

# énergie<sup>Plus</sup>

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

MAÎTRISER L'ÉNERGIE DURABLEMENT

1<sup>er</sup> FÉVRIER 2023

698

9 COLLECTIVITÉS

## DROM : l'autonomie énergétique en ligne de mire



## 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)
- Ont participé à ce numéro : Philippe Bohlinger  
Caroline Kim
- Secrétaire de rédaction : Léa Surmaire (75 98)
- Diffusion-abonnements : Alexandre Giroux (01 46 56 35 40)  
a.giroux@atee.fr
- Photo en couverture : © Graphithèque/Adobe Stock

## 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



9



16



21

## Infos pros

- 4 À lire. Telex.
- 5 En bref. Rendez-vous ATEE. Nominations. Agenda.
- 7 La loi d'accélération des ENR avance

## Collectivités

- 8 En bref
- 9 **DROM : l'autonomie énergétique en ligne de mire**
- 12 Changement climatique : la Caraïbe surexposée

## Industrie

- 14 En bref
- 15 Les Vosgiens convertissent leur incinérateur à l'efficacité énergétique
- 16 **Déchets nucléaires : le stockage profond privilégié mais compliqué à déployer**
- 18 La fonderie Castmetal FWF tire profit de sa certification ISO 50001

## Bâtiment

- 21 **Penser un quartier bas carbone : l'exemple du Moulin du Pé à Saint-Nazaire**
- 22 Vers l'infini, grâce à des bâtiments moins énergivores

## 25 Index thématique 2022

## 30 Répertoire des fournisseurs



# Un géant pétrolier sous le feu des critiques !

Clément Cygler, rédacteur en chef

**L**e 18 janvier dernier, Antonio Guterres, le secrétaire général de l'Organisation des Nations-unies (Onu), a dénoncé, lors du Forum économique mondial à Davos, le « *grand mensonge* » colporté par ces groupes mondiaux. À l'origine de ce discours, un article publié dans Science quelques jours auparavant, qui épinglait la compagnie pétrolière Exxon. Selon les auteurs, celle-ci savait depuis la fin des années 1970 que ses produits à base de combustibles fossiles pouvaient entraîner un réchauffement climatique avec « *des effets environnementaux dramatiques avant l'année 2050* ». Exxon disposait en effet de prédictions sur le réchauffement climatique réalisées en interne par ses

propres scientifiques, et surtout très justes au regard de la situation environnementale actuelle. Si l'entreprise a nié ses accusations, sans toutefois réfuter l'authenticité des documents étudiés, on peut se poser des questions sur son comportement et sur ses nombreuses campagnes climato-sceptiques menées. D'autant plus que ces dernières diffusaient des messages contraires aux résultats de leurs propres équipes scientifiques... « *Aujourd'hui, les producteurs de combustibles fossiles et ceux qui les soutiennent continuent de se battre pour accroître la production, tout en sachant pertinemment que leur modèle économique est incompatible avec la survie de l'humanité* », a insisté le secrétaire général de l'Onu.

## ENTREPRISES ET ACTEURS PUBLICS CITÉS DANS CE NUMÉRO

|                               |                    |                         |        |                         |        |                                |        |               |        |
|-------------------------------|--------------------|-------------------------|--------|-------------------------|--------|--------------------------------|--------|---------------|--------|
| ADEME                         | 5, 10, 11, 20, 21, | BIONEXT                 | 14     | EDF SEI                 | 10     | GRTGAZ                         | 4      | OMM           | 12     |
| ADEME INVESTISSEMENTS         | 4                  | BOUCL ENERGIE           | 4      | EFFINERGIE              | 20     | HAUT CONSEIL POUR LE CLIMAT    | 20     | ONDRAF        | 17     |
| AFCN                          | 17                 | BUREAU VERITAS          | 4      | ELECTRA                 | 4      | HELEXIA                        | 22     | ONRE          | 20     |
| ALANTRA                       | 4                  | CASTMETAL FWF           | 18, 19 | ELYSE ENERGY            | 14     | IFP ÉNERGIES NOUVELLES         | 14     | ONU           | 13     |
| ALKERN                        | 24                 | CL'AIR VALLÉE DE L'ARVE | 8      | ENEDIS ALPES            | 4      | INDDIGO                        | 21     | REICHMUTH&CO  | 4      |
| AMARANTE ARCHITECTURE         | 23                 | CNES                    | 22, 23 | ENGIE-COFELY            | 15     | IRIS                           | 13     | SER           | 10, 11 |
| AMUNDI TRANSITION ÉNERGÉTIQUE | 4                  | CNRS                    | 24     | EQUINOV                 | 18, 19 | IRSN                           | 14     | SKB           | 17     |
| ANDRA                         | 14, 16             | CFE                     | 5      | EURAENERGIE             | 14     | IS2M                           | 24     | SOLARIG       | 4      |
| ASCA                          | 20                 | COTTALORDA & PERES      | 23     | ÉVODIA                  | 15     | JAG ARCHITECTURE               | 23     | SONADEV       | 21     |
| ASN                           | 14                 | CRE                     | 10     | FNCCR                   | 5      | LIENS5                         | 12, 13 | SUEZ          | 15     |
| AVRIL                         | 14                 | CSG                     | 22, 23 | FRANCE ÉNERGIES MARINES | 5      | MARTINIQUE TRANSPORTS          | 10, 11 | TOTALÉNERGIES | 8      |
| AXENS                         | 14                 | CTM                     | 10     | FRANCE GAZ              | 4      | OBSERV'ER                      | 5      | UHA           | 24     |
| BANQUE DES TERRITOIRES        | 4                  | DEAL                    | 10, 11 | FRANCE URBAINE          | 8      | OBSERVATOIRE DÉFENSE ET CLIMAT | 12     | VELCOREX      | 24     |
| BEI                           | 4                  | EDF                     | 22     | GLOBALCHANCE            | 16     | OID                            | 20     | VOLVO         | 18     |
|                               |                    |                         |        | GLOBALDATA              | 14     |                                |        |               |        |

À lire

# Dictionnaire juridique du changement climatique

Marta Torre-Schaub, Aglaé Jézéquel, Blanche Lormeteau & Agnès Michelot,  
Mare et Martin Éditions, 583 pages, 49 euros

