, cheminées et hauts fourneaux. Le concours de Big Air « urbain » restera assurément une des images de ces 24^e Jeux olympiques d'hiver qui ont eu lieu du 4 au 20 février à Pékin. De nombreuses voix se sont élevées pour critiquer fortement cette épreuve, et plus largement, l'impact écologique de cet événement à la portée mondiale. Pourtant, la Chine avait promis l'organisation de JO « verts », respectueux de l'environnement, et affichait même l'ambition d'atteindre leur neutralité carbone. Plusieurs actions avaient été menées dans ce sens, notamment le recours massif aux énergies renouvelables et aux transports à faibles émissions. Le réaménagement et la réutilisation de certains sites, tout comme l'emploi de systèmes de réfrigération natu-

rels au CO₂ pour les épreuves sur glace, ont également permis de limiter l'impact écologique. Les puits de carbone générés par les projets de boisement à Pékin et à Zhangjiakou devraient en outre participer à la compensation des émissions produites à l'occasion des Jeux, estimées à 1,3 millions de tonnes de CO₂. Si les critiques entendues semblent donc assez légitimes, il ne faut cependant pas rejeter la faute uniquement sur la Chine. La responsabilité incombe tout autant au Comité international olympique (CIO) qui a validé les sites proposés, ces derniers étant pourtant situés dans une région au climat aride, froid, venteux et surtout très peu enneigée. Mais ne vous inquiétez pas ! Le CIO a revu ses ambitions à la hausse pour les prochaines éditions qui devraient être réellement neutres en carbone et, à partir de 2030, avoir un impact positif sur le climat. Une utopie...

ENTREPRISES ET ACTEURS PUBLICS CITÉS DANS CE NUMÉRO

ADEME	5, 20, 26	CARATECH	9	FRANCE ENERGIES MARINES	4	IMDEA ENERGY	28	ORS	6
AE	6	CEA	11, 14	FRANCE HYDROGÈNE	5	IRSN	15	RTE	8
AIE	18	CEMEX	28	FRANCE STRATÉGIE	21, 22	KAIROS POWER	13	RUSATOM OVERSEAS	7
AIEA	12, 15	CGEDD	21, 22	GENERAL ELECTRIC	13	LA POSTE	5	RWE	11
AIR LIQUIDE	7	CMA-CGM	7	GEOLITH	11	LUFTHANSA	28	SEM DÉVOLUY SKI DÉVELOPPEMENT	9
AIRPARIF	6	CRE	4	GH2	18, 19	MAERSK	20	SHIFT PROJECT	24, 25
ANR	11	CNNC	14	GLOBAL CHANCE	13	MAGMA ENERGY	4	STORENGY	19
ANSYS	28	CNRS	4, 5, 11	GPMB	18, 19	MIROVA	5	SUNWED ENERGY	9
APCC	24, 25	DENEL	16, 17	GRDF	4, 6	NAVAL GROUP	14	SYNHÉLION	28
AQST	21	DOE	13	GRTGAZ	7	NEPTUNE ENERGY	11	TECHNIC ATOME	14
ASN	14	EDF	8, 14	GREENFLEX	4	NEXEYA	19	TECHNIP ENERGIES	5
AURA-EE	26, 27	ENEDIS	4	HITACHI NUCLEAR ENERGY	13	NUSCALE	11, 15	TERRAPOWER	13
AVRIL	19	ENI	28	HY24	5	NUWARD	14	TRANSPORT & ENVIRONNEMENT	20
BANQUE DES TERRITOIRES	4, 20	EV4	25	INDDIGO	25	OCDE	15	X ENERGY	13
BEI	7	FNCCR	5	INRIA	5	OMS	6		



À lire

Dans l'urgence climatique : comment penser la transition énergétique

Collectif, Folio Actuel, 288 pages, 8,20 euros

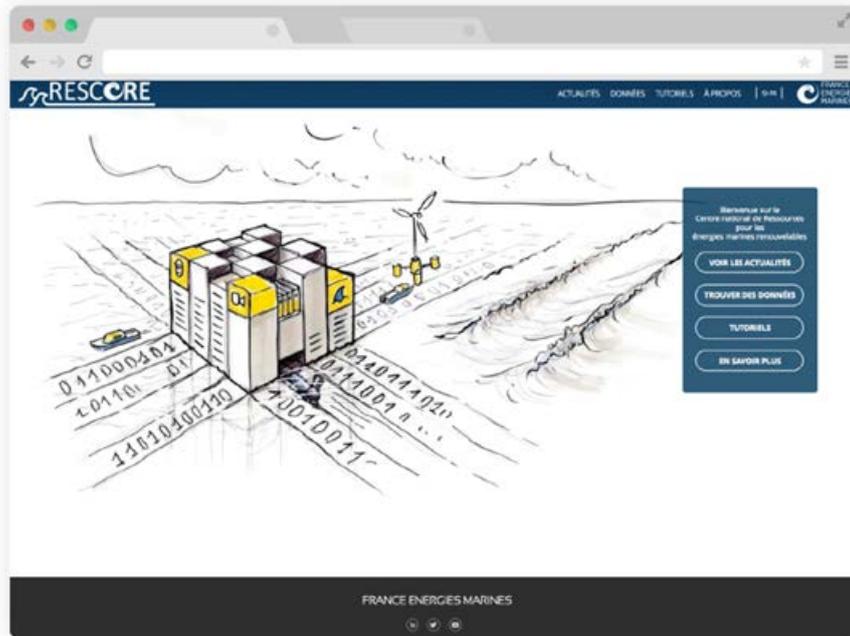
La crise climatique et les catastrophes qui en découlent sont au cœur de l'actualité. Le secteur de l'énergie est une des principales causes du réchauffement planétaire. Il est donc indispensable de s'atteler à la transition énergétique. Mais que signifie concrètement ce concept ? Combien la transition coûte-t-elle à la société ? Comment change-t-elle la façon de faire de la politique ? Implique-t-elle un renoncement au progrès ? Cet ouvrage collectif rédigé par des chercheurs français, européens et internationaux sous la direction de Michel Derdevet a pour objectif de fournir les clés pour comprendre les principaux termes du débat autour de ce sujet complexe. Les douze chapitres l'abordent des points de vue de l'économie, de l'histoire, des relations internationales et de la science politique. Les thèmes abordés sont variés. Ils portent sur la neutralité carbone, la transition et la souveraineté énergétiques, la compétitivité économique et industrielle, les coûts financiers de la transition ou les liens entre écologie et démocratie.

Le site

<https://rescore.france-energies-marines.org/fr/>

France Énergies Marines met à disposition du public un centre de ressources en ligne mutualisant l'accès à des informations pertinentes pour le développement du secteur des énergies marines renouvelables en France. Il répertorie et détaille en particulier des projets en recherche et développement. Des cartes, des jeux de données brutes et diverses documentations techniques sont accessibles. Un outil de recherche permet aux internautes de trouver les informations qui les intéressent. L'utilisateur a le choix entre trois modes de recherche : la recherche libre, la recherche par emprise géographique, et celle par contenus spécifiques. Une carte interactive est disponible sur la plateforme. Elle permet de visualiser et de manipuler des données géoréférencées. L'utilisateur

peut y gérer différentes couches de datas, ajouter des données distantes, effectuer des mesures sur celle-ci ou y ajouter des annotations. Un onglet « actualités » récapitule l'ensemble des données qui sont et seront ajoutées progressivement sur le site.



Nominations

- ▶ **Antoine Petit** est reconduit à la tête du Centre national de la recherche scientifique (CNRS) pour un second mandat.
- ▶ **Rachid Bouabane-Schmitt** est le nouveau Secrétaire général de la Commission de régulation de l'énergie (CRE).

TÉLEX

/// **GREENFLEX** a rendu au ministère de l'Agriculture les résultats d'une étude sur les leviers pour accélérer l'atténuation du changement climatique de ce secteur s'unissent pour un investissement record de 200 millions d'euros dans Hy2gen AG /// L'État et la filière maritime ont annoncé la création d'un Institut pour la transition déployement de navires concepts /// En partenariat avec **ENEDIS**, **GRDF**, **NAMR**, la **BANQUE DES TERRITOIRES** a mis en ligne « Prioréno », un outil data visant à identifier les a publié son livre blanc sur les perspectives de déployement du poids-lourd électrique à hydrogène /// **MAGMA ENERGY**® est la première centrale d'achats dédiées regroupant, standardisant et optimisant les besoins de plusieurs projets ///



En bref

100 millions d'euros pour cinq nouveaux programmes CEE

À la suite du nouvel appel à programmes d'accompagnement qui a été lancé en novembre 2021 par le ministère de la Transition écologique, cinq nouveaux programmes de certificats d'économie d'énergie (CEE) ont été sélectionnés. Le programme Sonum, pour sobriété numérique, doté d'une enveloppe de 15 millions d'euros, a pour objectif de réduire les consommations d'énergie liées à l'usage du numérique. Ce dernier est responsable de 2,5% des émissions de gaz à effet de serre (GES) et de 10,3% de la consommation d'électricité française. Pour y parvenir, il va mettre en œuvre des actions de sensibilisation et de formation, créer un label, une base de données publique, des référentiels et des outils de mesure, ainsi qu'un code de conduite « sobriété numérique ». Porté par L'Ademe, le CNRS et l'Inria, il doit dans un premier temps former 300 enseignants du supérieur, 2 000 ambassadeurs en entreprises, et 650 ambassadeurs en collectivités. Ces 3 000 personnes formeront à leur tour aux enjeux d'économies d'énergie dans le numérique 400 000 élèves du supérieur, 10 000 personnes travaillant dans des entreprises et 1 000 en collectivités.

Le programme « Baisse les Watts » est de son côté doté de 26 M€. Porté par La Poste, il doit sensibiliser 700 000 PME et TPE à réduire leurs consommations d'électricité. Environ 61 000 d'entre elles bénéficieront en outre d'un accompagnement personnalisé et adapté, destiné à améliorer leurs compétences. Par ailleurs, afin de guider les collectivités locales dans la rénovation de leur éclairage public pour faire des économies, un programme porté par la FNCCR est mis en place. Baptisé « Lum'Acte », il bénéficie d'une enveloppe de 10 M€. Il a pour objectif de soutenir les collectivités territoriales pour diagnostiquer, dans un premier temps d'ici à deux ans, 3 à 4 millions de points d'éclairage répartis dans une zone géographique couvrant la moitié de la population française. Dans un second temps, il s'agira de rénover au moins 70% de ces installations. Avec un parc de dix millions de points lumineux, l'éclairage public représente plus de 40% des consommations d'électricité des collectivités, et pèse notamment sur la pointe de demande en électricité lors de l'allumage en début de soirée. Des programmes sur le secteur des transports seront présentés ultérieurement par le ministre délégué en charge des Transports.

et amplifier la transition vers une agriculture bas carbone /// **HY24, MIROVA**, la **CDPQ, TECHNIP ENERGIES** écologique et énergétique du maritime (T2EM) pour accompagner les choix de transition avec notamment les chantiers de rénovation énergétique prioritaires au sein des parcs de bâtiments publics /// **FRANCE HYDROGÈNE** aux producteurs d'énergies renouvelables et a pour objectif de réduire les coûts de production du gaz vert en

Rendez-vous ATEE

Retrouvez les programmes de ces manifestations sur www.atee.fr
 Contact : Carine Fadat / Margot Henault : 01 46 56 35 41
 Inscriptions en ligne obligatoire sur <https://atee.fr/evenements>

Événements nationaux

JRI BIOGAZ ET MÉTHANISATION

15-17 mars – Lyon

L'événement organisé en présentiel peut néanmoins être suivi en ligne.

→ Inscriptions obligatoires en ligne avant le 10 mars sur le site de l'ATEE

Événements régionaux

ATEE BOURGOGNE-FRANCHE-COMTÉ

4 mars – 11h à 12h30 en ligne

Webinaire : « Efficience énergétique face à la flambée des prix de l'énergie »

ATEE NOUVELLE AQUITAINE

4 mars - 14h à 15h30 en ligne

Webinaire : « Nouvelle période CEE, quelles opportunités pour le secteur de l'industrie ? »

ATEE ÎLE-DE-FRANCE

8 mars – 8h30 à 11h00 en présentiel

Table ronde : « Construction bas carbone : vers de nouvelles pratiques »

ATEE AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

8 mars – 14h à 15h30 en ligne

Webinaire : « Nouvelle période CEE, quels impacts pour le secteur de l'industrie ? »

ATEE OCCITANIE

17 mars – 13h30 à 17h en présentiel

Conférence : « RE2020 : enjeux et témoignages d'experts en Occitanie »

Agenda

18-22 MARS – COLMAR

→ **Énergie Habitat 2022**, salon du bâtiment, de l'énergie et de l'habitat en Alsace
www.energiehabitat-colmar.com

23-24 MARS – DEAUVILLE

→ **Time to change**, le Forum Climat, Énergies & Finance Durable
<https://evenements.optionfinance.fr/time-to-change-2022>

30-31 MARS – NANTES

→ **BIO360**, événement phare sur la bioénergie
www.bio360expo.com

31 MARS – PARIS

→ **Enerj-meeting Paris 2022**
www.enerj-meeting.com



Pollution de l'air : 7 920 décès pourraient encore être évités en Île-de-France

L'Observatoire régional de santé Île-de-France (ORS) et Airparif publient une étude qui quantifie l'impact de la pollution de l'air sur la mortalité en région Île-de-France. Les polluants favorisent le développement de pathologies chroniques graves, en particulier cardiovasculaires, respiratoires et certains cancers. Ce sont les particules fines qui ont le plus d'impact sur la santé des Franciliens. Le nombre annuel de décès qui leur est imputé s'élève à 6 220 en 2019, contre 10 350 en 2010. Le nombre annuel de décès en lien avec l'exposition prolongée au dioxyde d'azote (NO₂) atteint 3 680 en 2019, contre 4 520 en 2010. Ces chiffres de décès attribuables à ces deux polluants ne peuvent pas être directement additionnés car une partie de ces décès se recoupe. Enfin, l'ozone (O₃) est responsable du décès de 1 700 personnes. Il s'agit du seul polluant réglementé dont les concentrations augmentent dans la région depuis qu'il est mesuré. En 2019, la mortalité liée à la pollution de l'air est donc évaluée par l'étude à 7 920 décès prématurés. Si de nouvelles mesures étaient prises pour abaisser les niveaux actuels de pollution de l'air sous les valeurs recommandées par l'Organisation mondiale de la santé (OMS), une partie de ces morts pourraient être évitée. Toutefois, les statistiques de 2019 sont plutôt encourageantes par rapport à celle datant de dix ans auparavant. Le rapport estime le gain moyen d'espérance de vie à près de huit mois en moyenne par habitant en Île-de-France depuis 2010. La lutte contre la pollution de l'air mise en place par les collectivités, l'État, les associations de protections de l'environnement et les acteurs économiques semble commencer à porter ses fruits.

