

Bimensuel d'actualité sur l'énergie et l'environnement

énergie^{Plus}

MAÎTRISER L'ÉNERGIE DURABLEMENT

1^{er} JUILLET 2023

708

12 INDUSTRIE

Pas de chimie décarbonée sans électricité

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 :
Nicolas Fondraz
• Rédacteur en chef :
Clément Cygler (75 92)
• Rédacteurs :
Olivier Mary (75 95)
Léa Surmaire (75 98)
• A participé à ce numéro :
Philippe Bohlinger
• Secrétaire de rédaction :
Léa Surmaire (75 98)
• Diffusion-abonnements :
Alexandre Giroux (01 46 56 35 40)
a.giroux@atee.fr
• Photo en couverture :
© Totalenergies

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 2023

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 Fondraz

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

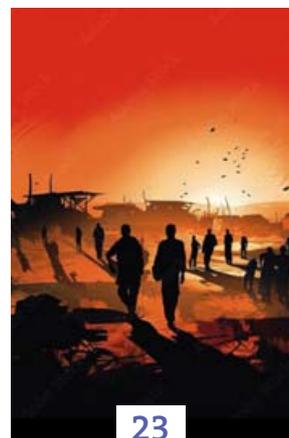
Dépot légal à parution.
Commission paritaire n°0526 G 83107



12



18



23

Infos pros

- 4 À lire. Telex.
- 5 En bref. Agenda. RDV ATEE. Nominations.
- 6 En bref
- 8 UE : un objectif de réduction des GES de 90 à 95 % d'ici 2040
- 10 Un manège de fatigue tout électrique

Industrie

- 11 En bref
- 12 **Pas de chimie décarbonée sans électricité**
- 17 Décarbonation: beaucoup d'aides publiques, peu de résultats
- 18 **Un entrepôt frigorifique sans HFC**
- 20 Stocker l'énergie électrique dans de la glace

Énergie & Climat

- 22 En bref
- 23 **Le climat, facteur clé de déstabilisation**
- 26 Clever, un scénario qui porte bien son nom !
- 28 En bref

30 Répertoire des fournisseurs



Une exigence pourtant évidente

Clément Cygler, rédacteur en chef

Responsable de 5 % des émissions nationales, l'industrie chimique commence doucement à œuvrer pour sa décarbonation. Toutefois, pour respecter les objectifs climatiques fixés, les efforts doivent s'intensifier. De plus grands besoins notamment en électricité, ainsi que la mise en place de technologies de rupture sur le terrain, sont à prévoir pour espérer franchir un cap supplémentaire. Un constat partagé par de nombreuses filières, et pas seulement industrielles, dans cette course à la neutralité carbone. Une course et surtout des participants qui bénéficient d'aides financières importantes, que ce soit au niveau national ou européen. Grâce à ces soutiens, de nombreuses actions concrètes ont été réalisées ou sont en cours. La multiplication de ces mécanismes de financement public peut poser question, en particulier au niveau de leur pertinence et de leurs résultats.

« Depuis 2005, les sites industriels émettant du CO₂ ont reçu des crédits carbone gratuits dans le cadre du marché carbone européen, permettant à certaines industries de réaliser d'énormes profits, parfois de plusieurs millions, voire milliards d'euros comme dans le cas d'ArcelorMittal », indique par exemple Réseau action climat dans son récent rapport « 50 sites industriels français les plus émetteurs de CO₂ : l'heure des comptes ». L'association prône donc l'instauration de contreparties de la part des entreprises percevant des aides publiques, telle que l'atteinte d'objectifs concrets de réduction d'émissions. Une exigence qui semble, au vu du montant des aides engagées pour décarboner leurs propres process industriels, une évidence ! On peut ainsi s'interroger sur la réelle application du principe pollueur-payeur qui a trop souvent laissé place au pollueur-profiteur...

ENTREPRISES ET ACTEURS PUBLICS CITÉS DANS CE NUMÉRO

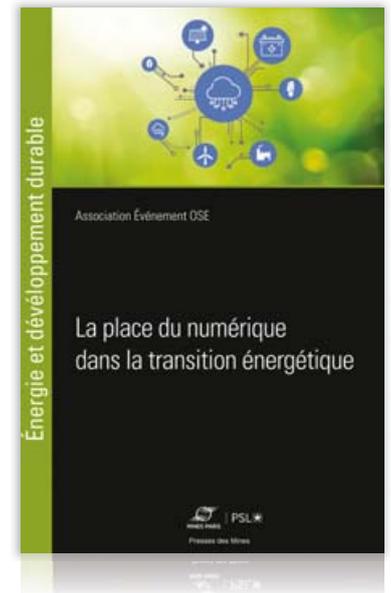
ACADÉMIE DES TECHNOLOGIES	6	CARE	22	FIVES	11	INSTITUTE FOR ECONOMICS & PEACE	23	TOTALENERGIES	12, 13, 14
ADEME	4, 26, 28	CEA	14	FONDATION ABBÉ -PIERRE	4	IRIS	23, 24, 25	UNIVERSITÉ DE LEEDS	26
AEE	4	CETIM	22	FRANCE AGRIVOLTAÏSME	5	MINES PARIS - PSL	4	UNIVERSAL HYDROGEN	22
AFGNV	7	CHRONOPOST	18	FRANCE CHIMIE	12, 13, 14, 15	NAARÉA	11	UNIVERSITÉ DE NOTRE DAME	23
AIR FRANCE-KLM	11	DALKIA FROID SOLUTIONS	18	GÉNÉRALE DU SOLAIRE	4	NEGAWATT	26	UNIVERSITÉ DES MÉTIERS DU NUCLÉAIRE	11
AIR LIQUIDE	14	DOMO CHEMICALS	14	GIEC	15	NEWCLÉO	11	UNIVERSITÉ GUSTAVE EIFFEL	10
AMORCE	26	EDF	11, 22	GRTGAZ	4, 22	NOVACARB	12	VALLOUREC	4
ARCELORMITTAL	17	ELYSE ENERGY	28	HOLCIM	11	OBSERVATOIRE DE L'ÉOLIEN EN MER	28	VATTENFALL	28
ARKEMA	15	ENERPLAN	28	HÔPITAL D'ÉVREUX	22	RAC	17	VEOLIA	12
AXELERA	5	ENGIE	12	HYDRO	11	RTE	26	VERSO ENERGY	4
AXENS	11	EQUANS FRANCE	4	HYNAMICS	14	SOLVAY	12, 13	VICAT	17
BANQUE DES TERRITOIRES	4	ESSO	14	IDEX	22	SUEZ	12	YARA	14, 17
BORÉALES ENERGY	20, 21	ETS CHARRIAU	21	IFP ÉNERGIES NOUVELLES	11	THE SHIFT PROJECT	13, 14		
BOREALIS	14	EVONIK	4						

À lire

La place du numérique dans la transition énergétique

Association événement OSE, Presses des Mines, 120 pages, 25 euros

Pour mener à bien la transition énergétique, le numérique est désormais considéré comme un élément indispensable. Toutefois, son impact sur l'environnement n'est pas neutre. Comment le quantifier ? Quelles sont les possibilités pour développer un numérique responsable ? Organisé par les étudiants du Centre de mathématiques appliquées de Mines Paris - PSL, en partenariat avec GRTgaz et la chaire modélisation prospective au service du développement durable, le congrès Optimisation des systèmes énergétiques (OSE) s'est intéressé à ces questions. Cet ouvrage restitue l'ensemble des interventions des différents acteurs institutionnels et industriels de la 22^e édition du 29 septembre 2022. Elles se sont articulées autour de deux tables rondes. La notion de transition énergétique numérique et moderne a d'abord été abordée, avant d'évoquer le thème des technologies au service de la transition à travers les data centers, le traitement de données ou la gestion des énergies renouvelables.



L'hydrogène vert Le défi de demain, pour une énergie inépuisable et décarbonée

Bernard Wiesenfeld, EDP Sciences, 168 pages, 14 euros

Pour remplacer les hydrocarbures, il faut trouver une énergie abondante, disponible, propre, tout en étant au point techniquement et économiquement viable. Pour l'auteur, docteur en physique nucléaire, l'hydrogène répond à l'ensemble de ces caractéristiques. Cette molécule est actuellement surtout utilisée par l'industrie pour ses propriétés chimiques et très peu pour

ses capacités énergétiques, sauf dans des applications marginales très particulières comme la propulsion des fusées. Des questions et des propositions sur sa distribution, son stockage et sa sécurisation sont explicitées dans cet ouvrage. Celui-ci donne des pistes pour imaginer comment faire de ce gaz le vecteur énergétique de demain pour les mobilités terrestres et spatiales.

TÉLEX

/// **VERSO ENERGY** et **EQUANS FRANCE** signent un partenariat pour développer des projets hydrogène dans la mobilité lourde /// Les événements météorologiques extrêmes ont fait 195 000 morts dans l'Union européenne entre 1980 et 2021 selon l'**AGENCE EUROPÉENNE DE L'ENVIRONNEMENT (AEE)** /// **LA BANQUE DES TERRITOIRES** et **GÉNÉRALE DU SOLAIRE** ont conclu un accord d'association en vue de développer et financer 1 GW de projets solaires dans les cinq prochaines années en France /// Le Gouvernement a confirmé la localisation du second parc éolien flottant de France, d'une capacité de 250 MW, dans le Golfe de Fos /// **VALLOUREC** et **EVONIK** signent un protocole d'accord pour innover dans le domaine du captage, stockage et valorisation du Carbone /// **L'ADEME** va allouer 600 millions d'euros sur quatre ans au développement de chaudières CSR /// Une étude de la **FONDATION ABBÉ-PIERRE** révèle qu'en 2022, 59% des ménages français ont déclaré avoir souffert de la chaleur dans leur logement pendant au moins vingt-quatre heures, soit une augmentation de huit points par rapport à l'année 2020 ///

Des pistes pour décarboner l'aviation

Le transport aérien cherche à se décarboner alors que ses émissions de gaz à effet de serre (GES) ne cessent de croître, atteignant 3,1% des rejets mondiaux. Ce chiffre pourrait doubler d'ici le milieu du siècle si la trajectoire actuelle se poursuivait. L'Académie des technologies donne des pistes de décarbonation au secteur dans un rapport publié lors du dernier Salon international de l'aéronautique et de l'espace du Bourget. Elle détaille les conditions techniques et économiques pour que la France puisse produire 6 millions de tonnes de carburant

aviation durable (SAF) en 2050. Ces carburants nécessiteront du carbone et de l'hydrogène. Ces molécules peuvent être créées à partir de biomasse ou par du CO₂ extrait de l'air d'une part, et par électrolyse de l'eau -qui a besoin de grandes quantités d'électricité- d'autre part. Cela entraînera des défis considérables. Le secteur aérien anticipe ainsi pour 2050 un besoin mondial de 400 Mt de SAF par an. Des tensions sur la ressource sont anticipées, notamment en Europe où les biomasses éligibles sont rigoureusement encadrées pour ne pas entrer en concurrence avec les

productions destinées à l'alimentation. La voie oléochimique, qui utilise les huiles usagées, ne pourra assurer que quelques pourcents du besoin. La biomasse lignocellulosique sera limitée de son côté à 20% de l'approvisionnement de la filière. L'électricité bas carbone sera donc nécessaire pour presque 80% des besoins. Pour atteindre les 400 Mt

de SAF, il faudrait mobiliser l'équivalent de la moitié de toute l'énergie électrique produite dans le monde, soit 27 000 TWh. Deux voies complémentaires sont identifiées par l'Académie. La première permet de doubler le rendement de transformation de la biomasse en SAF en ajoutant de l'hydrogène issu d'électrolyse pendant le procédé de fabrication. Avec cette technique, la production d'1 Mt de kérosène durable mobiliserait 3,6 Mt de biomasse sèche et 10 TWh d'électricité destinée à l'électrolyse. La seconde voie repose sur le kérosène de synthèse créé à partir d'hydrogène et de CO₂ capturé dans l'air. La production d'1 Mt de ce kérosène mobilisera alors 37 TWh d'électricité, dont 85% seront consommés par des électrolyseurs d'une puissance totale de 5 GW, et 5 Mt de CO₂. Une telle production nécessiterait une dépense de 6 à 8 milliards d'euros. La production massive de SAF nécessitera donc de déployer des infrastructures industrielles de taille importante et de haut niveau technologique. « *L'enjeu est donc de décider rapidement, et probablement dès 2025, d'une feuille de route collective visant le déploiement de la filière industrielle pour la production de SAF* », estime l'Académie.



Des règles européennes pour des produits plus durables

La commission de l'environnement, de la santé publique et de la sécurité alimentaire (ENVI) du Parlement européen a présenté le 15 juin ses propositions pour rendre les produits européens plus respectueux de l'environnement, plus durables et plus économes en énergie. Elle préconise d'interdire l'obsolescence programmée et souhaite obliger les fabricants à mettre à disposition des mises à jour des logiciels, des consommables, de pièces de rechange et des accessoires pendant une durée appropriée. Les produits devraient également être facilement réparables et les consommateurs devraient avoir accès à des instructions pour y parvenir. En outre, ils ne pourraient être vendus qu'avec un « passeport produit ». Celui-ci devrait permettre aux consommateurs et aux entreprises de faire des choix éclairés lors de l'achat, de faciliter les réparations et le recyclage et d'accroître la transparence sur l'impact environnemental de leurs achats. L'Europe voudrait également limiter au maximum la destruction d'inventus en introduisant des interdictions, notamment concernant les textiles et les équipements électriques et électroniques.