Le changement climatique affecte désormais la globalité de la population mondiale et la communauté scientifique est de plus en plus unanime pour reconnaître que ce phénomène va accentuer les inégalités économiques et sociales entre États, communautés, catégories sociales, sexes, etc. Dans ce contexte, la justice climatique est devenue une question incontournable dans les débats nationaux et internationaux sur le climat. En outre, les plaintes contre les États ou les grandes entreprises se multiplient. Ce dictionnaire composé de plus de 200 entrées (d'Accord de Paris à vulnérabilité) et préfacé par le climatologue Jean Jouzel s'adresse aussi bien aux néophytes qu'aux spécialistes de ces questions. Il recense les multiples notions composant le droit du changement climatique. Il entend apporter un éclairage nouveau et original sur cette thématique et les concepts qui y sont associés. La finalité est double : produire une première nomenclature interdisciplinaire du changement climatique, à dominante juridique, tout en favorisant sa portée au grand public pour une meilleure compréhension des enjeux posés par cette problématique.



## L'éolien en mer Un défi pour la transition

EDF, Lavoisier, 189 pages, 12 euros

Cet ouvrage est le sixième d'une série qui comprend des volumes sur le stockage de l'électricité, la flexibilité des systèmes électriques, l'hydrogène décarboné, la préservation de la biodiversité et les défis scientifiques du nucléaire pour la production d'électricité. Rédigé par 36 ingénieurs et chercheurs travaillant au sein du groupe EDF, il s'intéresse cette fois à l'éolien en mer. Cette filière récente qui a vu le jour en 1991 au large du Danemark,

représentait déjà fin 2021 56 GW de capacité installée fin 2021. Ce livre se veut pédagogique et exhaustif. Il traite de thèmes très variés : structuration de la filière ; environnement et concertation avec les usagers ; fonctionnement d'une éolienne en mer ; analyse des techniques actuelles et à venir de cette industrie ; raccordement aux réseaux terrestres ; intermittence ; maintenance des parcs et démantèlement des sites ; perspectives économiques de croissance des marchés.



## TÉLEX

/// L'ASSOCIATION FRANÇAISE DU GAZ devient **FRANCE GAZ** /// **ALANTRA** et le développeur **SOLARIG** s'associent aux fonds d'infrastructures **AMUNDI TRANSITION ÉNERGÉTIQUE** et **REICHMUTH&CO** pour lancer un fonds d'investissement photovoltaïque de 1,9 GW /// **BUREAU VERITAS** lance un schéma de certification dédié à l'hydrogène renouvelable /// **BOUCL ENERGIE** et **ENEDIS ALPES** ont signé leur première convention partenariale qui a pour objectif le développement de grands projets d'autoconsommation collective sur ce territoire /// **ELECTRA** et **ADEME INVESTISSEMENTS** deviennent partenaires pour le déploiement des bornes de recharge ultra-rapides pour véhicules électriques en zones péri-urbaines /// La **BANQUE EUROPÉENNE D'INVESTISSEMENT** et la **BANQUE DES TERRITOIRES** mettent en place une nouvelle ligne de financement de 500 millions d'euros à destination des collectivités locales et leur transition énergétique /// **GRTGAZ** lance un appel à intérêt pour la création d'une nouvelle infrastructure dédiée à l'hydrogène à Fos-sur-Mer ///

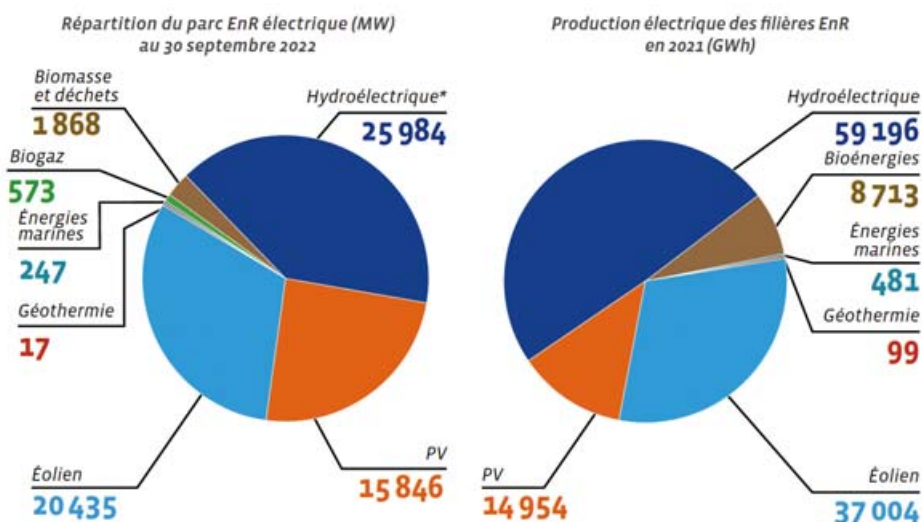
En bref

# EnR électriques : la France reste à la traîne

Selon le dernier baromètre des énergies renouvelables électriques\*, l'Hexagone est encore et toujours en retard. L'atteinte des objectifs fixés par la Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE), déjà compromise pour 2023, risque également de l'être en 2028. « Sur les deux filières piliers des EnR en France que sont l'éolien terrestre et le photovoltaïque, nous n'avons jamais été dans le rythme et la déviation vis-à-vis des objectifs à 2028 risque de se creuser », indique Frédéric Tuillé, responsable des études chez Observ'ER. Le développement de l'éolien terrestre reste en effet sous le seuil des 2 GW par an, et conduirait à un manque compris entre 4 à 6 GW en 2028. Pour le photovoltaïque, la situation pourrait être plus exacerbée au vu des niveaux ambitieux visés. « Car même si la filière commence tout juste à avoir un rythme de croissance qui se rapproche de la feuille de route assignée, cela arrive tardivement », souligne Frédéric Tuillé. Au total, près de 18 GW pourraient manquer au parc électrique français pour ces deux seules filières à l'horizon 2028. Les raisons : un sous-effectif chronique des services déconcentrés de l'État qui instruisent les dossiers et une complexité administrative entravant encore le développement des projets. Et ce n'est pas la loi d'accélération des EnR, tout juste adoptée, qui risque de résoudre cette situation. « Les acteurs craignent que la loi loupe le véritable enjeu de la simplification administrative », précise le responsable d'Observ'ER. La France affiche des ambitions claires et la volonté de réindustrialiser les filières mais cela nécessite un marché national solide pour y parvenir. C'est le cas de l'éolien en mer qui affiche un retard. « Il ne faut pas celui-ci se creuser, sinon l'industrie française aura du mal à se développer et à être présente à l'étranger. Et c'est à peu près la même logique pour les autres filières », ajoute Frédéric Tuillé. Enfin, les auteurs du baromètre rappellent l'importance de la mise en place en octobre 2022 d'un plafonnement du prix de l'électricité et d'un mécanisme de reversement. Celui-ci vise à récupérer auprès des producteurs d'électricité, sous contrat de complément de rémunération, le profit réalisé sur leurs ventes au-delà de 180 euros du mégawattheure. Par ce biais, l'exploitation des sites solaires et éoliens pourrait générer des contributions au budget de l'État de près de 30,9 milliards d'euros pour la période 2022-2023, ce qui représentent 75 % des aides versées aux filières EnR ces deux dernières décennies !