La bonne image des gaz verts en Auvergne-Rhône-Alpes

GRDF vient de publier une étude menée en région Auvergne-Rhône-Alpes sur le thème des usages et perceptions du gaz naturel et du gaz vert. Selon ce travail, réalisé par le cabinet d'études Becoming, sur un échantillon de 2 001 personnes, le gaz et plus précisément le gaz vert



bénéficient d'une forte adhésion dans la région. 77 % des habitants se déclarent favorables au gaz vert alors que 67 % ont une bonne image du gaz naturel. 69 % d'entre eux se disent prêts à consommer du gaz vert dès à présent. Les utilisateurs actuels de gaz naturel se montrent encore plus enclins à franchir le pas (87 %).

L'Autorité environnementale pointe la complexité de l'évaluation des projets

L'Autorité environnementale (AE) a publié le 14 février son avis sur le projet de décret relatif à l'évaluation environnementale. Ce texte en cours d'élaboration à la demande du Conseil d'État prévoit de soumettre à étude d'impact des projets situés en-dessous des seuils de soumission habituels mais susceptibles d'avoir des incidences notables sur l'environnement. Mais selon l'AE, ce dispositif en gestation est trop complexe car il introduit « un niveau d'instruction et une autorité supplémentaires pour des projets qui ne seront qu'exceptionnellement soumis à évaluation environnementale ». Cela risque d'ajouter des difficultés pour les porteurs de projets, déjà soumis à de nombreuses obligations réglementaires.

L'AE souligne aussi d'autres problèmes dans le texte : manque de transparence du dispositif pour le public, possibilité d'intervention tardive du juge administratif risquant de retarder les projets, pas de précision sur les conséquences d'une absence de décision de l'autorité compétente, etc. Pour améliorer le texte et éviter de trop retarder les projets, l'Autorité préconise « de revenir à une approche à la fois plus simple et robuste juridiquement, [...] à rebours de l'extrême complexité apportée par les évolutions récentes du droit depuis l'ordonnance du 3 août 2016 ».

Rusatom Overseas et Air Liquide vont produire de l'hydrogène sur l'île de Sakhaline

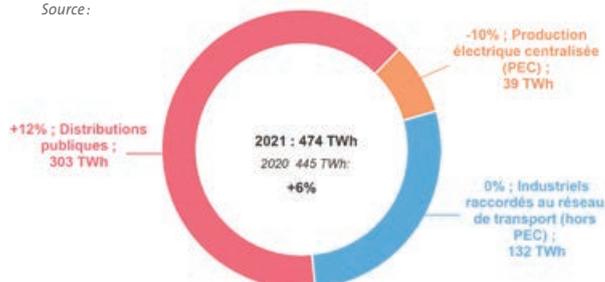
Rusatom Overseas et Air Liquide ont annoncé la réalisation d'une étude de faisabilité pour la construction d'un complexe de production d'hydrogène sur l'île de Sakhaline (Russie) dans le cadre d'un protocole d'accord signé par les deux entreprises en avril 2021. La future usine fera partie d'un projet de création et de développement d'un cluster hydrogène dans la région de Sakhaline et jettera les bases de l'organisation d'une chaîne d'approvisionnement vers les marchés étrangers et les consommateurs locaux des secteurs de l'énergie, des transports et de l'industrie.

La consommation de gaz a progressé en 2021

D'après le bilan 2021 publié par GRTgaz, la consommation de gaz a atteint 474 TWh en 2021, soit une hausse de 6%. Selon le gestionnaire de réseau, cette progression s'explique essentiellement par la température moyenne annuelle inférieure de 1,4°C à celle de 2020. En effet, la consommation par les particuliers a crû de 12%. La demande en gaz du secteur industriel est restée stable puisque le recul observé dans le secteur du raffinage et de la pétrochimie a effacé la hausse dans la plupart des autres secteurs du fait de la reprise économique. Les centrales thermiques à gaz ont vu leur consommation diminuer de 10%. La reprise économique au niveau mondial, notamment en Chine, a conduit à une forte demande en gaz. Combinée aux moindres volumes livrés par la Russie, elle a entraîné une forte hausse des prix sur les marchés de gros : le prix du gaz en France est passé de 9 €/MWh en 2020 à 46 €/MWh l'année dernière. La méthanisation confirme sa dynamique avec 365 sites injectant dans les réseaux, dont 46 sites raccordés au réseau de GRTgaz. Les injections de biométhane ont représenté 4,3 TWh en 2021 contre 2,2 TWh en 2020. Avec 19 TWh supplémentaires de projets en développement, la méthanisation présente une dynamique supérieure à la trajectoire envisagée par la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) qui fixait un objectif de 6 TWh en 2023.

► Consommation brute de gaz en France en 2021

Source :



Un One Ocean Summit plein de promesses



Dans le cadre de la présidence française du Conseil de l'Union européenne, le Gouvernement a organisé à Brest le One Ocean Summit du 8 au 11 février avec pour objectif de trouver des solutions pour protéger mieux les océans. Une trentaine de chefs d'État y ont participé et plusieurs initiatives ont émergé. La présidente de la Commission européenne Ursula von der Leyen a annoncé le lancement d'une coalition avec les 27 membres de l'UE et 13 autres pays pour conclure un traité destiné à protéger la haute mer, qui n'appartient à aucun État. La France, l'Allemagne, l'Italie, l'Espagne et la Banque européenne d'investissement (BEI) ont annoncé porter à quatre milliards d'euros d'ici 2025 le montant des financements de l'initiative européenne « Clean Ocean ». Celle-ci finance des projets visant à réduire la pollution aux plastiques des fleuves et des mers. Toujours pour lutter contre le plastique, un accord international soutenu par l'UE, les États-Unis et dix autres pays est sur les rails. Les négociations viennent de commencer. Enfin, lors de la clôture du sommet, un label européen a été créé pour favoriser la décarbonation du transport maritime qui représente 3% des émissions mondiales de gaz à effet de serre et qui n'est pas soumis à l'Accord de Paris. 22 armateurs européens sont déjà « labélisés ou candidats au label », selon le ministère de la Mer. Les quatre plus grands armateurs du continent, dont le français CMA-CGM, qui représentent 55% du transport par conteneurs dans le monde, sont concernés. Concrètement, ces transporteurs s'engagent à limiter leur impact sur l'océan et sur la biodiversité en décarbonant le transport maritime. Les compagnies doivent proposer une performance environnementale allant au-delà du cadre législatif actuel. Elles devront faire des efforts pour rejeter moins de CO₂ ou de dioxyde de soufre, mais aussi proposer des solutions traitant d'autres problématiques : le bruit, la collision avec les baleines ou la fin de vie de leurs flottes.

Emmanuel Macron relance le nucléaire

Lors d'une visite à Belfort, Emmanuel Macron a dessiné les contours du mix énergétique de la France de 2050. Il reposera plus que jamais sur le nucléaire. Le président a annoncé la construction de six nouveaux réacteurs EPR 2 et la prolongation au-delà de cinquante ans des réacteurs déjà en service. Des efforts seront aussi menés pour développer l'éolien et le photovoltaïque, et moins consommer.

« Il nous faut reprendre le fil de la grande aventure du nucléaire civil en France. » Lors d'une visite à Belfort, le président de la République n'a pas caché sa confiance dans l'atome. Plus de dix ans après la catastrophe de Fukushima, la France poursuit donc sa stratégie énergétique fortement axée sur cette technologie. « Certaines nations ont fait des choix radicaux dans cette période [en tournant] le dos au nucléaire. La France n'a pas fait ce choix, elle a résisté mais elle

n'a pas réinvesti parce que ce doute était là. » Pour balayer ces doutes, Emmanuel Macron a annoncé la construction de six réacteurs EPR 2 d'ici à 2050. Le premier des six devrait être construit vers 2035.

Le nucléaire divise

L'EPR 2 est une version censée être plus simple et moins chère que les EPR mis en service en Finlande, en Chine, et en cours de construction à Flamanville. Selon EDF, en les construisant en plusieurs exemplaires et en optimisant le génie civil et les méthodes de construction (l'opérateur prévoit de les fabriquer par deux), des économies d'échelle seront réalisées. Ces six EPR sont tout de même estimés à 46 milliards d'euros au total selon EDF. Mais ce chiffre ne fait pas consensus : RTE estime en effet que ces chantiers pourraient atteindre jusqu'à 64 Md€. Et les révisions incessantes du prix de l'installation de Flamanville incitent davantage à la prudence. Les six réacteurs devraient être construits par paires sur des sites existants à Penly (Seine-Maritime), à Gravelines (Nord) et enfin soit au Bugey (Ain), soit au Tricastin (Drôme). Ces nouvelles centrales représentent 25 GW de capacité supplémentaire. Le président a par ailleurs envisagé d'édifier

huit EPR 2 complémentaires, mais ce projet n'est pas confirmé et doit encore faire l'objet d'études. Les EPR 2 pourraient être complétés par de petits réacteurs modulaires (SMR) et des réacteurs « innovants » produisant moins de déchets, mais sans plus de précisions. En outre, il a annoncé vouloir prolonger au-delà de cinquante ans les installations déjà en service. « J'ai pris deux décisions fortes : prolonger tous les réacteurs nucléaires qui peuvent l'être, sans rien céder sur la sûreté », ajoutant « qu'aucun réacteur nucléaire en état de produire ne soit fermé à l'avenir ». Ces annonces ne font pas l'unanimité. « C'est un déni de démocratie. On est sur une décision cruciale qui est engageante pour la France pour des décennies, voire des siècles si on parle des déchets », regrette Greenpeace.

Les EnR aussi dans la course

Outre l'atome, le président mise sur les renouvelables, en particulier sur l'éolien en mer. Il souhaite que soient installés cinquante parcs au large des côtes françaises d'ici à 2050 afin d'atteindre 40 GW de capacité. Quant à l'éolien terrestre, il envisage de doubler sa capacité à la même échéance pour atteindre 37 GW. Cet objectif aurait dû être atteint initialement en 2030... L'ambition est beaucoup plus forte sur le solaire photovoltaïque. Il espère multiplier par dix sa puissance installée pour dépasser 10 GW. Pour atteindre ces objectifs, la réglementation devrait être simplifiée. Enfin, Emmanuel Macron a insisté sur la nécessité de baisser la consommation d'énergie de 40 % en trente ans. Pour y parvenir, il faudra selon lui rénover plus, électrifier le parc automobile, décarboner l'industrie et développer l'hydrogène décarboné. Il a écarté toute idée de sobriété, critiquant au passage la privation et l'austérité énergétique. « Ça n'est pas par la décroissance [ou] par la restriction qu'on arrivera à économiser ces 40 %, et à réduire ainsi nos consommations d'énergie. C'est par l'innovation, c'est par la transformation de nos processus industriels [et] de nos pratiques. » ●

Olivier Mary

© Kalipic / Adobe Stock





Un tapis roulant solaire pour le domaine skiable du Dévoluy

Pour cette saison d'hiver 2021-2022, le domaine skiable Le Dévoluy a équipé un tapis roulant de panneaux solaire. Situé sur le front de neige dans la zone ludique « D-Izzy Land », cette remontée mécanique de 125 mètres de long compte 118 panneaux photovoltaïques, installés par les sociétés Sunwed Energy et Caratech. La puissance installée s'élève à 32 kWc, et la production couvre 100% de la consommation du tapis roulant. En outre, le surplus d'électricité sera utilisé par d'autres appareils du domaine, notamment le local technique d'un télésiège. « Cette première française s'inscrit dans une démarche plus globale de réflexion pour notre société. Cet été, nous avons également équipé la salle des machines de variateurs dont l'économie d'énergie escomptée est de 30% sur notre poste de production de neige de culture », précise Laurent Thélène, représentant de la SEM Dévoluy Ski Développement. D'autres projets sont en cours de réflexion, à commencer par l'installation de panneaux photovoltaïques sur le toit du garage à dameuse d'ici l'hiver prochain. ●



Données complètes sur www.cibe.fr, rubrique Nos Actions/Combustibles

Sources : CIBE et Centre d'Etudes de l'Economie du Bois

Plaquettes forestières

(indice: base 100 en janvier 2012)



Attention : depuis début 2017, le CEEB ne publie plus que des indices (base 100 en janvier 2012) : ces courbes ont donc été refaites en conséquence.

Plaquettes de scieries

(en euros/tonnes)



Broyats de recyclage de classe A

(en euros/tonnes)



Mélanges

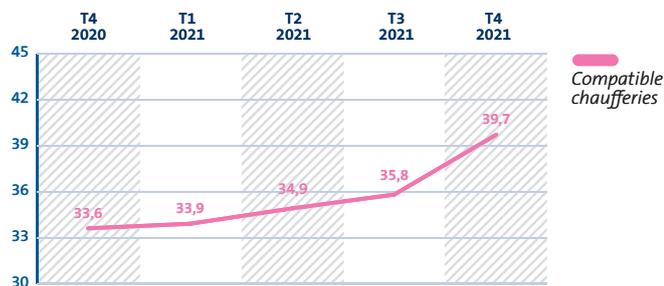
(indice: base 100 en janvier 2012)



Attention : depuis début 2017, le CEEB ne publie plus que des indices (base 100 en janvier 2012) : ces courbes ont donc été refaites en conséquence.

Chutes diverses de scierie broyé

(en euros/tonnes)



Chutes diverses de 2^{de} transformation broyées

(en euros/tonnes)



Granulés producteurs

(en euros/tonnes)



Briquettes

(en euros/tonnes)



Les prix s'entendent hors TVA départ site de production, par camion départ. Il s'agit de prix moyens toutes régions confondues.