Le programme d'adaptation de la Métropole européenne de Lille sélectionné par l'Europe

Intitulé « Time2adapt », ce projet est lauréat du programme européen Europe Urban Initiative—Urban Innovative Actions (EUI—UIA). Il consiste à multiplier l'offre en lieux frais ouverts aux habitants en leur donnant une nouvelle temporalité. Quatre mesures seront mises en place dès septembre dont l'adaptation des horaires des espaces et bâtiments frais (piscines, parcs, jardins...) et l'ouverture de certains à d'autres usages comme les cours d'école. Le budget du projet est de 6,2 millions d'euros, dont 5 M€ de subventions européennes.



Peu d'éléments étayent la réussite de « Fit for 55 »

C'est la conclusion d'un rapport publié fin juin par la Cour des comptes européenne. En effet, selon elle, pour atteindre ses objectifs de 2020 en matière de climat et d'énergie, l'Union européenne (UE) a pu compter sur des facteurs externes, tels que les effets de la pandémie de Covid-19. Concernant la cible fixée pour 2030 de diminution de ces GES de 55 % par rapport à 1990, « rien n'indique qu'un financement suffisant sera mis à disposition, en particulier par le secteur privé, censé contribuer largement à leur réalisation », regrettent les auditeurs. Selon la Commission européenne, les pays de l'UE manquent notamment d'ambition dans la poursuite de l'objectif d'efficacité énergétique fixé pour 2030. Enfin, la Cour déplore un manque de transparence quant au recours par les Vingt-Sept à des « flexibilités » pour atteindre leurs objectifs contraignants nationaux.



► Le chiffre

25,9 %

Sur 4 118 GWh de gaz naturel véhicules (GNV) utilisé en 2022 en France, 1 065 GWh étaient produits grâce à la méthanisation soit 25,9 % selon le panorama BioGNV 2022 de l'Association française du gaz naturel véhicules (AFGNV). La part du bioGNV a donc presque doublé en un an : elle était de 13 % en 2021. La filière espère atteindre les objectifs de 50 % en 2025 et 100 % en 2033. Le secteur des transports est le seul à voir ses émissions de gaz à effet de serre croître.



MANERGY

Société d'ingénierie et de conseil en transition énergétique et environnementale

Nous vous accompagnons à travers 3 pôles d'activités et d'expertises :

1 EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DES PATRIMOINES



- Audits
- Stratégie patrimoniale et décret tertiaire
- AMO CPE/MPGP
- Suivi et ingénierie de maintenance
- Maîtrise d'œuvre CVC, Electricité, Rénovation tous corps d'état
- Étude de faisabilité & mise en place EnR&R

2 TRANSITION ÉNERGÉTIQUE DES TERRITOIRES



- Plan photovoltaïque
- Stratégie Énergétique territoriale
- Solutions Hydrogène vert
- Schéma directeur Réseaux d'énergie
- Réseaux de chaleur
- Smart city
- Lumière urbaine

3 DÉCARBONATION DES INDUSTRIES



- Stratégie & étude de décarbonation
- Ingénierie des process énergétiques
- MOE production ENR&R
- Suivi et ingénierie d'exploitation
- Étude et réalisation clés en main

19 agences locales partout en France pour réussir ensemble votre transition énergétique.

UE : un objectif de réduction des

Mi-juin, le Conseil consultatif scientifique européen sur le changement climatique a rendu ses conclusions. Pour atteindre la neutralité carbone en 2050, l'Union européenne devra avoir diminué ses rejets de gaz à effet de serre de 90 à 95 % d'ici 2040 par rapport à 1990.

Pour atteindre la neutralité carbone en 2050, la loi européenne sur le climat impose à l'Union européenne (UE) de se fixer des paliers intermédiaires. Pour le premier, en 2030, les émissions de gaz à effet de serre (GES) devront être abaissées de 55 % par rapport à 1990. La seconde cible, pour 2040, sera définie par la Commission européenne, sur les recommandations du Conseil consultatif scientifique européen sur le changement climatique (ESABCC). Cet organe indépendant de la transition environnementale, créé en 2021 par la loi européenne sur le climat, a publié mi-juin ses propositions pour 2040*. Selon ses quinze experts, rester sur la bonne trajectoire impose une réduction des rejets de -90 % à -95 % à l'horizon

2040 par rapport à 1990. Pour cela, ils recommandent de maintenir le budget des émissions de GES de l'UE pour la période 2030 à 2050 dans une limite de 11 à 14 gigatonnes équivalent CO₂. En clair, pour atteindre la neutralité carbone en 2050, l'UE ne devrait pas émettre plus de 14 GtCO₂ lors de ces deux décennies. À titre de comparaison, 3,3 GtCO₂ ont été rejetées uniquement en 2019.

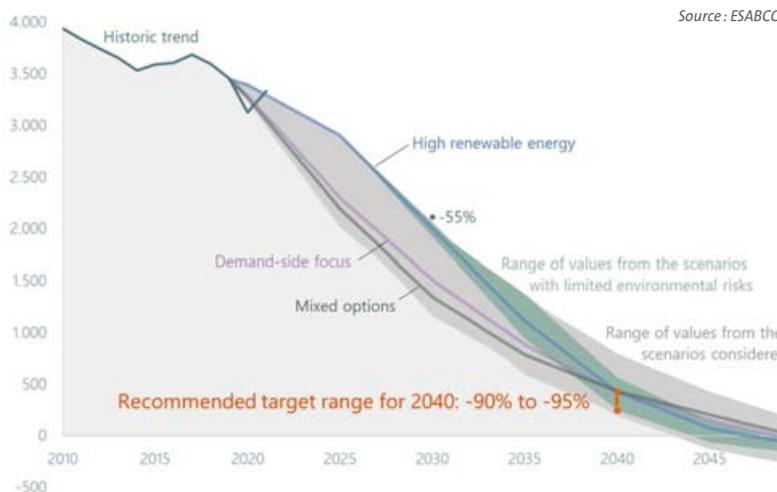
Plus de 1 000 scénarios analysés

Pour identifier les réductions d'émissions réalisables dans l'UE d'ici 2040, le Conseil consultatif a analysé plus de 1 000 scénarios. Il en a identifié 36 qui s'alignent avec les objectifs de limiter le réchauffement climatique à 1,5 °C par rapport à l'ère préindustrielle et d'atteindre la neutralité carbone d'ici 2050. Les experts ont évalué leur faisabilité, mais aussi les risques environnementaux et les défis associés à la mise à l'échelle à court terme des technologies telles que le solaire photovoltaïque, l'énergie éolienne ou encore l'hydrogène par exemple. Dans une seconde partie, ils ont



introduit dans leurs calculs un principe d'équité. Le but ? Sélectionner des scénarios permettant d'atteindre une contribution de l'UE à l'objectif de 1,5 °C suivant différentes méthodes équitables. En quelques mots, l'équité consiste à définir une répartition du budget carbone entre les États de façon juste et non pas égalitaire. Ces méthodes proposent par exemple des allocations basées sur les émissions cumulées par habitant, sur la capacité de chaque État à financer la transition ou encore sur une période pouvant intégrer les rejets passés. Pour toutes les hypothèses évaluées, le Conseil a identifié un écart entre les trajectoires nationales réalisables et celles intégrant un principe d'équité. L'analyse a en effet révélé que, sans inclure un de ces principes d'équité, l'UE peut atteindre des diminutions de GES domestiques de 88 à 92 % par rapport à 1990, ce qui correspond à un budget cumulé de 16 à 14 GtCO₂ pour 2030-2050. Si les défis de mise à l'échelle technologique parviennent à être surmontés, les réductions pourraient même aller jusqu'à 95 %, ce qui réduirait le budget cumulé à 11 GtCO₂. Prendre en compte une méthode équitable supposerait une baisse minimale de 90 %, avec un

► Trajectoires européennes recommandées pour atteindre les objectifs de réduction des émissions de GES en 2040 et de neutralité carbone d'ici 2050



GES de 90 à 95 % d'ici 2040



budget correspondant inférieur à 14 GtCO₂. Un seuil atteignable donc, mais pas à coup sûr. Pour maximiser ses chances, l'UE devrait viser la limite supérieure des réductions réalisables. Les transitions devront être « *rapides, inclusives, et bien gérées au niveau des risques environnementaux et des défis de mise à l'échelle de la technologie* ». Le soutien, la coopération et les partenariats en dehors de l'UE peuvent également contribuer à combler le fossé entre les diminutions de rejets de GES recommandées avec et sans principe d'équité. En tout cas, soulignent les auteurs, pour l'instant, l'objectif de baisse de 55 % d'ici 2030 est aligné avec l'atteinte des cibles respectivement conseillées et fixées pour 2040 et 2050.

Trois voies emblématiques

Afin d'illustrer les différentes stratégies que l'UE pourrait suivre pour atteindre la cible 2040, l'ESABCC a sélectionné trois « *voies emblématiques* ». La première, celle de la « *concentration sur la demande* » combine des politiques climatiques ambitieuses et des modes de vie moins gourmands en ressources. La seconde, conjugue un très important déploiement d'énergies renouvelables et une diminution des rejets

- Les émissions de CO₂ cumulées des plus grandes économies depuis 1850 et leur proportion dans le total mondial

Period	Economy							
	EU-27		United States		China		India	
	Gt CO ₂	Global share (%)						
1850-2021	292	17%	422	24%	249	14%	57	3%
1990-2021	110	12%	178	19%	208	22%	47	5%
2015-2021	21	8%	36	14%	73	29%	17	7%

Source: Global Carbon Project (Friedlinstein et al. 2022).

de GES « *plausible sur le temps court* ». La dernière, « *options mixtes* » est celle qui a les émissions cumulées les plus faibles. Elle se caractérise par les absorptions de carbone les plus élevées (avec un accent sur le stockage naturel) et une augmentation du nucléaire (contrairement aux autres voies emblématiques où la part du nucléaire se réduit au fil du temps). Le Conseil identifie des points communs à toutes les trajectoires. Tout d'abord, le secteur de l'électricité devrait atteindre des émissions de GES proches de zéro d'ici 2040. Le mix électrique devrait être basé principalement sur des sources renouvelables, en particulier l'éolien, le solaire et l'hydraulique (70 à 90 % du mix en 2040) et quasi exempt de combustibles fossiles (y compris de gaz naturel) d'ici 2040. Le charbon devrait même être presque entièrement éliminé du mix d'ici 2030. Certaines voies dépendent fortement du captage et du stockage du carbone (CSC). Dans les scénarios les moins renouvelables, la part du nucléaire atteint jusqu'à 20 % de la consommation d'énergie finale en 2040. Pour les secteurs difficiles à électrifier, par exemple l'industrie et les transports, l'utilisation de l'hydrogène devrait s'intensifier pour atteindre une production de 5 à 10 millions de tonnes d'ici 2030. Dans certains scénarios, les biocarburants seront également grandement utilisés. Les émissions de GES autres que le CO₂ devraient également être réduites de 20 à 60 % en dessous des niveaux de 2019. En effet, l'utilisation d'engrais azoté devrait

diminuer de 30 à 60 % et les rejets de méthane liés à l'énergie de 70 à 90 %, en partie grâce à la baisse de l'utilisation des fossiles. En parallèle, la consommation totale d'énergie finale devrait décroître de 20 à 40 % par rapport à aujourd'hui en fonction des scénarios. La réduction la plus importante se situera dans le secteur des transports (30 à 60 %), suivie par celui de l'industrie (15 à 45 %) puis ceux du résidentiel et du tertiaire (15 à 35 %). Au niveau des absorptions de carbone, l'ESABCC estime celles du secteur de l'Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie (UTCAF) entre 100 et 400 MtCO₂. Celles liées à la bio-énergie avec le captage et stockage du carbone (BECCS) ou la capture et stockage de carbone dans l'air (DACCS) varient fortement : entre 50 et 200 MtCO₂ en 2040, alors même que les auteurs placent le déploiement de ces technologies à un niveau de risque élevé. Enfin, en termes de sécurité énergétique, les importations de pétrole devraient diminuer de 50 à 100 % d'ici 2040 (par rapport à aujourd'hui) en fonction des différentes voies. Pour le gaz, elles devraient décroître entre 35 et 100 %. Les scénarios ne fournissent en revanche pas d'estimations sur la quantité de matériaux critiques et de terres rares nécessaires à ces transitions. ●

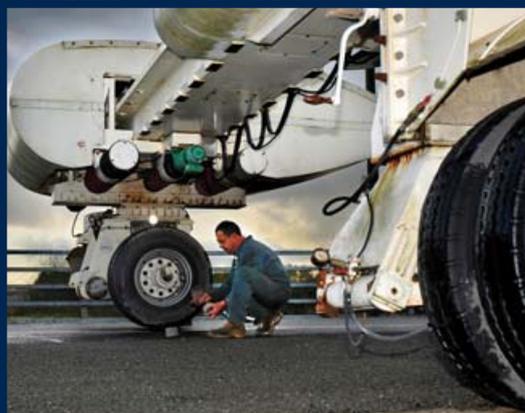
Léa Surmaire

* Scientific advice for the determination of an EU-wide 2040 climate target and a greenhouse gas budget for 2030–2050