\* Réalisé par Observ'ER avec la FNCCR et l'Ademe

## PUISSANCES ET PRODUCTIONS



## Rendez-vous ATEE

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

## Événements régionaux

### ATEE ÎLE-DE-FRANCE

**14 février 2023 de 9h30 à 11h**  
 Webinaire : « Déploiement d'infrastructures de recharge : quels enjeux et opportunités pour les entreprises du secteur tertiaire ? »

### ATEE BOURGOGNE FRANCHE-COMTÉ

**21 mars 2023**  
 Webinaire : « Les CEE dans un contexte énergétique tendu »

## Nominations

- **Herveline Gaborieau** est la nouvelle directrice générale de France Énergies Marines.
- **Édouard Manini** a été nommé coordinateur national des zones de faibles émissions mobilité (ZFE-m).
- **Marie-Line Vaiani** devient la nouvelle secrétaire générale du Conseil Français de l'Énergie.

## Agenda

8-9 FÉVRIER — NANTES

► **BIO 360**  
[www.bio360expo.com/](http://www.bio360expo.com/)

9 FÉVRIER — PARIS

► **EnerJ-meeting**  
[www.enerj-meeting.com/](http://www.enerj-meeting.com/)

15 MARS — PARIS

► **Conférence nationale hydrogène renouvelable, H2 Entreprises**  
[www.h2entreprises.com/](http://www.h2entreprises.com/)

21 MARS — LYON

► **8<sup>e</sup> colloque national photovoltaïque**  
<https://ser-evenements.com/8eme-colloque-national-photovoltaïque/>

21 AU 23 MARS — LYON

► **BePositive 2023**  
[www.bepositive-events.com/fr](http://www.bepositive-events.com/fr)





## Groupe de services spécialisés dans la sobriété énergétique et les énergies renouvelables

Pour répondre à la demande croissante de nos clients, de plus en plus complexe dans l'optimisation des gisements d'économies d'énergie et des énergies renouvelables, nous proposons une offre clé en main intégrant l'ensemble de la chaîne de valeur avec un interlocuteur unique.

[certigaia-group.com](https://certigaia-group.com)



Mandataire CEE d'obligés et MPR  
Valorisation & Conformité réglementaire



Bureau d'études RGE



Rénovation globale  
de maisons  
individuelles &  
Bâtiments collectifs



Installation de  
panneaux  
photovoltaïques



Industries  
& CPE



Acteur RSE pour  
logements collectifs  
& secteur tertiaire



Laboratoire  
technologique  
& marketing



Installation de bornes  
pour véhicules  
électriques



# La loi d'accélération des EnR avance

Le 24 janvier, députés et sénateurs ont adopté la version finale du projet de loi pour l'accélération des énergies renouvelables. Il a également pour objectif d'améliorer leur acceptabilité sociale tout en garantissant la protection de la biodiversité et en minimisant l'artificialisation des sols.

**286** voix contre 238 : c'est grâce à cette courte marge que le projet de loi pour l'accélération des énergies renouvelables a été adopté à l'Assemblée, à la suite du Sénat qui avait largement soutenu le texte en novembre. Le Gouvernement a eu besoin des voix du Parti Socialiste pour le valider, alors que la France Insoumise, Europe Écologie Les Verts et les Républicains s'y sont opposés ou se sont abstenus. Les uns ont dénoncé « *des dérogations injustifiées accordées à l'éolien* », les autres ont regretté un manque d'ambition ou se sont opposés à une libéralisation du secteur. Puis, députés et sénateurs, réunis en Commission mixte paritaire jusque tard dans la nuit du 24 janvier, sont parvenus à se mettre d'accord sur le texte final du projet après cinq heures de pourparlers tendus\*. Concrètement, cette loi a pour objectif de diviser par deux les délais de réalisation des projets d'énergies renouvelables, qui sont en France beaucoup plus longs à aboutir que chez ses voisins. Elle mise tout particulièrement sur le photovoltaïque et l'éolien.

## Plus de pouvoirs pour les communes

Le texte met en place des zones d'accélération à l'échelle des communes ou des EPCI en charge des schémas de cohérence territoriale (SCoT). Les collectivités devront identifier ces zones sur la base de documents transmis par l'État et selon les potentiels énergétiques mobilisables. La cartographie de ces zones sera actualisée tous les cinq ans. En marge de ce dispositif, un amendement gouvernemental donne la possibilité de réaliser des appels d'offres régionalisés, ce qui permettra d'accompagner des filières



différentes selon les territoires en fonction de leurs atouts énergétiques. Pour accélérer les procédures, les députés ont défini un principe d'intérêt public majeur pour les projets renouvelables afin de pouvoir mettre en place des dérogations dans les zones abritant des espèces protégées. Pour autant, le projet de loi souhaite dans le même temps les préserver. Il envisage donc de créer un observatoire des énergies renouvelables et de la biodiversité. Le législateur souhaite également renforcer l'acceptabilité des projets. Il instaure un partage de la valeur qui prévoit que les producteurs d'énergie ayant remporté un appel d'offres de l'État financent des actions pour protéger la biodiversité ou aident les communes à mener leur transition énergétique. Concernant le partage de la valeur des énergies renouvelables, les députés ont, comme les sénateurs, supprimé la réduction sur la facture des riverains proches des installations, une mesure qui était initialement voulue par le Gouvernement.

