

# énergie <sup>Plus</sup>

MAÎTRISER L'ÉNERGIE DURABLEMENT

15 JUILLET 2022

689

## 16 ÉNERGIE & CLIMAT

# L'avenir des groupes électrogènes passe par l'hydrogène



## Rédaction

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

- Directeur de la publication : Nicolas Frondaz
- Rédacteur en chef : Clément Cygler (75 92)
- Rédacteurs : Olivier Mary (75 95)
- A participé à ce numéro : Caroline Kim
- Diffusion-abonnements : Alexandre Giroux (01 46 56 35 40) a.giroux@atee.fr
- Photo en couverture : © EODev

## 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 : Nicolas Frondaz

Conception graphique :  
Olivier Guin - be.net/olivierguin



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



15



20



26

## Infos pros

- 4 Le site. À lire.
- 5 Il a dit. Les rendez-vous ATEE. La nomination. Agenda.
- 6 En bref
- 8 Les actions en justice pour le climat se multiplient
- 10 Prix des énergies
- 11 Prix du bois
- 12 Veille réglementaire
- 13 Des mini-éoliennes dans le métro parisien

## Énergie & Climat

- 14 En bref
- 15 **L'avenir des groupes électrogènes passent par l'hydrogène**
- 20 **Le soleil chauffe la ville de Pons**
- 22 Une boîte pour produire de l'électricité sur les toits

## Industrie

- 23 En bref
- 24 Le gisement conséquent et accessible des procédés thermiques
- 26 **La méthanation, une brique technologique supplémentaire pour Jupiter 1000**
- 28 Decagone innove pour créer les ORC de demain

## 30 Répertoire des fournisseurs



# Une taxonomie grise

Clément Cygler, rédacteur en chef

Le 6 juillet dernier, le Parlement européen n'a pas pu s'opposer à l'inclusion des activités nucléaires et gazières spécifiques dans la taxonomie européenne. Celle-ci doit permettre de définir les investissements verts afin de favoriser la réorientation des flux financiers vers la transition écologique. Le travail de lobbying acharné mené par les industries du gaz fossile et du nucléaire depuis plus d'un an est ainsi parvenu à ses fins. Si 328 députés ont tout de même voté contre la résolution et « seulement » 278 députés pour, une majorité absolue de 353 voix était nécessaire pour rejeter la proposition de la Commission européenne. Pour cette dernière, les investissements privés dans les activités gazières et nucléaires

ont un rôle à jouer dans la transition écologique. Une vision diamétralement opposée à celle de très nombreux acteurs politiques, scientifiques ou encore institutionnels. « Repeindre le gaz fossile et le nucléaire en vert ne rendra pas l'Europe plus indépendante. Cela détournera des milliards d'euros loin de l'accélération des énergies renouvelables et des économies d'énergies pourtant seuls leviers permettant d'assurer la sécurité énergétique des Européens tout en luttant contre la crise climatique », s'est désespéré Neil Makaroff, responsable Europe au sein du Réseau Action Climat. Et si l'inclusion de ces activités sera, selon la Commission, limitée dans le temps, les investissements dans ces filières porteront forcément sur du long terme...

## ENTREPRISES ET ACTEURS PUBLICS CITÉS DANS CE NUMÉRO

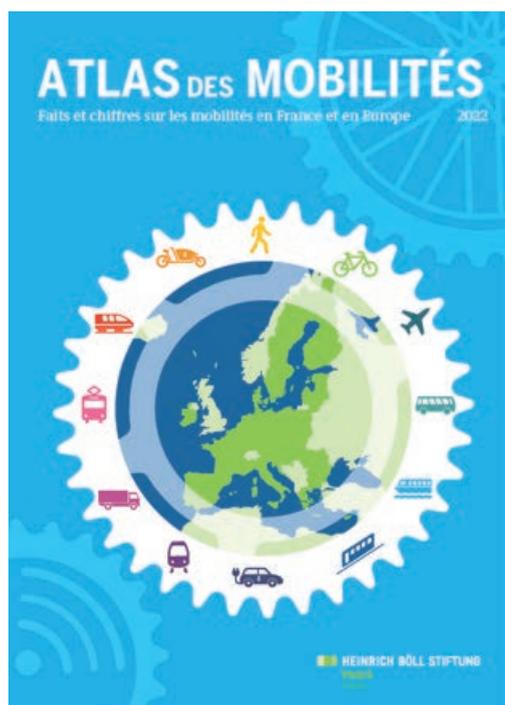
ACADÉMIE DES TECHNOLOGIES	5	CETIM	23, 24	ENERTIME	28, 29	H2SYS	17	NEWHEAT	20
ADEME	20, 29	CETIAT	24	ENGIE NEW VENTURES	23	H2X	17	PLUG	23
AIE	6	CMA CGM	27	EODEV	15, 17	HDF ENERGY	17	POWIDIAN	16, 17, 18
ALLICE	24	CNR	27	ETC	23	HELION	17	PRIMETALS TECHNOLOGIES	23
BALLARD	17	CNRS	5	FERROGLOBE	29	GRAVITHY	23	RECYTECH	29
BEHYDRO	18	COENOVE	14	FNCCR	7	IBERDROLA	13	RTE	27
BCG	7	DALKIA	20	FORVIA	23	IDEC	23	SINTEF ENERGI SA	28
BOUYGUES TELECOM	17	EDF R&D	22	FRANCE HYDROGÈNE	16, 18	INERIS	18	TEREGA	27
BRGM	5	EIT INNOENERGY	23	GENERAL MOTORS	17	JUNIA	13	TOYOTA	17
CATERPILLAR	18	ENEA CONSULTING	24, 25	GRICC	8	KHIMOD	27	VERALIA	29
CEA	23, 27, 28	ENEDIS	17	GRTGAZ	26, 27	MAN	18	VOLVO	18
CEREA	22	ENERDATA	24	GWEC	14	MCPHY	27	WIND MY ROOF	22

À lire

## Paris face au changement climatique Les clés de l'adaptation climatique

Franck Lirzin, Éditions de l'Aube, 179 pages, 19 euros

Alors que les effets du changement climatique se font de plus en plus sentir, les villes sont particulièrement touchées, tout en étant en grande partie responsables de ces dérèglements. Cet ouvrage montre que des solutions existent et que les villes peuvent s'adapter pour se préparer à ce futur et devenir des métropoles écologiques et bioclimatiques. Il prend exemple sur les initiatives menées en ce sens par la Ville de Paris. La Capitale s'apprête en effet à subir des changements considérables : en 2050, elle aura le climat actuel de Marseille. Elle doit donc s'adapter dès aujourd'hui. L'auteur plaide pour s'inspirer de l'architecture traditionnelle méditerranéenne et intégrer de nouvelles approches bioclimatiques. L'ouvrage détaille les dernières découvertes scientifiques et innovations technologiques utiles pour adapter les villes au climat de demain.



## Atlas des mobilités

### Faits et chiffres sur les mobilités en France et en Europe

Collectif, Fondation Heinrich Böll, 60 pages, gratuit

En 60 pages et 23 chapitres rédigés par une quinzaine d'experts, l'Atlas des Mobilités fait le point sur les faits et chiffres de la mobilité en France et en Europe, notamment sous forme de graphiques, de cartes et d'infographies. Ses chapitres traitent de sujets très divers : histoire des transports, émissions du secteur, santé, tourisme, travail, etc. Cet Atlas insiste aussi, dans un chapitre d'Anne Fuzier du Forum Vies Mobiles, sur les inégalités de genre : dans l'espace public, les déplacements des femmes sont encore trop souvent générateurs d'un sentiment d'insécurité et d'un risque d'agression ou de harcèlement sexiste ou sexuel. Cet ouvrage ne se contente pas de dresser un constat mais amorce également des pistes et des solutions : voitures moins lourdes, développement du train, réduction du trafic aérien, etc. Il s'inscrit au sein d'un vaste projet européen baptisé European Mobility Atlas et s'adresse à un public large.

## TÉLEX

/// VERKOR et STARTEC ENERGY ont annoncé la signature d'un protocole de partenariat pour industrialiser des batteries haute performance au service de la mobilité électrique /// EDF rejoint le consortium Bio-inspired Materials Open Innovation Generator de Ceebios pour le développement des matériaux bio-inspirés /// ELYSE ENERGY lance le projet industriel BioTJet pour produire des carburants aéronautiques durables en partenariat avec IFP EN /// L'Interfédérale, composée des quatre fédérations syndicales représentatives des industries électriques et gazières (FNME-CGT, CFE-CGC Énergies, FCE-CFDT et FO Énergie et Mines), demande au Parlement de mettre fin à l'entêtement gouvernemental sur l'Arenh /// Selon le bilan de l'ANAH, 338 265 logements ont été rénovés au premier semestre 2022 grâce au dispositif MaPrimeRénov' /// Conçue par le GROUPE LEGENDRE, en partenariat avec GEPS TECHNO et l'IFREMER, la première digue portuaire productrice d'énergie au monde, Dikwe, entre dans une phase de tests en mer ///

## Il l'a dit

### Pierre Toulhoat,

président du pôle Environnement et impact du changement climatique à l'Académie des technologies, et directeur général délégué et directeur scientifique du BRGM.



## « D'ici 2040, la mobilité électrique et la production d'électricité entraîneront une multiplication des besoins de lithium par 40 »

Lors d'un webinaire sur la sécurisation de l'approvisionnement en matières premières, organisé par l'Académie des technologies, Pierre Toulhoat, est revenu sur les facteurs et événements expliquant la situation actuelle.

« La dépendance croissante de nos activités économiques à des matières premières, en particulier des métaux, est un sujet étudié depuis assez longtemps. La prise de conscience date d'une dizaine d'années. Dès 2015, l'alliance de recherche sur l'énergie qui rassemble beaucoup d'instituts publics de recherche (CNRS, universités, etc.) avait produit un rapport sur les métaux critiques dans le domaine de l'énergie. L'Académie des technologies a aussi publié une étude en 2018, tandis que le Conseil général de l'économie a sorti début 2019 un rapport assez précis qui intégrait une analyse de la conscience industrielle, notamment PME/PMI, sur la question de la dépendance en matière d'approvisionnement en métaux. Plus récemment, en février 2022, le rapport Varin comportait un certain nombre de recommandations basées sur une analyse précise et documentée de la situation. Pour autant, ces rapports et mises en garde n'ont pas abouti à des actions concrètes.

Plusieurs facteurs principaux expliquent cette dépendance croissante aux métaux critiques comme le développement technologique exponentiel et l'augmentation de la population mondiale. La transition énergétique et numérique, notamment les enjeux de décarbonation, engendre également une forte croissance des besoins, un certain nombre d'énergies renouvelables étant assez gourmandes en métaux et terres rares. D'ici 2040, la mobilité électrique et la production d'électricité entraîneront une multiplication des besoins de lithium par 40 et des besoins de cobalt, graphite et nickel par 20. Un autre point crucial est la domination hégémonique de la Chine dont le territoire concentre 80% des réserves mondiales des métaux. Cela ne concerne pas seulement la production primaire mais également l'ensemble des chaînes de valeur. La Chine domine de A à Z tous ces maillons d'une chaîne dont notre société développée est complètement dépendante. C'est d'autant plus vrai avec la destruction progressive du multilatéralisme : les règles et les accords internationaux passés sous l'égide de l'OMC et de l'Onu ont été battus en brèche.

Enfin, deux événements récents ont remis un fort coup d'accélérateur sur cette problématique. La pandémie de covid-19 a eu comme conséquence une désorganisation complète de la chaîne de valeur et de la production, entraînant un affolement et une fragilité des marchés. Le déclenchement de la guerre en Ukraine avec la mise en place de rétorsions économiques a également aggravé la situation. Ces deux facteurs ont provoqué une forte montée en puissance non seulement des questions de sécurisation de l'approvisionnement en matières minérales mais aussi de la notion de souveraineté, c'est-à-dire pouvoir approvisionner de manière autonome et si possible localement ».

## Rendez-vous ATEE

Retrouvez les programmes de ces manifestations sur [www.atee.fr](http://www.atee.fr)

Contact : Carine Fadat / Margot Henault : 01 46 56 35 41  
Inscriptions en ligne obligatoire sur <https://atee.fr/evenements>

### Événements nationaux

6 octobre de 9h à 17h

Colloque annuel  
du Club Stockage de l'ATEE

### Événements régionaux

ATEE NOUVELLE AQUITAINE

26 juillet — de 8h30 à 9h30  
Petit-déjeuner d'information  
Decarb Flash

ATEE ÎLE-DE-FRANCE

6 septembre  
de 8h30 à 10h45 à Paris  
Conférence CEE : « Financement  
de la rénovation énergétique  
dans le résidentiel »

## Nominations

- ▶ **Xavier Casiot** devient président de France Hydro Electricité
- ▶ **Chourouk Nait Saidi** est la nouvelle déléguée générale du Club Pyrogazéification de l'ATEE.
- ▶ **Mouhamadou Ba** est le nouveau délégué général du club Cogénération de l'ATEE.
- ▶ **Xavier Romont** est le nouveau délégué général du club Stockage de l'ATEE.