Classification professionnelle des combustibles : C1 : petite granulométrie, humidité < 30 %, PCI = 3,70 MWh/tonne • C2 : moyenne granulométrie, humidité entre 30 % et 40 %, PCI = 3,10 MWh/tonne • C3-C5 : granulométrie grossière, humidité > 40 %, PCI = 2,55 MWh/tonne • C4 : granulométries moyennes et grossières, humidité < 25 %, PCI = 4,00 MWh/tonne.



Sept projets de R&D sur l'hydrogène décarboné

Dans le cadre du Programme PEPR-H₂, sept projets de recherche et développement ont été retenus. Ce PEPR Hydrogène décarboné, piloté scientifiquement par le CEA et le CNRS, a pour vocation de soutenir des activités de R&D portées par des industriels de la filière hydrogène. D'une durée de cinq à six ans, ces projets sont menés par des équipes de chercheurs spécialisées dans le domaine de la production, du stockage, du transport et de la conversion de l'hydrogène. Toujours dans le cadre du PEPR-H₂, un appel à projets, opéré par l'Agence nationale de la recherche (ANR) et qui visait à sélectionner des initiatives complémentaires très innovantes vient de se clôturer. L'ANR a également lancé le 24 janvier un appel à manifestation d'intérêt, afin de traiter le volet portant sur les questions d'analyse socio-économique, d'études d'impacts, et d'analyses de cycle de vie (ACV) des systèmes à hydrogène.

Le PEPR-H₂ bénéficie d'un investissement de 80 millions d'euros dans le cadre du plan d'investissement France 2030.

Neptune Energy et RWE lancent un projet de production d'hydrogène en Mer du Nord

Les groupes Neptune Energy et RWE ont signé un accord de développement pour lancer un projet de production d'hydrogène vert en mer. Baptisé « H2opZee », il reposera sur un électrolyseur de 300 à 500 MW qui sera alimenté par des éoliennes offshore. L'hydrogène produit sera ensuite transporté à terre par un pipeline existant d'une capacité de 10 à 12 MW. H2opZee se déroulera en deux phases. Dans un premier temps, une étude de faisabilité sera réalisée et une plateforme de connaissances accessible en ligne sera mise en place. Puis, le projet sera mis en œuvre. Pour cette phase, une méthodologie d'appel d'offres reste à définir. La production devrait démarrer avant 2030.

Trois appels à projets pour les industriels des énergies renouvelables

Dans le cadre de France 2030, le président de la République a annoncé que près d'un milliard d'euros sera dédié à l'innovation et au soutien à l'industrialisation des moyens de production industriels d'énergies renouvelables. Trois appels à projets sont désormais ouverts dans ce cadre. Le premier a pour objectif de

soutenir l'innovation en ciblant tout particulièrement les PME qui constituent un maillon essentiel au sein de l'écosystème d'innovation des EnR et jouent un

rôle fondamental dans la structuration des filières de production. Il se clôture le 28 avril. Le deuxième doit soutenir l'innovation en promouvant le développement de briques technologiques et d'actions de démonstration de grande ampleur. Il prend fin le 14 avril. Enfin, le dernier appel à projets aidera les investissements productifs industriels permettant la diffusion de technologies innovantes au service des énergies renouvelables et l'augmentation des productions industrielles essentielles pour la chaîne de valeur de ces technologies. Il couvre l'ensemble des EnR qui produisent de l'électricité, de la chaleur ou du gaz renouvelable. Les industriels intéressés devront se manifester avant le 30 juin.



Les SMR au cœur de

Les *small modular reactors* sont des réacteurs nucléaires dont la puissance est généralement comprise entre 50 et 500 MW. Sous cette appellation commune, de nombreuses technologies très différentes cohabitent. Plus de 70 projets sont plus ou moins avancés dans le monde, mais leur industrialisation semble encore hypothétique, principalement pour des raisons de coûts et de sûreté.

Lors de son discours de présentation de France 2030 le 12 octobre dernier, le président de la République Emmanuel Macron a égrené dix objectifs prioritaires afin de construire une économie décarbonée, résiliente et souveraine. Le numéro 1 était plutôt surprenant compte tenu de la confidentialité de la technologie mise en avant. Emmanuel Macron a proposé de « faire émerger en France d'ici 2030 des réacteurs nucléaires de petite taille innovants avec une meilleure gestion des déchets ». Il a ajouté que l'État était prêt à y « investir 1 milliard d'euros d'ici 2030 ». Appelés *small modular reactors* (SMR), ces réacteurs nucléaires ont une puissance comprise entre 50 et 500 MW, loin des 900 à 1450 MW des équipements installés en France ces dernières décennies. Ces petits réacteurs ne sont pas nouveaux. La plupart de ceux construits dans les années 1950 n'étaient pas puissants. La particularité des SMR est d'être modulaires. Ils sont conçus pour être fabriqués en série en usine et assemblés ensuite sur site. Leurs promoteurs considèrent qu'ils peuvent représenter un complément aux énergies renouvelables intermittentes, mais aussi offrir d'autres fonctionnalités : chauffer les villes et les usines, produire de l'eau douce en dessalant l'eau de mer, favoriser la cogénération nucléaire, décarboner la production d'hydrogène et produire des carburants de synthèse. 72 sont en projet dans le monde selon un décompte⁽¹⁾ tenu par l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA). Certains sont des versions réduites de modèles existants, d'autres reposent sur des concepts

bien plus innovants. Mais très peu sont en marche ou en construction.

Une famille de technologies

Les SMR ont en commun des puissances inférieures à 500 MW et un caractère modulaire. Cependant, pour produire de l'électricité, toutes les technologies sont possibles. Certaines sont déjà maîtrisées et sont juste miniaturisées. D'autres sont bien plus innovantes. À l'image du nucléaire classique, le type de réacteur le plus utilisé est celui à eau pressurisé (REP). Cette technologie d'origine américaine représente les deux tiers des 444 installations nucléaires dans le monde, dont la totalité du parc français actuellement en fonctionnement. Elle équipe aussi de nombreux porte-avions et sous-marins à propulsion nucléaire. Les REP fonctionnent à partir d'oxyde d'uranium faiblement enrichi. Il utilise l'eau comme fluide caloporteur et pour faire office de modérateur. Dans la même famille des réacteurs à eau légère, quelques projets de SMR sont basés sur la technologie à eau bouillante (REB), en particulier en Russie. Un peu plus de dix projets reposent sur des réacteurs à haute température (HTGR), une technologie où le combustible est refroidi par du gaz. Encore émergente, elle intéresse la filière car elle utilise un uranium très faiblement enrichi qui ne peut pas être détourné à des fins militaires. Quelques projets sont des réacteurs rapides à métal liquide (LMFR) qui utilisent du mercure, du sodium, du plomb ou de l'étain pour refroidir le réacteur. Cette technologie est à la base issue de sous-marins à propulsion nucléaire. Enfin, une dizaine de SMR reposent sur le principe des



nombreux questionnements

fondus (RSF). Le combustible nucléaire s'y présente sous forme liquide, dissous dans du sel fondu qui joue le rôle de caloporteur et de barrière de confinement. Des procédures d'octroi de licences sont en cours au Canada, au Royaume-Uni et aux États-Unis.

→ *General Electric et Hitachi Nuclear Energy comptent commercialiser un SMR de 300 MW à l'horizon 2027 ou 2028.*

Une profusion de projets aux États-Unis

Les États-Unis ont beaucoup d'ambition pour cette filière dont ils font partie des précurseurs. « Il y a beaucoup d'acteurs dans le nucléaire qui continuent à mener des recherches dans ce pays. Depuis les années 2010, ils considèrent, d'abord pour des applications militaires, qu'il serait intéressant d'utiliser de petits réacteurs. Il y a d'ailleurs déjà eu des essais pour équiper en SMR des bases militaires isolées dans le grand nord pour remplacer des groupes électrogènes », raconte Bernard Laponche, physicien et cofondateur de Global Chance. Le grand projet développé par les Américains est civil et il est baptisé NuScale. Le NuScale Power Module (NPM) est

✦ *Le réacteur américain NuScale Power Module sera d'une capacité de 60 MW.*

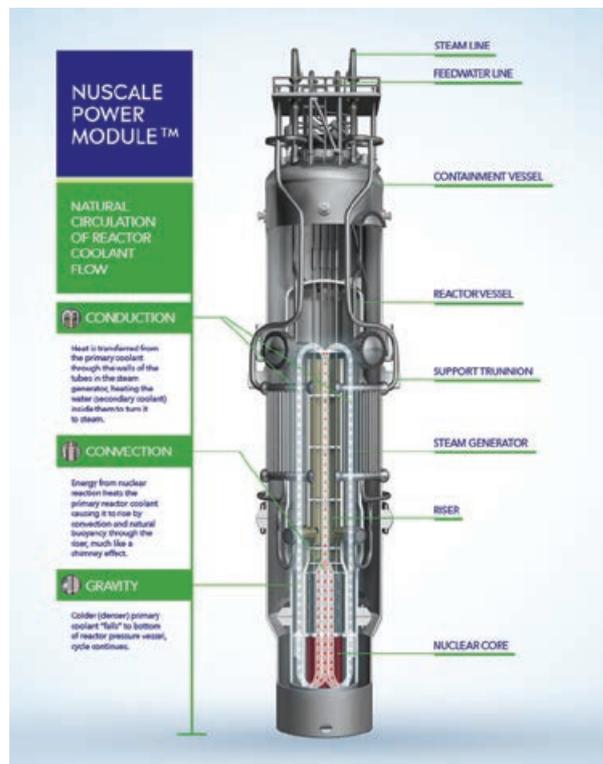


un réacteur à eau sous pression (REP) d'une capacité de 60 MW refroidi à l'eau légère. Il est possible de l'installer seul ou jusqu'à douze exemplaires pour atteindre 720 MW et faire baisser les coûts. Chaque NPM peut fonctionner indépendamment des autres modules dans une configuration à plusieurs appareils. L'ensemble des modules est géré depuis une salle de contrôle unique. D'abord, un premier prototype à taille réelle sera construit l'année prochaine. NuScale Power envisage une mise sur le marché aux environs de 2027. Puis, un projet à douze modules devrait voir le jour vers 2029 sur un site du département de l'Énergie des États-Unis (DOE) qui garantira un prix du mégawattheure de 55 dollars grâce à des subventions. Cette centrale SMR viendra remplacer celles tournant au charbon qui arrivent en fin de vie. C'est également vers 2027 ou 2028 que devrait être commercialisé le BWRX-300, porté par un consortium américano-japonais composé des groupes General Electric et Hitachi Nuclear Energy. Ce REB de 300 MW est en fait une adaptation d'une installation existante de 1520 MW. Pour autant, les Américains ne se contentent pas de miniaturiser des concepts existants. Ils pensent déjà à associer l'idée du SMR avec le nucléaire de quatrième génération. Kairos Power développe en ce sens KP-FHR, un SMR de 140 MW qui utilise la technologie des sels fondus. Il vise à être compétitif par rapport au gaz

naturel et à réduire encore ses coûts à long terme notamment en misant sur une disponibilité et des performances élevées avec de faibles coûts de maintenance. Avec son XE-100, X Energy a de son côté opté pour un HTGR de 200 MW, dont un prototype devrait être construit en 2025. Ces technologies, assez innovantes, n'ont pas encore de calendrier précis concernant leur commercialisation. Malgré les incertitudes, les SMR commencent à intéresser au-delà de la sphère traditionnelle des énergéticiens américains. Bill Gates qui a créé l'entreprise TerraPower il y a quinze ans, s'est allié à PacifiCorp pour mettre en œuvre un réacteur refroidi au sodium dans l'État du Wyoming. D'une puissance de 345 MW, il sera combiné à un système de stockage de l'énergie pour les sels fondus. La technologie de stockage permettra, si besoin, d'augmenter la puissance de l'installation jusqu'à 500 MW. En octobre 2020, le DOE a accordé à TerraPower un financement de 80 millions de dollars malgré les doutes qui planent sur cette technologie en termes de sécurité. En effet, « le sodium liquide présente des risques d'explosion à l'eau et peut s'enflammer au contact de l'air », explique Bernard Laponche.

Des SMR chinois et russe déjà en service

Si les États-Unis comptent le plus de projets différents, c'est en Chine qu'une installation de démonstration a vu le jour. Équipée de deux HTGR de



[Les SMR au cœur de nombreux questionnements]

► 250 MW, la centrale de Shidaowan, dans la province de Shandon, a été connectée au réseau électrique et a commencé à produire de l'électricité l'année dernière. Ce module à deux réacteurs entraînant une turbine unique de 210 MW doit encore démontrer sa pertinence avant d'atteindre l'étape de commercialisation, néanmoins attendue très prochainement. Des unités avec plusieurs modules de réacteur standardisés couplés à une seule turbine à vapeur de 200, 600 ou 1000 MW sont envisagées. Des sites ont déjà été identifiés pour un déploiement à plus grande échelle. Un autre projet, plus classique, devrait produire de l'électricité en Chine prochainement. Le pays a démarré le chantier d'un REP de 125 MW sur l'île tropicale et touristique de Hainan, située non loin des côtes du Vietnam. ACP100, conçu par le géant local du nucléaire CNNC, n'a pour l'instant pas de date de mise en service précise mais l'entreprise entend déjà exporter ce modèle. Elle négocierait avec le Pakistan, l'Iran, le Royaume-Uni, l'Arabie Saoudite, l'Indonésie, la Mongolie, le Brésil, l'Égypte et le Canada pour lancer des projets de coopération, sans succès probant pour l'instant. Le seul autre pays à avoir un SMR en marche est la Russie (voir encadré).