## Développer éolien en mer et PV

Le projet de loi contient également des mesures destinées à libérer du foncier pour accentuer le déploiement du solaire photovoltaïque sur les zones artificialisées. L'obligation d'installer des ombrières de parkings a été renforcée par les députés :

initialement, cela concernait ceux de plus de 2 500 m<sup>2</sup> mais les élus ont abaissé ce seuil à 1 500 m<sup>2</sup>. Des dérogations à la loi littoral faciliteront l'installation de panneaux sur des terrains en friche en bord de mer. Toutefois, plusieurs amendements ont été votés pour encadrer l'agrivoltaïsme : ces installations devront permettre de créer, maintenir ou développer une production agricole, qui devra rester l'activité principale. En outre, elles devront être réversibles. De plus, les ouvrages solaires au sol seront interdits sur les terres cultivables. Pour développer l'éolien en mer, un document sera mis en œuvre d'ici à 2024. Il définira des zones prioritaires d'implantation qui devront se situer en priorité dans la zone économique exclusive (ZEE) et ne pas empiéter sur les parcs nationaux. Les collectivités littorales situées à moins de 100 kilomètres d'un parc offshore pourront formuler un avis sur son implantation. Enfin, avant d'installer de nouvelles éoliennes terrestres, les autorisations d'exploiter devront prendre en compte de nouveaux facteurs comme les effets de saturation visuelle dans le paysage. Le texte devrait être prochainement voté par les deux chambres. ●

Olivier Mary

\*Au moment de la rédaction de l'article, le texte final n'était pas encore publié.

## Qualité de l'air : le Comité de concertation national sur les ZFE-m est lancé

Ce comité, lancé aux côtés de France Urbaine, réunit des représentants des collectivités territoriales, des associations, des entreprises et des artisans, des acteurs du transport routier et de l'État. Il permettra de faciliter les échanges entre l'État, responsable du cadre national, les collectivités territoriales, qui mettent en œuvre les zones à faibles émissions mobilité (ZFE-m) et en définissent les règles, ainsi que les usagers. Lors de la première réunion en janvier 2023, a été présentée la répartition des 150 millions d'euros du fonds vert qui aideront, par exemple, les collectivités à financer des parkings relais, des panneaux de signalisation ou l'achat de dispositifs de contrôle disponibles à la fin de l'année 2024. Les agglomérations qui dépassent les seuils de pollution (Paris, Lyon, Marseille et Rouen à ce stade) toucheront 15 M€. Celles qui ont mis en place des ZFE-m obtiendront 6 M€, et celles dont l'instauration de ces zones est encore en projet 1 M€.

## De nouvelles mesures dans le PPA de la vallée de l'Arve

Un an avant la fin du second Plan de protection de l'atmosphère de la vallée de l'Arve 2019-2023 (PPA2), élus et associations se sont réunis lors de la 6<sup>ème</sup> Conférence locale de l'air (CL'Air) début janvier à la Roche-sur-Foron. Dans cette vallée particulièrement sensible à la pollution, notamment du fait des reliefs qui l'entourent, les actions engagées entre 2012 et 2020 ont permis de baisser de plus d'un tiers la pollution de particules fines PM 10, PM 2,5 et d'oxydes d'azote. Pour poursuivre ces efforts, les porteurs du plan ont annoncé la prolongation de deux ans du Fonds Air Bois, une aide financière destinée aux ménages pour le changement de leur chauffage au bois ou de leur cheminée ouverte. Seul 53 % de l'objectif de 3 500 appareils à remplacer lors du PPA2 a en effet été effectué. Aussi, un Fonds Air Entreprises, alimenté par les collectivités locales et l'État, sera mis en place avec un budget de 4 millions d'euros dès 2023. Il soutiendra les entreprises engagées dans la réduction de leurs émissions atmosphériques au-delà des normes réglementaires applicables. Un plan d'accompagnement et de développement de projets de covoiturage a également été dévoilé.



## La plus grosse unité de production de biogaz de France mise en service

C'est à Mourenx, près de Pau (Pyrénées-Atlantiques), au cœur du bassin gazier de Lacq, que TotalÉnergies l'a installée. Baptisée BioBéarn, l'installation devrait produire 69 GWh de biogaz en 2023, avant une montée en puissance les années suivantes. À terme, elle traitera annuellement jusqu'à 200 000 tonnes de déchets organiques pour une capacité maximale de production de 160 GWh, soit l'équivalent de la consommation annuelle moyenne de 32 000 personnes. En résulteront 200 000 t de digestat valorisées en épandage agricole sur des parcelles cultivées dans un rayon de 50 kilomètres autour de l'installation.

## Grenoble Alpes Métropole : près de 220 propositions pour sa Convention citoyenne pour le climat



Elle est la première métropole à l'avoir mis en place. Sur le modèle de la Convention nationale citoyenne pour le climat, 100 citoyens de Grenoble Alpes Métropole ont été tirés au sort. Durant huit mois, ils ont réfléchi aux moyens à mettre en œuvre pour réduire les émissions de gaz à effet de serre et atteindre la neutralité carbone sur le territoire en 2050. En octobre dernier, ils ont présenté aux élus métropolitains leurs 219 propositions. Certaines sont notamment destinées à faciliter l'installation de panneaux photovoltaïques et de méthaniseurs ou encore à soutenir le déploiement de la filière biomasse pour le chauffage urbain. Celles qui entrent dans le champ de compétences de la Métropole seront soumises au Conseil métropolitain en mars.