Un manège de fatigue tout électrique

Cet équipement d'essais accélérés sur chaussées, situé sur le campus de Nantes de l'Université Gustave Eiffel, permet de tester en temps réduit la durabilité des solutions constructives destinées à la route. Deux mois de rotation peuvent représenter jusqu'à vingt ans de trafic poids lourd subi par une chaussée à moyen trafic. Les essais peuvent concerner les structures de chaussées neuves, leurs techniques d'entretien et de renforcement, ainsi que tout élément de voirie. Des travaux ont été

réalisés en 2022 pour remplacer les moteurs hydrauliques datant de près de quarante ans par des modèles électriques. Le manège, équipé de ces nouveaux moteurs, est encore en phase de test, mais les premiers résultats indiquent une réduction de la consommation d'énergie de l'ordre de 30 à 50 % (en fonction de la vitesse). Cela s'explique notamment par le faible rendement de la précédente centrale électro-hydraulique. L'impact environnemental est aussi plus limité grâce à l'arrêt de l'utilisation d'huile hydraulique. Cette opération a coûté 642 000 euros. ●



En bref

Un pilote industriel de carburants d'aviation durables

Holcim, IFP Énergies Nouvelles, Axens et EDF ont annoncé avoir signé des protocoles d'accords pour développer « Take Kair », un pilote industriel de e-kérosène en Pays de la Loire. Chacun des partenaires apportera son expertise : Holcim sur la partie captage et valorisation de CO₂ biogénique issu de sa cimenterie localisée en Mayenne, IFPEN et Axens pour le développement et l'intégration de procédés de synthèse de carburants bas carbone et EDF pour la production d'hydrogène bas carbone et renouvelable par électrolyse de l'eau. Air France-KLM serait l'acquéreur principal du e-kérosène produit par cette nouvelle installation industrielle. Au-delà des obligations réglementaires, le groupe franco-néerlandais vise l'incorporation d'au moins 10% de carburant durable au global de ses vols à horizon 2030.

De l'hydrogène pour décarboner l'aluminium recyclé

En collaboration avec Fives, le groupe Hydro a réussi à produire le premier lot d'aluminium recyclé au monde utilisant de l'hydrogène à l'échelle industrielle.

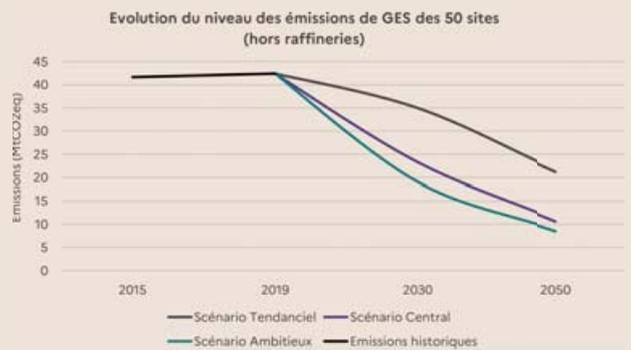
Effectué à l'usine d'Hydro Extrusion à Navarre en Espagne, l'essai a consisté à remplacer le gaz naturel par de l'hydrogène vert dans le procédé de recyclage. Cela a nécessité plusieurs étapes assurées par Fives, notamment la modernisation du système de combustion à haut rendement existant et la création d'une station de mélange d'hydrogène et de gaz naturel. Les billettes d'aluminium issues de cet essai seront utilisées dans la production de masse d'aluminium recyclé et destinées aux produits extrudés tels que les pièces automobiles et les cadres de fenêtres.



Formation, recherche et innovation, des éléments indispensables au secteur nucléaire

Pour aider à atteindre la neutralité carbone en 2050, la stratégie du Gouvernement repose sur un renforcement de la sobriété et de l'efficacité énergétique, le développement des énergies renouvelables ainsi que la relance de la filière nucléaire. Pour cette dernière, une enveloppe de plus de 100 millions d'euros vient tout juste d'être annoncée pour répondre aux besoins de formation, de recherche et d'innovation dans ce secteur. Dans le détail, 25 M€ récompensent les deux start-ups Naaréa et Newcléo, premiers lauréats de l'appel à projets « Réacteurs innovants de France 2030 ». 40 M€ serviront à la modernisation des équipements du Grand accélérateur national d'ions lourds (Ganil). Situé à Caen, cet équipement est un outil déterminant pour la recherche sur les noyaux atomiques. Enfin, 42 M€ seront destinés au premier

La décarbonation de l'industrie en première ligne



Sous l'égide de la Première ministre, le Conseil national de l'industrie s'est réuni le 23 juin dernier afin de présenter quelques principaux chantiers mis en œuvre pour verdifier le secteur industriel. L'occasion pour les cinquante sites industriels les plus émetteurs de gaz à effet de serre de remettre leurs feuilles de routes de décarbonation. Ces installations sont en effet responsables de plus de 55% des émissions industrielles. Les feuilles de routes remises précisent ainsi le rythme visé : -45% de rejets de gaz à effet de serre d'ici 2030 et -80% à l'horizon 2050. Pour y parvenir, l'électrification et le captage de carbone, tout comme l'émergence de l'hydrogène, seront les principaux leviers à activer. Dans cette optique, Élisabeth Borne a annoncé le déblocage d'un milliard d'euros, sur les 5 Md€ prévus, pour accompagner la décarbonation de ces sites. Elle a également insisté sur la nécessité de prolonger les dispositifs de soutien, notamment les appels d'offres BCIAT, Décarb-Ind et Décarb-Ind+.

lauréat de l'appel à manifestation d'intérêts « Compétence et métiers d'avenir » de France 2030 dont l'objectif principal est « d'accompagner la mutation des besoins des acteurs en adaptant l'actif de formation initiale et continue de la filière ». Sur ce volet essentiel de la formation, l'Université des Métiers du Nucléaire a parallèlement remis son plan d'actions détaillé sur les compétences. Le but est de faire en sorte que la filière nucléaire française puisse attirer, former et recruter les 100 000 personnes dont elle aurait besoin au cours des dix prochaines années afin de mener l'ensemble de ses projets industriels. Le plan intègre ainsi une trentaine d'actions concrètes, notamment la création de nouvelles formations dès la prochaine rentrée de septembre et des démarches visant à renforcer l'attractivité et la visibilité des parcours.

Pas de chimie décarbonée sans

L'industrie chimique accélère sa décarbonation en France, en embarquant notamment sa quinzaine de plateformes, avec un objectif réaliste de -36% à l'horizon 2030. La mise en œuvre de technologies de rupture (hydrogène vert, captage et stockage de CO₂), indispensables pour franchir un cap supplémentaire, implique cependant une forte hausse des besoins en électricité et donc une meilleure planification.

Soudières au régime bas carbone

Au sud de Nancy, au cœur du dernier gisement de sel encore en exploitation en France, les sites de production de carbonate et bicarbonate de soude Solvay et Novacarb (groupe Seqens) illustrent le mouvement attendu pour toute l'industrie chimique. Les deux groupes ont investi très lourdement ces dernières années avec leur partenaires, Veolia pour Solvay, Engie et Suez pour Novacarb, en vue d'arrêter leurs chaudières vieillissantes au charbon. Celles-ci sont remplacées par des chaudières fonctionnant à partir de biomasse (bois déchets) et de déchets non recyclables (combustibles solides de récupération ou CSR), afin de produire la vapeur d'eau indispensable aux procédés industriels, mais aussi de l'électricité verte par cogénération. Ce virage devrait être achevé en 2024 avec la mise en service des dernières installations. Il aura pour conséquence une division par deux des rejets de CO₂ des usines. Sans attendre, les deux industriels ont mis en route le second étage de leur projet de décarbonation en investissant pour remettre à plat leurs procédés. Solvay réinvente ainsi le procédé imaginé voici 160 ans pour produire du carbonate et bicarbonate de soude, avec l'objectif d'abaisser de 50% les émissions de CO₂ de sa technologie historique, mais aussi ses besoins en eau et en calcaire. Un pilote industriel a été mis en service en avril dernier pour deux ans, avant un passage à l'échelle industrielle.



L'industrie chimique entame un indispensable virage « vert ». Il s'agit, après la sidérurgie, du deuxième plus gros secteur industriel émetteur de gaz à effet de serre (GES), avec 5% des émissions nationales (21,5 millions de tonnes de CO₂ par an). Cette industrie au lourd bilan carbone a l'avantage d'être aussi l'une des plus régulées. Sous la pression de réglementations drastiques, la chimie mondiale a déjà résolu par le passé deux problèmes environnementaux majeurs : l'élimination des gaz HFC (hydrofluorocarbures) qui détruisaient la couche d'ozone et la réduction des émissions de soufre à l'origine des pluies acides. Face au nouveau défi du réchauffement planétaire, les acteurs de la chimie rappellent que leurs installations sont aussi pourvoyeuses de solutions. C'est dans leurs laboratoires que sont développés les procédés innovants utilisés pour la fabrication des batteries, le traitement de l'eau, le recyclage des pales d'éoliennes, etc. N'est-ce pas sur ces vastes plateformes que se construit la transition écologique avec l'émergence des premières unités industrielles dans la chimie du biosourcé ou encore les investissements dans le recyclage chimique des plastiques ? « La chimie est omniprésente dans notre vie quotidienne, dans les textiles, les emballages, composants automobiles et aéronautiques, médicaments, etc. Pourtant, c'est un secteur méconnu du grand public, un peu abstrait, car il regroupe une multitude d'activités, depuis la production de principes actifs, en passant par les matériaux polymères, ou l'alimentation animale.



Les polymères et résines sous la forme de granulés sont utilisés pour produire des objets du quotidien : pots de yaourt, carrosserie, téléphones, pneumatiques...

Ses engagements en matière de décarbonation n'en sont pas moins forts », analyse Sylvain Le Net, responsable énergie et changement climatique chez France Chimie.

Leviers matures et non matures

La filière française a vu ses émissions baisser de 65% entre 1990 et 2019, malgré une croissance continue de la production. La chimie de spécialités est plus riche en valeur ajoutée et moins émettrice en gaz à effet de serre que la chimie de base. L'Hexagone, à l'image de toute l'Europe, l'a privilégiée en raison de ses faibles ressources fossiles. À l'inverse, les pays producteurs de pétrole et de gaz ont attiré les investissements dans la pétrochimie, favorisant ainsi une chimie de commodités, autrement dit la fabrication des matières premières

électricité



de base. Il en résulte que l'industrie chimique est la plus consommatrice d'énergie dans le monde et la troisième la plus émettrice de GES. La trajectoire établie il y a deux ans par France Chimie avec le Conseil national de l'industrie cible une réduction de 36 % des émissions de GES en 2030 par rapport à 2015. Cette feuille de route inclut la mise en œuvre de leviers matures à hauteur de 21 % comme la production de chaleur à partir de biomasse ou de déchets (10 %), l'efficacité énergétique (6 %), la réduction des émissions de dioxyde d'azote des plateformes (4 %), une division par deux des volumes de HFC émis grâce à la pression réglementaire européenne sur les gaz frigorigènes (4 %) et l'électrification des procédés (2 %). Le document table aussi sur des leviers de rupture à hauteur de 10 %, autrement dit l'arrivée sur le marché de technologies encore insuffisamment matures comme l'hydrogène bas carbone synthétisé par électrolyse

© Olivier Lievin



➤ L'unité polypropylène, composant notamment utilisé dans le secteur de l'automobile (intérieur, carrosserie et éléments techniques), à Carling-Saint-Avold (Moselle) de TotalEnergies.

de l'eau (3 %) et le captage, stockage et la valorisation du CO₂ (7 %). Selon France Chimie, le gros de l'effort doit porter sur la décarbonation de la production de chaleur qui représente 55 % des rejets de la filière sur le territoire national, juste devant la réduction des émissions liées aux procédés chimiques, chiffrées elles à 34 %. Cette double trajectoire est notamment déclinée par les soudières des groupes Solvay et Seqens

« Réduire l'usage des plastiques et augmenter leur recyclage est indispensable, mais ces mesures ont peu d'impact sur les émissions de CO₂ »

implantées au nord de Nancy (voir encadré page 12). Certaines données manqueraient cependant au bilan de la filière. Éric Bergé, co-auteur du rapport « Décarboner la chimie française » publié en janvier 2022 par le laboratoire d'idées The Shift Project, regrette notamment « le peu de données disponibles sur les émissions de l'industrie pharmaceutique en France contrairement à l'industrie

des produits phytosanitaires, alors que ses procédés, qui combinent de nombreuses étapes, ont un important impact carbone ».