La France en retrait

En promettant 1 Md€ pour la filière, Emmanuel Macron tente de la relancer. Dans un premier temps, la France

était plutôt en pointe. Dès 2006, un prototype baptisé Astrid avait été envisagé par le Commissariat à l'énergie atomique (CEA). D'une puissance de 600 MW, ce réacteur à neutrons rapides refroidi au sodium devait être construit sur le site de Marcoule. Pourtant, après avoir bénéficié d'un financement de plusieurs centaines de millions d'euros pour la période 2010-2017 dans le cadre du grand emprunt national, ce projet est finalement abandonné en 2019. En cause, un coût total estimé entre 5 et 10 Md€ que l'État n'a pas souhaité financer alors que les dépenses pour l'EPR de Flamanville s'envolaient. La même année, le CEA, EDF, Naval Group et TechnicAtome ont dévoilé un nouveau projet de SMR basé sur une technologie éprouvée qui ne devrait pas réserver de mauvaises surprises sur les plans budgétaires et techniques. Nuward est une solution composée de deux REP de 170 MW et d'une salle de commande. Les réacteurs seront installés dans des réservoirs d'eau de 25 mètres sur 25, et seront en partie enterrés pour les protéger d'éventuelles attaques extérieures. Ils fonctionneront grâce à un combustible standard fourni par Orano et Framatome déjà utilisé dans les grands réacteurs actuellement en fonctionnement. Nuward devrait être commercialisé d'ici 2035-2040. Mais quel serait l'intérêt de mettre sur le marché une telle installation dans un pays comme la France qui



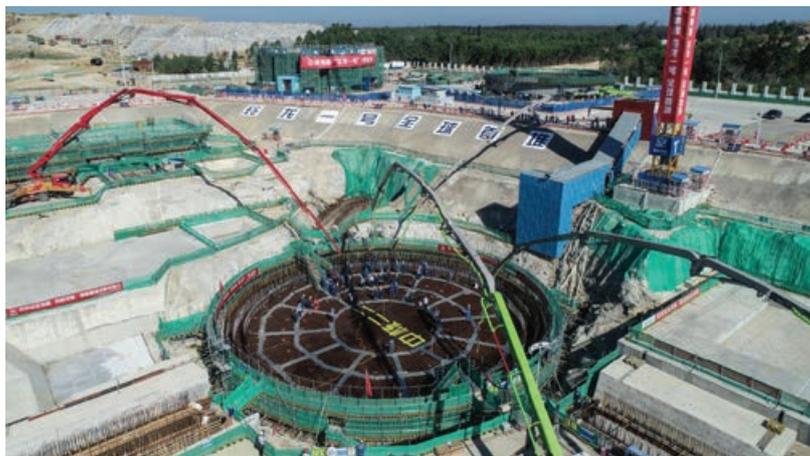
► *Beaucoup plus petits que les centrales actuelles, certains SMR pourront tenir dans des camions.*

privilégie les grandes installations ? Une orientation que vient d'ailleurs de confirmer Emmanuel Macron en annonçant la construction de six nouveaux EPR. EDF et ses partenaires ne s'en cachent pas, il n'y en a pas et Nuward serait exclusivement réservé à l'exportation. « Le concept vise à alimenter avec une électricité décarbonée des régions isolées, des réseaux électriques non dimensionnés pour de fortes puissances ou des sites industriels énergivores, par exemple dans les pays émergents. Il permettra en particulier de remplacer des centrales à charbon », précise le CEA. Cette stratégie commerciale pose de nombreuses questions, notamment du point de vue réglementaire. Le réacteur appartiendra-t-il au pays acheteur ou à sa compagnie d'électricité ? Qui le gèrera ? Qui le contrôlera, a fortiori dans les États n'ayant aucun vécu avec le nucléaire et ne disposant pas d'administration dédiées comme l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) en France ? Qui serait responsable en cas d'accident ? Et enfin, qui prendra en charge les déchets ? « Si c'est le vendeur, il prend une responsabilité considérable et cela pose des problèmes de traités internationaux », estime Bernard Laponche.

◀ *Un premier module SMR composé de deux réacteurs entraînant une turbine de 210 MW a été connecté au réseau électrique chinois l'année dernière.*

La question de la sûreté et des coûts

Outre l'aspect réglementaire, les SMR devront convaincre sur le plan de la sécurité. Leurs promoteurs considèrent qu'ils sont plus sûrs car plus petits et plus simples, et peuvent fonctionner dans des zones isolées avec peu de personnel qualifié. « Certains d'entre eux estiment que



les exigences de sûreté devraient être adaptées du fait des caractéristiques de sûreté intrinsèques inhérentes à ces concepts», explique l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN). Cette demande ne convainc pourtant pas les experts de l'institut même s'ils reconnaissent que certains de ces réacteurs de faible puissance peuvent être plus sûrs que de grandes installations. Ils estiment cependant « qu'il n'y a pas lieu de revoir à la baisse les exigences de sûreté pour les SMR, la simplification et les caractéristiques de sûreté inhérentes devant bénéficier à la sûreté et à la démonstration de celle-ci au travers du respect de ces exigences ». L'IRSN alerte aussi sur les SMR reposant sur des technologies nouvelles. « La plupart des concepts font appel à des solutions dont la faisabilité et l'efficacité restent à démontrer. Seul un examen détaillé des choix et des hypothèses de conception permettrait d'évaluer les gains possibles en matière de sûreté par rapport à des réacteurs de puissance plus élevée. »

Enfin, les SMR parviendront-ils à s'imposer dans un milieu économiquement très concurrentiel ? Les porteurs de projets estiment que la fabrication en série réglera le problème de coût. Toutefois, ce modèle industriel nécessite un investissement initial massif pour mettre en place des usines de fabrication des modules. Et cela ne pourra se faire que si les commandes de réacteurs sont assez nombreuses pour rentabiliser les investissements. Pour l'instant, compte tenu de l'hétérogénéité des technologies, il semble prématuré d'imaginer qu'un des 72 modèles développés dans le monde parvienne à convaincre un nombre assez élevé d'acheteurs. Seul « un petit sous-ensemble des nombreux modèles en cours de développement sera finalement capable d'établir un tel marché », estime prudemment l'OCDE dans un rapport sur les SMR (2). Et pour l'instant, ces projets coûtent très chers et ont tendance à dépasser leurs budgets. Les réacteurs russes installés sur l'Akademik Lomonosov ont nécessité un investissement de 740 M€,



Le premier SMR fonctionne sur l'eau

C'est en Russie que le premier SMR produit de l'électricité. Si du point de vue des réacteurs, il ne présente pas d'innovation majeure - il s'agit de deux REP de 35 MW - il a la particularité d'être embarqué sur une barge flottante. L'Akademik Lomonosov, d'une longueur de 144,5 m et une largeur de 30 m, possède une coque à fond plat. Les deux réacteurs qu'il embarque sont dérivés de ceux utilisés pour mouvoir les brise-glaces russes depuis plus de 50 ans. L'embarcation a quitté le port de Saint-Petersbourg le 28 avril 2018. Elle a été chargée en combustible nucléaire dans la région de Mourmansk avant d'être ancrée en eaux peu profondes au large de la ville portuaire de Pevek dans l'Extrême-Orient russe. L'installation la fournit en électricité depuis 2020 et sert également à alimenter son réseau de chaleur. Mais ses performances ne sont pas à la hauteur des attentes. Les facteurs de charge de 2020 des deux réacteurs n'étaient que de 29 % et 16 % selon les données de l'AIEA.

quadruplant leur budget durant la construction. Le coût par kilowatt installé atteint donc 15 200 dollars. Quant au coût de production, il atteint environ 200 \$/MWh, alors qu'il n'est que de 55 €/MWh en moyenne pour le parc nucléaire français.

Pas de marchés ?

« Un même modèle devrait être fabriqué par milliers pour que le coût de son électricité soit équilibré avec celui des grands réacteurs », estime M. V. Ramana, physicien au laboratoire de recherches sur l'énergie nucléaire de l'Université de Colombie-Britannique à Vancouver (3). Pourtant, les acheteurs se font rares. « Les SMR développés en Russie, en Chine et en Corée du Sud n'ont pas trouvé de clients. Aux États-Unis, le premier SMR, impliquant la construction d'un réacteur NuScale, a connu des difficultés. De nombreuses compagnies d'électricité qui s'étaient engagées dans le projet ont choisi d'abandonner le processus à cause

de son coût trop élevé », ajoute le chercheur. Ces technologies, qui pour la plupart ne seront pas commercialisées avant 2030 ou 2040, seront probablement beaucoup plus chères que les renouvelables. Au Portugal, le gouvernement a confirmé un appel d'offres à 11 €/MWh en 2020 pour des parcs photovoltaïques. Même couplée à des batteries lithium, une centrale PV sera donc forcément moins chère qu'un SMR... Plus que pour des raisons réglementaires, de sécurité ou d'acceptation sociale, les SMR risquent surtout de buter sur cette question de coût. ●

Olivier Mary

(1) *Advances in small modular reactor technology developments - A Supplement to: IAEA Advanced reactors information system (ARIS) - 2020 Edition*

(2) *Small Modular Reactors: Challenges and Opportunities*

(3) *Il a mené une étude spécifique sur le coût des SMR: Small modular and advanced Nuclear reactors: a reality check*

Denel applique l'ISO 50001 à la transformation de fruits exotiques

La PME martiniquaise Denel décline ses convictions environnementales jusque dans ses procédés. La certification ISO 50001 est venue saluer fin 2021 la qualité du management des énergies de cette entreprise spécialisée dans la transformation de fruits exotiques.

Les confitures et jus exotiques de Denel améliorent leur score énergétique. Cette entreprise séculaire de 50 salariés, emblématique de La Martinique, a mis ses activités de transformation de fruits au diapason des enjeux de la transition climatique. Le processus de certification ISO 50001 pour le management des énergies engagé il y a trois ans dans ses ateliers de Gros-Morne, est le fruit d'une double volonté. Celle d'une direction désireuse de mieux maîtriser ses dépenses et celle d'une équipe attentive aux problématiques écologiques. « La certification ISO 50001 décrochée en octobre 2021 est venue prolonger la démarche de responsabilité sociale et environnementale lancée dix ans auparavant par Denel. Il s'agissait à l'époque de valoriser les 60 hectares de terres entourant nos ateliers dans l'agriculture biologique », introduit Chloé Mazaloubeaud, responsable environnement chez Denel et référente énergie du site de Gros-Morne. Les premiers pas dans l'efficacité énergétique ont été franchis après une incontournable phase d'apprentissage. La responsable

environnement et son homologue Dominique Marcus, responsable technique, ont commencé en 2017 par se former au management des énergies. Le cheminement vers l'ISO 50001 s'est poursuivi par un audit énergétique. Verdict, l'entreprise consomme 5,75 GWh par an, dont une moitié pour ses besoins en électricité et l'autre pour ses besoins en fioul, principalement pour la production de vapeur.

Chambres froides dernier cri

Dans le détail, les résultats de l'audit ont confirmé les pressentiments de Denel, notamment la surconsommation induite par ses conteneurs frigorifiques... Ces derniers étaient employés comme cellules de refroidissement, afin de surgeler à -18°C les fûts de pulpe de fruits, puis comme chambres froides, pour les conserver par congélation. En réponse, l'entreprise a choisi de se doter de nouvelles installations en froid négatif de 6 300 m³ de capacité, en remplacement de vingt conteneurs totalisant 2 600 m³. Cette chambre froide est dotée d'un système de réfrigération performant, utilisant comme gaz réfrigérants le CO₂ et l'ammoniac. L'ambition de cet investissement d'un montant de 3 millions d'euros était triple. Il s'agissait d'augmenter les capacités de transformation tout en abaissant le ratio énergétique, mais aussi d'améliorer les qualités gustatives des produits commercialisés sous la marque « Royal ». « Nous avons battu notre record en 2021



► Des filtres plantés de roseaux ont été aménagés en vue de dégrader une partie des polluants de manière naturelle.

avec 1 400 tonnes de fruits transformés soit une progression de 30 % en dix ans ! Notre l'objectif consiste maintenant à atteindre la barre des 3 000 tonnes par an, tout en améliorant notre bilan carbone. Sur le plan électrique, la nouvelle chambre froide a augmenté de 45 % notre consommation, mais nous avons multiplié dans le même temps notre capacité de stockage par deux-et-demi. Nous pouvons sans doute faire mieux en maîtrisant davantage les descentes en température par types de pulpes grâce à des sondes immergées », poursuit Chloé Mazaloubeaud.

Panneaux photovoltaïques

Parallèlement, l'installation de panneaux solaires photovoltaïques, en autoconsommation, a permis de couvrir 14 % des besoins électriques du site. Un investissement dans les énergies renouvelables jugé essentiel par l'entreprise dans la mesure où l'électricité à La Martinique est produite essentiellement à partir de pétrole. Les meilleures performances

Soutien du programme Pro-SMEN

L'entreprise a bénéficié du soutien financier du programme Pro-SMEN. Ce programme national incite les entreprises à mettre en place un système de management de l'énergie en leur accordant une prime, une fois le certificat ISO 50001 obtenu. Les entreprises de toutes tailles et de tous secteurs peuvent bénéficier de la prime qui va jusqu'à 40 000 euros.

► Pour en savoir plus : www.pro-smen.org



← L'installation de panneaux solaires photovoltaïques, en autoconsommation, a permis de couvrir 14% des besoins électriques du site.



en vue de dégrader une partie des polluants de manière naturelle. De même, les procédés d'aération des bassins qui représentent les deux-tiers de la consommation électrique d'une Step, ont été optimisés. Il en résulte une économie de 10% sur la facture d'électricité.

Des actions globales

Des campagnes de détection des fuites d'air comprimé ont encore permis de soigner le bilan. Tout comme l'amélioration du séchage extérieur des briques de jus, avant leur emballage via

La récupération de chaleur fatale sur les compresseurs d'air et sur le groupe froid sera utilisée en parallèle pour préchauffer l'eau des procédés de pasteurisation et de stérilisation. Cet investissement devrait se traduire par une réduction des besoins en fioul de 20%, anticipe Denel.