# DROM : l'autonomie énergétique en ligne de mire

**Depuis 2016, des programmations pluriannuelles de l'énergie ont été instaurées sur les Départements et Régions d'Outre-mer avec le but principal de parvenir à l'autonomie énergétique en 2030. Si les objectifs sont peut-être trop ambitieux, ils apparaissent comme nécessaires pour se placer sur la bonne trajectoire.**

**F**ortement soumis aux pressions anthropiques et aux effets du changement climatique, l'Outre-mer français est constitué de territoires insulaires de petites tailles —excepté la Guyane— et présente des écosystèmes riches mais sensibles. Ne bénéficiant quasiment pas d'interconnexion aux réseaux électriques continentaux et dépourvus de ressources fossiles, ces territoires sont dépendants énergétiquement. Ils sont contraints d'importer des énergies fossiles (fioul et charbon), principalement pour la production locale d'électricité et les transports. Mis à part la Guyane et la Corse qui profitent d'une filière hydroélectrique importante, les autres zones

non interconnectées (ZNI) affichent ainsi un taux de dépendance énergétique extrêmement élevé, à l'image de la Guadeloupe (83 %), la Réunion (87 %) ou encore la Martinique (92 %). Conscient de la nécessité de décarboner les systèmes énergétiques des ZNI, l'État, à travers la loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte (LTECV), a fixé les objectifs ambitieux d'autonomie énergétique et d'un mix 100 % EnR à horizon 2030 pour les Départements et Régions d'Outre-mer (DROM), et en 2050 pour la Corse. Pour accompagner la réalisation de ces objectifs, la LTECV a également introduit et mis en place des programmations pluriannuelles de l'énergie (PPE) propres à chaque ZNI. Celles-ci, à la différence de la PPE de la métropole continentale qui est conçue uniquement par le Gouvernement, sont co-élaborées avec les collectivités territoriales pour une période de cinq ans, avec une vision sur dix ans. Elles constituent un outil de pilotage de la politique locale, en fournissant un cadre pour la mise en œuvre de la transition énergétique.

Pour cette première génération de PPE (2016-2018/2018-2023), les grandes priorités définies sont relativement similaires entre territoires ultramarins et visent avant tout à réduire cette dépendance énergétique. Cela passe par la mise en œuvre de mesures de maîtrise de la demande et d'efficacité énergétique, sans oublier le développement indispensable des énergies renouvelables, y compris thermiques. Se placer sur la trajectoire de l'autonomie énergétique en 2030 a en effet imposé des points d'étape particulièrement ambitieux. Il est notamment demandé aux DROM une part élevée d'énergies renouvelables dans la production électrique en 2023 : 69 % pour la Réunion, 65 % pour la Guadeloupe et 56 % pour la Martinique. Un objectif qu'aucun territoire ne pourra respecter, et de loin... Fin 2021, les taux de pénétration des EnR guadeloupéen et martiniquais n'étaient ainsi que de 34 % et 25 %. « Ces PPE de 2016 étaient très ambitieuses, et malheureusement nous ne nous sommes sûrement pas donnés tous les moyens pour les atteindre », estime Mathilde Jacquot, ►

► responsable territoires et régions ultra-marines au Syndicat des énergies renouvelables (Ser). « Avant, on disait que l'Outre-mer était un laboratoire et une vitrine technologique des EnR mais on s'est heurté à des difficultés socio-institutionnelles, réglementaires, technico-économiques, politiques ou encore météorologiques ». Ces territoires ultramarins, plus soumis à l'aléa météorologique, nécessitent des infrastructures plus robustes, ce qui engendre des coûts plus conséquents et malheureusement réducteurs pour de nombreux développeurs. Le développement des filières renouvelables en Outre-mer est par ailleurs très lié aux mécanismes de soutien : un arrêté tarifaire ou les appels d'offres (AO) de la Commission de régulation de l'énergie (Cre). Le dernier AO - la sixième période pour un volume de 83 MWh - vient tout juste de se clôturer, plus de deux années après le précédent qui datait de novembre 2020. Ce délai de deux ans est bien trop conséquent pour la représentante du Ser qui regrette le manque de visibilité donné aux acteurs alors même que la question du coût est centrale en Outre-mer. « S'il y a un point commun entre les PPE de métropole et des DROM, c'est la nécessité de fournir de

la visibilité et de la planification », insiste-t-elle.

### Révision des PPE

Cette visibilité et cette planification, ainsi que les quelques manques observés, seront sûrement davantage pris en compte dans les PPE, qui sont en cours de révision. C'est déjà le cas pour la Réunion qui s'est rapidement saisie de la question et a adopté une nouvelle version (2019-2028), publiée le 20 avril 2022 au Journal officiel. La révision des PPE est en outre attendue par de nombreux acteurs, notamment en termes de suivi d'objectifs énergétiques. En Martinique, l'heure est également à la révision et à la concertation. Depuis quelques mois, et jusqu'à la fin 2023, la Collectivité territoriale de Martinique (CTM) et l'État, plus précisément la Direction de l'environnement, de l'aménagement et du logement (Deal), en collaboration avec l'Ademe, le Syndicat mixte d'électricité de Martinique (SMEM), EDF SEI ou encore Martinique Transports, mènent ce travail qui aboutira à une nouvelle stratégie énergétique sur dix ans

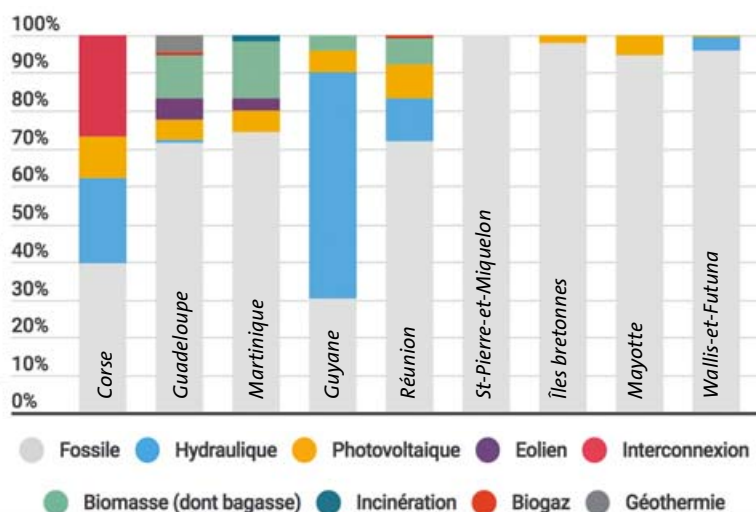


(2024-2028/2029-2033). « Se projeter en 2033 est un exercice plus prospectif qui permet d'établir des trajectoires sur le moyen terme, en se basant sur différentes études », indique Marie Hubert, chargée de missions énergie et climat à la Deal Martinique.