## Agenda

29 SEPTEMBRE – PARIS

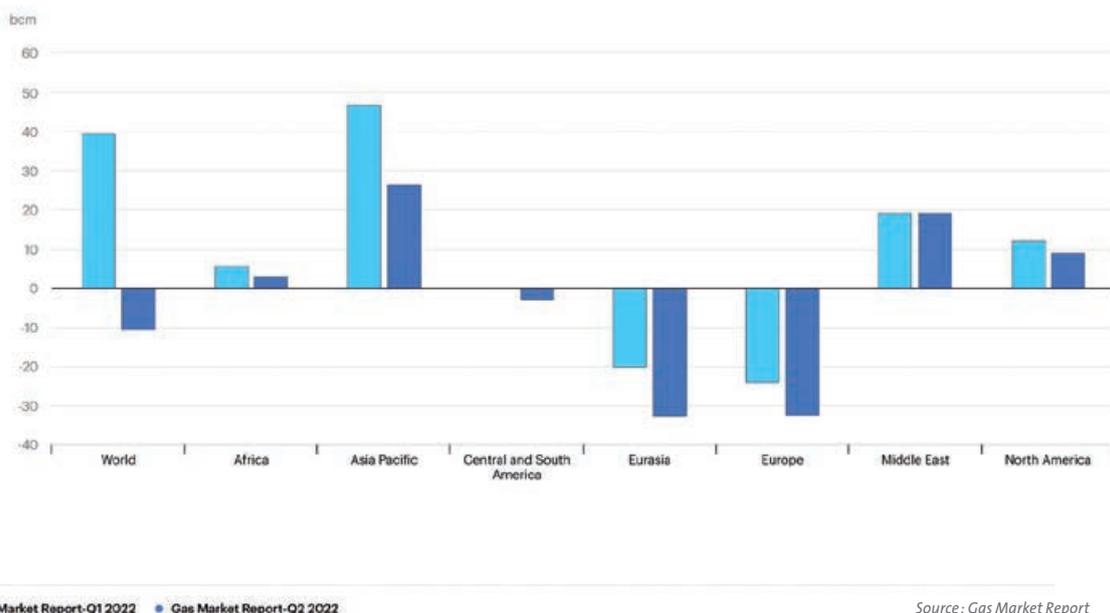
→ **Forum Energy Time**  
<https://salon-energie.com/>

20 ET 21 SEPTEMBRE – LYON

→ **Atmos'Fair 2022**  
[www.webs-event.com/fr/event/atmosfair](http://www.webs-event.com/fr/event/atmosfair)

# La consommation de gaz va baisser en 2022

L'Agence internationale de l'énergie (AIE) publie son Gas Market Report de juin. La particularité de cette édition est qu'elle coïncide avec la guerre en Ukraine qui a un impact majeur sur le secteur. Le conflit a accru la pression et l'incertitude sur un marché du gaz déjà tendu. L'approvisionnement en gaz de l'Europe était déjà un sujet de préoccupation depuis la mi-2021 car les niveaux des stocks sont restés bien inférieurs à la moyenne, en particulier dans les sites contrôlés directement ou indirectement par Gazprom. Pour la dernière saison de chauffage, les réserves de gaz européennes étaient de 17% inférieures à sa moyenne quinquennale et 22% en dessous du niveau de l'année précédente. Les prix européens à court terme ont atteint des records historiques et l'Europe s'est massivement tournée vers le gaz naturel liquéfié (GNL) pour compenser la forte baisse des livraisons de gazoducs russes. Cet afflux de GNL vers l'Europe a poussé les prix asiatiques à un niveau record et a entraîné une baisse des importations vers ces pays. Par conséquent, le rapport estime que la consommation



Source: Gas Market Report

mondiale de gaz va très légèrement baisser cette année. Cela équivaut à une révision négative de la demande de 50 milliards de m<sup>3</sup> par rapport aux prévisions du rapport trimestriel précédent. Presque toutes les régions ont été révisées à la baisse, en particulier l'Asie-Pacifique qui subit en plus des perspectives économiques dégradées en raison des prix élevés des matières premières et qui pâtit du manque d'accès au GNL. La consommation de gaz naturel en

Europe et en Eurasie, qui devait déjà diminuer en 2022 après de fortes contributions climatiques en 2021, a encore été revue à la baisse. La consommation dans ces régions devrait respectivement chuter de 6% et 5%. Dans les mois à venir, les perspectives restent très incertaines et de nouvelles baisses sont à prévoir, en particulier sur les marchés émergents importateurs de gaz, en raison de tensions d'approvisionnement persistantes et de prix élevés et volatiles.

## La Cour des comptes rend un rapport sur l'organisation des marchés de l'électricité

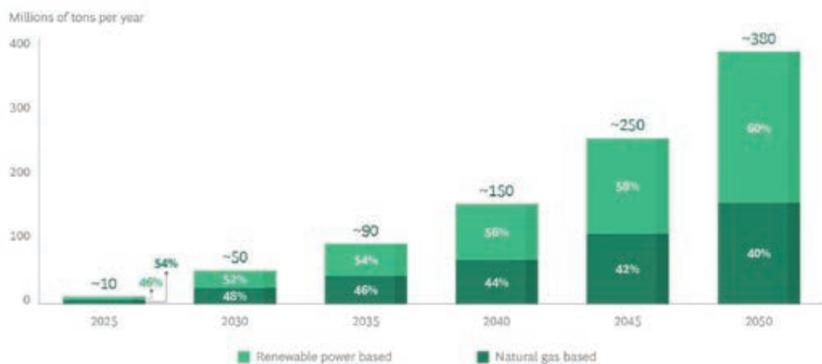
Suite à l'ouverture à la concurrence des marchés de l'électricité au niveau européen, la France a maintenu ou créé des outils d'intervention publics afin de permettre la concurrence entre fournisseurs. Ils devaient garantir aux consommateurs des prix stables, assurer le financement du parc nucléaire et offrir des capacités suffisantes pour garantir l'équilibre entre offre et demande d'électricité. La Cour des comptes vient de rendre un rapport sur la nouvelle organisation des marchés qui a découlé de cette mise en concurrence. Selon elle, la mise en œuvre de ces dispositifs depuis dix ans ne permet plus de garantir que tous ses objectifs soient atteints. Des révisions s'imposent donc. La Cour appelle notamment à se pencher sur la méthode de calcul des tarifs réglementés de vente (TRV) en cas d'écrêtement des demandes d'Accès régulé à l'électricité nucléaire historique (Arenh) afin de limiter l'exposition de ces tarifs à de brusques variations de prix. Compte tenu du rôle prépondérant du parc nucléaire dans la production d'électricité, la régulation de l'accès à cette production va rester un enjeu majeur au-delà du terme assigné à l'Arenh (soit fin 2025). « La Cour appelle ainsi les pouvoirs publics à clarifier, dès 2022, les objectifs qui seraient poursuivis dans le cadre d'une nouvelle régulation du nucléaire, pour en déterminer les nouvelles modalités et garantir son articulation avec les autres dispositifs de politique publique ».



# Prix de l'énergie : cinq propositions de la FNCCR pour les territoires

Les collectivités locales subissent de plein fouet la hausse du prix de l'énergie qui met à mal des situations financières parfois précaires. La Fédération nationale des collectivités concédantes et régies (FNCCR) formule cinq propositions à l'attention du Gouvernement pour aider les territoires à passer cette crise. La fédération préconise tout d'abord de conforter le bouclier tarifaire pour l'ensemble des Français avec la garantie d'un maintien minimal d'une alimentation en électricité tout au long de l'année. Elle demande ensuite un retour au tarif réglementé de vente pour toutes les collectivités et un développement plus ambitieux des énergies renouvelables. Elle appelle également à réformer le marché de l'énergie. La FNCCR s'engage à ce que les collectivités maîtrisent leur consommation et réduisent leurs dépenses énergétiques afin de limiter l'impact de la hausse des tarifs de l'électricité et du gaz. Pour y parvenir, la fédération préconise de pérenniser le programme Actee après 2023. Enfin, elle demande une réforme du code de la commande publique pour que les collectivités puissent s'investir dans des contrats d'achat direct à long terme avec des producteurs locaux d'énergies renouvelables afin de mieux sécuriser leur approvisionnement, de leur garantir un prix stable dans la durée et de participer activement au développement local des EnR.

## Hydrogène bas carbone : 380 Mt par an nécessaires



Dans un nouveau rapport, Boston Consulting Group (BCG) s'est penché sur les enjeux qui entourent le développement de l'hydrogène et des carburants bas carbone. Le cabinet de conseil en stratégie estime que d'ici 2050, les carburants hydrogène devront atteindre 10 à 12% de la consommation mondiale d'énergie pour répondre aux objectifs de l'Accord de Paris. Cela représente une demande annuelle de 380 millions de tonnes d'hydrogène à faible teneur en carbone dans le cadre d'un scénario à +2 °C et de 565 Mt dans un scénario à +1,5 °C. La production actuelle mondiale d'hydrogène ne dépasse pas 90 Mt, dont une infime part est décarbonée. La majorité de cette molécule est en effet encore produite par vaporeformage du gaz naturel. Pour autant, BCG estime qu'il ne faudra pas tout de suite abandonner cette technologie polluante pour répondre à la demande, à condition de coupler sa production avec des systèmes de capture et de stockage du dioxyde de carbone. Pour autant, le rapport considère qu'il faut passer au plus vite à l'hydrogène vert produit par électrolyse de l'eau. Mais ce procédé nécessitera un renforcement massif des capacités renouvelables dans le monde car il entrainera une croissance de la demande pour ces énergies de 12% dans le scénario à +2 °C et de 30% pour rester sous la barre des +1,5 °C. Au-delà cette augmentation de la demande, le cabinet identifie d'autres défis à relever. Il faudra notamment répondre à la question des coûts de fabrication et de transport de l'hydrogène, au développement des infrastructures électriques et à la disponibilité des matières premières nécessaires à la fabrication des électrolyseurs. Afin de relever ces défis considérables, BCG propose plusieurs pistes d'actions comme l'innovation technologique, le développement de nouvelles méthodes de production d'hydrogène, la création de hubs de production mondiale ou la mise en place de normes pour le transport et l'utilisation de l'hydrogène.

## Sobriété énergétique : les groupes de travail sont lancés

Dans le cadre du Plan « sobriété énergétique », Agnès Pannier-Runacher, la ministre de la Transition énergétique, et Olivia Grégoire, celle chargée des PME, du Commerce, de l'Artisanat et du Tourisme ont réuni le 7 juillet les représentants des établissements recevant du public et des surfaces commerciales, en présence d'énergéticiens et d'experts. Le groupe « Établissements recevant du public et grandes surfaces commerciales » poursuivra son travail tout l'été pour mettre au point une feuille de route de mesures simples et opérationnelles, tenant compte des contraintes et des spécificités de tous les acteurs. Il repose sur le même principe que ceux sur « L'État exemplaire » et « Les entreprises et l'organisation du travail ». L'objectif est de mobiliser ces différents acteurs contre le gaspillage énergétique. Ceux-ci se sont d'ailleurs accordés sur la nécessité de mieux faire connaître et appliquer les règles en vigueur, notamment le décret tertiaire ou l'arrêté du 27 décembre 2018 sur les nuisances lumineuses : Il impose notamment que les éclairages de vitrines de magasins de commerce soient éteints à 1 heure du matin au plus tard ou 1 heure après la cessation de l'activité. Les participants ont également échangé sur les bonnes pratiques pouvant être généralisées. Enfin, la réunion a défini les deux thématiques prioritaires pour le secteur : la gestion des bâtiments, avec des dispositifs d'automatisation et de contrôle de présence pour mieux piloter et optimiser la consommation énergétique des bâtiments ; et le travail sur des mobilités plus sobres, qu'elles concernent les employés ou les transporteurs de marchandises.

# OSCAR

OPTIMISATION ET SIMPLIFICATION DES CEE  
POUR LES ARTISANS DE LA RÉNOVATION

## Oscar s'engage au plus près de la filière du bâtiment

### La raison d'être du programme OSCAR

Le programme OSCAR accompagne les acteurs de la rénovation énergétique pour faciliter l'accès et l'utilisation des aides publiques (aides locales, aides de l'ANAH) et privées (CEE).