Champs solaires à venir

Également dans les cartons de l'entreprise, une centrale solaire thermique dont les panneaux pourraient produire une eau chaude et effacer encore 20% de ressource fossile du bilan carbone. Enfin, la couverture d'un autre bâtiment en panneaux solaires photovoltaïques pourrait porter à 40% l'autonomie électrique de l'usine. Des investissements dans les énergies renouvelables que l'industriel de l'agroalimentaire ne veut cependant pas séparer d'actions en matière d'efficacité énergétique.

du procédé de surgélation ont également été synonymes d'abaissement plus rapide de la charge microbienne des produits, donc d'une plus grande qualité gustative. Cerise sur le gâteau, elles pourront générer des gains supplémentaires en kilowattheures. En effet, « en raison des moindres performances de nos anciens conteneurs frigorifiques, nous devons chauffer davantage les produits lors des étapes de stérilisation et de pasteurisation. Les nouvelles installations de froid négatif nous autorisent à réétudier à la baisse ces barèmes de températures, ce qui devrait encore réduire notre consommation de vapeur donc de fioul », poursuit la référente énergie. Enfin, l'audit énergétique a mis le doigt sur les surconsommations énergétiques de la station d'épuration des eaux usées (Step). Des filtres plantés de roseaux ont été aménagés

↑ L'optimisation des performances de la station de traitement des eaux usées s'est traduite par 10% d'économie sur la facture d'électricité.

le remplacement d'un compresseur d'air par des sècheurs à résistance électrique (-3% soit 8 500 euros par an). Soucieuse de conduire une démarche environnementale à 360 degrés, Denel a aussi souhaité intégrer à l'ISO 50001 la gestion des 40 000 m³ d'eau nécessaires chaque année à ses installations. L'entreprise a abaissé sa consommation à 4,5 m³ par tonne de produit final, soit une réduction d'un tiers environ en l'espace de trois ans. Tous ces investissements ont d'ores et déjà permis d'abaisser de 4% la consommation énergétique par tonne de produit, soit 280 kWh. Et les projets ne manquent pas pour revoir encore ce ratio. L'installation d'une nouvelle chaudière au fioul courant 2022 va améliorer de 12% le rendement énergétique de la production de vapeur par rapport aux installations actuelles.

« Ces trois dernières années, notre entreprise a certes augmenté son niveau d'endettement en investissant dans plusieurs équipements (Step, chaudière, chambre froide, centrale photovoltaïques), mais le renouvellement de notre outil industriel vieillissant était une nécessité impérieuse. La dimension énergétique n'était pas seule en cause, les aspects environnementaux et touristiques l'étaient également. En effet, l'usine fondée en 1908 constitue un véritable patrimoine de l'industrie martiniquaise. Nous avons toutefois profité d'aides du dispositif des certificats d'économies d'énergie (CEE), du fonds européen de développement régional (Feder) et du fonds européen agricole pour le développement rural (Feader) », note Chloé Mazaloubeaud. ●

Philippe Bohlinger



Le port de Bordeaux mise sur

La direction du port de Bordeaux fait de l'hydrogène le cœur de sa stratégie. Elle structure un écosystème foncier, énergétique et économique favorable à l'implantation d'électrolyseurs de grande capacité. Le but : installer 1 GW de capacité pour une transition bas carbone de la zone industrialo-portuaire.

Le Grand port maritime de Bordeaux (GPMB), qui est opéré par l'État, a connu en 2018 une double crise, à la fois économique et de gouvernance. Il subissait depuis le milieu des années 2010 une baisse de ses revenus due à la diminution du trafic d'hydrocarbures et de céréales. En outre, le dialogue avec les collectivités locales était rompu. D'où la nomination fin 2018 d'un nouveau directeur, Jean-Frédéric Laurent, qui entreprend rapidement de renouer les discussions et de redéfinir les priorités stratégiques du port. Une stratégie qui s'articule aujourd'hui autour de l'hydrogène (H₂). Avec pour ambition que soient produits sur le territoire portuaire 140 000 tonnes d'hydrogène par an à l'horizon 2030. Cela représente un septième de la consommation française actuelle de ce gaz. Pour cela, il faudrait, d'après le GPMB, installer sur le territoire portuaire une capacité d'1 GW

d'électrolyse. À l'horizon 2040, l'objectif est de plus de 300 000 t d'hydrogène avec 2 GW d'électrolyse.

Impulseur et assembleur

« Pour atteindre ce but, nous avons un rôle d'impulseur et d'assembleur. Nous avons nous-mêmes un peu de foncier, que nous pouvons orienter pour favoriser l'implantation d'un certain type d'industries. Nous devons aussi convaincre les collectivités territoriales, les autres entreprises et les propriétaires déjà installés d'aller dans le même sens », explique Michel Le Van Kiem, responsable du département développement, transitions et innovations au GPMB. En l'occurrence, le port possède quelque 2 500 hectares de patrimoine foncier. Ce sont des terrains parfois difficiles, concernés par les plans de prévention des risques technologiques (PPRT) ou de risque inondation. Le point focal des projets de développement de l'hydrogène serait la presqu'île d'Ambès, qui accueille déjà une zone industrielle dédiée à la chimie et aux hydrocarbures. Un premier investissement conforme à cette stratégie, d'un montant de 50 millions d'euros, a été annoncé au printemps 2021. Le GPMB et la société GH₂, développeuse de projets d'hydrogène renouvelable, ont signé un accord pour l'implantation d'une installation qui devrait être

opérationnelle en 2026. Elle aurait une capacité totale d'électrolyse de 100 MW. Ce site accueillerait une centrale au sol de production d'électricité d'origine photovoltaïque, qui alimenterait un électrolyseur d'une capacité de 14 000 tonnes d'hydrogène par an. Ce gaz servirait par ailleurs à fabriquer jusqu'à 80 000 tonnes d'ammoniac. « GH₂ a signé une convention d'occupation temporaire du domaine public avec le port. Il n'y avait auparavant aucune industrie sur ce foncier, notamment car c'est un terrain touché par plusieurs plans de prévention des risques technologiques (PPRT) des sites alentour. Or GH₂ partage la culture du risque de ses voisins, ce qui facilite son intégration », signale Michel Le Van Kiem.

Un milliard d'euros

Pour atteindre 1 GW d'électrolyse, il faudrait selon Jean-Frédéric Laurent, 1 milliard d'euros d'investissement. En visant des volumes aussi importants, le port ambitionne d'atteindre un coût de l'hydrogène relativement bas : entre 1,5 et 2 euros par kilogramme. C'est le coût-cible indiqué par l'Agence internationale de l'énergie (AIE) pour l'hydrogène produit dans la région. Pour cela, « nous nous intéressons uniquement aux projets de grande échelle, de plus de 100 MW de capacité », expliquait Jean-Frédéric



l'hydrogène

Laurent lors de la conférence nationale hydrogène renouvelable organisée en janvier 2022 à Paris. L'hydrogène ainsi fabriqué serait destiné principalement à l'industrie chimique. Là encore, le port bénéficie d'avantages, selon Michel Le Van Kiem. Son tissu industriel est en grande partie composé d'usines chimiques, comme Michelin ou Yara, qui consomment déjà de l'ammoniac pour fabriquer des engrais. Il y a aussi une installation du groupe Avril qui produit des huiles végétales. « Avec l'hydrogène, il est par exemple possible de fabriquer des carburants tant pour l'aviation que pour le maritime », imagine le responsable transitions et innovations du GPMB. Reste toutefois à convaincre ces industriels de faire évoluer leurs outils de production. « Avec la transition écologique, le modèle économique des entreprises change », veut croire Michel Le Van Kiem.

Transports fluviaux et terrestres

Quant à une valorisation dans les transports, c'est une autre paire de manches. « Une petite portion de l'hydrogène produit pourra être dédiée à la mobilité. C'est ce que nous expérimentons avec le projet baptisé H2MorroW4Ports », indique-t-il. Il s'agit de tester la production d'hydrogène renouvelable par un module

» Signature de l'accord entre le port de Bordeaux et GH₂, officialisant l'accord portant sur l'implantation du projet de production et de valorisation d'hydrogène renouvelable.

de 5 MW alimenté en partie par l'électricité issue des toitures solaires des hangars du port. L'hydrogène ainsi fabriqué serait destiné à des transports en commun fluviaux et terrestres. Ce module serait bridé à 2 MW afin de ne pas produire plus que ce qui pourrait être consommé par les acteurs locaux de la mobilité, soit 300 tonnes par an. « Nous comptons sur la participation des opérateurs comme Bordeaux Métropole et les grands transporteurs », remarque Michel Le Van Kiem. Ce plan a été déposé en septembre 2021 à l'appel à projets de l'Ademe « Écosystèmes territoriaux hydrogène ». Parallèlement, le port mène depuis plusieurs années déjà avec deux partenaires, Nexeya et Storengy, le projet H2Bordeaux. Soutenu par la Commission européenne, H2Bordeaux a notamment validé la faisabilité technico-économique de navettes fluviales à l'hydrogène (retrofit et acquisition).

Une eau abondante

Outre cette mise à disposition du foncier et le développement de projets de recherche, le GPMB veille à assurer un environnement économique favorable à l'implantation de l'hydrogène. « Nous regardons l'ensemble de l'écosystème. Ainsi, un électrolyseur de plus de 100 MW a besoin de beaucoup d'eau », indiquait Jean-Frédéric Laurent. Il faut donc sécuriser l'approvisionnement en

eau des futurs sites. « En l'occurrence, sur la presque île d'Ambès il y a un réseau d'eau industrielle opéré par la métropole de Bordeaux. Il permettrait d'accueillir d'ores et déjà à minima 500 MW d'électrolyse. En outre, ces installations seraient au bord du fleuve. Il n'y a pas de conflit d'usage potentiel à ce stade. Pour préparer l'avenir, nous participons toutefois aux concertations avec les autres usagers de l'eau pour nous projeter en 2050 », précise Michel Le Van Kiem. Autre élément essentiel à la production d'hydrogène : l'électricité. Pour que l'hydrogène produit sur son territoire soit « vert », le GPMB compte sur les « projets d'envergure comme le parc photovoltaïque Horizeo ou le parc éolien offshore d'Oléron », cite Michel Le Van Kiem. Le GPMB participe aux enquêtes publiques pour exprimer la nécessité que de tels projets puissent voir le jour. Dans le mix énergétique des futures installations, il y aurait aussi de l'électricité d'origine nucléaire. Dans le cadre de cette stratégie, le GPMB pourra varier les modalités de sa participation aux projets. Sur certains, il pourrait « entrer dans les sociétés de projet qui vont produire les nouvelles matières premières et énergies de demain », indique Michel Le Van Kiem. « Il faut transformer le modèle économique du GPMB pour qu'il soit de plus en plus lié à des services à valeur ajoutée », conclut-il. ●

Caroline Kim



En bref

L'utilisation de GNL décriée

Pour éliminer progressivement les navires utilisant du fioul lourd comme carburant, l'Union européenne a autorisé le recours au gaz naturel liquéfié (GNL) jusqu'en 2040. Selon un récent rapport du *think tank* Transport et Environnement (T&E), 23 % du transport maritime européen devrait ainsi être alimenté au gaz naturel liquéfié (GNL) d'ici à 2030, contre seulement 6 % aujourd'hui. Mais cette bascule risque de perpétuer l'utilisation d'énergies fossiles et n'aura pas de bénéfice significatif pour le climat. La combustion de GNL sur les navires pose notamment le problème des fuites de méthane, un gaz à effet de serre bien plus nuisible pour le climat que le CO₂. « *Le vieux discours sur le gaz comme combustible de transition ne tient pas. Nous ne pouvons pas nous permettre de passer d'un combustible fossile à un autre. Cela ne nous aidera pas à atteindre l'objectif de zéro émission d'ici 2050 et, en rejetant davantage de méthane dans l'atmosphère, cela pourrait même griller la planète plus rapidement* », a même appuyé Delphine Gozillon, responsable du transport maritime durable chez T&E. Alors que la Banque mondiale recommande de ne pas soutenir le GNL comme carburant de transition dans le transport maritime, le danois Maersk, deuxième armateur mondial en matière de transport de conteneurs, a ainsi exclu de recourir à ce gaz pour décarboner ses opérations.

Vélo : une filière économique à soutenir

Guillaume Gouffier-Cha, député du Val-de-Marne, a remis le 8 février dernier le rapport parlementaire sur la filière économique du vélo. Les dix mesures phare élaborées ont été articulées autour de 63 propositions afin de favoriser le développement de cette filière. Celle-ci qui comprend l'industrie mais aussi la réparation, les services ou le cyclotourisme, pourrait créer 100 000 emplois en France d'ici à 2050. « *Les perspectives de développement économique sont importantes pour le secteur du vélo, mais elles demeurent conditionnées à la structuration de la filière, à la création de formations professionnelles pour l'ensemble des métiers du secteur, au développement des infrastructures cyclables qui sont encore grandement insuffisantes en France* », indique Guillaume Gouffier-Cha. Le soutien de l'État et des collectivités territoriales reste ainsi indispensable dans l'essor de la pratique du vélo.



Un navire hydrogène pour relier Vannes et l'île d'Arz

Lancé en 2019 et soutenu par la région Bretagne, l'Ademe et la Banque des Territoires, le projet Hylias vise à mettre en service un bateau à propulsion électro-hydrogène pour assurer le transport de passagers dans le Golfe du Morbihan en 2024. Le navire de 24 mètres qui dispose une puissance de 300 kW, pourra accueillir à son bord entre 150 et 200 personnes. Ce premier de série Hylias représente un engagement financier de l'ordre de 2,5 à 3 fois le prix d'un modèle diesel. Mais selon Europe Technologies CIAM, un des nombreux partenaires, un delta prix de l'ordre de 20 à 25 % serait atteignable dès la construction du 3^e ou 4^e modèle.

Nouveau dispositif de soutien pour les poids lourds électriques

Le Gouvernement a déjà engagé plusieurs actions pour accompagner la décarbonation du transport routier, avec notamment le renforcement des aides à l'acquisition de véhicules utilitaires, ou encore la création, dans le cadre de France Relance, d'un bonus visant à soutenir celle de véhicules lourds fonctionnant à l'électricité ou à l'hydrogène. Pour favoriser cette transition, de nouvelles aides et leurs modalités ont été dévoilées par Jean-Baptiste Djebbari, ministre délégué chargé des Transports. D'ici à début mars, un appel à projets devrait être lancé afin d'accompagner les initiatives pour l'utilisation de véhicules lourds électriques, intégrant les bornes nécessaires pour les recharger. Baptisé « Ecosystème des véhicules lourds électriques », il sera ouvert à tous les acteurs contribuant au déploiement de la mobilité et du transport de marchandises électriques, notamment sur la courte distance et la logistique urbaine. La subvention pourra atteindre jusqu'à 65 % de l'écart de coût d'acquisition entre le véhicule électrique et son équivalent diesel.