Plateformes à la manœuvre

Dans l'Hexagone, une quinzaine de plateformes concentrent 50 % des émissions de la chimie. Parmi elles, six vapocraqueurs, quatre installations de production d'ammoniac, quatre sites hyper électro-intensifs et deux sites de production d'hydrogène. Le président Emmanuel Macron a accueilli leurs représentants le 8 novembre 2022 à l'Élysée à l'occasion d'une réunion rassemblant les dirigeants des cinquante sites industriels français les plus émetteurs de CO₂. « Si des projets et des sites sont identifiés d'ici à 18 mois, si vous doublez vos efforts, si on arrive à passer des 10 MtCO₂ évitées à 20 MtCO₂ instruites, nous doublerons les moyens consacrés à cet enjeu et passerons l'enveloppe de cinq à dix milliards d'euros d'accompagnement », s'est engagé le président de la République. À l'aune de ces attentes, une nouvelle trajectoire est en cours de définition confirme France Chimie. Elle repose sur les feuilles de route préparées par les plateformes françaises. ►

[Pas de chimie décarbonée sans électricité]

► Certaines technologies « de rupture » se mettent d'ores et déjà en place. C'est le cas du chimiste belge Domo Chemicals qui a annoncé investir 100 millions d'euros sur sa plateforme de Saint-Fons (Rhône) en vue de décarboner sa production de polyamides. À l'horizon 2027, la production d'hydrogène vert par électrolyse de l'eau s'y substituera à celle d'hydrogène gris synthétisé localement par vaporeformage d'un méthane d'origine fossile. Le producteur d'engrais Borealis a pour sa part signé un protocole avec Hynamics, filiale d'EDF, pour produire de l'ammoniac à partir d'hydrogène bas carbone sur son site d'Ottmarsheim (Haut-Rhin) en 2025-2026 et éviter l'émission de 33 000 tCO₂ par an. Enfin, plusieurs acteurs du complexe industriel et portuaire de la vallée de Seine, entre Le Havre et Rouen (Air Liquide, Borealis, Esso, TotalEnergies et Yara) collaborent actuellement à la mise en place de toute la chaîne de valeur nécessaire au captage et stockage de CO₂ (CSC ou CCS en anglais) sur cet axe qui concentre à lui seul 15 % des émissions industrielles françaises.

Moins de biomasse forestière

S'il se félicite du virage négocié par l'industrie chimie, Sylvain Le Net identifie cependant plusieurs incertitudes. « *Nous ne pouvons pas basculer dans l'hydrogène bas carbone ou encore le CSC sans être certains d'avoir les kilowattheures électriques en face. Les industriels ont besoin d'avoir des garanties sur le cadre contractuel à plus ou moins longs termes pour s'engager pleinement dans ces projets de rupture dans la décarbonation* », souligne-t-il. Alors que la France s'est construite historiquement un outil de production d'électricité compétitif fondé sur l'hydroélectricité et le nucléaire, la question de la priorisation des usages est désormais sur la table. Le respect des objectifs de l'Accord de Paris implique de réduire



► L'unité de résines C4 polymérisée, un additif pour la fabrication de pneumatiques, de TotalEnergies à Carling-Saint-Avold.

de 2 000 à 1 100 TWh la production d'énergie finale en France entre 2022 et 2050, en portant dans cet intervalle la production d'électricité de 500 TWh à 640 TWh selon la feuille de route de RTE (Réseau de transport d'électricité). Cela sera-t-il suffisant ? D'autant qu'il devrait être de plus en plus compliqué de puiser dans les stocks de biomasse forestière pour verdir les besoins énergétiques des chimistes comme de l'ensemble des industriels... Sur la dernière décennie, la croissance des forêts métropolitaines aurait diminué de 10 % et leur mortalité aurait augmenté de 54 %, abaissant de fait leur capacité à stocker du carbone, alertait un rapport du Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement du Commissariat à l'énergie atomique (CEA) le 7 juin dernier.

La sobriété décarbone peu

Sans compter que les incontournables efforts de sobriété que ce soit dans l'usage des emballages

→ Suez, Loop Industries et SK Geo Centric ont annoncé l'implantation à Saint-Avold d'une usine de production de plastiques PET de qualité vierge, fabriqués à partir de matériaux 100 % recyclés et recyclables à l'infini.



plastiques ou des engrais agricoles, ne devraient pas avoir un impact majeur sur le bilan carbone de la filière en France. Éric Bergé rappelle que la France demeure un pays très importateur. « *Réduire l'usage des plastiques et augmenter leur recyclage est indispensable, mais ces mesures ont peu d'impact sur les émissions de CO₂. Par ailleurs, si le recyclage chimique est positif d'un point de vue environnemental, les taux de valorisation demeureront peu élevés au regard de l'importance du marché. De même, les deux tiers de nos engrais azotés sont importés. Les changements de pratiques agricoles*



▀ Le bassin de décantation de Novacarb sur le site de Laneuveville (Meurthe-et-Moselle).



dollars sur dix ans visent à atteindre leur objectif de réduction des émissions de gaz à effet de serre en subventionnant massivement la décarbonation de leur industrie ».

Manque de données

L'instauration de normes sur les produits demeure également un levier indispensable pour décarboner la chimie selon le représentant du Shift Project : « Les normes organisent la compétition entre les fabricants de peintures ou encore de tuyaux en plastiques en vue d'abaisser le bilan carbone dans la construction notamment ». Bien engagé sur la voie de la décarbonation, le secteur de la chimie doit encore redoubler d'efforts, les objectifs de sa feuille de route demeurant éloignés de celui de neutralité carbone fixé par la Stratégie nationale bas carbone (SNBC) pour le secteur de l'industrie. D'autant plus que le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (Giec) a dernièrement rehaussé ses prévisions de hausse des températures à 3,2 °C dans le monde à l'horizon 2100 par rapport à l'ère pré-industrielle. ●

Philippe Bohlinger

contribueront peu à décarboner le secteur de la chimie dans l'Hexagone. En revanche, la production massive d'hydrogène vert et le CSC constituent une opportunité de relocaliser cette industrie (voir encadré ci-contre) », note-t-il. Les acteurs appellent également à une meilleure protection de leur marché domestique. Pour Sylvain Le Net, « le renchérissement du coût des énergies en Europe risque de grever la compétitivité de notre industrie et sa capacité à investir. D'autant plus que les États-Unis ont créé un appel d'air avec l'Inflation reduction act (IRA) dont les 400 milliards de

Relocaliser

la production d'engrais

La production massive d'hydrogène vert et le captage et stockage de CO₂ pourraient constituer une opportunité de relocaliser dans l'Hexagone la production d'engrais. L'hydrogène vert obtenu par électrolyse de l'eau pourrait se substituer au gaz naturel pour synthétiser de l'ammoniac décarboné, un des composants essentiels des engrais azotés. Ces technologies conjuguées aux efforts de sobriété offriraient à la France l'opportunité de devenir auto-suffisante en engrais, voire exportatrice. En parallèle, la création d'un mécanisme d'ajustement carbone aux frontières européennes (MACF), adopté formellement en avril 2023, instaurera les conditions économiques favorables à la mise en place ces technologies. Ce règlement prévoit en effet d'éliminer les quotas d'émissions gratuits et de taxer les importations. Une révolution sur le marché carbone (EU-ETS). Appliquée dès octobre prochain, cette taxe carbone aux frontières imposera aux importateurs de déclarer le contenu carbone des engrais importés. Ils commenceront à être soumis au paiement de droits d'émissions à partir de 2026. À partir de cette même échéance, l'Union européenne engagera la réduction des quotas carbone gratuits des usines, pour finalement les faire disparaître totalement en 2036.

Arkema travaille

sur toute sa chaîne de valeur

Important acteur de la chimie de spécialités, le Français Arkema ne cesse de rehausser ses objectifs de décarbonation. Le groupe n'a certes pas pris d'engagement de neutralité carbone à horizon 2050, une promesse que nombre d'industriels risquent d'avoir du mal à tenir. En revanche, il a annoncé en mai dernier porter sa cible de réduction de ses émissions de GES de serre à 48,5 % en 2030 par rapport à 2019 sur les Scopes 1 (émissions directes) et 2 (émissions indirectes liées aux consommations énergétiques). L'objectif initial avait été établi à 38 % il y a deux ans, puis augmenté à 46 % à l'été 2022. La nouveauté, c'est que le groupe intègre depuis un an des objectifs sur l'ensemble de sa chaîne de valeur, autrement dit sur le Scope 3 qui couvrent les émissions indirectes en amont et en aval. Sur ce dernier, il vise une réduction de 54 % en 2030. « Arkema a pris des engagements de longue date en matière de lutte contre le changement climatique. De la politique d'achats d'énergie à l'innovation industrielle, du portefeuille de solutions à la diffusion d'une culture climat et environnement, cette trajectoire vertueuse mobilise toutes les composantes du groupe », expose Thierry Le Hénaff, PDG d'Arkema.

hellio

akéa
énergies

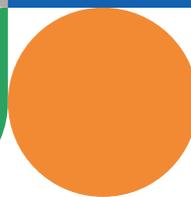
Maîtrisez l'énergie de vos activités

- + Certificats d'Économies d'Énergie
- + Accompagnement décret tertiaire
- + Bureau d'études intégré
- + Monitoring de l'énergie
- + Recherche de subventions

**Votre
énergie
a de l'impact
hellio**



solutions@hellio.com
hellio.com



Décarbonation : beaucoup d'aides publiques, peu de résultats

Le Réseau action climat vient de publier un rapport* qui pointe les maigres résultats des industriels concernant la décarbonation de leurs activités. Pourtant, ils bénéficient de milliards d'euros d'aides publiques.

L'industrie représente 20% des émissions de gaz à effet de serre (GES). À eux seuls, les cinquante sites les plus émetteurs rejettent 10% du total de la France. Pour décarboner le secteur, de nombreux mécanismes de soutien publics ont été mis en œuvre depuis vingt ans : crédits d'impôt recherche, programmes d'investissement d'avenir, fonds chaleur, certificats d'économies d'énergie (CEE), appels à projets dans le cadre de France Relance, etc. D'autres, comme France 2030 qui est doté de 5,6 milliards d'euros, ont été lancés plus récemment. Ce plan a pour objectif de financer la transition industrielle afin de réduire de 35% les émissions de l'industrie d'ici à 2030 comme s'y est engagé le pays. Enfin, les industriels bénéficient de subsides européens via les fonds pour l'innovation et pour une transition juste. En tout, 6,8 Md€ ont été attribués aux industriels depuis 2020.

Effets limités

Les sites de Dunkerque et Fos-Sur-Mer d'ArcelorMittal représentent à eux seuls 25% des émissions de gaz à effet de serre de l'industrie française. L'entreprise s'est engagée à les réduire de 40% d'ici 2030, ce qui représente 7,8 millions de tonnes chaque année. Pour atteindre cet objectif, ArcelorMittal a bénéficié de 364 millions d'euros d'aides publiques depuis 2013, auxquels s'ajoutent 28 M€ du fonds européen Feder. En outre, le groupe pourrait avoir gagné de 1,5 à 5,2 Md€ en spéculant sur les quotas carbone gratuits excédentaires suites à la crise économique de 2008 et à la crise sur le site de Florange de 2011. Or, malgré ces sommes considérables, les rejets de GES ont peu baissé depuis dix ans sauf lorsque la conjoncture économique était défavorable, en particulier lors de la pandémie de Covid-19. Pire, certaines usines sont de plus en plus polluantes. C'est le cas de celle de Yara. Située au Havre, elle produit des systèmes

d'épuration des gaz d'échappement des navires et de l'industrie chimique, des additifs pour carburants et applications environnementales, ainsi que des produits pour l'alimentation animale. Elle est la septième usine la plus émettrice de France. Son exploitant s'est engagé à baisser ses émissions de GES de 45% en 2030 et à atteindre la neutralité carbone vingt ans plus tard. Il a pour cela bénéficié de subventions, notamment de la part de France Relance. Malgré des actions concrètes mises en œuvre (production d'ammoniac plus durable, électrification, raccordement du site à un réseau de chaleur, production d'hydrogène issu d'électrolyse, capture et stockage de carbone), les résultats ne se font pas sentir. Bien au contraire... Le site enregistre une augmentation de 36,5% de ses émissions entre 2019 et 2022. Le secteur du ciment peine aussi à se décarboner. Le RAC pointe le cas de Vicat, qui détient quatre des cinquante sites les plus émetteurs de France. Le groupe a notamment bénéficié de 3,7 M€ pour développer des ciments bas carbone sur son site de Xeuilley et de 2 M€ supplémentaires pour mettre en place un projet de

capture de CO₂ (CCS) par des microalgues. Malgré ces aides, les émissions du cimentier augmentent globalement depuis 2020.