Des solutions innovantes,  
pratiques et opérationnelles  
pour former et informer  
tous les professionnels  
du bâtiment.

— Découvrez le programme —  
[contact.oscar@atee.fr](mailto:contact.oscar@atee.fr)  
[www.programme-oscar-cee.fr](http://www.programme-oscar-cee.fr)



in f YouTube

### Un programme construit autour de 4 valeurs



L'engagement



La proximité



L'innovation



Le partage

PORTÉ PAR



PARTENAIRES



FINANCEURS

AIDEE, DISTRIDYN, EDF, ESSO, SIPLEC, TOTAL ENERGIES

# Les actions en justice pour le climat se multiplient

**Le Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment vient de publier un rapport qui répertorie et analyse l'ensemble des actions en justice pour le climat dans le monde. Depuis 2020, la crise climatique se judiciaire de manière croissante. Environ 500 affaires sont actuellement en cours.**

Amérique latine et dans les Caraïbes, 28 en Asie-Pacifique et 13 en Afrique.

## Des plaintes surtout dirigées contre les gouvernements

La plupart des poursuites (70 %) ont été intentées contre des gouvernements nationaux et infranationaux. En général, ce sont des entreprises, des organisations non gouvernementales (ONG) et des particuliers qui ont lancé les plaintes. 70 % d'entre elles ont en effet été déposées par des ONG, des particuliers ou les deux ensembles. En dehors des États-Unis, les ONG et les particuliers représentent près de 90 % des demandeurs, alors que dans ce pays, les gouvernements, les entreprises et les associations professionnelles représentent une proportion plus élevée de plaignants. Les affaires contre les entreprises les plus fortement émettrices de carbone, notamment les groupes impliqués dans l'extraction et la distribution de combustibles fossiles, restent minoritaires mais ne cessent de croître, surtout en dehors des États-Unis. En 2021, 16 affaires les ont visées, alors que 22 ont touchés des sociétés des secteurs de l'agriculture, de l'agroalimentaire, de la chimie et de la finance. Le rapport identifie plusieurs stratégies mises en œuvre par les plaignants. La plus courante est d'essayer de contraindre des gouvernements ou des entreprises à

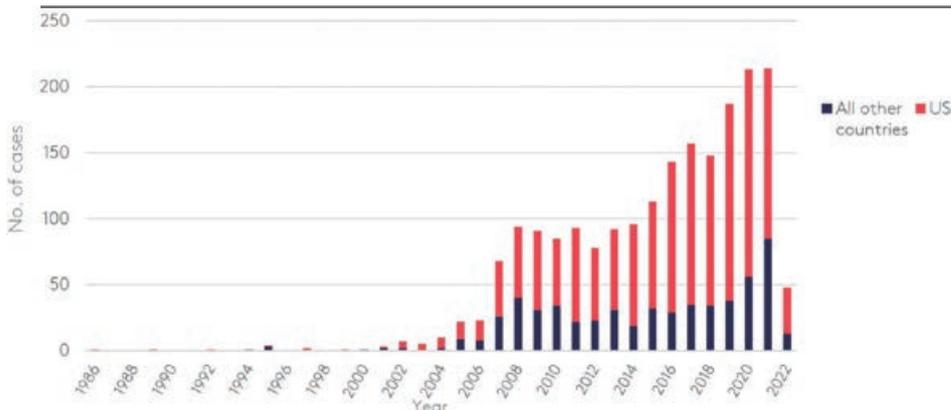
respecter les objectifs climatiques internationaux. « Nous avons identifié à ce jour 73 affaires qui contestent les réponses globales des gouvernements au changement climatique », précisent les auteurs du rapport. Selon celui-ci, ces procédures sont plutôt efficaces. Elles ont joué un rôle important dans le mouvement vers l'élimination progressive des combustibles fossiles, notamment dans les pays du Sud où les justiciables contestent à grande échelle des politiques qui impliquent le développement de réserves inexploitées et empêchent par conséquent l'essor d'énergies moins polluantes. Les litiges liés au changement climatique continuent d'évoluer rapidement et les auteurs estiment que le nombre de cas continuera à augmenter. Ils considèrent également que le profil des plaignants et des mis en cause continuera à se diversifier. Ils prévoient davantage de litiges axés sur la responsabilité personnelle des dirigeants mais également des litiges internationaux portant sur la prévention et la réparation des effets du changement climatique. ●

Olivier Mary

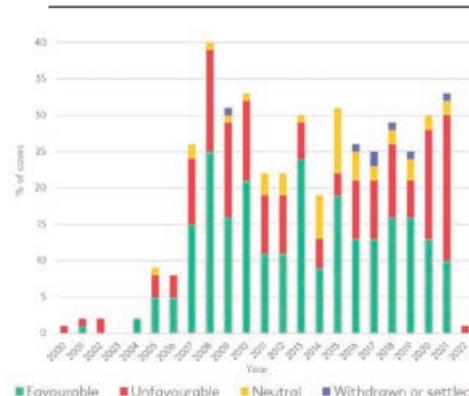
Alors qu'en France, l'Affaire du siècle a remporté l'année dernière une victoire judiciaire auprès du tribunal administratif de Paris, les plaintes se multiplient partout dans le monde. Depuis 2020, près de 500 actions en justice ont été déclenchées à l'échelle mondiale dans le domaine du climat. Ce décompte a été réalisé par le Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment dans un rapport\* paru le 30 juin dernier. Les auteurs ont répertorié des plaintes dans 43 pays. Alors que l'écrasante majorité d'entre elles ont été déposées dans les pays du Nord (plus des deux tiers l'ont été aux États-Unis), le nombre de litiges liés au climat dans les pays en voie de développement ne cesse d'augmenter. 88 cas sont en cours dans ces pays : 47 en

\*Setzer J. and Higham C. (2022) Global Trends in Climate Change Litigation: 2022 Snapshot. London: Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment and Centre for Climate Change Economics and Policy, London School of Economics and Political Science.

### ► Nombre total de plaintes liées au changement climatique aux États-Unis et dans le reste du monde

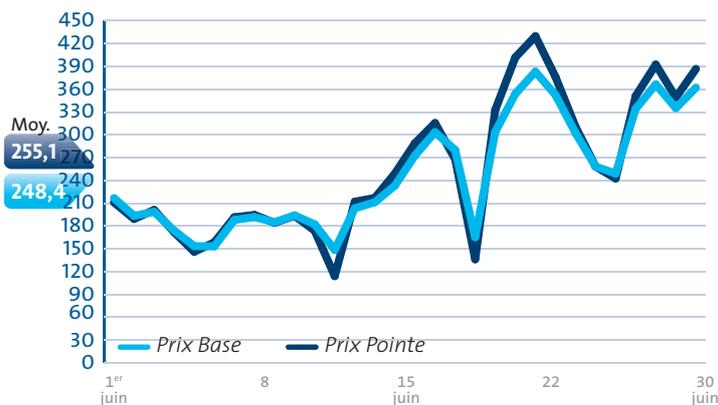


### ► Résultats des litiges climatiques en dehors des États-Unis depuis 2000



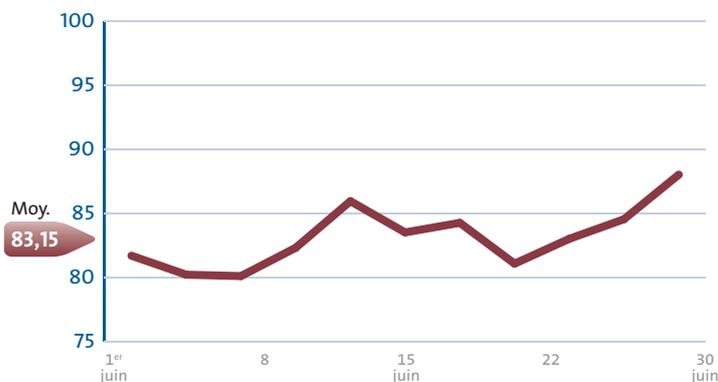
### Marché "spot" de l'électricité EPEX

Moyenne journalière des prix Base et prix Pointe (Euros/MWh)



### Marché "spot" du CO<sub>2</sub> EEX

Évolution des prix des EUA\* (Euros/t CO<sub>2</sub>)



\*EUA : European Union Allocations / quotas de CO<sub>2</sub> du système européen  
Suite à la fermeture de Bluenext le 5 décembre 2012, nous indiquons les prix des EUA\* délivrés sur la place de marché allemande EEX

### Cours du pétrole Brent

Moyenne des prix mensuels (Euros/Baril)



### Prix des Certificats d'économies d'énergie

Prix moyen mensuel de cession sur le registre national Emmy (Euros/MWh cumac)



### Parité euro/dollar (Mai ▶ Juin 2022)

1 € = 1,058 ▶ 1,057 \$

## Volumes des certificats d'économie d'énergie

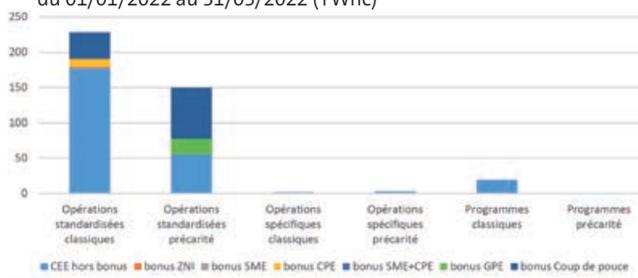
Entre le 1<sup>er</sup> janvier et le 31 mai 2022 :

#### CEE classique:

- ▶ 242 TWh cumac ont été délivrés depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2022.
- ▶ Le stock de demandes en cours d'instruction s'élève à 143 TWhc.

#### CEE délivrés

du 01/01/2022 au 31/05/2022 (TWhc)

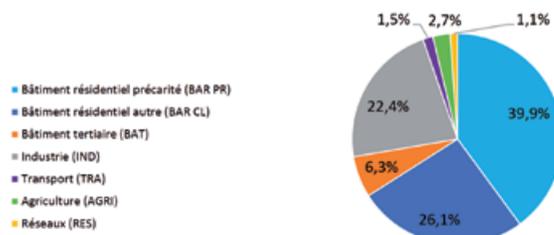


#### CEE précarité:

- ▶ 146 TWhc ont été délivrés depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2022.
- ▶ Le stock de demandes en cours d'instruction s'élève à 145 TWhc.

#### CEE CL+PE délivrés par secteur

(Opérations standardisées et spécifiques)



Données complètes sur [www.cibe.fr](http://www.cibe.fr), rubrique Nos Actions/Combustibles

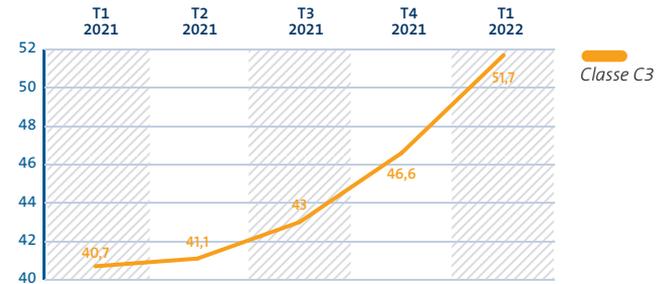
Sources : CIBE et Centre d'Etudes de l'Economie du Bois

► **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<sup>de</sup> 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.

## Bâtiment

Le décret n° 2022-926 du 23 juin 2022 publié le 24 juin est relatif au droit de surplomb pour l'isolation thermique par l'extérieur d'un bâtiment. Il est pris pour l'application de l'article L. 113-5-1 du code de la construction et de l'habitation, créé par l'article 172 de la loi n° 2021-1104 du 22 août 2021 portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets. Cet article prévoit que, lorsque le propriétaire d'un bâtiment existant procède à l'isolation thermique par l'extérieur de ce bâtiment, il bénéficie d'un droit de surplomb sur le fonds voisin et, le cas échéant, d'un droit d'accès temporaire à ce fonds, sous réserve de l'opposition du propriétaire du fonds à surplomber. Le décret précise les modalités de mise en œuvre de ces droits, notamment les documents qui doivent être notifiés au propriétaire du fonds à surplomber, les modalités de cette notification et la procédure d'opposition.