Une des sources fondamentales sera l'actualisation de l'étude de l'Ademe « Vers l'autonomie énergétique en Martinique ». Pour six ZNI – Corse, Guadeloupe, Guyane, la Réunion, Mayotte et donc la Martinique –, l'institution avait publié en 2020 une série d'études visant à évaluer pour chaque territoire la faisabilité de cet objectif d'autonomie énergétique, en privilégiant notamment le passage à un mix 100 % EnR. Dans l'étude actuelle, l'Ademe précise que moyennant un recours significatif à des capacités de stockage, l'autonomie énergétique et le mix très majoritairement renouvelable y sont possibles. Toutefois, « ce mix 100 % EnR semble difficilement réalisable d'ici 2030 en raison du rythme élevé qu'il implique pour le déploiement des filières renouvelables », ajoutent les auteurs, qui se réfèrent plutôt à un horizon post 2035. « La version actuelle était purement technique et ne prenait pas en compte l'ensemble des contraintes d'ordre urbanistique, politique ou encore économique. La version actualisée va permettre de corriger une partie de ces omissions, en intégrant un volet économique plus abouti. Celui-ci aidera à élaborer un chiffrage et donc à se rendre compte du coût de la transition énergétique dans les ZNI », souligne Marie Hubert.

### ► Un mix électrique majoritairement basé sur les énergies fossiles (2021)

Source : CRE





## ► Évolution du parc électrique et objectifs PPE 2018-2023

| Filière (Puissance en MW)                  | Parc actuel <sup>15</sup> | Objectifs PPE 2018-2023 |              | Niveau d'avancement (%)        |                                |
|--|---------------------------|-------------------------|--------------|--------------------------------|--------------------------------|
|  | 2021                      | 2018                    | 2023         | Réalisation des objectifs 2018 | Réalisation des objectifs 2023 |
| Éolien sans stockage                       | 0                         | 1,1                     | 0            | ✓                              | ✓                              |
| Éolien avec stockage                       | 12                        | 12                      | 36           | ✓                              | 33 %                           |
| Photovoltaïque sans stockage <sup>16</sup> | 68,7                      | 65                      | 111          | ✓                              | 62 %                           |
| Photovoltaïque avec stockage <sup>17</sup> | 15,9                      | 17                      | 47           | 93,5 %                         | 34 %                           |
| Géothermie                                 | 0                         | 0                       | 50           | -                              | 0 %                            |
| Hydroélectricité                           | 0,02                      | 0,02                    | 2,5          | ✓                              | 0,8 %                          |
| Biogaz                                     | 1,4                       | 1,4                     | 2            | ✓                              | 70 %                           |
| Bioéthanol                                 | 0                         | 0                       | 10           | -                              | 0 %                            |
| Valorisation thermique des déchets         | 6,6                       | 6,6                     | 16,8         | ✓                              | 39 %                           |
| Pile à combustible                         | 0                         | 1                       | 1            | 0 %                            | 0 %                            |
| Biomasse combustible                       | 40                        | -                       | -            | -                              | -                              |
| <b>TOTAL</b>                               | <b>144,62</b>             | <b>104,12</b>           | <b>276,3</b> | ✓                              | <b>37,9%</b>                   |

(Données sources : Article 4 du décret n°2018-852 du 4 Octobre 2018 relatif à la PPE de la Martinique/ Décret n°2021-677 du 30 juin 2021 portant modification du décret n°2018-852 du 4 Octobre 2018/ Producteurs d'électricité – Auteur : OTTEE)

### Priorité aux EnR

Avec une part de seulement 25 % d'EnR dans sa production électrique fin 2021, la Martinique doit poursuivre et accentuer ses efforts de développement des sources renouvelables. Mais à la différence de la Guadeloupe et de la Réunion, elle bénéficie de moins de possibilités de diversification de son mix. Sur ce territoire, il n'y a pas encore de projets d'énergies marines renouvelables lancés, et deux permis de recherche exploratoire en faveur de la géothermie sont en cours d'instruction pour les sites du Lamentin et d'Anses d'Arlet (sud-ouest de l'île). Concernant la filière éolienne terrestre, la Deal est en train de réaliser une cartographie des zones favorables. Mais comme l'avait montré le schéma régional en 2012, très peu de sites sont propices. Outre la dimension politique, l'enjeu de biodiversité est fort pour l'éolien, les foyers et les couloirs de migration des chauve-souris pouvant être impactés par les équipements. Reste donc la biomasse et surtout le solaire photovoltaïque. « Les objectifs par filière seront fixés au terme de la concertation mais on a des indices nous suggérant que le photovoltaïque sera celle présentant l'objectif de développement le plus important, comme cela a été le cas lors de la première édition », note Marie Hubert.

### Mobilité décarbonée

Outre le développement des EnR, tous les DROM sont également confrontés à une problématique similaire de forte dépendance aux produits pétroliers pour le secteur des transports. Un volet d'actions « mobilité décarbonée » a ainsi été engagé dans de nombreux territoires ultramarins. L'Ademe dans ses études spécifiques sur les ZNI indiquait ainsi : « Dans une approche d'autonomie énergétique, la conversion au tout électrique des véhicules routiers conduirait à exploiter une proportion très significative des potentiels EnR, impliquant un important travail de maîtrise de l'énergie multisectoriel et

la recherche de compromis juridiques et sociaux permettant d'accéder à un potentiel de production plus important ». Pour Mathilde Jacquot, la corrélation est forte et évidente entre le développement des EnR et la mobilité décarbonée, en particulier dans les Caraïbes. Sur ces îles, des objectifs de réduction de consommation de pétrole et de déploiement d'infrastructures de recharge de véhicule électrique (Irve) ont été définis dans les premières PPE et le seront de nouveau dans les prochaines. Des objectifs de nouveau élevés, à l'image de ceux pour les EnR, et qui ne seront pas non plus respectés. « Alors que la première PPE se concentrait surtout sur la mise en place d'Irve, la seconde devrait aborder la mobilité sous tous les prismes (mobilité électrique, douce, modes actifs et partagés, etc.) dans le but final de réduire la consommation énergétique. D'où l'importance d'associer la région Martinique Transports à ce travail de révision », appuie la chargée de missions de la Deal. Un point d'attention portera sur le soutirage des batteries sur le réseau et l'équilibre à trouver entre l'accroissement du besoin en électricité dû à l'augmentation du nombre de véhicules électriques et le passage à un réseau centralisé ou non. Enfin, l'enjeu sera aussi de réussir à mobiliser le plus d'acteurs autour de l'élaboration et la conduite de cette PPE. Dans ce but, plusieurs concertations préalables à la rédaction de la révision du texte martiniquais ont été menées en mai et novembre derniers. Organisés du 6 au 9 février, des