Sept scénarios pour imaginer la transition carbone des transports

Amélioration des technologies, mutualisation et massification des transports, recours au report modal, développement de nouveaux préceptes d'aménagement... Selon l'étude « Prospective 2040-2060 des transports et des mobilités » de France Stratégie et du CGEDD, c'est seulement avec un ensemble de solutions que la neutralité carbone pourrait être envisageable dans quelques décennies.

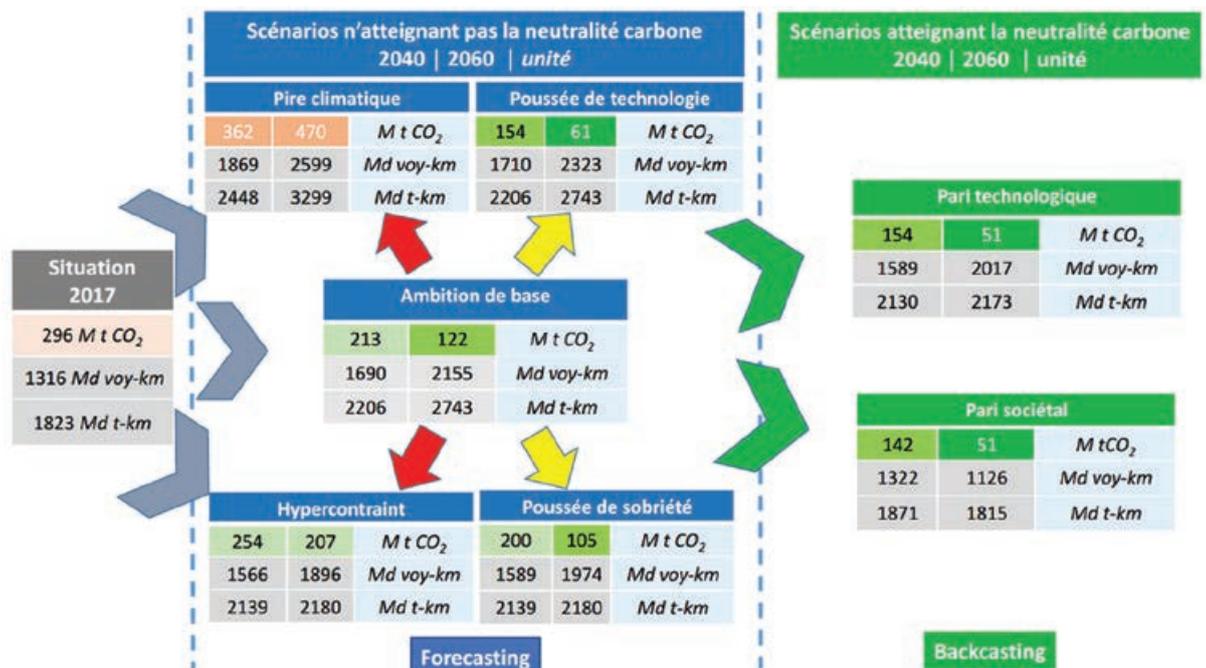
Pour respecter l'objectif de neutralité carbone prôné par de nombreux pays, notamment la France pour 2050, le secteur des transports devra réussir sa transition énergétique en l'espace de quelques décennies. Mais comment parvenir à décarboner ce secteur en pleine croissance et responsable de près

d'un tiers des émissions de CO₂ en France ? Pour éclaircir le débat, France Stratégie et le Conseil général de l'environnement et du développement durable (CGEDD) ont mené une démarche prospective à horizon 2040-2060. « Une des originalités de notre démarche est d'avoir regardé l'empreinte carbone de manière complète, c'est-à-dire pas seulement les émissions directes des moteurs mais aussi l'empreinte écologique des véhicules et des infrastructures, l'effet des avions et des bateaux internationaux ainsi que tous les gaz à effet de serre, précise Alain Sauvart, directeur de l'Autorité de la qualité de service dans les transports (AQST) et membre permanent du CGEDD. D'un point de vue global, on arrive à deux fois plus d'émissions dans le secteur des transports (290 millions de tonnes de CO₂ en 2017) que les seules émissions directes. »

Afin d'illustrer l'approche exploratoire et prospective des mobilités, sept scénarios (voir encadré) ont été construits selon deux principaux déterminants : les évolutions technologiques et les comportements. Cinq scénarios sont dits de « forecasting », ils déroulent des futurs possibles, que ceux-ci soient considérés comme désirables ou non. Les deux restants sont dits de « backcasting » partant d'un objectif à terme de neutralité carbone complète. « L'objectif de neutralité carbone est extrêmement ambitieux. Selon la Commission européenne, il faut en effet diviser par 10 nos émissions directes dans le secteur du transport d'ici 2050 alors que depuis 1990 nous les avons au contraire augmentées de 10%. En considérant l'empreinte carbone globale, nous arrivons à la nécessité de diviser ses émissions par un facteur 6 », ►

- Trois indicateurs de synthèse des évolutions envisagées par les différents scénarios aux échéances 2040 (colonnes de gauche) et 2060 (colonnes de droite)

→ Sur les sept scénarios de l'étude, ceux de la partie « backcasting » partent avec un objectif à terme de neutralité carbone complète.



- souligne Dominique Auverlot, membre permanent du CGEDD.

Progrès technologiques et sobriété

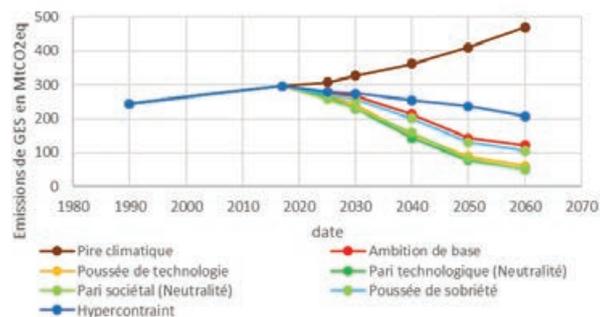
Pour les approches de « forecasting », si les scénarios « pire climatique » et « hyper contraint » affichent de piètres résultats environnementaux, économiques et sociaux, celui « ambition de base » assure déjà les deux tiers du chemin avec les trois-quarts des bénéfices liés à la technologie et un quart lié à la sobriété. Cette baisse serait obtenue malgré une forte progression des déplacements, des ménages comme des marchandises (respectivement + 64 % et + 50 % en 2060). Le scénario « poussée de technologie », permet toutefois de s'approcher de la neutralité empreinte (61 MtCO₂), et même d'atteindre la neutralité carbone en émission. Au final, seuls les scénarios de « backcasting » atteignent par construction la neutralité carbone en empreinte à horizon 2060, c'est-à-dire une émission résiduelle de 51 MtCO₂ qui serait compensée par les puits de carbone. « Entre ces deux scénarios tout est possible évidemment. On est très loin de l'idée que la technologie pourra tout résoudre, ou que seule la sobriété répondra à l'enjeu. Un panache des solutions sera nécessaire

pour y parvenir », appuie Pierre-Alain Roche, président de la section mobilités et transports au CGEDD. Des développements technologiques ont pour la plupart été déjà amorcés mais requièrent encore un déploiement plus rapide. « L'efficacité énergétique des motorisations ne va plus suffire. Il faut donc aller au-delà, en se concentrant sur des technologies et des carburants neutres en carbone. En moins d'une génération, nous devons apprendre à nous passer des hydrocarbures d'origine fossile », insiste Dominique Auverlot. Cette évolution ne sera également possible qu'avec la mise en place de leviers économiques et réglementaires (interdiction de commercialisation de certaines motorisations, aides financières, normes européennes d'émissions, zones à faibles émissions...). Et si la décarbonation des motorisations est la première des priorités aujourd'hui, les émissions liées à la fabrication et au recyclage des véhicules, ainsi qu'à la mise en place des infrastructures, deviendront également des facteurs essentiels.

Comportement et aménagement

À ces progrès technologiques devra être associée une plus grande sobriété d'usage. « Le point commun des deux scénarios de « backcasting »

Émissions de GES des transports de voyageurs et de marchandises tous modes (terre+air+mer)



est qu'il n'y a pas de solution viable sans améliorer la densité des usages des véhicules, de les mutualiser et d'organiser du report modal », a expliqué Pierre-Alain Roche. Il n'est toutefois pas acquis que ces évolutions de comportements d'usage remportent l'adhésion de tous. Selon l'étude, le système de transport à terme pourrait donc « reposer sur la mise en place de signaux économiques et sur un degré renforcé d'organisation et de coordination, pouvant inclure des restrictions par des instruments d'action publique ». Cet enjeu de sobriété, et plus globalement la transformation du secteur des transports, devra également intégrer la question incontournable de l'aménagement. Ce dernier permet de jouer sur les distances et sur la structuration des flux, en réduisant par exemple les écarts géographiques entre les différentes ressources. Le renforcement de la trame urbaine de taille intermédiaire et le développement d'une plus forte attractivité résidentielle des centres urbains sont mis en avant comme facteurs décisifs à long terme pour diminuer les besoins de déplacement. « Mais attention, la mobilité est en étroite interaction avec des comportements et des pratiques de mobilité. Sur ces cinquante dernières années, la vitesse a remplacé la proximité et l'individu s'est substitué au collectif. C'est une dynamique solidement installée et il faudra réussir à inverser cette tendance », avertit Francis Beaucire, géographe. ●

Clément Cygler

Les sept scénarios de prospective

Approche de « forecasting » :

- Le scénario « ambition de base » intègre l'ensemble des mesures et objectifs décidés aujourd'hui, avec une ambition plus élevée que celle des tendances actuelles.
- Les scénarios « poussée de sobriété » et « poussée de technologie » considèrent respectivement davantage d'efforts en termes de sobriété et des avancées technologiques plus marquées.
- Le scénario « hypercontraint » fait l'hypothèse qu'en l'absence d'amélioration technologique probante, les contraintes d'usage sont fortement renforcées.
- - Le scénario du « pire climatique » allie de faibles progrès technologiques et une faible évolution des usages.

Approche de « backcasting »

- Le scénario « pari technologique » possède une vision assez ambitieuse d'amélioration de l'ensemble des technologies, et des efforts de sobriété significatifs mais relativement faisables.
- Le scénario « pari sociétal » est, en raison de l'échec de l'amélioration des technologies, la nécessité d'efforts en matière de sobriété beaucoup plus importants.

JRI 2022



avec le soutien de



15-17 mars 2022 LYON

JOURNÉES RECHERCHE INNOVATION

BIOGAZ MÉTHANISATION

L'objectif des Journées Recherche Innovation est de **promouvoir les échanges entre acteurs de la filière** afin de poursuivre son développement dans le contexte français. Pour ce faire, les travaux de recherche, les retours d'expérience et les réflexions seront partagés au travers de présentations, tables rondes et autres moments d'échanges.



Inscrivez-vous vite sur atee.fr

15 mars 2022

Journée Technique

Comment concilier les attentes de la société et des pouvoirs publics ?

- Les réponses et mesures de la filière, frein ou progrès ?
- Sécuriser la filière pour une meilleure appropriation
- Déchets Organiques Urbains

16-17 mars 2022

Les travaux de recherche en 3 thématiques

- Environnement et Agronomie
- Economie, société et politiques publiques
- Procédés et valorisation

Le programme complet en ligne sur atee.fr



Hôtel Mercure Lyon Centre Saxe Lafayette
29 rue de Bonnel - 69003 LYON

Penser les alternatives à l'automobile d'aujourd'hui

La mobilité et l'utilisation de la voiture individuelle sont des sujets majeurs de la transition énergétique. Pour décarboner les déplacements du quotidien, il faut promouvoir l'automobile électrique mais aussi ses alternatives.

Pour atteindre les objectifs de neutralité carbone, la mobilité et le rapport à l'utilisation de l'automobile doivent être revus. Aujourd'hui, les transports représentent un tiers des émissions territoriales de gaz à effet de serre (GES) en France. Plus précisément, 20% sont dus aux transports légers, comme les voitures, les motos ou encore les scooters. Pour comprendre comment cette situation peut évoluer et les leviers à mettre en œuvre pour abaisser ces émissions, l'Association des professionnels en conseil climat (APCC) a tenu

deux webinaires : une table ronde intitulée « Transférer 30% des automobilistes vers des mobilités douces : rêve ou réalité ? », et la conférence « Développer la marche en ville, de la stratégie à l'action »⁽¹⁾.

« Aujourd'hui, on se demande comment faire pour que le vélo ou le piéton coexistent avec la voiture. Mais il faudrait inverser la question. », note David Saussol

« Les voitures se heurtent aujourd'hui à une double contrainte, explique Laurent Perron, co-pilote du projet industrie automobile du Shift Project. D'une part, elles sont une cause majeure d'émissions de GES, et d'autre part elles seront bientôt confrontées à une raréfaction des énergies fossiles. » Pourtant, malgré ces problèmes, encore 7 actifs sur 10 vont seuls au travail en voiture, et 85% des kilomètres parcourus en une journée le sont avec une voiture. Mais si se passer de la voiture s'avère très difficile, la mise en place d'alternatives n'est pas impossible.

Passer à l'électrique

« L'avenir de la mobilité comprendra très certainement un pourcentage élevé de véhicules électriques, estime le membre du Shift Project. Il y aura majoritairement des véhicules à batterie, et peut-être certains avec des carburants alternatifs ou de l'hydrogène. » Mais au-delà d'un changement technologique, une approche différente de la conception est importante. La fabrication de véhicules plus légers, entre 250 et 300 kg de moins, et plus aérodynamique, permettra de diminuer leur impact. Plus encore, il s'agit de réduire le coût énergétique de ces véhicules en dehors de leur phase d'usage. « Fabriquer des batteries en France où l'électricité est décarbonée, c'est réduire d'un facteur 2,5 leur coût », rapporte Laurent Perron. Par ailleurs, réduire la taille des batteries entre 50 et 60 kWh suffirait pour l'usage de l'automobile dans 80 à 90% des cas. Pour autant, la voiture électrique ne semble pas répondre à toutes les doléances. Remplacer



L'agglomération grenobloise, l'urbanisme pour développer la marche



l'intégralité du parc automobile par des véhicules électriques ne réglera pas entièrement la question des nuisances. « *Les problèmes de congestion du trafic resteront par exemple les mêmes* », souligne David Saussol, maire adjoint d'Orsay et assistant parlementaire de Cédric Villani.