Le décret n° 2022-959 du 29 juin 2022 paru le 30 juin est relatif aux conventions sans frais entre les opérateurs d'infrastructures de recharge pour véhicules électriques et les propriétaires, ou syndicats des copropriétaires, pour l'installation d'une infrastructure collective dans l'immeuble. Il précise, dans le cas où un opérateur d'infrastructures de recharge s'engage à installer dans un immeuble collectif, sans frais pour le propriétaire de cet immeuble ou, en cas de copropriété, pour le syndicat des copropriétaires, une infrastructure collective qui rend possible l'installation ultérieure de points de recharge pour véhicules électriques, les éléments contenus dans la convention, notamment les conditions d'installation, de gestion, d'entretien et de remplacement de l'infrastructure collective par l'opérateur, les éléments financiers et les délais d'intervention et les conditions dans lesquelles l'opérateur intervient et accède aux parties et équipements communs de l'immeuble pour l'installation, la gestion et l'entretien de l'infrastructure collective.

## Gaz

L'arrêté du 2 juin 2022 paru le 8 juin fixe le coefficient de proportionnalité pour la contribution tarifaire sur les prestations de transport et de distribution de gaz naturel.

L'ordonnance n° 2022-887 du 14 juin 2022 publié le 15 juin porte sur la prise en charge partielle par l'État, dans les zones non interconnectées au réseau métropolitain continental, des coûts associés à la conversion des usages des réseaux de gaz de pétrole liquéfié à l'électricité ou aux énergies renouvelables.

L'arrêté du 25 juin 2022 paru le 26 juin prolonge jusqu'au 31 décembre 2022 le gel des tarifs réglementés de vente du gaz naturel prévu par l'article 181 de la loi n° 2021-1900 du 30 décembre 2021 de finances pour 2022.

## Gaz à effet de serre

Le décret n° 2022-982 du 1<sup>er</sup> juillet 2022 publié le 3 juillet est relatif aux bilans d'émissions de gaz à effet de serre. Il modifie le code de l'environnement afin de le mettre en cohérence avec les dispositions de la loi n° 2019-1147 relative à l'énergie et au climat. Il rend possible l'établissement d'un bilan consolidé des émissions de gaz à effet de serre de l'ensemble des sociétés d'un groupe, sans limitation aux seules entreprises ayant le même code de nomenclature des activités françaises de niveau 2. Le

décret modifie également le périmètre des émissions obligatoirement prises en compte dans l'établissement du bilan d'émissions, en intégrant les émissions indirectes significatives qui découlent des opérations et activités de l'organisme sauf pour les entreprises concernées non soumises à la déclaration de performance extra-financière.

## Hydroélectricité

Le décret n° 2022-945 du 28 juin 2022 paru le 29 juin précise les modalités applicables à l'expérimentation relative au médiateur de l'hydroélectricité institué afin d'aider à la recherche de solutions amiables aux difficultés ou désaccords rencontrés par les porteurs de projets ou exploitants d'installations hydroélectriques. Il précise également les modalités d'application de l'article L. 511-14 du code de l'énergie instituant un portail national de l'hydroélectricité.

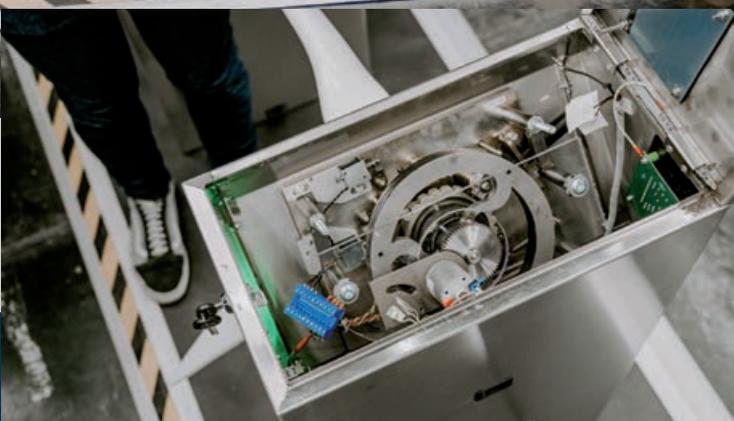
## Nucléaire

Le décret n° 2022-992 du 7 juillet 2022 publié le 8 juillet inscrit le centre de stockage en couche géologique profonde de déchets radioactifs de haute activité et de moyenne activité à vie longue (Cigéo) parmi les opérations d'intérêt national mentionnées à l'article R. 102-3 du code de l'urbanisme.

Le décret n° 2022-993 du 7 juillet 2022 publié le 8 juillet déclare d'utilité publique le centre de stockage en couche géologique profonde de déchets radioactifs de haute activité et de moyenne activité à vie longue Cigéo et porte mise en compatibilité du schéma de cohérence territoriale du Pays Barrois, du plan local d'urbanisme intercommunal de la Haute-Saulx et du plan local d'urbanisme de Gondrecourt-le-Château.

## Transport

Le décret n° 2022-960 du 29 juin 2022 publié le 30 juin est relatif aux aides à l'acquisition ou à la location de véhicules peu polluants. Il prolonge le barème actuel du bonus écologique pour les véhicules électriques et hybrides rechargeables jusqu'au 1<sup>er</sup> janvier 2023.



## Des mini-éoliennes dans le métro parisien

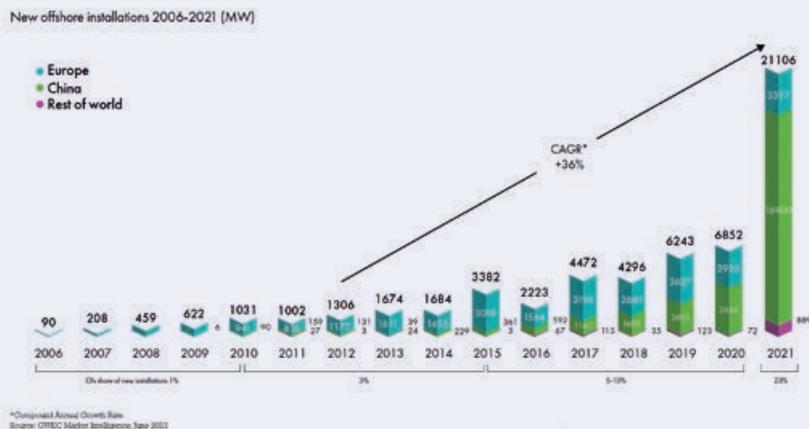
À la station de métro parisienne Miromesnil, Iberdrola a installé des mini-pales d'éoliennes en lieu et place de six tourniquets les 15 et 16 juin derniers. Conçus en collaboration avec des étudiants de l'école d'ingénieurs lilloise Junia, ces prototypes avaient pour objectif principal de sensibiliser le grand public aux enjeux de la transition énergétique en détournant les tourniquets de métro en source d'énergie verte. Au total, 27 000 passagers ont emprunté les six dispositifs et ont ainsi généré 2 160 W. Si cette expérimentation était déployée sur l'ensemble du métro parisien, les 1,7 milliard de passagers annuels pourraient produire jusqu'à 136 MWh, soit l'alimentation en chauffage pour plus de 56 foyers de quatre personnes chaque année... ●

© Julien Hay / Iberdrola

# Progression historique pour l'éolien en mer

## EnR et efficacité : le Conseil européen rehausse les objectifs

Le Conseil européen a adopté ses positions de négociation sur la directive sur les énergies renouvelables et celle relative à l'efficacité énergétique dans le cadre du paquet « Fit for 55 ». Le Conseil a convenu de fixer à l'échelle de l'Union européenne un objectif contraignant de 40 % d'énergie produite à partir de sources renouvelables dans le bouquet énergétique global d'ici 2030, contre 32 % actuellement. Concernant l'efficacité énergétique, le Conseil a décidé de réduire la consommation d'énergie de 36 % pour la consommation finale et de 39 % pour la consommation primaire d'ici 2030. L'objectif de 36 % devrait être contraignant. Le Conseil a convenu d'une augmentation progressive de l'objectif en matière d'économies d'énergie pour ce qui concerne la consommation finale. Les États membres devraient économiser 1,1 % à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2024 ; 1,3 % à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2026 ; et 1,5 % du 1<sup>er</sup> janvier 2028 jusqu'au 31 décembre 2030, avec la possibilité de reporter un maximum de 10 % d'économies excédentaires sur la période suivante. Le Conseil et le Parlement vont maintenant entamer des négociations interinstitutionnelles afin de parvenir à un accord sur les textes finaux des deux directives.



L'éolien offshore a connu une année record en 2021 avec 21,1 GW de nouvelles capacités déployées dans le monde, soit trois fois plus qu'en 2020, portant le total à 56 GW selon le dernier rapport du Global Wind Energy Council (GWEC). Ce document montre que les gouvernements deviennent plus ambitieux en la matière. Par conséquent il révisé ses perspectives pour 2030 par rapport à son édition précédente : il estime que 260 GW de nouvelles capacités pourraient être ajoutées, portant le total des installations mondiales à 316 GW d'ici la fin de la décennie. La Chine a contribué à 80 % des nouvelles installations l'année dernière. Pour la quatrième année consécutive, le pays est le premier au monde. Compte tenu de cette prépondérance chinoise et du fort développement dans des pays comme le Vietnam, le GWEC prévoit que d'ici la fin 2022, l'Asie remplacera l'Europe en tant que plus grand marché offshore du monde. Le rapport suggère qu'il faudra attendre 2031 pour que l'Europe repasse devant l'Asie. Cette année a également montré que l'éolien flottant a dépassé le stade de la démonstration et est entré dans la phase précommerciale avec 57 MW de nouvelles installations, portant le total installé dans le monde à 121,4 MW. Parmi ces nouvelles installations, 48 MW se trouvaient au Royaume-Uni, 5,5 MW en Chine et 3,6 MW en Norvège. Compte tenu de l'augmentation des projets sur cette technologie émergente au Royaume-Uni, en Europe, en Asie et en Amérique du Nord, le GWEC prévoit que 18,9 GW devraient être construits dans le monde d'ici 2030, dont 11 GW en Europe, 5,5 GW en Asie et le reste en Amérique du Nord.

## Coénove veut annuler l'obligation de raccordement aux réseaux de chaleur

Coénove vient de saisir le Conseil d'État pour annuler le décret et l'arrêté du 26 avril 2022 sur l'obligation de raccordement des collectivités aux réseaux de chaleur urbains. Elle a déposé une requête le 24 juin 2022 en ce sens. L'association estime que cette règle est contraire au principe de liberté du commerce, à la liberté de choix des consommateurs et ce, au détriment des autres sources d'énergie présentant le même intérêt général de verdissement des réseaux d'énergie. Coénove craint notamment les conséquences pour la filière gaz. Selon elle, les fabricants verront la demande de fabrication des chaudières individuelles baisser. De plus, elle regrette que les distributeurs de gaz ne pourront plus raccorder de nouveaux clients à leur réseau et devront cesser d'alimenter en gaz les clients existant réalisant des travaux de rénovation importants dans les zones dans lesquelles le raccordement au réseau de chaleur et de froid est obligatoire. Enfin, Coénove dénonce des textes qui portent atteinte au développement des gaz renouvelables injectés ou susceptibles de l'être dans les réseaux.



# L'avenir des groupes électrogènes passent par l'hydrogène

**Pour remplacer les générateurs diesel bruyants et polluants, de plus en plus d'acteurs de la construction, du spectacle ou de la gestion de réseaux électriques commencent à se tourner vers des groupes électrogènes à hydrogène équipés de piles à combustible. Ce marché balbutiant doit encore se structurer mais entrevoit un potentiel considérable.**

**L**ors du festival WeLoveGreen qui s'est tenu dans le bois de Vincennes du 2 au 5 juin, les spectateurs ont pu profiter de concerts alimentés par de l'électricité bas carbone. Traditionnellement, les événements éphémères qui ne peuvent pas se relier au réseau électrique ont pris l'habitude de recourir à des groupes électrogènes brûlant du diesel. Cette solution polluante et bruyante a été abandonnée par les organisateurs au profit de panneaux photovoltaïques

associés à des batteries, de générateurs alimentés par de biocarburants composés à 100 % de colza français ou par de l'hydrogène issu d'électrolyse. Les effets de lumières et la sonorisation du festival de musique étaient donc assurés par un générateur équipé d'une pile à combustible (PAC) de 20 kW. Avec, à la clé, un meilleur bilan carbone et moins de bruit autour des scènes. Ces générateurs se développent aussi sur d'autres marchés. « *En France, outre l'évènementiel, le bâtiment est*

*un débouché important. Une de nos machines est également en test chez Enedis pour alimenter les usagers lors des travaux de maintenance sur le réseau électrique* », explique Thibault Tallieu, directeur Marketing et Communication chez EODev.