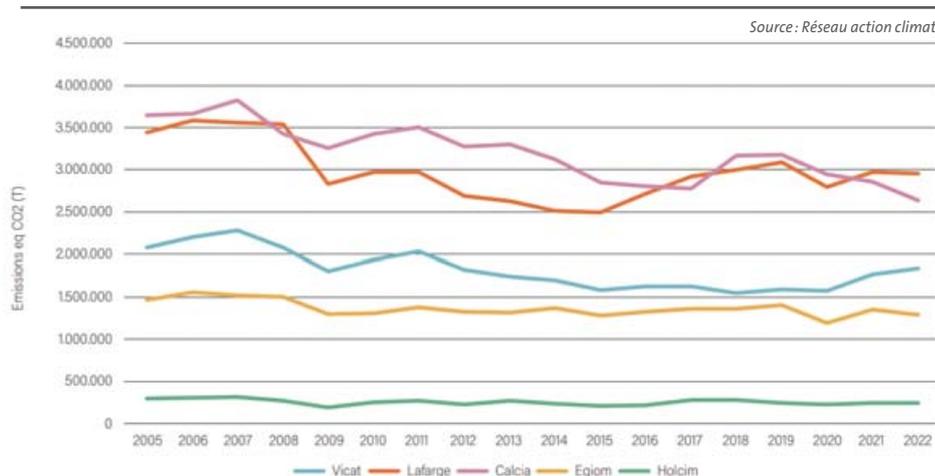
Les propositions du RAC

« Face aux montants déjà alloués à la décarbonation de l'industrie et aux maigres résultats observés jusqu'à présent, il semble désormais essentiel d'exiger des contreparties aux entreprises en échange de l'aide publique accordée », estime l'ONG. Elle préconise également de ne pas s'en remettre exclusivement à la technologie. Elle est notamment très sceptique sur la généralisation de l'hydrogène et du CCS. Ce dernier devrait être selon elle considéré comme un ultime recours afin de traiter les émissions résiduelles et ne devrait pas retarder la transformation profonde de l'industrie. Le RAC préconise plutôt de miser sur la sobriété. « Une réflexion doit s'engager sur le niveau de production de matières premières nécessaire à la satisfaction de nos besoins, ainsi que sur l'enjeu de sobriété de la consommation. L'industrie doit changer de paradigme, et produire ce que l'on a besoin de consommer et non le contraire », conclut le rapport. ●

Olivier Mary

* 50 sites industriels les plus émetteurs de CO₂ - L'heure des comptes

Émissions annuelles de CO₂ des cinq plus grands cimentiers français





➤ L'eau glycolée permet de rafraîchir les chambres froides.



➤ Un ballon de stockage complète l'installation.

Un entrepôt frigorifique sans HFC

La filiale de La Poste Chronopost a mis en service un nouvel entrepôt frigorifique à Argenteuil, dans le Val-d'Oise. Il possède une double particularité. Il utilise des fluides frigorigènes à faible impact climatique et récupère la chaleur générée par les groupes froids.

Chronopost est le numéro un français de la livraison de colis aux entreprises et aux particuliers.

L'entreprise ne se contente pas de livrer des paquets classiques, elle transporte également des produits réfrigérés via des services distincts. Par exemple, Chronofresh permet d'envoyer des produits alimentaires frais entre 0 et 4 °C et surgelés jusqu'à -18 °C à des professionnels ou des particuliers. Quant à Chronopost Healthcare, il transporte des produits issus de la biologie médicale jusqu'à -80 °C. La société a donc besoin de les conserver dans des entrepôts frigorifiques. Pour desservir le nord de la capitale, elle a investi un bâtiment existant à Argenteuil, dans le Val-d'Oise. Désireuse d'assurer elle-même la maîtrise d'œuvre, elle a confié à Dalkia Froid Solutions le soin de réaliser ses installations de production de froid. Elles ont été mises en service en juillet 2021.

Une installation doublée

Dalkia Froid Solutions a proposé une offre globale portant sur la production de froid et d'électricité, l'installation de panneaux isothermes et de structures métalliques, ainsi que d'une gestion technique de bâtiment (GTB). Le hangar était initialement équipé d'une chambre froide positive

et d'une chambre froide négative fonctionnant au R404a. Ce mélange de fluoroéthanes R143a, de R125 et de R134a se comporte comme un fluide de type hydrofluorocarbures (HFC). Mais il en a aussi les inconvénients. Son pouvoir de réchauffement global est en effet 3 900 fois supérieur à celui du CO₂ et le renforcement de la réglementation européenne F-gas prévoit son interdiction progressive. « Nous avons donc agrandi la chambre froide positive existante, qui mesure 1 200 m² et 7 mètres de hauteur, et nous l'avons réadaptée. Nous avons installé un équipement qui fonctionne au propane (R290) pour la partie destinée à générer du froid positif. Grâce à ce fluide, nous produisons de l'eau glycolée comprise à une température entre -4 et -8 °C. Elle alimente les chambres froides avec une température intérieure de 2 °C à 4 °C », détaille David Bry, directeur technique et grands projets de la région Normandie-Nord chez Dalkia Froid Solutions. Une zone de quai de 500 m² réfrigérée à 2 °C a également été créée. Enfin, le bâtiment comprend une partie de froid négatif de 500 m² et de 7 m de hauteur. « Elle est alimentée par du CO₂. On le fait circuler dans des évaporateurs pour avoir une pièce maintenue à environ -24 °C », poursuit David Bry. En tout, le site développe une capacité de 425 kW de froid.

Particularité de cette installation, elle a été entièrement doublée. Dalkia Froid Solutions a placé deux groupes froids quasi-identiques afin de sécuriser la production et de garantir la continuité de l'activité. En cas de problème, elle bascule alors automatiquement sur l'autre installation. Lorsqu'il n'y a pas de panne, ces deux équipements s'actionnent en alternance pour fonctionner le même nombre d'heures. Autre spécificité du site d'Argenteuil, il est équipé d'un système de récupération de chaleur fatale sur les groupes d'eau glacée d'une capacité de 280 kW. « Nous récupérons la chaleur à 25 °C. Un système d'échangeur à plaques a été installé sur le refoulement des installations ainsi qu'un ballon de 2 000 litres pour stocker la chaleur », explique David Bry. Les calories récupérées chauffent une partie du bâtiment en hiver et servent également à alimenter les dispositifs de dégivrage des évaporateurs des chambres froides négatives. Cela évite de consommer du gaz -le site n'en utilise d'ailleurs plus du tout- et entraîne des économies d'électricité. En outre, l'installation est entièrement équipée pour suivre et vérifier ses consommations. « Nous avons mis des compteurs pour l'électricité mais aussi des compteurs d'énergie sur l'eau chaude et froide. Les informations collectées sont envoyées sur un serveur et peuvent être consultées à distance », conclut David Bry. À l'avenir, un contrat de performance énergétique pourrait être mis en œuvre. ●

Olivier Mary



↓ La chambre froide négative atteint -24°C.

↗ La chambre froide à 2°C est alimentée par du R290.



↖ Un ballon de stockage d'eau chaude et une station de pompe pour le dégivrage de la chambre froide négative.

↗ Une armoire de commande permet de contrôler l'ensemble des paramètres.

Stocker l'énergie électrique dans

À la manière des immenses piscines de glace utilisées pour la climatisation de grands espaces, Boréales Energy a développé un accumulateur thermique statique plus petit et modulable pour s'adapter aux besoins du petit résidentiel, du bâtiment, de l'industrie ou encore de l'agroalimentaire

Stocker de la glace à partir d'énergie électrique au moment où elle est la moins chère, c'est-à-dire en heures creuses ou lors de la production de panneaux photovoltaïques, pour une production de froid différé. C'est l'idée développée par Patrick Ouvry, le fondateur de la start-up calvadosienne Boréales Energy. « *Confronté à l'intermittence des énergies renouvelables, Patrick Ouvry s'est demandé comment les synchroniser avec une chaîne de froid* », expose Sébastien Descamps, le directeur commercial. Selon lui, plus de 17 % de la consommation électrique mondiale est utilisée pour répondre aux besoins de refroidissement (bâtiment, industrie, santé etc.). Patrick Ouvry s'est alors inspiré d'un moyen de stockage d'énergie ancien : la glace. À l'échelle planétaire, les pôles, chaque année, se régénèrent en banquise en hiver. En été, ils fondent et relâchent leur énergie thermique. « *De la même manière, depuis les années 70, des piscines de glace servent de stockage. À La Défense par exemple, en Île-de-France, des bassins de 1 000 à 1 500 m³ assurent le traitement d'air d'une partie du quartier d'affaires. La nuit, de l'électricité fabrique la glace. Le jour, du froid en est extrait* », contextualise le directeur commercial. L'idée de Patrick Ouvry a été de « *s'inspirer de ces systèmes et de les améliorer* ».



Entre 2015 et 2019, il a donc travaillé à la recherche de solutions technologiques permettant de stocker l'énergie dans de la glace au moyen d'un accumulateur. L'objectif ? Qu'il soit peu encombrant et doté d'une performance énergétique optimale.

15 % d'efficacité

De ce travail, naît l'accumulateur thermique statique (ATS), un parallélépipède de 1,20 mètre de hauteur et de 0,5 m de largeur et de profondeur. Celui-ci est constitué d'une surface d'échange de 12 m² immergée dans de l'eau au sein de laquelle circule un fluide frigorigène. Dans la boucle frigorifique, l'ATS joue la fonction d'évaporateur. « *Pour compléter cet équipement, nous avons développé une boucle frigorifique, le Boréales ice bank (BIB). Elle intègre plusieurs ATS et des fonctions de pilotage* », raconte Sébastien Descamps. L'ATS se combine ainsi avec le condenseur, le compresseur et le détendeur.

Concrètement, pour charger l'ATS en glace, le fluide frigorigène évapore à -2 °C. Ce faisant, l'eau constituant l'environnement de l'échangeur descend graduellement en température jusqu'à prise en glace. Un ATS peut produire jusqu'à 140 kilogrammes de froid. L'énergie est ensuite libérée par fonte de la glace. Sur sa technologie, Boréales Energy revendique 15 % à 30 % d'efficacité énergétique par rapport aux autres systèmes frigorifiques. « *Les dispositifs existants évaporent entre -7 °C et -15 °C. Nous, à -2 °C. Le compresseur doit donc apporter beaucoup plus d'énergie pour descendre plus bas et consomme plus. Chaque degré représente environ 2,5 % d'efficacité énergétique en notre faveur* », précise Sébastien Descamps. Aussi, le circuit dans lequel passe le fluide frigorigène dispose d'une forme, d'une longueur, de matériaux et d'une densité de matériaux « *optimaux pour favoriser une*

de la glace

surface d'échange plus importante, expose le directeur commercial.

Une expérimentation agro-alimentaire

Le Groupement agricole d'exploitation en commun (Gaec) de la Varenne, une exploitation laitière de 120 vaches dans l'Orne, l'a testé durant deux mois. « *Le plus énergivore dans ce type d'installation, c'est le refroidisseur de lait. Il faut baisser sa température de 37 °C à 4 °C en moins de trois heures pour respecter les normes sanitaires* », avance Jacques Charriau, chargé de ventes pour ETS Charriau, un fabricant de pré-refroidisseur de lait. Voici cinq ans, il a installé sur cette ferme un pré-refroidisseur de lait. Il consistait à récupérer via le forage de la ferme de l'eau à 12 °C pour rafraîchir le lait à 16 °C grâce à un échangeur thermique. Cette étape avant un refroidissement plus classique a déjà permis de consommer 53 % moins d'énergie. En novembre dernier, le Gaec et Jacques Charriau sont allés plus loin en expérimentant un BIB. « *Même si nous sommes sur le démarrage, la ferme a enregistré une performance énergétique meilleure que*

son ancienne installation de froid de 10 à 15 % (pré-refroidisseur exclu). Ce chiffre peut encore augmenter puisque dans le prototype, par sécurité, le nombre d'échangeurs et de boucles d'eau a été doublé. Sans cela, je pense qu'on serait proche des 20 % d'énergie économisée pour la même production de lait » relate Jacques Charriau. Aussi, si le BIB était branché au réseau d'électricité pour l'expérimentation, l'objectif, selon lui, serait de le coupler à des panneaux photovoltaïques pour bénéficier d'une énergie à moindre coût, récupérée lors des heures ensoleillées et stockée dans la glace. Convaincu par le potentiel de la technologie, Jacques Charriau a commandé dix produits, actuellement en pré-série, à Boréales Energy.

Un deuxième usage en développement

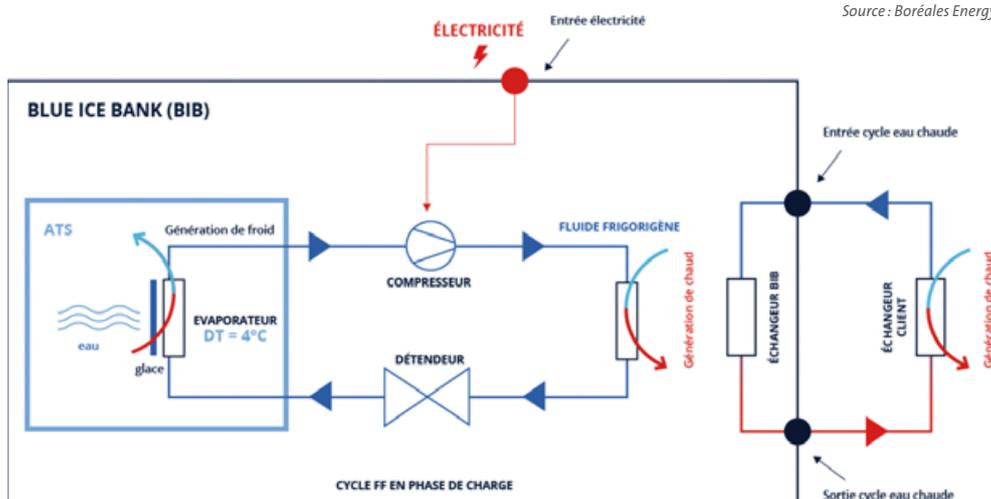
En plus du refroidissement direct tel qu'il est mis en place au Gaec de la Varenne, l'ATS peut servir au refroidissement indirect. « *Un dispositif frigorifique va chercher du froid dans de l'air chaud, mais plus il fait chaud, moins il y a de froid disponible. Passé un point, les systèmes frigorifiques*