Au-delà de la voiture

L'un des leviers pour couper dans la consommation énergétique d'un véhicule est de réduire drastiquement son poids. « *Si on est à 200 Wh consommés au kilomètre pour une voiture électrique, contre 500 Wh/km pour une voiture citadine classique, on tombe en dessous de 10 Wh/km pour un vélo électrique*, expose Alexandre Lagrange, cofondateur de EV4, équipementier de mobilités bas carbone. *Le défi pour nous est donc de proposer sur le marché des solutions intermédiaires qui se rapprochent de cette dernière solution.* » Tout comme dans le cas de « l'extrême défi » de l'Ademe, il s'agit ici d'inventer une nouvelle catégorie de véhicules. L'agence reliée au ministère de la Transition écologique propose ainsi une enveloppe de 500 000 euros pour accompagner les projets lauréats de ce concours. Les inscriptions se terminent le 21 mars, pour des résultats attendus le 21 novembre. EV4, de son côté, propose déjà à la vente le « Solar-bike », de 47 kg, qui comprend une batterie de 250 W pour une autonomie comprise entre 30 et 80 km. L'idée est de se placer entre l'utilité écologique du vélo et la sécurité de la voiture. « *Il faut se rapprocher le plus possible des services d'une petite voiture et pour cela apporter le plus d'utilité, protection contre les intempéries, clignotants, phares, sur des véhicules extrêmement légers, en dessous de 100 kilos* », décrit Alexandre Lagrange.

Une question de mentalité

Au-delà des solutions véhiculaires, une partie de la réponse vient des habitudes de consommation. « *Dans le cas du grand Nancy, la question des achats et des accompagnements au quotidien sont les causes principales de l'utilisation de la voiture en dessous de 1 km* », décrit Louis Boulanger, consultant territoires, aménagement et mobilités chez Inddigo qui a notamment participé à la mise en place d'un plan piétons dans la ville. Pourtant ces distances ne représentent finalement qu'une marche d'environ 10 ou 15 minutes. Ces incohérences sont expliquées par l'urbanisme qui répond depuis longtemps aux besoins des véhicules individuels. « *La difficulté, c'est le partage de la voirie. Aujourd'hui, on se demande comment faire pour que le vélo ou le piéton coexistent avec la voiture. Mais il faudrait inverser la question* », explique le maire adjoint d'Orsay. Les conséquences de la massification de la voiture ont amené à l'étalement urbain, l'éloignement entre zones d'activités et zones d'habitations, et le développement de zones commerciales à l'extérieur des villes et accessibles uniquement en voiture. « *Quand on avait une quincaillerie en centre-ville, on n'avait pas besoin de géant du bricolage à l'extérieur des villes. Et la voiture a servi à développer ce business model* », poursuit David Saussol. Il faut ajuster l'ensemble des déterminants. La baisse volontaire de mobilité est complexe à mettre en œuvre, mais pas impossible. ●

Simon Philippe

(1) Les webinaires sont disponibles sur demande sur le site <https://apc-climat.fr/>

(2) Les détails sur l'extrême défi de l'Ademe sont disponibles sur <https://xd.ademe.fr/>

Bien que Grenoble Alpes Métropole ne possède pas à proprement parler de plan piétons, l'entité s'est engagée dans une stratégie globale en faveur des modes actifs qui affecte directement les marcheurs depuis 2017. « *Dans la commune, les arbitrages concernant les voiries ou les projets urbains priorisent dans l'ordre les piétons, puis les cyclistes, puis les transports en commun et finalement les voitures individuelles* », décrit Lionel Faure, chef du projet modes actifs-espaces publics de la métropole. La stratégie mise en place dans le plan de mobilité chapeaute plusieurs outils. Dans un premier temps, la généralisation des 30 km/h dans 45 des 49 communes de l'agglomération a permis de pousser les usagers vers des moyens de transports alternatifs.

Ensuite, des aménagements incitatifs ont été installés, notamment une voie cyclable, qui prévoit de transformer 25 kilomètres dans la ville, l'extension de rue piétonne et la mise en place de démarches d'écomobilités scolaires.

Ce dernier projet a permis dans un premier temps de libérer 13 parvis d'école et de rue en 2021, sur les 45 que compte Grenoble. « *Ils sont installés de manière transitive pour l'instant, mais des travaux commencent dès le mois de février pour rendre ces aménagements définitifs*, précise Lionel Faure. *Au total, 1,9 km de rue et 300 places de stationnement ont été libérés.* » Pour mesurer les résultats de ces différentes mesures, une étude a été réalisée. Résultats : 35 % des déplacements quotidiens sont effectués par de la marche en 2020, soit une augmentation de 14 % par rapport à 2010. Par ailleurs, la piétonisation de l'hypercentre urbain a entraîné une hausse de 28 % du flux de piéton sur les trois dernières années. « *Mais l'étude révèle aussi qu'un quart des accidents corporels liés aux déplacements arrivent avec la marche dont les deux tiers en traversant des chaussées* », souligne le chef de projet. Certainement une piste d'amélioration pour les prochaines étapes des projets.

L'électromobilité en région

La mobilité électrique est en pleine évolution, poussée par les différents cadres réglementaires, européens et nationaux, ainsi que par les différents dispositifs d'accompagnement financiers. Face à cette progression, le Conseil régional d'Auvergne-Rhône-Alpes et l'Ademe ont souhaité un état des lieux de la mobilité électrique sur ce territoire. Cette mission a été confiée à Aura-EE, l'Agence régionale de l'énergie et de l'environnement.



➤ En région Aura, 11 réseaux urbains ont fait le choix de l'électrique, comme ici à Lyon.

A lors que l'ensemble des émissions tous secteurs confondus a baissé de 20 %, le taux d'émission du secteur des transports a lui augmenté de 10 % entre 1990 et 2018 et représente 31 % des émissions de gaz à effet de serre (GES) en France en 2018, loin devant les autres secteurs. Il y a urgence à pousser la décarbonation du secteur : pour cela, la France s'est engagée dans le cadre de la loi d'orientation des mobilités (LOM) dans un verdissement du parc automobile et poids lourds, notamment par son électrification.

Selon le scénario médian porté par RTE, en 2035 le parc automobile comptabilisera 40 millions de véhicules dont 11,8 millions de modèles électriques et hybrides rechargeables. En Auvergne-Rhône-Alpes (Aura),

il devrait atteindre 1,4 million de véhicules électriques et hybrides hors poids lourds, soit environ 30 fois plus en moins de 15 ans. La région Aura est particulièrement dynamique dans le domaine de l'électromobilité. Cette attractivité est portée par un ensemble d'acteurs qui dessine une filière régionale de la mobilité électrique. Face à cette progression, en 2020, le Conseil régional et l'Ademe ont souhaité un état des lieux de la mobilité électrique sur ce territoire.

Les parcs de véhicules

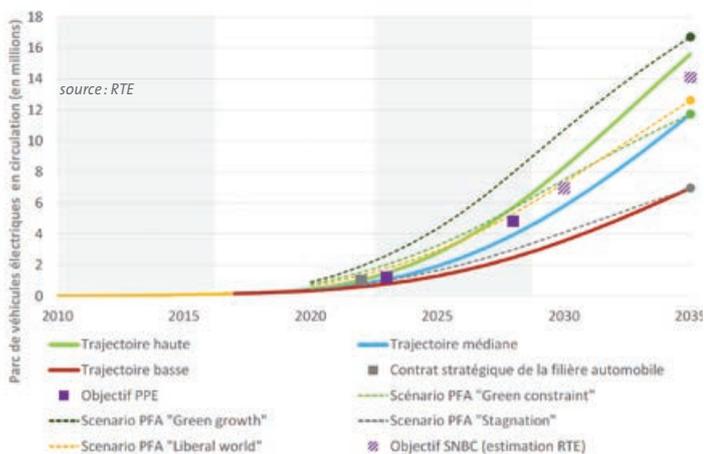
L'électromobilité connaît une forte progression en France et en Europe. Au mois de décembre 2021, les ventes européennes de voitures électriques ont dépassé pour la première fois celles de modèles diesel. À cette date, l'Association nationale pour le développement de la mobilité électrique (Avere-France) recensait 786 274 véhicules légers électriques et hybrides rechargeables en circulation sur le territoire national dont plus de 11 % circulent en région Auvergne-Rhône-Alpes. Du côté des véhicules destinés au transport collectif de personnes, la progression reste beaucoup plus lente. L'offre de véhicule est en effet plus faible et les renouvellements sont très progressifs car la

conversion implique un investissement important et des travaux d'infrastructures lourds. Les entretiens menés dans le cadre du projet e-SMART ont fait ressortir des problématiques particulières autour de la réglementation et de l'aménagement des dépôts de bus, de la nécessaire modification des points d'arrêt, de l'autonomie selon les lignes, etc.). Le parc français d'autocars recense moins de 1 % de véhicules qui utilisent une énergie alternative au gazole et 0,1 % roulent à l'électrique. Celui des autobus comptabilise un parc de trolleybus et quelques bus électriques qui représentent 2,5 % de la flotte mais ces chiffres sont en pleine croissance. En région Aura, en 2020, on recensait 11 réseaux urbains qui ont fait le choix de l'électrique. Il faut également souligner que le coût d'un bus électrique est plus cher qu'un bus thermique à l'achat (surcoûts liés au bus, au pack de batterie et à l'infrastructure de recharge), mais moins onéreux à l'usage en raison d'un coût de l'électricité plus faible que le diesel. Par conséquent, la viabilité économique dépend fortement de l'usage : plus le bus est exploité longtemps, meilleur est l'amortissement de l'investissement.

Développement des infrastructures

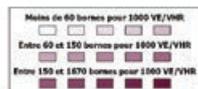
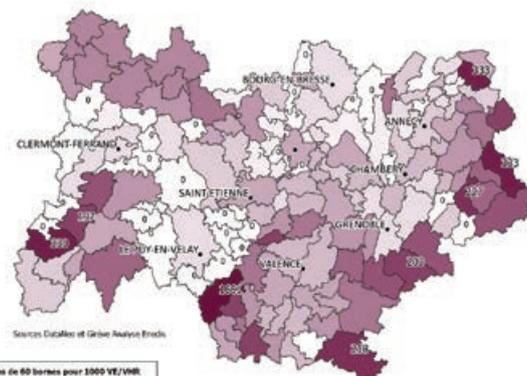
Afin d'apporter un service public de recharge et d'installer

➤ *Trajectoires de développement des VE et comparaison avec des objectifs publics ou sources externes.*



Auvergne-Rhône-Alpes

l'électromobilité sur le domaine public, un développement des infrastructures est fortement attendu. La France comptabilise actuellement 51 243 points de charge ouverts au public. La région Aura représente près de 11 % de l'offre nationale, ce qui la place en deuxième position des régions les mieux équipées de France. C'est principalement grâce au soutien du programme d'investissement d'avenir (PIA), porté par l'Ademe, qu'un premier maillage s'est structuré sur l'espace public. Pour relever le défi qui s'annonce de plus en plus prégnant, plusieurs enjeux forts seront à relever, en particulier celui territorial. En zones urbaines denses, l'équipement du résidentiel collectif en solution de recharge deviendra une priorité ainsi que les besoins spécifiques des professionnels itinérants (artisans, santé, BTP, etc.) et des professionnels de la logistique au vu de l'essor du e-commerce. Les territoires périurbains et ruraux captifs de la voiture (taux de possession de plus de 60%), sont moins mobilisés sur la thématique. Il y a un réel besoin d'assurer une équité d'accès à la mobilité électrique sur l'ensemble du territoire régional pour pallier le manque d'offres privées, plus présentes en zones urbaines denses (métropoles). De plus, la crise sanitaire semble avoir



Source : Aura-EE

➤ **Nombre de bornes pour 1 000 VE/VHR par EPCI en Aura (juin 2020).**

enclenché un exode des métropoles vers les villes moyennes. À la suite des périodes de confinements et de l'essor du télétravail, un quart des actifs des grandes villes souhaiterait déménager*. Cela pourrait générer un besoin de mobilité et des flux supplémentaires sur ces secteurs captifs et augmenter les émissions et les nuisances liées aux déplacements. Et globalement, un enjeu d'inclusion sera à traiter pour rendre accessible à tous la mobilité électrique. Deux des principaux freins à la mobilité électrique sont le manque de disponibilité et de qualité des infrastructures de recharge de véhicule électrique (IRVE). L'enjeu est d'assurer une qualité de service public de recharge. Le sujet de la production d'électricité sera également une priorité pour parvenir à valoriser l'ensemble des alternatives énergétiques et à encourager la production locale photovoltaïque, notamment à travers le concept du véhicule-to-grid (V2G). Enfin, l'enjeu économique est important. Le tourisme en région semble être un levier de développement important de la mobilité électrique (activités touristiques, hôteliers, restaurateurs, copropriétés, services, etc.) ainsi que le secteur du transport de marchandises. Par ailleurs, l'alternative électrique, en particulier l'utilisation de navettes, est de plus en plus prisée en zones touristiques de montagne particulièrement autour des stations de ski, pour un usage de service public ou privé,

tant en saison d'été que d'hiver. Le Gouvernement a donc annoncé en février 2022 sa volonté d'aller plus loin dans l'accompagnement de la transition des véhicules utilitaires légers et des poids lourds en lançant dès le mois de mars un appel à projets pour accompagner l'acquisition de véhicules lourds électriques ainsi que les solutions de recharge nécessaires.