Cette technologie peut aussi servir de solution de secours pour pallier aux défaillances des réseaux. Aux États-Unis notamment, où ils sont souvent vétustes, elle peut être utilisée dans ce but. D'autant plus que lors des fortes chaleurs, les exploitants coupent parfois le courant pour éviter des incendies dans les transformateurs. Ces équipements peuvent également remplacer le diesel dans des systèmes de secours pour les hôpitaux, les gendarmeries, les casernes de pompiers, ►

► les datacenters ou le secteur de l'alimentaire pour la réfrigération. Mais ces applications ne semblent pas forcément adaptées à un pays comme la France où le réseau est stable, les coupures rares, et où les solutions de backup ne tournent que quelques heures par an. Dans ces conditions, la pollution émise par un générateur diesel reste assez limitée. Enfin, les générateurs à hydrogène présentent un intérêt pour les sites qui ne sont pas du tout reliés au réseau comme des refuges en montagne. Un système exploité par EDF Systèmes énergétiques insulaires est par exemple installé dans le cirque de Mafate, sur l'île de la Réunion.

### Un contexte favorable

Les premières entreprises se sont positionnées sur le secteur dès 2016. Depuis, le contexte est devenu de plus en plus favorable à son essor. « En 2018, un plan de 100 millions d'euros a été mis en œuvre par le Gouvernement pour développer la filière hydrogène. En 2020, un second plan de 7,2 milliards a été annoncé. Cela a créé un engouement autour de l'hydrogène et a incité de nouveaux acteurs à s'intéresser notamment aux piles à combustible », relate Rémi Courbun, chargé de mission chez France Hydrogène. Dans le même temps, la législation a évolué pour réduire les émissions de polluants dans les zones urbaines. Des zones à faibles émissions (ZFE) ont été créées dans le cadre de la Loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (LTECV) du 17 août 2015 et figurent dans le projet de loi d'orientation des mobilités (Lom). Les véhicules les plus polluants ne peuvent pas y accéder. « Politiquement, il va être compliqué d'expliquer aux automobilistes qu'ils ne peuvent plus venir en centre-ville tout en maintenant des groupes diesel polluants sur les chantiers de construction par exemple », estime Jean-Emmanuel Boucher, directeur commercial chez Powidian. Cela incite les entreprises



à s'équiper en générateurs décarbonés, d'autant plus qu'elles mettent en œuvre des politiques pour réduire leurs émissions de gaz à effet de serre (GES). Bouygues ou Vinci ont désormais des ambitions de décarbonation de l'ordre de 30 à 40% : les groupes électrogènes à hydrogène sont un des leviers disponibles pour atteindre ces objectifs. La réglementation se renforce aussi sur les émissions des groupes électrogènes. La norme européenne Stage V, entrée en vigueur le 1<sup>er</sup> janvier 2019, a pour objectif de préserver l'environnement et la santé des consommateurs en agissant

directement à la source des émissions de polluants. Elle définit une série de contraintes à destination des constructeurs de moteurs diesel. Les rejets de monoxyde d'azote doivent rester inférieurs à 400 mg/kWh et ceux de particules ne doivent pas dépasser 15 mg/kWh. Le précédent seuil était fixé à 25 mg/kWh. Ces équipements deviennent donc de plus en plus chers à l'achat, ce qui, conjugué à la hausse des prix des carburants, incite de moins en moins à s'en équiper. Outre ces réglementations défavorables au diesel, la plus grande disponibilité de l'hydrogène issu de l'électrolyse va dans le sens



d'un essor des générateurs à PAC. La France a un objectif de production de 6 GW en 2030 et l'Europe espère atteindre 40 GW à cette échéance.

### La France bien placée sur le marché

La France est particulièrement bien placée sur ce marché encore émergent. Powidian a été créée en 2014 et commercialise deux modèles fabriqués à partir d'équipements déjà existants (PAC, batteries, etc.). Le moins puissant développe 4 kW. Il est destiné à alimenter quelques équipements sur un chantier (rechargement d'une pelleuse, d'une chargeuse, etc.). L'autre, d'une capacité de 100 kva, peut de son côté alimenter un chantier entier. « Nous travaillons avec Ballard qui est le fournisseur n°1 de PAC dans le monde et qui nous assure des durées de vie importantes car celles-ci sont installées à la base dans des bus à hydrogène », précise Jean-Emmanuel Boucher. Powidian a comme clients Bouygues Telecom et Enedis. Le gestionnaire de réseau utilise un groupe électrogène fourni par le groupe pour alimenter des habitants lorsque des travaux de maintenance sont réalisés sur les lignes électriques. Des expériences ont notamment été menées dans le Cher et dans l'Indre. Mais Enedis utilise aussi des appareils de la concurrence, en particulier d'EoDev. L'entreprise est issue du projet Energy Observer. « L'expérience acquise à bord du bateau nous a

donné envie d'industrialiser à grande échelle des systèmes à PAC pour des usages maritimes et stationnaires. C'est sur ce postulat que notre entreprise a été créée en 2019 », raconte Thibault Tallieu, directeur marketing et communication chez EoDev. La société a déjà construit vingt unités de son GEH<sub>2</sub> dans son usine de Montlhéry, en Essonne. Les premières ont été livrées en décembre dernier surtout à l'export vers l'Europe, l'Amérique du Nord, le Moyen-Orient et l'Australie. « Nous venons terminer les travaux d'une véritable chaîne de production en série qui fabriquera une vingtaine d'appareils

chaque mois à la fin de l'été », détaille Thibault Tallieu. Elle pourra passer à cinquante unités si la demande se renforce. Les PAC sont fournies par Toyota. Ce sont les mêmes que celles utilisées dans le modèle Mirai. H2SYS, Helion, HDF Energy, H2X sont les autres constructeurs français qui occupent le marché. Ces startups qui font office de pionnières restent encore un peu seules sur ce créneau mais elles ne devraient pas l'être très longtemps. Les grands fabricants de générateurs et de moteurs commencent à s'intéresser à cette solution car ils vont devoir trouver des alternatives au diesel. General



## PowiDian

POWER IN ALL MERIDIANS

# GROUPES ELECTROGENES HYDROGENE

78 Versailles ■ 37 La Ville-aux-Dames ■ sales@powidian.com ■ www.powidian.com ■ 02 21 76 20 30

-  Zéro émission
-  Faible niveau sonore  
Insonorisation maîtrisée
-  Adapté aux températures  
négatives (jusqu'à -20°C)
-  Sécurité et fiabilité  
Pile et batteries de la mobilité  
Système de sécurité intégré
-  Pilotage Intelligent  
Master controller PowiDian  
Interface ergonomique intuitive
-  Puissance accentuée  
Grâce aux 60 kWh de batteries  
Li-ion embarqués



modèle présenté : 110 kVA

- Motors s'est lancé cette année : des premières applications sont prévues auprès de l'armée américaine et de la mission de développement économique du Michigan. Ses générateurs sont installés sur des remorques pour des besoins ponctuels.

### La filière doit se structurer

Si les acteurs sont de plus en plus nombreux à se positionner sur cette technologie, le marché doit encore se structurer. Il devra tout d'abord faire baisser ses coûts. « Les groupes à hydrogène sont certes trois à quatre fois plus chers à l'acquisition que les plus perfectionnés fonctionnant au diesel mais sont déjà viables en termes de TCO (total cost of ownership), sans parler du bénéfice environnemental. Sur dix ans, plus les machines fonctionnent plus elles sont pertinentes économiquement. Il est possible de croiser les courbes selon les usages au bout de cinq ou six ans notamment à cause de la hausse des prix des hydrocarbures », estime Thibault Tallieu. Pour Jean-Emmanuel Boucher, le coût n'est pas vraiment un problème : « Les clients sont prêts à payer la différence car cela leur permet de répondre à leurs engagements RSE ». Les constructeurs devront également étoffer leurs gammes pour répondre à un maximum d'applications. Certains y pensent déjà. « Nous l'envisageons dans les années à venir. Pour autant, il n'y aura pas de gammes aussi variées que ce qui existe pour



le diesel car il y a moins de variété de puissance disponible sur les PAC que sur les moteurs », révèle le directeur commercial de Powidian. Cela ne posera pas forcément de problème car un système de PAC avec batteries permet de couvrir un large éventail de puissances sans détériorer son rendement contrairement aux générateurs classiques. De plus, il est possible d'en associer plusieurs pour atteindre des puissances plus importantes. Adapter la réglementation semble être un enjeu plus important. Comme l'utilisation de ces générateurs est assez nouvelle, ils font face à des règles qui ne sont pas toujours adaptées. Il y a notamment des réglementations spécifiques sur le stockage d'H<sub>2</sub> dans l'ICPE n°4715. En effet, les générateurs nécessitent des dispositifs de stockage temporaires qui sont soumis à la même réglementation

que ceux pérennes. « Les utilisateurs sont notamment censés déclarer trois mois à l'avance un dispositif de stockage, donner sa localisation exacte et déclarer un mois à l'avance la fin de son utilisation. Pour un usage sur un chantier ou en backup de quelques jours, ces démarches sont impossibles à mener à bien car il faudrait déclarer la cessation d'activité avant même son début », regrette Rémi Courbun. France Hydrogène travaille donc avec les acteurs de la filière, l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (Ineris) et la Direction générale de la prévention des risques (DGPR) afin de déterminer comment adapter la réglementation pour ces usages temporaires qui sont amenés à se multiplier. Le marché, évalué à 1,13 milliard de dollars cette année, devrait doubler d'ici cinq ans. ●

Olivier Mary

## Des générateurs H<sub>2</sub> sans PAC

Certains constructeurs misent plutôt sur des générateurs qui fonctionnent grâce à des moteurs à combustion interne avec une turbine qui utilise directement de l'hydrogène en intrant sans passer par une pile à combustible, parfois en mélange avec du gaz naturel. Cela permet d'émettre moins de CO<sub>2</sub> (voire pas du tout si le moteur ne brûle que de l'H<sub>2</sub>). Toutefois, le moteur reste un moteur thermique et émet tout de même des oxydes d'azote (Nox). Cette technologie est beaucoup plus ancienne que les PAC. Caterpillar y travaille depuis 35 ans. Cette solution pourra répondre à certains besoins qui ne conviennent pas aux PAC. La plupart de ces générateurs ont la capacité de fonctionner avec des mélanges d'hydrogène de 5 à 10 %. Certains équipements personnalisés pour des clients comptent plus de 200 000 heures de fonctionnement avec un mélange d'hydrogène

pouvant atteindre 60 %. Des tests sont actuellement en cours pour brûler 100 % d'hydrogène dans certains modèles du constructeur américain. C'est aussi l'objectif de l'industriel BEHydro, joint-venture entre ABC et CMB, qui a fait fonctionner en 2020 un moteur d'1 MW alimenté à 100 % par de l'H<sub>2</sub>. L'entreprise belge envisage de le commercialiser à la fois pour mouvoir des bateaux, des trains ou pour générer des électrons. Volvo et Man travaillent actuellement sur des moteurs thermiques à hydrogène qui seraient installés dans des poids-lourds. Les véhicules pourraient être commercialisés entre 2023 et 2024. Une fois cette technologie au point, on peut imaginer qu'elle se retrouvera sur le marché des générateurs comme cela s'est passé pour les PAC, d'abord développées pour la mobilité puis utilisées pour produire de l'électricité.

# Apprenez comment économiser de l'énergie dans votre entreprise



**Ils l'ont fait!**

Voir le reportage  
chez Sodeleg sur  
[www.prorefei.org](http://www.prorefei.org)

**Avec PROREFEI,**  
l'industrie se mobilise pour devenir  
un modèle de transition énergétique.  
**Plus de 1000 salariés formés**  
**et plus de 600 entreprises engagées.**  
Pourquoi pas vous ?