ateliers thématiques permettront de réunir l'ensemble des acteurs socio-professionnels, institutionnels, associatifs et le grand public afin d'aborder l'intégralité des volets de la PPE et définir le niveau d'ambition souhaité. « Il faut aussi faire vivre cette PPE, et se donner les moyens pour réussir à mobiliser l'ensemble des acteurs impliqués. Il faut également tenir compte du rythme du calendrier de la PPE afin d'assurer l'atteinte des objectifs et donc permettre la transition énergétique sur le territoire », conclut la représentante du Ser. Ce ne sera peut-être pas 2030, mais possiblement 2033. ●

Clément Cygler

### Les biomasses solide et liquide sollicitées

Outre le solaire photovoltaïque et l'éolien terrestre, certains territoires, tels que la Guadeloupe, la Réunion ou la Guyane, peuvent également compter sur la filière biomasse. Les grandes centrales de production d'électricité ont progressivement abandonné le recours aux énergies fossiles (charbon et fioul) au profit de la biomasse. Mise en service en 2011, la centrale à charbon Albioma Caraïbes de 34 MW, désormais dénommée ALM 3, est passée en 100 % biomasse (pellets de bois) fin 2020, participant grandement à l'augmentation de la part d'EnR dans la production électrique : celle-ci atteint désormais les 33,7 % contre 23,3 % un an auparavant. La biomasse liquide est aussi une solution retenue. La nouvelle centrale thermique du Larivot, portée par EDF et située près de Cayenne en Guyane, sera ainsi alimentée par des huiles végétales.



# Changement climatique : la

**Compte tenu de leurs spécificités géographiques, climatiques et politiques, les îles de la Caraïbe sont particulièrement vulnérables aux changements du climat et à leurs conséquences. Elles sont de plus handicapées par des économies fragiles et en retard dans le déploiement de mesures d'atténuation et d'adaptation. L'Observatoire Défense et Climat a publié une étude <sup>(1)</sup> sur le sujet.**

**E**n septembre 2017, l'ouragan Irma dévastait les îles Vierges, Barbuda, Anguilla, Saint-Barthélemy et Saint-Martin, avant de s'éteindre aux États-Unis. Sur son passage, les vents mesurés jusqu'à 350 km/h ont causé la mort de 136 personnes et ont généré 67,8 milliards de dollars de dégâts. Si des phénomènes d'une telle violence ne sont pas si courants, ils pourraient se multiplier à cause du réchauffement climatique. Selon l'Organisation météorologique mondiale (OMM), 2020 a été l'une des trois années les plus chaudes jamais enregistrées dans la région, avec une multiplication des épisodes de canicules et une anomalie de température moyenne de +0,8 °C par rapport à la période 1981-2010. La Mer des Caraïbes suit la même trajectoire. En 2020, sa surface était de 0,87 °C supérieure à la moyenne. Ces hausses favorisent la formation de tempêtes tropicales et d'ouragans. Déjà, cela se fait sentir. L'OMM estime que les températures de surface mesurées en 2020 ont un lien direct avec le nombre record de 30 tempêtes tropicales enregistrées dans le bassin Atlantique durant la saison cyclonique de cette année. « En outre, comme ces territoires ont une surface très réduite, un cyclone peut totalement les dévaster », expose Virginie Duvat-Magnan, professeure de géographie à l'Université de La Rochelle et chercheuse au sein du laboratoire LIENSs <sup>(2)</sup>.

## Sécheresse plus marquée

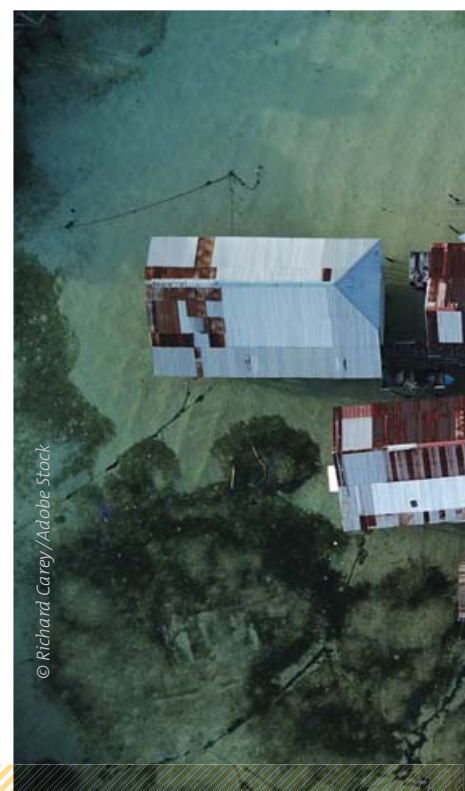
Si les tempêtes déversant des trombes d'eau sont amenées à croître, les îles devraient également connaître plus d'épisodes

de sécheresse. Les scientifiques anticipent une multiplication des journées et des nuits chaudes dans la zone d'ici 2100, à laquelle s'ajoutera une nette diminution des précipitations, en particulier durant la saison des pluies. Si ce phénomène est prévu dans beaucoup d'autres régions du monde, ces îles y sont particulièrement sensibles car elles connaissent déjà des tensions importantes sur la ressource en eau. 7 des 36 pays les plus touchés par le stress hydrique dans le monde sont dans la zone. La Barbade utilise près de 100 % de ses ressources en eau disponibles. Quant à Sainte-Lucie, elle présente un déficit d'approvisionnement en eau d'environ 35 %. Cela s'explique par la taille réduite de la plupart des îles, l'absence de cours d'eau importants et des capacités de stockage hydrologique souterrain limitées. Au mois de mai 2022, la Martinique a connu des coupures d'eau dans certains quartiers. La manque d'eau peut avoir des conséquences très larges sur les écosystèmes et sur les sociétés. Les mangroves sont particulièrement fragiles et leur disparition entraînerait des problèmes majeurs. En effet, ces zones humides protègent les côtes de l'érosion, filtrent la pollution côtière et abritent une grande biodiversité animale. Elles contribuent également à protéger le littoral des ouragans et des tsunamis. La sécheresse augmente aussi le risque de feux de brousse, qui a dès aujourd'hui tendance à croître : la Dominique et la Grenade sont déjà très touchées. Elle met aussi en péril les économies qui sont très souvent axées totalement sur le tourisme et la monoculture. Sans eau, les visiteurs risqueraient