*perdent en efficacité et peuvent arrêter de fonctionner... Pour pallier cela, les usagers de groupes froids appellent un frigoriste pour arroser les condenseurs et rafraîchir l'environnement du groupe froid. Mais, en situation de stress hydrique, ce n'est pas idéal. Deuxième solution : surdimensionner son système. Si l'usager a besoin de 50 kW, le frigoriste va lui proposer un groupe froid de 100 kW. Cette solution n'est pas optimale énergétiquement », déplore Sébastien Descamps. Pour répondre à ce besoin, Boréales Energy propose d'utiliser l'ATS comme un booster en venant l'intégrer sur la boucle frigorifique principale, et ainsi stabiliser son fonctionnement en cas de forte chaleur. « *Selon nos simulations, pour une typologie de chambre froide à -30 °C, nous visons un redressement de la performance de 19 % lorsqu'il fait 20 °C en extérieur et de plus de 70 % à 45 °C. Habituellement, à cette température, la majorité des groupes froids se mettent à l'arrêt* », avance Sébastien Descamps. Encore en phase de test, cet usage sera validé cet été dans la brasserie industrielle de Sutter, située dans l'Eure. En termes de coûts, le retour sur investissement est compris, selon Boréales Energy, entre cinq à sept ans. « *Notre ATS est constitué essentiellement d'eau et d'aluminium, ce ne sont pas des matériaux rares et ils ne sont pas chers. Pour le BIB, qui contient des matériaux tels que du cuivre ou des cartes électroniques, nous avons fait en sorte que l'indice de réparabilité soit élevé* », affirme Sébastien Descamps. L'an passé, la start-up a remporté le Grand prix du jury lors de l'EnergJ Meeting 2022. Dans le futur, Boréales Energy projette de générer de l'électricité en transformant la glace en saumure liquide grâce au système à cycle organique de Rankine (ORC). Celui-ci consiste habituellement à utiliser de la vapeur pour faire tourner une turbine. ●*

Léa Surmaire

► Fonctionnement du Boréales ice bank (BIB), une boucle de froid complète contenant l'accumulateur thermique statique (ATS) comme évaporateur

Source : Boréales Energy



En bref

Première installation de rebours en Auvergne-Rhône-Alpes

GRTgaz a inauguré le 21 juin la première installation régionale de rebours dans le département de l'Allier à Saint-Victor. Cet aménagement est le quatorzième de France. Il permet de remonter du biométhane du réseau de distribution vers le réseau de transport de GRTgaz, à l'inverse du flux habituel du gaz. Elle fonctionnera surtout en période estivale lorsque la production de gaz renouvelable dépasse la consommation locale. Quatre sites injectant du biométhane dans le réseau de distribution, dont la production actuelle est de 58 GWh/an, vont bénéficier du service rendu par ce rebours. Pour réaliser celui-ci, d'une capacité maximale de 2 000 m³/h, le gestionnaire de réseau a investi 3,25 millions d'euros.



Une centrale solaire flottante sur le lac d'un barrage hydroélectrique

Le groupe EDF a installé une centrale solaire photovoltaïque flottante sur le lac d'un barrage hydroélectrique à Lazer, dans les Hautes-Alpes. Composée de plus de 50 000 panneaux pour une capacité installée de 20 MWh, elle produira l'équivalent de la consommation électrique annuelle de 12 500 personnes. Ce projet a débuté en 2017, puis a été lauréat de l'appel d'offres de la Commission de la régulation de l'énergie (CRE) en 2018. Une campagne de financement participatif a été lancée permettant à la population locale d'investir 179 000 € dans le projet.

Climat : les pays riches ne tiennent pas leurs promesses

Selon un rapport de Care, les pays riches ne tiennent pas leurs promesses financières pour l'adaptation. Alors qu'ils s'étaient engagés à verser aux pays du Sud 100 milliards de dollars par an (dont la moitié pour l'adaptation) au plus tard en 2020, l'ONG estime que ce montant ne sera même pas atteint en 2025. À ce jour, seuls 14,3 Md\$ par an sont prévus pour le financement de l'adaptation. Ce montant est nettement inférieur aux promesses annoncées, et loin des besoins d'adaptation pour les pays du Sud qui pourraient atteindre entre 160 et 340 Md\$ par an d'ici à 2030. Seulement dix pays contributeurs sur 26 intègrent l'adaptation dans leur soumission : le Canada, le Danemark, la France, le Japon, les Pays-Bas, la Nouvelle-Zélande, la Norvège, le Royaume-Uni, les États-Unis et la Commission européenne. À l'inverse, près des deux tiers des contributeurs n'annoncent aucun engagement financier clair, se contentant de vagues formulations ou ignorant le sujet. De plus, les soumissions montrent que les pays ont tendance à se dédouaner de leurs responsabilités et comptent sur les banques multilatérales de développement et le secteur privé pour atteindre la cible des 100 Md\$. Une somme convenue il y a près de quatorze ans...

Un avion numérisé pour une conversion à l'hydrogène

Pour convertir un avion ATR 72 à l'hydrogène en remplaçant ses réacteurs et ses réservoirs à kérosène par un kit constitué d'une pile à combustible associée à des moteurs électriques, il est nécessaire d'en réaliser une maquette numérique. Pour cela, la start-up californienne Universal Hydrogen a fait appel au savoir-faire du Centre technique des industries mécaniques (Cetim) sud-Ouest. L'objectif est d'obtenir un modèle 3D de l'avion avant modification afin de pouvoir anticiper les changements à réaliser et fournir aux autorités internationales de sécurité les informations nécessaires à la certification.



Idex installe une centrale photovoltaïque pour l'hôpital d'Évreux



D'ici début 2024, Idex va poser 4 400 panneaux photovoltaïques sur une parcelle située derrière l'hôpital d'Évreux. Placés au sol et également sur les ombrières du parking du personnel, ces panneaux devraient ainsi fournir 1 860 MWh par an directement à l'hôpital, soit environ 25 % de l'électricité qu'il consomme. En outre, l'installation comportera une dizaine de bornes de recharge pour véhicules électriques. Idex mettra en place la centrale à ses frais, et recevra en retour un loyer versé par l'hôpital. Il sera calculé et modulé en fonction de l'électricité effectivement produite chaque année, pendant les 25 ans de durée du contrat.



Le climat, facteur clé de déstabilisation

Un nouveau rapport publié par l'Institut de relations internationales et stratégiques souligne l'augmentation probable des conflits sous l'effet de la précarisation des moyens de subsistance due aux effets du changement climatique. Quatre zones sont particulièrement concernées, surtout en Afrique et en Asie.

Le changement climatique entraîne déjà, et entraînera dans les décennies à venir, une compétition accrue pour les ressources en eau et en nourriture. De cette compétition pourrait survenir de nombreux conflits internes et interétatiques dans le monde. Ce constat alarmant émane d'un rapport publié par l'Institut de relations internationales et stratégiques (Iris)* dans le cadre de l'Observatoire Défense et Climat, mené pour le compte de la Direction générale des relations

internationales et de la stratégie (DGRIS) du ministère des Armées. « *L'objectif de cette note était d'aboutir à une vision globale et hiérarchisée des zones les plus susceptibles de connaître une exacerbation de la conflictualité sous l'effet des changements climatiques* », résume Marine de Guglielmo Weber, chercheuse de l'Observatoire Défense et Climat**. Pour les identifier, les scientifiques ont croisé deux indicateurs : le premier (Notre Dame Global Adaptation Index de l'Université de Notre Dame) évalue la résilience de chaque pays

face aux effets du changement climatique ; le second (Global Peace Index de l'Institute for Economics & Peace) mesure le niveau de paix de l'ensemble des États. Quatre grands ensembles géopolitiques particulièrement fragiles sont ressortis : l'Afrique de l'Ouest, centrale et de l'Est ; le Moyen-Orient et l'Afrique du Nord. Et dans une moindre mesure : l'Asie du Sud Est et le Pacifique Ouest ; l'Amérique Latine. « *Leur point commun est qu'ils sont soumis à une forte précarisation des moyens de subsistances sous l'effet de la raréfaction des ressources naturelles, notamment de l'eau et de la nourriture, qui mettent en péril l'agriculture et le tourisme qui sont souvent les deux secteurs économiques les plus importants de ces pays* », explique Marine de Guglielmo Weber. ►

→ Les foyers de conflit à l'épreuve des changements climatiques dans le monde.

► Conflits pour l'eau

L'Afrique de l'Ouest, centrale et de l'Est est la zone la plus exposée et la plus vulnérable aux effets du changement climatique : la Centrafrique, le Soudan, le Soudan du Sud, l'Éthiopie et la République Démocratique du Congo en particulier. Entre 1970 et 2020, les températures du continent ont globalement augmenté de 0,5 °C. De plus, il subit des périodes de sécheresse de plus en plus longues et intenses ainsi que la fonte de ses glaciers. Ce stress hydrique a des conséquences directes sur la production agricole et donc la sécurité alimentaire. Ce problème est aggravé par une forte instabilité politique, des conflits communautaires, une fragilité économique, des infrastructures vétustes et une explosion démographique qui devrait se poursuivre tout au long du siècle. « 278 millions de personnes sont déjà sous-alimentées. Si les températures

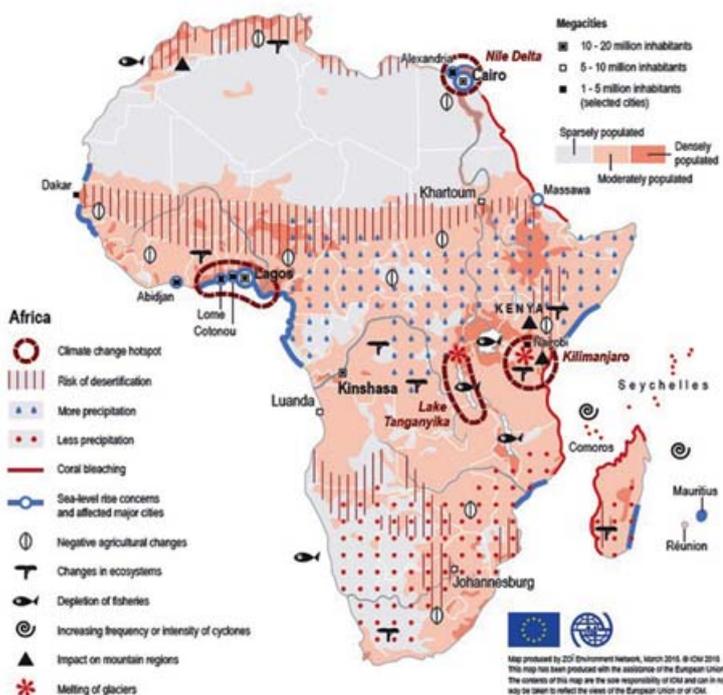
augmentent de 2 °C, les rendements des cultures céréalières devraient baisser de 10 à 20%. Si on franchissait le pallier des 3 °C, les zones actuelles de culture du maïs, du millet et du sorgho deviendraient inexploitable », alerte Marine de Guglielmo Weber. On peut également anticiper des conflits entre agriculteurs, et entre agriculteurs et éleveurs. En effet, les bergers nomades doivent se déplacer toujours plus pour faire boire et manger leurs troupeaux, ce qui crée des tensions avec les agriculteurs sédentaires. En 2003, le conflit au Darfour avait notamment éclaté à cause de tensions entre ces deux populations en concurrence pour la ressource en eau. Aujourd'hui, ces conflits agro-pastoraux sont de plus en plus courants, notamment en Afrique de l'Est et au Sahel. Outre ces déplacements temporaires de populations, des migrations permanentes pourraient aussi déstabiliser la région. D'ici 2050, le

nombre de déplacés climatiques internes pourrait atteindre 85,7 millions en Afrique subsaharienne. Les tensions autour de la maîtrise de l'eau des bassins transfrontaliers pourraient aussi déboucher sur des guerres entre États. Il y a déjà des tensions entre l'Égypte, le Soudan et l'Éthiopie autour du partage des eaux du Nil. Des frictions analogues existent aussi entre les pays riverains du lac Tchad. Au Moyen-Orient et en Afrique du Nord, aussi, le manque d'eau devrait entraîner des troubles. 60% de sa population vit déjà dans une zone où le stress hydrique est élevé. Et cette