**PROREFEI**  
La formation des référents  
énergie dans l'industrie

Optimisons  
nos  
énergies

Un programme porté par :



# Le soleil chauffe la ville de Pons

**Une centrale solaire thermique alimente depuis un an le réseau de chaleur de la ville de Pons. Elle vient compléter une chaufferie biomasse et remplace en partie des chaudières à gaz. Grâce à cette nouvelle installation, le réseau atteint un taux d'énergie renouvelable d'environ 90 %.**

Depuis 2010, la ville de Pons, en Charente-Maritime, est équipée d'un réseau de chaleur. Géré jusqu'en 2032 par Dalkia dans le cadre d'une délégation de service public, il est alimenté depuis le départ par une chaufferie biomasse de 2,5 MW qui brûle des plaquettes forestières et des déchets de bois non traités. Il dessert en chauffage et en eau chaude sanitaire trois établissements scolaires (dont le lycée Émile Combes et son internat, plus grand consommateur de la ville), ainsi que le centre du service départemental d'incendie et de secours (SDIS 17), la salle des fêtes, l'hôtel de ville, la piscine, le gymnase et des foyers pour étudiants et retraités. La chaufferie bois couvre la majorité de la consommation en hiver mais arrive à son minimum technique en été : trois chaudières à gaz (deux de 1,4 MW et une de 2 MW) prennent alors le relai entre mai et septembre. C'est pour se passer de gaz pour des raisons économiques et écologiques qu'une centrale solaire thermique a été mise en service par Newheat en juillet dernier sur une friche juxtant la chaufferie de Dalkia. L'entreprise bordelaise est également en charge de son exploitation pour les 25 prochaines années. Depuis l'installation de la centrale, le réseau de chaleur atteint un taux d'énergie renouvelable de 90 % sur l'année, contre 73 % auparavant.

## Des panneaux montés sur trackers

L'installation se compose d'un champ de panneaux et d'un local technique. Dans celui-ci, deux pompes envoient de l'eau froide dans un tuyau souterrain qui débouche au niveau

des panneaux. Au nombre de 112, ils représentent une surface de 1800 m<sup>2</sup> et développent une puissance de 1,4 MW lorsque les rayons du soleil sont les plus efficaces. Construits par le fournisseur finlandais Savosolar, ils chauffent l'eau, qui est débarrassée de son calcaire pour éviter d'encrasser les tuyauteries, de 70°C à 90°C. Elle est alors renvoyée vers le local technique, passe dans un échangeur, transfère ses calories à un autre circuit qui l'envoie vers le réseau de chaleur pour alimenter ses abonnés.

**«Grâce à ce système de tracker, nous produisons environ 20 % de plus par rapport à une installation fixe», détaille Pierre Delmas.**

La particularité de l'installation est que les capteurs solaires sont montés sur des trackers qui bougent très lentement pour suivre la course du soleil et améliorer le rendement. Newheat avait déjà utilisé cette technologie sur le site de la papèterie de Condat, en Dordogne. « Deux moteurs actionnent des barres de commandes. Elles font tourner une vis sans fin qui fait pivoter les capteurs. Grâce à ce système, nous produisons environ 20 % de plus par rapport à une installation fixe », détaille Pierre Delmas, cofondateur et directeur technique de Newheat. Les capteurs valorisent également le rayonnement diffus. Il n'y a donc pas forcément besoin d'un ensoleillement maximal pour générer des calories. La production attendue est chiffrée entre 1 000 et 1 100 MWh par an. Et elle est particulièrement décarbonée :

les émissions de la centrale s'élèvent à 12 g de CO<sub>2</sub> par kWh seulement sur l'ensemble de sa durée de vie. Installer les capteurs sur trackers a aussi un intérêt pratique. « Lorsqu'il y a des opérations de maintenance, nous pouvons positionner la structure dos au soleil pour couper totalement la production », ajoute Pierre Delmas.

## Cuve de stockage

L'autre originalité de cette installation est l'utilisation d'une cuve de stockage d'eau chaude. D'un volume de 500 m<sup>3</sup>, elle représente environ cinq jours de production solaire maximale. Newheat peut donc envoyer l'eau vers la cuve afin d'alimenter le réseau de chaleur plus tard le soir et pendant la nuit grâce aux calories produites en trop grande quantité durant la journée. Il est aussi prévu de stocker prochainement de la chaleur issue de la centrale biomasse de Dalkia. Cette cuve est associée à un appareil dédié à la production d'azote. Il comprime de l'air, lui retire son oxygène, et stocke l'azote restant dans une cuve tampon. « Ce gaz est alors injecté dans le haut de la cuve pour éviter que de l'oxygène passe dans l'eau et entraîne des phénomènes de corrosion dans la tuyauterie », explique Pierre Delmas. Ce projet s'inscrit dans le cadre d'une opération de financement organisée par Newheat en 2020 portant sur cinq centrales de production de chaleur solaire et récupération, comprenant la mise en place d'un financement bancaire global d'un montant de 13 millions d'euros. À lui seul, il a nécessité 1,3 M€ d'investissement. Il est lauréat de l'appel à projet « Grandes installations solaires thermiques » du Fonds chaleur de l'Ademe, qui lui a permis de bénéficier d'un soutien financier pouvant s'élever jusqu'à 580 000 € selon ses performances. Le projet a également bénéficié d'une aide financière de la Région Nouvelle-Aquitaine d'un montant de 167 500 €. ●

Olivier Mary



➤ Les capteurs sont montés sur des trackers pour suivre les rayons du soleil.



➤ L'installation repose sur des fondations hors-sol pour préserver des restes archéologiques souterrains.



➤ Le réseau de chaleur de Pons est principalement alimenté par une chaufferie biomasse.

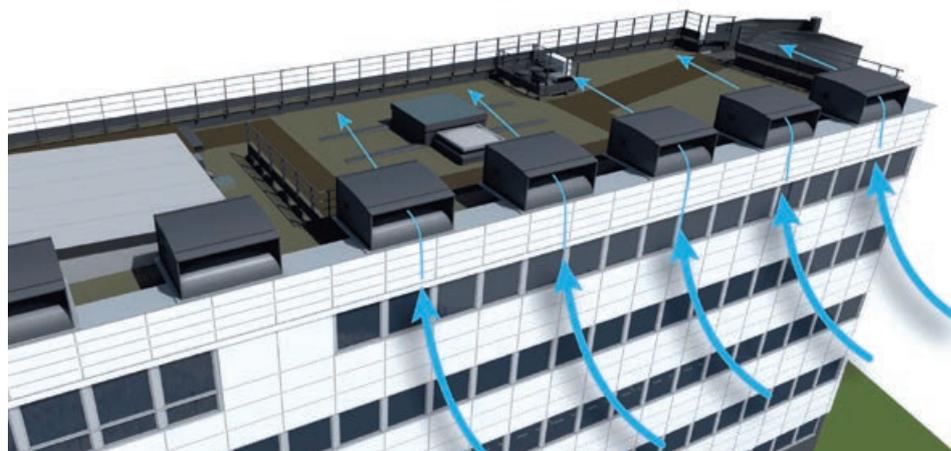


➤ La cuve de stockage peut contenir 500 m<sup>3</sup>.

# Une boîte pour produire de l'électricité sur les toits

La société Wind My Roof a développé une boîte à installer sur les toits plats des bâtiments. Elle est capable de produire à la fois de l'électricité d'origine éolienne et photovoltaïque. Un immeuble vient d'être équipé à Rouen.

Depuis fin mai, huit boîtes de 350 kg ornent le toit d'un immeuble d'habitat social situé sur les Hauts de Rouen. Ces équipements, baptisés Windbox, ont été développés par la startup française Wind My Roof qui travaille sur ce concept depuis 2018. « Notre société a été créée suite à un programme d'accompagnement chez Vinci. Notre objectif est de récupérer le maximum d'énergie sur les toits des bâtiments, d'abord avec uniquement le vent et désormais aussi avec le soleil », explique Antoine Brichot cofondateur et PDG de l'entreprise. La WindBox renferme une éolienne horizontale en forme de roue à aube. La boîte est également recouverte de panneaux photovoltaïques. En couplant éolien et solaire, l'intermittence saisonnière est réduite. « Au lieu d'avoir 80 % de l'énergie produite entre mai et septembre avec seulement des panneaux, on obtient une variabilité d'à peine 10 % sur toute l'année car l'éolien est plus performant en hiver », précise Antoine Brichot. Wind My Roof a créé cette solution après trois ans de R&D. Elle récupère le vent au niveau des acrotères des bâtiments, sur le toit au niveau des façades, pour bénéficier d'un vent beaucoup plus stable et efficace et produire un maximum d'électricité. « L'enjeu est de récupérer le vent avant que des turbulences ne se mettent en place. C'est aussi pour cela qu'on installe la WindBox sur les arêtes », ajoute



Antoine Brichot. De plus, des plots anti-vibrations sont posés pour éviter de générer des nuisances sonores pour les riverains.

## Entre 10 % et 20 % de la demande des bâtiments

L'installation récupère le vent sur un angle de 120°. Elle s'adapte donc à tous les courants dominants. Elle développe 1500 watts de puissance sur la partie éolienne auxquels s'ajoutent 750 W de panneaux photovoltaïques qui sont posés sur ses 4 m<sup>2</sup>. Le design de l'éolienne en forme de roue de bateau augmente la quantité d'air qui passe à l'intérieur et améliore le rendement global du module qui produit en moyenne jusqu'à 2,5 MWh/an. Mais ce chiffre dépend des conditions météorologiques, de la hauteur et de l'emplacement des constructions. Selon l'entreprise, on peut atteindre jusqu'à 3 MWh/an en front de mer à Marseille. En général, l'équipement est capable de produire entre 10 % et 20 % de la consommation des bâtiments. À Rouen, ce sont donc huit boîtes, construites en acier et en aluminium à Saint-Nazaire, qui ont été raccordées. Elles fourniront de l'électricité pour les parties communes de l'immeuble, en autoconsommation avec revente du surplus. La production devrait atteindre en moyenne 14 MWh par an

pendant vingt ans. Il est également envisageable d'installer de grandes quantités d'appareils, par exemple sur des entrepôts. Pour tirer le meilleur parti des vents locaux en fonction de la position et de l'orientation des bâtiments, la startup a développé un savoir-faire de prédiction. Depuis qu'elle travaille sur ce projet, elle collabore avec EDF R&D et le Centre d'enseignement et de recherche en environnement atmosphérique (Cerea). Avec leur aide, elle a mis en œuvre des modèles qui anticipent la rose des vents sur une zone de deux kilomètres autour du bâtiment pour s'assurer que les vents dominants parviennent bien jusqu'aux modules. Car des effets d'accélération ou des turbulences créés par des constructions situées à proximité peuvent dévier le vent. « Nous pouvons détecter ces phénomènes, y compris les variations de vent sur les grandes façades. Cela nous permet d'optimiser le positionnement des modules pour avoir un maximum de rendement », conclut Antoine Brichot. Si les premiers projets industriels sont concluants, les WindBox pourraient se multiplier sans problème sur les toits car aucun permis de construire n'est requis (une déclaration préalable de travaux suffit). De nouveaux projets sont déjà en cours en France et en Allemagne. ●

Olivier Mary

© Wind My Roof





## Une première aciérie bas carbone pour 2027

Le consortium industriel composé d'EIT InnoEnergy, Engie New Ventures, Forvia, le Groupe Idec, Plug et Primetals Technologies ont lancé fin juin la société Gravithy. Celle-ci prévoit la construction et l'exploitation de sa première usine de fer et d'acier vert à Fos-sur-Mer. « Cette entreprise répondra à la demande croissante d'acier décarboné, tout en contribuant aux ambitions du paquet européen "fit for 55" visant à réduire les émissions des industries à forte intensité énergétique », ont indiqué les entreprises fondatrices. Celles-ci misent sur leurs complémentarités, leurs savoir-faire et une forte collaboration intersectorielle. La production industrielle devrait commencer en 2027, sous réserve des autorisations réglementaires requises. L'ambition sera de produire 2 millions de tonnes de fer de réduction directe (DRI) par an. Le DRI sera utilisé soit sur place comme matière première pour l'acier vert soit commercialisé au niveau mondial sous la forme de fer briqueté à chaud (HBI ou Hot Briquetted Iron). « Il est temps d'opérer un changement de technologie, de remplacer les anciens hauts fourneaux par des DRI produits à partir d'hydrogène vert et bas carbone et combinés à des fours à arc électrique », a souligné Karine Vernier, à la tête du consortium industriel. Gravithy prévoit de mobiliser un investissement global de 2,2 milliards d'euros pour construire sa première usine. Cette dernière devrait permettre d'éviter jusqu'à 4 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>, soit 5 % des émissions de 2019 du secteur industriel, tout en créant plus de 3 000 emplois directs et indirects pour la région.

## Le Cetim et le CEA, une alliance pour développer l'hydrogène industriel

Pour accélérer le déploiement de la chaîne de valeur hydrogène en France, le CEA et le Cetim ont décidé d'allier leurs compétences, expertises et moyens pour une durée de cinq ans. L'accord vise des développements scientifiques et technologiques ciblés qui permettront de produire de nouvelles méthodes de caractérisation, de simulation et d'optimisation. L'alliance propose d'offrir des solutions pour étudier finement le comportement des matériaux en présence d'hydrogène, qu'ils soient métalliques polymères ou composites. « Leur caractérisation en environnement hydrogène via des protocoles dédiés sera l'un des piliers de ce début de collaboration qu'il s'agisse du comportement des alliages, des assemblages ou des soudures », ont indiqué les deux acteurs.