Une nécessaire planification

Cette expansion nécessite une coordination entre action publique et privée sur au moins trois champs : la gouvernance et la communication afin de coordonner les initiatives publiques et privées ; la technologie liée aux véhicules, aux infrastructures et aux services afin de soutenir le développement de la filière ; les outils et la gestion des données afin d'assurer une transparence et une qualité de service. L'année 2022 sera ainsi marquée par le lancement inédit en France d'un schéma directeur IRVE coordonné entre 17 syndicats d'énergie et collectivités sur les régions Auvergne-Rhône-Alpes et Sud. D'autres schémas directeurs seront lancés en France, mais à ce jour seule Aura a fait le choix d'une démarche concertée de cette ampleur. Le défi pour cette nouvelle phase de planification sera désormais d'amener un changement d'échelle significatif en travaillant simultanément sur des composantes technologiques, organisationnelles et comportementales. Lorsqu'elle se substitue à un véhicule thermique, la mobilité électrique constitue une alternative pertinente si son développement est pensé dans une approche transversale, sur l'ensemble du cycle de vie, de la source à l'usage. ●

Céline Vert,
chargée de mission Mobilité à Aura-EE

L'agence Aura-EE

Opérateur privilégié de la Région, partenaire de l'Ademe et de nombreux acteurs régionaux et locaux, l'agence Auvergne-Rhône-Alpes Énergie Environnement (Aura-EE) démultiplie les politiques régionales de l'énergie et de l'environnement auprès des territoires, qu'elle accompagne dans la définition et la mise en œuvre de solutions et de stratégies locales de transition. L'agence est également active sur la scène nationale, européenne et internationale. AURA-EE a réalisé cette étude afin de mieux connaître les taux d'équipements et comprendre les freins et besoins des acteurs et des usagers de la mobilité électrique. C'est au total plus de 200 structures qui ont été consultées. Cette étude a été réalisée avec le soutien du Conseil régional, de l'Ademe et du programme européen e-SMART (www.alpine-space.org/projects/e-smart).

* Les troisièmes rencontres nationales Action cœur de ville, résultats du Baromètre des territoires 2020 des Villes de France, l'Agence nationale de la cohésion des territoires et la Banque des Territoires, septembre 2020.

Du carburant fabriqué grâce au soleil

Synhelion a mis au point un procédé innovant pour créer des combustibles solaires. Ce projet convertit du CO₂ et de l'eau en carburants synthétiques compatibles avec les moteurs à combustion classiques et les turbines d'avion. Une première centrale à l'échelle industrielle est prévue cette année.

Produire des carburants synthétiques grâce aux rayons du soleil, c'est l'idée développée par la startup suisse Synhelion. Créée après des recherches menées à l'École polytechnique fédérale de Zurich en 2016, l'entreprise a d'abord installé un prototype de 50 kW sur le site du centre de recherche IMDEA Energy situé à Móstoles, près de Madrid. Puis, après avoir validé le principe de fonctionnement, elle a lancé un modèle plus gros d'une capacité de 250 kW. Le dispositif est assez complexe : des miroirs mobiles posés au sol reflètent la lumière du soleil et la concentrent vers un récepteur solaire

situé au sommet d'une tour. En concentrant l'énergie solaire, Synhelion exploite 100 % du spectre lumineux. En comparaison, des panneaux photovoltaïques (PV) n'en capturent que 20 %. Le récepteur est doté d'un fluide caloporteur pouvant atteindre une température de 1 500 °C.

Kérosène, essence ou diesel

Cette chaleur intense permet dans un premier temps de réduire l'oxyde de cérium présent sur les parois du réacteur. Ce matériau perd alors une partie de son oxygène qui est récupéré. Lors d'une deuxième phase, l'oxyde de cérium réduit est mis au contact d'un mélange gazeux contenant du CO₂ et de la vapeur d'eau, créant un mélange de monoxyde de carbone (CO) et d'hydrogène (H₂). « Grâce au réacteur thermo-chimique, nous produisons alors un gaz de synthèse renouvelable qui est ensuite transformé en carburant grâce au procédé Fischer-Tropsch. Notre technologie peut produire tout type de carburant hydrocarboné : kérosène, essence ou diesel », explique Philipp Furler, l'un des deux PDG et cofondateurs de Synhelion.

Pour permettre aux réacteurs chimiques de produire des carburants en continu, un système de stockage de la chaleur à haute température a été installé. Il sert la nuit ou durant les périodes nuageuses. Comme il n'existait pas d'outils capables de résister à des températures aussi élevées, Synhelion le construit elle-même.

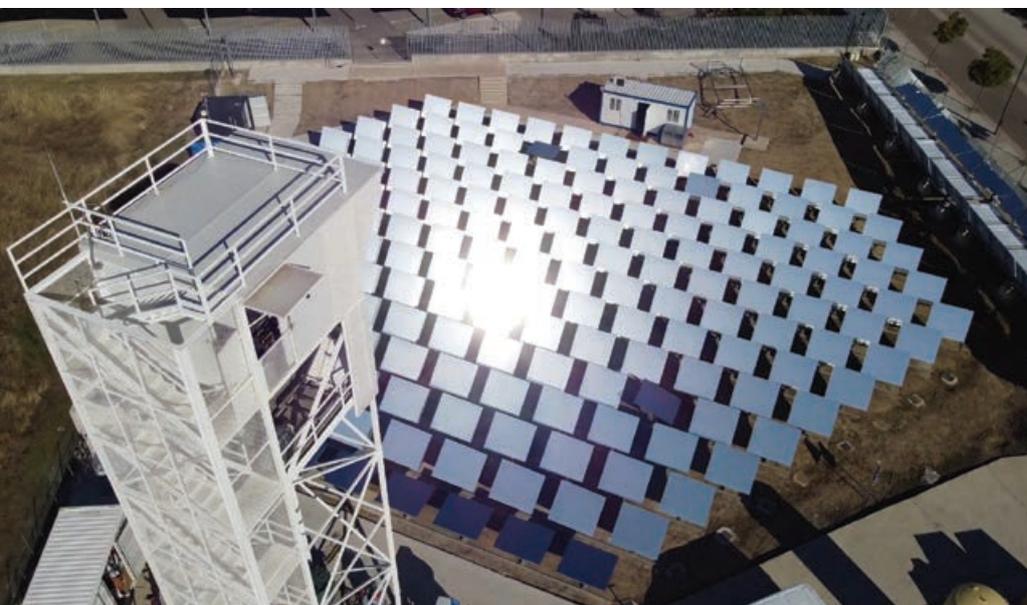
Échelle industrielle en 2023

Pour créer les différents éléments de son système, l'entreprise collabore avec Ansys qui travaille avec des logiciels numériques de simulation de mécanique des fluides. « Nos outils servent à comprendre l'écoulement complexe et à reproduire la dynamique des fluides pour concevoir et valider des équipements capables de supporter des températures extrêmes », détaille Pepi Maksimovic, directeur de l'ingénierie chez Ansys. Après six ans de recherche, le concept développé par Synhelion approche de la commercialisation. Pour passer à cette étape, l'entreprise suisse a récemment réalisé une levée de fonds de plus de 15 millions d'euros. « Nous construisons cette année notre première centrale à combustible solaire à l'échelle industrielle. La production de carburant commencera dès 2023. Nous espérons produire 875 millions de litres de combustible par an d'ici 2030 », précise Gianluca Ambrosetti, l'autre PDG et cofondateur de Synhelion. Pour trouver des débouchés à ses carburants, l'entreprise s'est associée à des partenaires industriels internationaux comme la société pétrolière et gazière italienne Eni, la compagnie aérienne allemande Lufthansa ou l'aéroport de Zurich. Mais la technologie développée par la startup intéresse au-delà du secteur des transports. Elle collabore avec Cemex, un fabricant mexicain de matériaux de construction qui souhaiterait utiliser la chaleur issue de la concentration du rayonnement solaire pour fabriquer du clinker, un composé de base du ciment. Une installation pilote doit être lancée d'ici la fin de l'année sur une cimenterie. ●

Olivier Mary

© IMDEA

► Cette technologie permet de produire tout type de carburant hydrocarboné : kérosène, essence ou diesel.

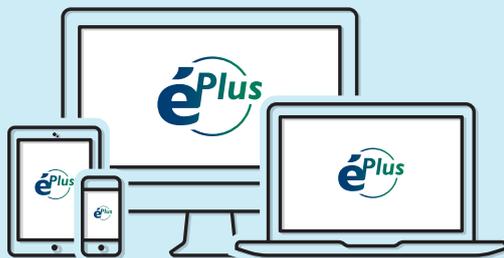


énergie^{Plus}

La revue des professionnels
de la maîtrise de l'énergie



**Votre revue spécialisée tous les 15 jours
sur les questions d'énergie et de climat
pour 170 € seulement par an**



Une **version digitale** accompagne votre abonnement papier. Elle est accessible sur smartphones, tablettes, ordinateurs et inclut l'accès à trois ans d'archives.

Tous les 15 jours, la revue m'offre

- ▶ les actualités essentielles du secteur de l'énergie
- ▶ des enquêtes spécialisées et des dossiers d'analyse (biogaz, efficacité énergétique, biomasse, cogénération, stockage d'énergie, etc.)
- ▶ les prix des énergies, du CO₂ et des certificats d'économies d'énergie
- ▶ des retours d'expérience chiffrés et illustrés (collectivité, industrie, tertiaire, transport, etc.)
- ▶ une veille réglementaire
- ▶ des informations professionnelles pratiques (produits nouveaux, nominations, agenda, une veille, etc.)

✓ **Oui, je souhaite m'abonner à Énergie Plus, au prix de 170 € TTC par an. ▶ Je recevrai 20 numéros de 32 pages.**

Nom

Adresse

Prénom

Entreprise

Code postal Ville

Code NAF

Tél. Fax

Fonction

e-mail
(obligatoire pour la version digitale)

Tout abonné dispose du droit d'accès et de rectification des informations le concernant et peut s'opposer à ce que ses nom et adresse soient communiqués à d'autres personnes morales en téléphonant au 01 46 56 35 40.

Si vous êtes adhérent de l'ATEE, merci d'indiquer votre n° d'adhérent :

Je joins un chèque de € à l'ordre de l'ATEE

Tarif France : **170 €**
(dont 3,57 € de TVA à 2,10 %)

Tarif Étranger : **188 €**
(exonéré de TVA)

Tarif étudiant, retraité,
enseignant : **85 €**

À réception de votre règlement, nous vous enverrons **Énergie Plus** par retour du courrier ainsi qu'une facture acquittée.



ATEE – ÉNERGIE PLUS | SERVICE ABONNEMENTS
TOUR EVE - 1 PLACE DU SUD - CS 20067 - 92800 PUTEAUX

Plus d'infos
tél. 01 46 56 35 40
www.energie-plus.com

Visitez aussi notre
boutique en ligne
http://boutique.atee.fr

LUBRIFIANTS



**SHELL
LUBRICANT
SOLUTIONS**

- **OPTIMISEZ** votre maintenance,
- **MAXIMISEZ** la disponibilité de votre matériel,
- **RÉDUISEZ** vos coûts d'exploitation,
- **AUGMENTEZ** votre profitabilité.



Société des Pétroles Shell - Tour Pacific - La Défense 117, 13 cours Valmy
- 92800 PUTEAUX - SAS au capital de 513.934.490 euros
- RCS Nanterre 760.190.175

Contactez Shell via
Shell-Lubrifiants-France@shell.com
pour toute information complémentaire.

MÉTHANISATION ET VALORISATION DU BIOGAZ

Clarke
ENERGY®

GRUPE KOHLER

Ingenierie - Installation - Maintenance



Cogénération :
Moteurs Jenbacher

- Expert en gaz renouvelables

Injection :
production de biométhane
& récupération du
CO₂ : TPI

- Société de service implantée sur tout le territoire

- Solutions clé en main adaptées à vos besoins

+33 4 42 90 75 75 | france@clarke-energy.com | clarke-energy.com/fr

JENBACHER
KNOX

TPI
TRADING
INDUSTRIE
PROCESSES

QUALIMÉTHA

PRODUCTION ET STOCKAGE ÉLECTRIQUE

Protection des installations de
production et de stockage d'énergie

- Protection surtensions / foudre
- Parafoudres AC, PV et DC (batteries)
- Solutions hautes performances



raycap.com | info@raycap.com

SOLUTION DE FINANCEMENT

REALEASE Capital
Agility for business

Adhérent
depuis 2019

Spécialiste de la location pour les professionnels depuis plus de 30 ans, REALEASE Capital propose des solutions de financement sur mesure, souples et évolutives dans tous les domaines.

L2E EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE
OFFRE CEE + LOCATION

Industrie

Solutions Mobilité

Santé

Informatique - IT

www.realease-capital.fr - contact@realease-capital.fr

N'attendez plus pour adopter un **système de management de l'énergie ISO 50001**



Une prime

jusqu'à 40 000 €

pour votre management de l'énergie

► Une prime de 40 000 €

Le Programme national PRO-SMEn 2018-2022 vous aide à financer la mise en place de la norme ISO 50001. Il octroie une prime allant jusqu'à 40 000 euros.

La prime, délivrée une fois le certificat de conformité à norme obtenu, est égale à 20 % des dépenses énergétiques annuelles des sites certifiés.

► N'attendez plus !

Le dispositif s'arrête le 1^{er} octobre 2022 !

Le programme est très ouvert : PME, ETI, Grands Groupes de l'industrie et du tertiaire.

La prime est octroyée **automatiquement** par l'ATEE, porteur du Programme PRO-SMEn, dès lors que votre entreprise présente une demande conforme au règlement du Programme.



► **300 entreprises certifiées ISO 50001 ont bénéficié de la prime. Pourquoi pas vous ?**

toutes les infos sur le site www.pro-smen.org

Logiciel de conciergerie CEE



Notre logiciel administre les dossiers des obligés automatiquement.

ENCADREZ
vos équipes
internes

FÉDÉREZ
des dizaines
de mandataires

AUTOMATISEZ
le contrôle de vos
documents

SÉCURISEZ
facilement la
qualité de
vos dossiers

RECRUTEZ
des centaines
d'installateurs

Bienvenue Jade !

Notre service innove grâce à l'accompagnement immédiat de Jade, notre assistante virtuelle basée sur de l'**intelligence artificielle**.

Jade contrôle vos documents immédiatement et notifie les utilisateurs en cas d'erreur ou d'oubli.



Scannez ce code
pour en savoir plus



Contactez-nous au **01 82 28 72 03**
contact@consoneo.com

Siège social : **PARIS**
Support partenaires et R&D : **BORDEAUX**