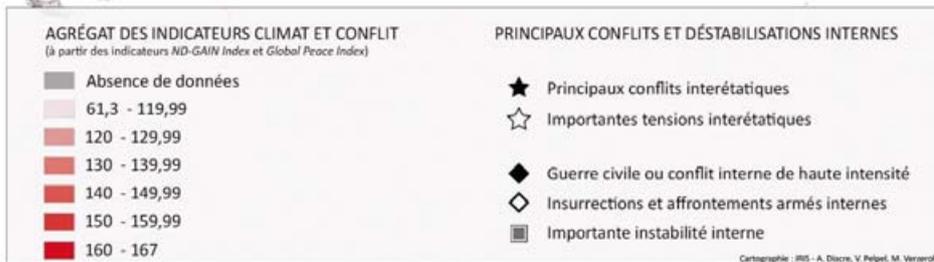
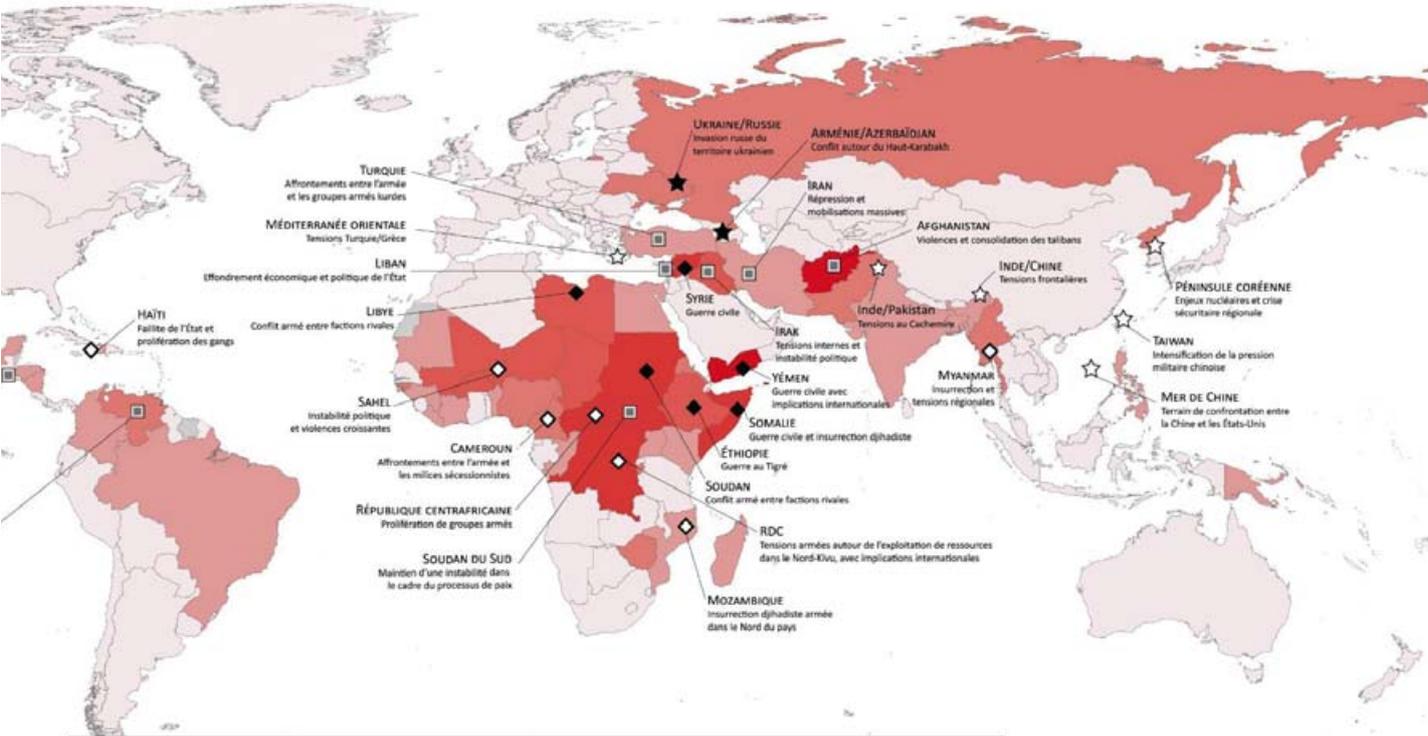
situation devrait s'aggraver : sur les bassins du Tigre et de l'Euphrate, la ressource en eau pourrait baisser de 60% d'ici la fin du siècle. La note de l'Iris pointe des risques de conflits entre États car la majorité des pays de la zone partagent leurs ressources en eau avec au moins un voisin tout en ayant de faibles ressources hydriques. Des tensions sont à craindre entre Israël et les pays arabes autour du bassin du Jourdain, et également entre la Turquie et la Syrie autour de l'Euphrate.

► Analyse régionale de l'Afrique de l'Ouest, centrale et de l'Est



Des zones inhabitables

Les zones Asie du Sud-Est et Pacifique Ouest présentent également un risque accru de conflit à cause des changements climatiques. L'Afghanistan est le pays le plus vulnérable devant le Pakistan, la Birmanie, l'Inde, les Philippines, le Bangladesh et la Papouasie-Nouvelle Guinée. Compte tenu de la grande diversité géographique de ces territoires, les aléas climatiques y varient fortement : vagues de chaleur, modification du régime de précipitations et du débit des grands fleuves, pluies plus intenses sont à craindre. Ils exposent cette région à la fois à des sécheresses, des canicules, des glissements de terrain et des inondations. En outre, le réchauffement des océans engendre la hausse de l'intensité et de la fréquence des tempêtes tropicales, cyclones et



typhons, ainsi que l'élévation de leur niveau très rapide dans le nord de l'océan Indien. La montée des eaux est particulièrement problématique dans cette zone qui regroupent des littoraux marins de faible altitude et densément peuplés, des deltas agricoles et des îles coralliennes. L'agriculture devra faire face à la salinisation des sols et des nappes dans des deltas comme celui du Mékong (Vietnam) ou de la rivière des Perles (Chine), mais aussi à des événements météorologiques extrêmes. Une hausse de 1°C de la température moyenne en Asie du Sud conduirait à la perte de 4 à 5 millions de tonnes de blé par an. Certains territoires pourraient même devenir totalement inhabitables en devenant trop chauds ou en étant submergés par la mer. Cela entraînerait des déplacements de population potentiellement explosifs sur le plan sécuritaire, mais aussi une

conséquence inattendue propre à cette zone. « *Les remises en cause des frontières ou du droit international ont un fort potentiel crisogène. Une partie de ce droit s'appuie sur des éléments naturels (rochers, marées, lignes de côte, etc.) qui peuvent être modifiés par les changements climatiques. La submersion progressive des territoires de faible altitude dans la zone pourrait conduire à une exacerbation des velléités territoriales sur fond de contestation du droit international* », estime Marine de Guglielmo Weber. Alors que la Chine, l'Inde et le Pakistan sont des puissances nucléaires, une guerre dans la région serait potentiellement gravissime. ●

Olivier Mary

(1) *Changements climatiques et foyers de conflits dans le monde*

(2) *Propos recueillis lors du séminaire « Changements climatiques et foyers de conflits dans le monde, quelles interactions et quels risques ? »*

L'Amérique Latine plutôt épargnée

L'Amérique latine est, parmi les quatre zones étudiées par l'Iris, celle qui présente le risque le plus faible d'exacerbation des conflits à cause du climat. Les problèmes sont assez identiques qu'en Afrique ou en Asie mais dans des proportions moindres. L'Institut pointe tout de même un risque spécifique entre la Colombie et le Venezuela. Les disparités socio-économiques entre ces deux pays favorisent la prolifération de groupes criminels, les activités de contrebande et les passages illégaux de migrants à la frontière. En 2014, la Colombie a d'ailleurs fermé la sienne avant de la rouvrir cette année. L'exode de millions de Vénézuéliens en Colombie offre en outre des recrues aux réseaux armés et criminels du pays. L'exploitation des migrants par ces gangs contribue à la montée de la xénophobie au sein de la population colombienne. Du fait de l'exposition croissante de ces populations aux aléas climatiques, celle-ci pourrait intensifier les violences internes voire alimenter de nouvelles tensions entre les deux États.

Clever, un scénario qui porte bien son nom !

Pour la première fois, un scénario de transition énergétique, nommé **Clever**, a été élaboré à l'échelle européenne par l'association négaWatt. Zoom sur cette vision collaborative où sobriété et efficacité énergétique sont les maîtres-mots.

En visant la neutralité carbone en 2050, l'Europe s'est fixée un défi de taille. Elle doit désormais réussir à réduire deux fois plus ses émissions de gaz à effet de serre (GES) lors des vingt prochaines années qu'elle ne l'a fait au cours des trois dernières décennies. De nombreux scénarios à l'échelle nationale ont été élaborés, comme ce fut le cas en France avec ceux de l'Ademe, RTE ou encore Amorce. À l'origine également de quelques propositions nationales, l'association négaWatt a cette fois étudié la transition énergétique à l'échelle européenne. Baptisé **Clever**, ce scénario est le fruit d'une longue démarche de co-construction, débutée en 2018 entre 26 organisations partenaires (groupes de réflexion, instituts de recherche, universités techniques, organisations de la société civile, etc.), issues de vingt pays européens. « Actuellement, il y a une profusion de législations européennes sur le climat, avec des objectifs de plus en plus ambitieux. Mais le rythme de mise en œuvre au niveau national et sur le terrain n'est tout simplement pas encore au rendez-vous », estime Charline Dufournet, responsable du plaidoyer chez négaWatt. « Il n'est pas encore en phase avec les

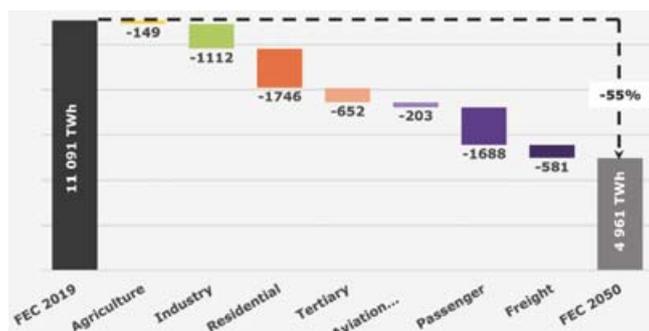
besoins rapides pour transformer notre système énergétique, et avec la nécessité d'accompagner les industries dans leurs transformations et les ménages dans l'évolution de leurs modes de consommation ». C'est en réponse à ce constat que **Clever** a été pensé. Son caractère inédit réside dans la construction ascendante, en agrégeant des visions nationales en un scénario européen qui prend en compte les spécificités territoriales. Il vise à concilier les impératifs à long terme en matière de climat et de durabilité et les contraintes de sécurité énergétique à court terme, tout en respectant les principes de juste partage de l'effort et d'une plus grande équité. « Nous avons également pris soin de développer une trajectoire robuste en termes d'équilibre entre l'ambition nécessaire des objectifs et le réalisme des changements que le scénario décrit », précise Yves Maignac, porte-parole de négaWatt.

L'approche SER

Vision collaborative de la faible consommation d'énergie, le scénario **Clever** est basé sur l'approche « Sobriété-Efficacité-Renouvelables »*. La priorité n'est ainsi pas donnée au potentiel de décarbonation de l'offre mais à la diminution de la demande en énergie. « Avec cette approche, on se concentre sur la sobriété et l'efficacité, en questionnant les besoins et en travaillant sur les services énergétiques, au lieu de se focaliser sur la production », détaille Yves Maignac. Après avoir évalué les besoins en énergie finale des différents secteurs d'activité, des hypothèses de sobriété et d'efficacité ont donc été appliquées,

permettant ensuite de définir les moyens renouvelables de production d'énergie primaire nécessaires. Le premier enseignement de **Clever** est que l'Europe peut atteindre la neutralité carbone d'ici 2045, sans recours à la capture et au stockage de carbone. Cela implique des étapes minimales de réduction des émissions de GES (par rapport à 1990) : -65 % d'ici à 2030, -80% en 2035 et -90 % à l'horizon 2040. Cette trajectoire serait compatible avec une limitation du réchauffement de la planète à moins de 1,5°C. Mais pour atteindre de tels niveaux d'émission, une diminution drastique de la demande d'énergie devra être réalisée. Elle est évaluée à -55% d'ici à 2050 par rapport aux niveaux de 2019, de 11 061 TWh à 4 961 TWh. La sobriété et l'efficacité énergétique sont des facteurs clés qui engendrent près de la moitié de cette baisse. « La sobriété est une stratégie décisive pour parvenir à la neutralité carbone. Le Groupe d'experts inter-gouvernemental sur l'évolution du climat (Giec) le mentionne pour la première fois dans ses derniers rapports d'évaluation », insiste Benjamin Best, chercheur à l'Institut de Wuppertal pour le climat, l'environnement et l'énergie, ajoutant que « dans les données historiques, la croissance et la demande d'énergie grappillent sur les gains d'énergie ce qui amène à une sous-représentation de la sobriété dans les scénarios énergétiques ». Selon Elliot Johnson, chercheur au Centre for Research into Energy Demand Solutions (Creds) de l'Université de Leeds, « le scénario **Clever** montre de fortes diminutions de la demande au cours des dix à quinze prochaines années qui seront cruciales pour réaliser des réductions d'émissions à court terme et limiter les émissions cumulées. Les plus importantes viennent des secteurs des transports et du bâtiment qui représenteraient les deux tiers de

↳ Contribution de chaque secteur à la réduction de la consommation finale d'énergie de l'UE27 modélisée dans le scénario **Clever** entre 2019 et 2050.

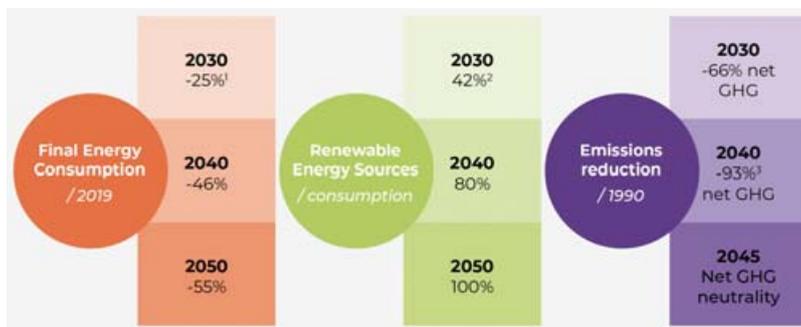


cette diminution (NDLR, -3 434 TWh)». Cela impose notamment une augmentation du taux annuel de rénovation performante qui devra passer de 0,2 % en moyenne à 2 % dans tous les pays. Pour les transports, l'essor de l'électrique et dans une moindre mesure le bioGNV, est attendu. La réduction des distances parcourues, l'augmentation des taux d'occupation et le développement accru du report modal, en particulier vers le rail, seront indispensables.