## CSC : un rôle vital mais limité

Selon un rapport de la Energy Transitions Commission (ETC), la capture et séquestration de carbone (CSC) aura un rôle « vital mais limité » pour contribuer à la décarbonation des économies d'ici à 2050, en complément d'une électrification massive et propre des usages. Pour cette coalition regroupant de nombreux grands groupes industriels, le monde aura besoin de capturer entre 7 et 10 Gt de CO<sub>2</sub> par an d'ici à 2050, soit l'équivalent de 18 à 25 % des émissions actuelles. Toutefois, cette technologie pourrait surtout être exploitée dans trois cas de figure : dans des secteurs où les alternatives sont techniquement limitées, comme les cimenteries ; pour retirer du carbone déjà émis afin de rester dans les limites des budgets prévus par les objectifs climatiques et en substituer à d'autres options de décarbonation lorsqu'elle est moins coûteuse. Le besoin d'investissements dans les infrastructures de CSC pour parvenir à ce résultat est évalué à environ 5 000 milliards de dollars, soit moins de 5 % de l'enveloppe globale estimée pour la transition énergétique d'ici là. À l'heure actuelle, quelque 40 millions de tonnes sont capturées par an dans le monde, sur une trentaine de sites.

# Le gisement conséquent et accessible

L'électrification est l'une des voies pour la décarbonation des secteurs industriels. Selon une étude d'Enea Consulting, le potentiel maximal d'électrification à 2035 des usages thermiques s'élève à 69 TWh.

En 2021, le Centre technique des industries aéronautiques et thermiques (Cetiat) et le Centre technique des industries mécaniques (Cetim) avaient conduit, pour le compte de l'Alliance Allice, une étude sur la pertinence de l'électrification de certains procédés thermiques à

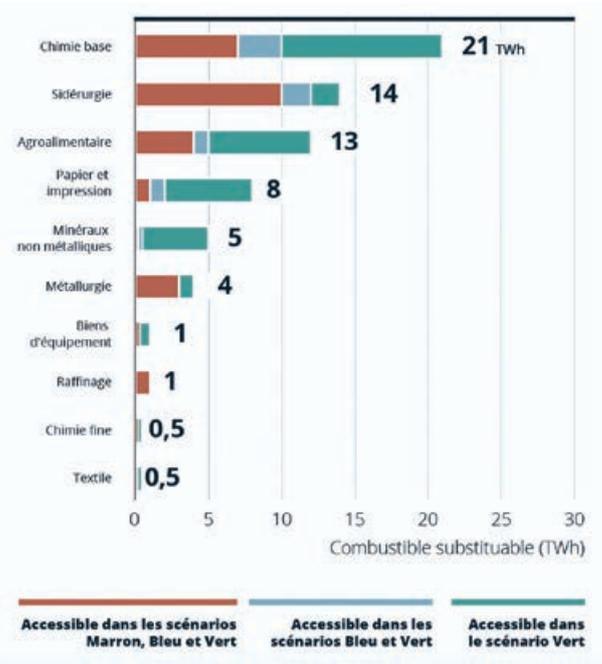
l'échelle d'un site industriel (PEP1). Pour compléter et approfondir ce travail, Enea Consulting a été mandaté pour réaliser un deuxième volet qui élargit le champ d'analyse. « On a souhaité mettre en regard de cette première phase, une étude macro dont l'objectif est d'évaluer le potentiel d'électrification dans les différents secteurs industriels au niveau national et à horizon 2035, avec des raisonnements techniques et économiques », a précisé Jacques Arbeille d'Enea Consulting lors d'un webinar\* dédié à cet enjeu. Des analyses critiques des tendances de fond de l'électrification, en particulier en lien avec les dynamiques long terme des marchés de l'énergie, et des externalités ont ainsi été intégrées à cette étude. Trois scénarios long terme de prix, élaborés à partir par Enerdata en juin 2021, ont été par exemple utilisés pour comparer la compétitivité des technologies fossiles et électriques.

## Potentiel technico-économique

Selon Enea Consulting, l'industrie française a représenté 373 TWh d'énergie finale consommée en 2019, soit 23 % de la consommation finale d'énergie primaire. Cela correspond à l'émission de 80 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> par an (18 % des émissions nationales). Une part majeure de la consommation d'énergie est issue des quatre procédés thermiques

principaux (fours, chauffage fluide, sècheurs et distillation). Elle est d'environ à 258 TWh, soit 69 % de la consommation industrielle. Sur ces 258 TWh, la part qui peut être électrifiée dans des conditions techniques et économiques viables, est estimée à 69 TWh. « Pour parvenir à cette estimation, un potentiel technico-économique a notamment été attribué à chaque procédé en fonction des usages thermiques et également par secteur industriel. Plusieurs critères ont été retenus comme la température d'opération, les contraintes techniques et opérationnelles ou encore la compétition avec les autres voies de décarbonation », a détaillé Jacques Arbeille. La part du potentiel d'électrification maximal varie grandement selon le scénario étudié et des secteurs. La chimie fine, le papier et l'agroalimentaire présentent ainsi de forts potentiels à horizon 2035. La demande énergétique de ces activités industrielles repose essentiellement sur des procédés de séchage ou de chauffage des fluides qui offrent de bonnes perspectives pour l'électrification. Toutefois, sans soutien public, plus d'un tiers de ce potentiel ne pourra être atteint. « À l'inverse, la sidérurgie a un potentiel d'électricité élevé, même dans le scénario le moins économiquement favorable. Sur 14 TWh, 10 TWh seraient facilement atteignables », a souligné Jacques Arbeille, ajoutant qu'« un certain nombre de projets sont déjà en cours ». L'électrification peut cependant présenter des limites telles que la perte d'une source de chaleur fatale facilement

## Quantité de combustible substituable accessible par secteur selon les scénarios de prix d'énergie



## Trois scénarios pris en compte

► **Bleu** : scénario médian, pris pour référence. Dans ce scénario, les prix de l'électricité diminuent tandis que les prix du gaz augmentent.

► **Vert** : scénario le plus favorable à l'électrification. Il s'agit d'un scénario particulièrement optimiste dans lequel les prix du gaz augmentent très fortement par rapport aux prix de l'électricité.

► **Marron** : scénario le moins favorable à l'électrification. Dans ce dernier, le prix du gaz augmente moins vite par rapport aux prix de l'électricité que dans les deux autres modèles.

# des procédés thermiques

récupérable et la potentielle modification de la qualité de la production.

## Impacts et externalités

Dans le scénario le plus favorable, l'électrification de 69 TWh de combustibles induirait par ailleurs une consommation électrique industrielle supplémentaire annuelle de 46 TWh, « du fait d'une plus grande efficacité des technologies thermiques électrique en énergie finale », pointe le rapport qui a analysé l'incidence de cet ajout sur le réseau électrique français. Ce dernier serait, selon Enea Consulting, en mesure d'accueillir l'électrification industrielle. Les marges de production du système électrique devraient ainsi permettre d'absorber 25-30 TWh supplémentaires et l'effacement aidera à modérer les appels de puissance.

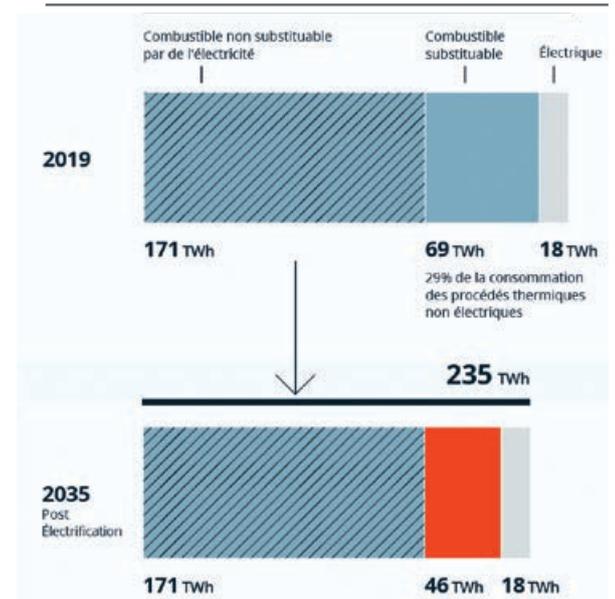
« Les investissements réseaux doivent

être cohérents avec la croissance de la consommation », estime Jacques Arbeille. Des potentielles difficultés à l'échelle locale du réseau devront en outre être analysées plus en détail, et au cas par cas. Enfin, cette électrification industrielle conduit à une diminution des émissions de CO<sub>2</sub>. Dans le scénario de référence de l'étude (scénario Bleu), l'électrification de 15 % des procédés thermiques en 2035 génère une réduction des émissions annuelles de 10,5 Mt CO<sub>2</sub> par rapport aux 80 Mt CO<sub>2</sub> émises au total dans l'industrie en 2019, soit 13 % de réduction. À cette externalité positive s'ajoute celle de la création d'emplois, estimée entre 40 000 et 50 000 à horizon 2030. ●

Clément Cygler

\* Webinaire Allice : Potentiel d'électrification des procédés thermiques industriels, 14/06/2022

## ► Consommation totale finale des procédés thermiques : 258 TWh



## FORUM INDUSTRIEL DE LA RÉCUPÉRATION D'ÉNERGIE



9e édition : Valorisation de la chaleur fatale

20 SEPTEMBRE

Au Centre de Congrès de Lyon  
et à distance

**6 sessions** pour couvrir tous les enjeux de la récupération de chaleur  
**Plus d'une vingtaine d'intervenants industriels**  
**Des temps d'échanges et de networking** tout au long de la journée

Programme et inscription sur [www.fire-evenement.com](http://www.fire-evenement.com) | [equipe@fire-evenement.com](mailto:equipe@fire-evenement.com)

CO-ORGANISÉ PAR



AVEC LE SOUTIEN DE



AVEC L'EXPERTISE SCIENTIFIQUE DE



NOS PARTENAIRES



ET



# La méthanation, une brique technologique supplémentaire pour Jupiter 1000

Après avoir converti de l'électricité d'origine éolienne en hydrogène renouvelable, le démonstrateur Jupiter 1000 débute la production d'e-méthane. Ce gaz de synthèse est obtenu par méthanation, à partir d'hydrogène renouvelable et de CO<sub>2</sub> recyclé.

Avec la méthanation, Jupiter 1000 a franchi une nouvelle étape. Depuis fin juin, le démonstrateur industriel de GRTgaz produit de l'hydrogène renouvelable et désormais de l'e-méthane. Premier projet power-to-gas raccordé au réseau de transport français, Jupiter 1000 a été conçu comme un outil de R&D qui a pour objectif de tester différentes briques technologiques, en particulier deux voies d'intégration des gaz de synthèse au réseau. La première, démarrée en 2020, est la production et l'injection directe d'hydrogène pur. Alimentés par des surplus d'électricité d'origine éolienne, deux électrolyseurs de capacité unitaire de 500 kW, mais de technologies différentes (alcaline et membranaire), transforment l'eau en hydrogène renouvelable, qui est ensuite injecté dans le réseau. « Le démonstrateur a

→ Jupiter 1000 permet de tester différentes briques technologiques du power-to-gas.



ainsi permis d'évaluer différents paramètres tels que la présence d'hydrogène dans les réseaux et l'intégrité de l'acier. L'impact de cet hydrogène en mélange sur nos installations et sur celles de nos clients était dès le départ une forte interrogation, ce qui nous a poussé à étudier également une deuxième voie, la méthanation »,

indique Anthony Mazzenga, directeur gaz renouvelables chez GRTgaz. Ce procédé consiste à mélanger de l'hydrogène vert et du CO<sub>2</sub> recyclé pour produire du méthane de synthèse qui est directement injectable. Cela simplifie bien évidemment la problématique de l'intégration dans le réseau ainsi que celle des usages, mais cette solution ajoute une brique technologique, avec ses coûts et rendements inhérents. Sur le site de Fos-sur-Mer, toutes les composantes seront ainsi évaluées : de l'électrolyseur au méthaneur, en passant par le poste d'injection ou encore les canalisations réseaux. « GRTgaz souhaite tester un projet très intégré qui présente une configuration similaire à ce que pourrait être demain un site de P2G », précise Anthony Mazzenga.