100 % renouvelable en 2050

Enfin, Clever montre que l'Europe peut être 100 % renouvelable d'ici le milieu du siècle. L'électricité devient le vecteur dominant dans tous les grands secteurs de consommation. La part des fossiles et du nucléaire va progressivement baisser, alors que celles des énergies renouvelables va croître, avec comme étapes obligatoires, 42 % d'EnR dans le mix en 2030, 65 % en 2035 et 80 % en

→ Les étapes du scénario Clever en termes de réduction de l'énergie finale, de part de renouvelables dans le mix énergétique, et de réduction des émissions.



2040. Les capacités installées pour le photovoltaïque, l'éolien terrestre et offshore seraient ainsi respectivement de 600 GW, 350 GW et 118 GW en 2030, puis de 1 366 GW, 546 GW et 328 GW en 2050. La biomasse aura également un rôle essentiel à jouer dans certains secteurs, en particulier pour l'aviation et le transport international de marchandises. La production devrait atteindre 2 250 TWh en 2050, et « reste dans les limites des estimations les plus basses faites au niveau européen », selon l'association. Le recours à l'hydrogène et au Power-to-X devra se limiter aux secteurs où ils sont réellement indispensables, principalement la production d'acier primaire et d'ammoniac ou le fret maritime. L'électrolyse devrait ainsi assurer la production d'hydrogène à hauteur de plus de

1 000 TWh en 2050, alors que la pyrogazéification permettra de générer 214 TWh de méthane de synthèse. Mais pour que ce scénario « positif » prenne réellement forme, la politique énergétique et climatique de l'Union européenne devra favoriser ces changements. « La Commission européenne devrait explicitement intégrer la sobriété dans ses modélisations et ses hypothèses, et non pas seulement comme une mesure d'ajustement à court terme mais comme un levier qui fonctionne en synergie avec l'efficacité et les énergies renouvelables », avertit négaWatt dans ses recommandations. ●

Clément Cygler

Les citations sont issues de la conférence de lancement du scénario Clever, organisée à Bruxelles le 5 juin dernier.

*Sufficiency-Efficiency-Renewable framework

AVIS D'ATTRIBUTION DE CONCESSION

ANNONCES LÉGALES

TOULOUSE MÉTROPOLE

M. Jean-Luc MOUDENC - Président
Direction de la commande publique
6 rue René Leduc
BP 35821 - 31505 Toulouse - CEDEX 5
SIRET 24 10 51 00 70

Objet : Concession de service public pour la construction, le financement, l'exploitation et la maintenance du réseau de chaleur et de froid du quartier Grand Matabiau Quais d'Oc sur la commune de Toulouse.

Référence acheteur : 2022-DGD-CC Services

Procédure : Avis de concession

Code CPV principal : 71321200 - Services de conception des systèmes de chauffage

Code CPV complémentaire :

- 09323000 - Chauffage urbain
- 45231112 - Installation de réseau de conduites
- 45232140 - Travaux de construction de réseaux de chauffage urbain

Critères d'attribution :

Offre économiquement la plus avantageuse appréciée en fonction des critères énoncés ci-dessous par ordre de priorité décroissante (priorité = 1 à la priorité la plus grande)

- 1 - Niveau du transfert de risques et des engagements juridiques.
- 2 - Qualité de l'économie du service délégué.
- 3 - Qualité technique et environnementale du service délégué.

- 4 - Qualité et transparence du service délégué et impact sociétal.

Date d'envoi de l'avis de publicité initial au JOUE et au BOAMP : 23/12/21

Le marché s'inscrit dans un projet/programme financé par des fonds communautaires : OUI

Références du ou des projet(s) et / ou programme(s) : Telles que mentionnées dans les pièces du document de consultation des entreprises téléchargeables à l'adresse suivante : <https://www.toulouse-metropole.marches-publics.info/>.

Procédures de recours :

Instance chargée des procédures de recours :

Tribunal administratif de Toulouse
68, rue Raymond IV
BP 7007 - 31068 Toulouse - Cedex 07
Tél : 0562735757 • Fax : 0562735740
greffe.ta-toulouse@juradm.fr

ATTRIBUTION

Valeur totale du marché (hors TVA) : Valeur : 147 343 826 €

Date de signature de la convention par l'autorité déléguée : 23/05/23

Nombre d'offres reçues : 4

ENGIE ENERGIE SERVICES, exerçant sous l'enseigne commerciale, ENGIE Solutions 1 place Samuel de Champlain, Faubourg de l'Arche 92930 Paris La Défense

Montant HT : 147 343 826,00 € (montant prévisionnel de l'ensemble des sommes à percevoir par le délégataire, qu'elles soient liées ou non au résultat de l'exploitation du service, et quelle que soit leur origine)

Le concessionnaire est une PME : NON

En bref

La trajectoire neutralité carbone de Vattenfall validée

Vattenfall est la première entreprise suédoise du secteur de l'énergie dont la stratégie visant à atteindre l'objectif de zéro émission nette en 2040 a été validée par la Science Based Target initiative (SBTi). Par rapport à 2017, le groupe envisage de réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES) de ses scopes 1 et 2 de 93,5% par kWh. En outre, il doit baisser les rejets absolus de GES du scope 3 provenant de l'utilisation des produits vendus de 90%. Il prévoit également de réduire de 50% les émissions de CO₂ de ses fournisseurs de biens et de services d'ici 2030 et de multiplier par quatre sa capacité renouvelable installée d'ici 2030. Enfin, concernant les énergies fossiles, Vattenfall envisage une sortie complète du charbon d'ici 2030 et du gaz naturel dix ans plus tard.

Une usine de carburant durable à Lacq

Elyse Energy va implanter dans le bassin industriel de Lacq, dans les Pyrénées-Atlantiques, une usine de production de e-kérosène. Elle se situera sur 45 hectares à Pardies sur d'anciens terrains occupés par l'usine Yara France. Ce projet baptisé BioJet aura une capacité totale de 110 000 tonnes de carburants par an, dont 75 000 seront destinées à l'aviation. Il nécessitera un investissement d'un milliard d'euros et devrait créer au moins 800 emplois directs et indirects. Soutenu par l'État et l'Ademe, il répondra à 20% des objectifs nationaux en termes d'utilisation de e-kérosène dans le secteur de l'aviation d'ici 2030. La construction de l'usine débutera en 2025 et sa mise en service est prévue pour 2028.



Un réseau de chaleur franco-allemand dès 2027

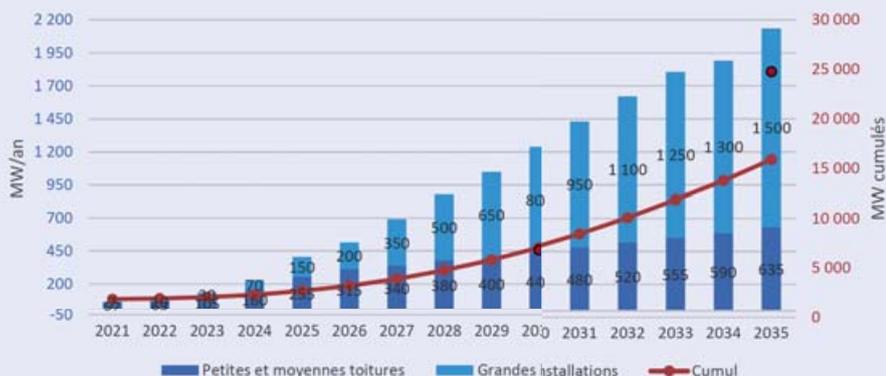
Le comité de suivi du programme européen Interreg Rhin Supérieur a adopté deux nouveaux projets au service de la coopération transfrontalière dans l'espace rhénan franco-germano-suisse, dont un réseau de chaleur qui devrait voir le jour à partir de 2027. Celui-ci doit récupérer la chaleur industrielle résiduelle d'une aciérie de Kehl pour chauffer 7 000 logements à Strasbourg. Une conduite de 4,5 kilomètres reliera les deux villes en passant sous le Rhin. Ce projet évitera l'émission de près de 20 000 tonnes de CO₂. À terme, le réseau de chaleur transfrontalier doit se développer pour raccorder davantage de ménages, d'établissements publics et d'entreprises. L'Union européenne finance le projet à hauteur de 60%, soit un peu plus de 2 millions d'euros.

Un appel à projets de recherche sur l'éolien en mer

L'Observatoire de l'éolien en mer lance un appel à projets de recherche ouvert aux scientifiques ainsi qu'aux bureaux d'études et associations. Son objectif est de favoriser et de soutenir des travaux de recherche permettant de progresser sur la connaissance du milieu marin ; sur les interactions entre l'éolien en mer et le milieu aquatique à tous les stades de la vie d'un parc ; sur les solutions pour éviter, réduire ou compenser les impacts dans le cadre du déploiement d'activités d'énergies marines renouvelables (EMR). Le montant minimal des projets est de 200 000 euros. Le budget maximal de cet appel à projets est de 15 millions d'euros sur la période 2023-2024. Deux phases de dépôts des projets sont proposées : avant le 15 septembre 2023 pour la première phase et avant le 31 décembre 2023 pour la seconde.

La chaleur solaire progresse

Le marché de la chaleur solaire en France métropolitaine a progressé en 2022 selon Enerplan, qui a publié des statistiques lors des États généraux de la chaleur solaire. 74,3 MW ont été installés l'année dernière, soit une croissance de 23% pour les capteurs vitrés. La croissance est très forte dans le résidentiel individuel sous l'effet de MaPrimeRénov'. Les chauffe-eaux solaires ont crû de 113% et les systèmes solaires combinés de 171%.

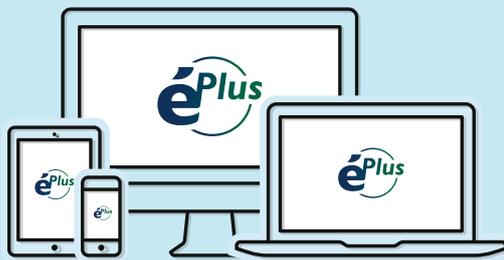


énergie^{Plus}

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

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 : 900 € H.T./an par module de 5 cm de haut. Autres tailles : nous consulter.

CONSEILS



Etudes, conseils, formations et informations pour le bâtiment résidentiel confortable et économe en énergie.

Christian CARDONNEL
Tél : 06 85 75 86 16
chc@ccconsultant.fr

E&E CONSEIL

S'appuyant sur une grande expérience dans différents secteurs industriels, E&E Conseil peut apporter :

- une expertise des sites industriels et des recommandations sur les axes de progrès
- une vision sur les technologies innovantes et leur applicabilité
- une aide pour développer des partenariats
- des recommandations pour mettre en place de la recherche collective

Lieu dit Les Pasquiers - 719b - 71570 Leynes
Tél. +33 (0)6 03 05 40 46
mail : eeconseil71@gmail.com

CONTRÔLE

Organisme d'inspection
Accrédité COFRAC N°3-1835
portée disponible sur
www.cofrac.fr

SPÉCIALISTE DE L'URGENCE

INSPECTIONS DANS TOUTE LA FRANCE

VOS RAPPORTS D'INSPECTION EN 48H

06.89.19.61.57 / 06.25.20.21.12 | idf.a2c@gmail.com | www.idfacc.fr

OPTIMISEZ LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE DE VOS PROCÉDÉS INDUSTRIELS

PROESIS.NET

ISOLATION

Modèles déposés® - Patent pending

www.isolif.com | tél. 03 89 36 59 53 | contact@isolif.com

Fabricant de matelas thermiques

Tous types de matelas éligibles CEE, une Application pour vos relevés, un espace Pro. pour gérer vos projets.

Plus de 95% des équipements isolés en chaufferie
90% de réduction des pertes d'énergie des équipements

MÉTHANISATION ET VALORISATION DU BIOGAZ

BIOGAZ PRO, votre partenaire en méthanisation de la construction à la maintenance. Curage, changement agitateur, changement gazomètre, location incorporateur, location chaudière, consommables, produits biologiques.

Contact : 09 72 64 95 42 - info@biogazpro.fr
www.biogazpro.fr

Facebook et Instagram : Biogaz Pro

Ingénierie - 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 | TPI | QUALimétha

Apprenez comment économiser de l'énergie dans votre entreprise



bastille - photo © Getty Images

Infos & inscriptions sur

www.prorefei.org

50
formateurs habilités

+

170
sessions de stage
de **2 jours**

=

650
formés devenus
référénts énergie


PROREFEI

La formation des référents
énergie dans l'industrie

Optimisons
nos
énergies

Un programme porté par :





Avec un accompagnement d'experts et une solution digitale à la carte, le pilotage de vos dossiers d'aides à la rénovation énergétique est simplifié.



contact@consoneo.com

09.70.17.24.28

www.consoneo.com



Vous êtes industriel ?

Appelez votre contact dédié :

Thérèse Caravano

06.65.74.01.69