## Premiers retours de Jupiter 1000

Débutées en 2020, les campagnes d'injection d'hydrogène renouvelable se poursuivent. Les deux technologies d'électrolyseurs (alcaline et proton exchange membrane), fournies par McPhy, ont également pu être évaluées. Selon les premiers retours, les injections d'hydrogène n'ont pas eu d'incidence chez les clients industriels connectés au réseau. Des campagnes d'essais de performance, pilotées par le CEA, sont encore en cours sur les deux électrolyseurs. « Une fois ces tests effectués, la CNR testera son processus de pilotage intelligent de l'installation qui permettra de produire de l'hydrogène aux moments les plus opportuns, notamment quand la demande en électricité est faible et la production d'énergie renouvelable abondante », a indiqué GRTgaz.



➤ Conçu par Khimod, le méthaneur permet de transformer l'hydrogène vert et du CO<sub>2</sub> recyclé en du méthane de synthèse.



➤ Un poste d'injection/mélange s'assure de la conformité du gaz de synthèse.



➤ Un compresseur hydrogène avant injection au réseau de transport de gaz.

De nombreux partenaires industriels (CEA, CNR, RTE, McPhy, Khimod, CMA CGM, Terega, etc.) sont ainsi associés au développement et à la validation du procédé power-to-gas qui assure un stockage de l'énergie renouvelable intermittente sous forme de gaz vert.

### Tests et suivi

Construit par Khimod, en collaboration avec le CEA, le méthaneur d'une capacité de 25 Nm<sup>3</sup> convertit en un méthane de synthèse, l'hydrogène vert et le CO<sub>2</sub> recyclé. Ce dernier est récupéré dans les cheminées d'Asco Industrie, une aciérie voisine, puis acheminé vers le site Jupiter 1000 via une canalisation construite par le Grand Port Maritime de Marseille. Pour éviter de dégrader le fonctionnement du catalyseur, sensible

à certains composés, notamment soufrés, la fumée subit un lavage aux amines afin d'extraire un CO<sub>2</sub> suffisamment pur. « Cela fait aussi partie des éléments que l'on veut tester : non seulement la performance de la méthanation, mais aussi la performance dans le temps du méthaneur en présence d'un CO<sub>2</sub> capté sur une fumée industrielle dans des conditions réelles de fonctionnement », appuie le directeur gaz renouvelables. La méthanation n'étant jamais parfaite, le gaz obtenu contient par ailleurs encore quelques traces d'hydrogène (1 à 2%). C'est également le cas d'autres procédés de production de gaz renouvelables, comme la pyrogazéification et l'hydrolyse thermique, qui seront indispensables pour le verdissement des réseaux gaziers. Afin

de prendre en compte au mieux ces traces, un suivi et une caractérisation seront menés sur le site de GRTgaz. Dans cette optique, « tout le savoir que l'on a accumulé sur l'injection d'hydrogène pur, nous sera bénéfique », ajoute Anthony Mazzenga. Les tests des différents fonctionnements et configurations ainsi que la caractérisation des gaz obtenus devraient se poursuivre jusqu'en 2023, date à laquelle le programme Jupiter 1000 se terminera. Ce ne sera toutefois pas la fin de ce démonstrateur qui permettra encore à GRTgaz de capitaliser sur les retours d'expérience, et également de former leurs opérateurs sur une première expérience d'exploitation d'ouvrages en hydrogène. ●

Clément Cygler



► Les machines à cycle organique de Rankine transforment la chaleur en électricité grâce à un fluide caloporteur d'origine organique.

# Decagone innove pour créer les

**Avec 14 millions d'euros accordés par l'Union européenne, Enertime et ses partenaires du projet Decagone ambitionnent de développer une machine à cycle organique de Rankine de nouvelle génération. Une innovation de rupture qui pourrait permettre à l'Europe de rattraper son retard en matière d'économie d'électricité dans l'industrie.**

**L**e concept des machines à cycle organique de Rankine (dites ORC) existe depuis le XIX<sup>e</sup> siècle. Cette technologie transforme la chaleur en électricité via un fluide caloporteur d'origine organique. Ces machines sont déjà largement utilisées dans les centrales de production d'énergie à partir de géothermie ou de biomasse, et de plus en plus dans les installations industrielles pour la récupération de chaleur fatale. Le projet Decagone, qui réunit seize partenaires de dix pays européens différents, projette de donner naissance à une machine ORC de forte puissance et haute température.

Une subvention de 14 millions d'euros a été accordée à Decagone par le programme-cadre pour la recherche et l'innovation Horizon Europe. Elle doit permettre « d'accélérer l'innovation pour développer une nouvelle génération de machines », annonce Gilles David, président-directeur général d'Enertime, industriel français qui fabrique des machines ORC. Plusieurs pistes d'innovation sont explorées par Decagone. « Nous voulons développer des turbines hermétiques contenant l'alternateur et la turbine. Pour cela, l'arbre de la turbine s'appuiera sur des paliers magnétiques. Cela évitera les paliers lubrifiés ou les roulements employés dans les ORC d'aujourd'hui, et les coûts de maintenance qui en résultent », explique Gilles David. La mise en œuvre des alternateurs à paliers magnétiques sera explorée avec le partenaire finlandais SpinDrive.

## Alternateur haute vitesse

Par ailleurs, Enertime veut utiliser un alternateur haute vitesse de 2 MW, qui n'existe pas encore sur le

marché pour ce type d'application : il faut le mettre au point. Cette technologie haute vitesse est liée à la conception hermétique. Elle impose en effet des vitesses de rotation importantes pour l'alternateur, mais permet l'économie d'un réducteur de vitesse fréquemment nécessaire aux turbines non-hermétiques. Le partenaire industriel de cette brique technologique n'est pas encore défini. Une difficulté supplémentaire : l'alternateur haute vitesse et les paliers magnétiques devront être capables de fonctionner à haute température. Par ailleurs, l'industriel s'appliquera à améliorer d'autres aspects de la technologie ORC avec ses partenaires : l'Université technique de Munich, l'Université de Liège, l'Université nationale technologique d'Athènes, les Norvégiens de Sintef Energi SA, le CEA et l'Université de Genève. Les travaux porteront sur les échangeurs de chaleur, le contrôle commandes, l'optimisation du système ORC et de ses composants, la récupération de chaleur sur les fumées et l'amélioration des fluides



# ORC de demain

pour les rendre par exemple moins toxiques et inflammables, etc. « Un ORC est une machine complexe. Il faut beaucoup de compétences très variées en thermodynamique, en turbomachine, en chimie organique, en contrôle-commandes, etc. », résume Gilles David.

## Usine tchèque

Le projet prévoit l'installation d'une nouvelle machine issue de ces innovations dans l'aciérie tchèque Energetika Třinec d'ici la mi-2025. L'ORC récupérera la chaleur des fumées de l'usine pour la transformer en électricité. Avec sa puissance de 2 MW, l'installation devrait permettre de réduire d'environ 15 GWh par an la consommation d'électricité du site. Son fonctionnement sera suivi et amélioré pendant un an. En 2026, Decagone rendra ses conclusions. Le montage du projet est prévu selon les modalités du modèle ESCO, de l'anglais « Energy Service Company » c'est-à-dire entreprise de service énergétique. Concrètement,

l'industriel client n'investit pas pour acheter et installer la machine : il achète un service. « Nous signons avec lui un contrat de vente, de dix ou quinze ans, de l'électricité produite par notre machine grâce à la récupération de la chaleur fatale de l'usine », explique Gilles David. Pour ce faire, Enertime a créé une filiale, Énergie circulaire, qui propose ces services énergétiques. Cette filiale est d'ailleurs partenaire du projet Decagone.

## Retour de la thermodynamique

« Aujourd'hui, l'ORC est un peu oublié dans l'industrie. Ce projet signe le retour de cette technologie et de manière plus générale de la thermodynamique. C'est aussi un regain d'intérêt pour l'efficacité énergétique électrique dans l'industrie : on n'a quasiment rien fait dans ce domaine en Europe pendant les quinze dernières années, car l'électricité était peu chère et considérée comme abondante. C'est une des raisons du sérieux problème d'alimentation électrique en Europe rencontré actuellement.

Les ORC sont un moyen de répondre à cet enjeu », analyse Gilles David. Les partenariats avec les universités et industriels européens devraient aussi permettre à Enertime d'aborder de nouveaux marchés industriels à l'étranger. Dans le domaine de la récupération de la chaleur fatale des usines, le constructeur est en effet aujourd'hui surtout présent sur le marché français et en Asie. Trois projets comportant ses solutions ORC ont récemment été approuvés par l'Ademe dans le cadre de ses appels à projet Efficacité énergétique et décarbonation, pour les industriels FerroGlobe, Verallia et Recytech. « Nous visons 50 millions d'euros de chiffres d'affaires (CA) d'ici cinq ans dans la valorisation de chaleur fatale. Chaque mégawatt électrique installé génère entre trois et quatre millions d'euros de CA. Il faut donc que nous installions entre 12 et 15 MW chaque année à l'horizon 2027 », détaille Gilles David. Sachant que dans les douze prochains mois, une capacité de 9 à 10 MW devraient déjà être signée grâce aux projets Ademe. ●

Caroline Kim

Cette page vous donne la liste des fournisseurs classés par matériels, produits et services.

Pour être répertorié, s'adresser à ERI :

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

Tarifs : 990 € H.T./an par module de 5 cm de haut. Autres tailles : nous consulter.

### 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, etc.)
- ▶ des retours d'expérience chiffrés et illustrés (collectivité, industrie, tertiaire, transport, etc.)
- ▶ une veille réglementaire
- ▶ les prix des énergies, du CO<sub>2</sub> et des certificats d'économies d'énergie
- ▶ des informations professionnelles pratiques (produits nouveaux, nominations, agenda, etc.)

Abonnez-vous en ligne sur <http://boutique.atee.fr/> ou utilisez ce bulletin

✓ *Oui, je souhaite m'abonner à Énergie Plus, la revue spécialisée de la maîtrise de l'énergie au prix exceptionnel de 170€ TTC pour un an. Je recevrai 20 numéros de 32 pages.*

Nom .....  
 Prénom .....  
 Entreprise ..... Code NAF .....  
 Fonction .....  
 Adresse .....  
 Code postal ..... Ville .....  
 Tél. .... Fax .....  
 e-mail .....

*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 €

Vous recevrez votre (vos) numéro(s) d'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](http://www.energie-plus.com)  
 Boutique en ligne : <http://boutique.atee.fr>

## LUBRIFIANTS

### Q8 Oils

Producteur-raffineur et spécialiste des lubrifiants

- Huiles pour moteurs stationnaires à gaz et diesel homologuées par les motoristes
- Suivi des performances par analyses : résultats sous 72 heures
- Engineering : expertise des performances par des spécialistes
- Logistiques vrac : distribution mesurée

Contact : Yves Brun  
 Tél. : +33 (0)6 85 91 59 20 / Mail : [brun@q8.com](mailto:brun@q8.com)  
 Service client : 00 800 786 457 35  
[www.q8oils.fr](http://www.q8oils.fr)

## 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](http://raycap.com) | [info@raycap.com](mailto:info@raycap.com)

## MÉTHANISATION ET VALORISATION DU BIOGAZ

### Clarke Energy

GRUPE KOHLER

Ingénierie - Installation - Maintenance



**Cogénération :**  
Moteurs Jenbacher

- Expert en gaz renouvelables

**Injection :**  
production de biométhane & récupération du CO<sub>2</sub> : 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](mailto:france@clarke-energy.com) | [clarke-energy.com/fr](http://clarke-energy.com/fr)

JENBACHER  
KMC

TPI  
BIOMÉTHANE  
RÉCUPÉRATION

QUALIMÉTHA

# COLLOQUE ANNUEL DU CLUB STOCKAGE DE L'ATEE



**06 OCTOBRE 2022**



**Espace Saint-Martin, Paris 3**



## OUVERTURE OFFICIELLE LAURENT MICHEL (DGEC)

© ARNAUD BOUSSOU MEDE



**Directeur général**  
Direction générale de l'énergie  
et du climat (DGEC).

Son intervention portera sur  
« l'énergie, un enjeu majeur en contexte de crise et un impératif  
climatique urgent »

**INSCRIVEZ-VOUS  
AVEC LE QR CODE**

Événement payant

- adhérent ATEE : 276 € TTC
- non-adhérent ATEE : 420 € TTC



# Logiciel de conciergerie CEE

**SÉCURISEZ**  
facilement la  
qualité de vos  
dossiers

**FÉDÉREZ**  
des dizaines  
de mandataires

**ENCADREZ**  
vos équipes  
internes

**RECRUTEZ**  
des centaines  
d'installateurs

**AUTOMATISEZ**  
le contrôle de vos  
documents

## 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