de se faire rares — ce qui éviterait par ailleurs les conflits d'usage avec les habitants — et les rendements agricoles périliteraient, mettant à mal les seules filières d'exportation que sont la banane et la canne à sucre. En résulteraient une pauvreté accrue, de la criminalité, des effets délétères sur la santé, la nutrition et la productivité des populations, dans une région où 16 % des habitants, soit 7 millions au total, sont sous-alimentés. Enfin, la chaleur et la sécheresse mettraient les infrastructures énergétiques en difficulté. La baisse de la production hydroélectrique, couplée au recours accru à la climatisation, pourrait entraîner des coupures de courants, rendant ces îles encore plus dépendantes de l'importation de diesel pour alimenter leurs centrales thermiques.

## Submersion marine

Si les îles de la Caraïbe manquent d'eau douce, elles doivent aussi lutter contre la montée de la mer. Si, par rapport à aujourd'hui, elle s'élevait d'un mètre à la fin du siècle, cela entraînerait la submersion totale de



© Richard Carey / Adobe Stock

# Caraïbe surexposée

près de 9 % de ces terres, quand un scénario montant jusqu'à six mètres en engloutirait près de 50 %. Quelle que soit la tendance, elles perdront forcément de la surface, ce qui pose des problèmes importants. D'une part car les superficies de ces îles sont très réduites. D'autre part car la majorité de la population et toutes les infrastructures principales (ports, aéroports, production d'énergie, etc.) sont implantées sur les littoraux : la densité atteint 240 habitants par km<sup>2</sup> sur le littoral guadeloupéen et monte jusqu'à 373 hab/km<sup>2</sup> en Martinique. Or le rivage sera le premier à être grignoté. « *Pointe-à-Pitre est particulièrement exposée à ce risque. Une étude du Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM) craint que la ville, à partir de 2060-2080, connaisse 100 à 150 jours par an de submersion marine, un phénomène qui serait chronique à marée haute* », expose Virginie Duvat-Magnan. Pour se protéger de la mer, des digues toujours plus imposantes et nombreuses sont érigées, sans véritablement régler les problèmes. « *Ces constructions encouragent la*

*poursuite de l'urbanisation et le sentiment de sécurité des populations qui refusent d'évacuer lors des ouragans par crainte des pillages* », regrette Virginie Duvat-Magnan. Dès aujourd'hui, certaines zones deviennent inhabitables. Pour répondre à l'élévation du niveau marin et à l'érosion, des plans de relocalisation des habitants ont été mis en place sur le littoral guadeloupéen de Petit-Bourg dès 2013. Ces déplacements migratoires qui vont se multiplier, y compris entre États, pourraient créer des tensions. C'est déjà le cas entre Haïti et la République Dominicaine qui se partagent l'île d'Hispaniola. Un mur est d'ailleurs construit à la frontière par les Dominicains depuis février dernier. Ces migrations plus ou moins longues semblent inéluctables. « *Il faudrait libérer la bande côtière. Pourtant, à Saint-Martin, on reconstruit aux mêmes endroits après Irma. Il faudrait plutôt anticiper et passer à une approche adaptative. Mais cela remet en cause des décennies, voire des siècles de mal-aménagement* », estime Virginie Duvat-Magnan.

## Manque de coopération

Ce mal-aménagement est un réel handicap pour ces îles. « *La réparation des destructions à répétition ne permet pas de fléchier l'argent vers le développement économique, l'adaptation et l'atténuation* », note Marine de Guglielmo Weber, chercheuse au sein du programme Climat, énergie et sécurité de l'Institut de relations internationales et stratégiques (Iris). Les gouvernements doivent aussi gérer à plus court terme les dysfonctionnements des systèmes de santé, d'éducation, le chômage ou les déficits commerciaux. Pour financer l'atténuation et l'adaptation, ils se tournent donc vers des financements internationaux. « *Mais ces fonds n'arrivent pas toujours. De plus, pour les obtenir, les États entrent en concurrence les uns avec les autres ce qui est contreproductif car la lutte contre le changement climatique implique une coopération régionale* », poursuit Marine de Guglielmo Weber. Cette coopération reste toutefois difficile car la Caraïbe insulaire est très hétérogène politiquement. Ces îles sont composées d'États indépendants mais aussi de juridictions infranationales françaises, britanniques, néerlandaises et américaines. Ces territoires d'Outre-mer, qui ne sont pas souverains, n'ont pas du tout accès aux fonds internationaux pour l'adaptation et n'ont aucun poids politique lors des négociations climatiques. Avec son faible poids démographique, économique et politique, la Caraïbe, pourtant « *en première ligne de l'urgence climatique mondiale* » selon le Secrétaire général de l'ONU António Guterres, peine à se faire entendre à l'international. ●

Olivier Mary

- (1) Quelles implications géopolitiques et sécuritaires de la vulnérabilité climatique dans la Caraïbe insulaire ?
- (2) Propos recueillis lors du séminaire « Les États insulaires face aux changements climatiques : restitutions d'études et retours de la COP27 », organisé le 22 novembre dernier par l'Iris





## BioTJet prêt à décoller

Elyse Energy et ses partenaires ont signé fin décembre 2022 l'accord de constitution de la société de projet BioTJet pour accompagner la décarbonation de l'aviation. Les actionnaires aux côtés du porteur de projet sont Avril, Axens, Bionext et IFP Investissements (IFPI), filiale d'investissement d'IFP Énergies nouvelles. BioTJet vise à construire la plus grande unité de production de biokérosène avancé en France à partir de biomasse durable. Via une chaîne combinant torréfaction, gazéification et synthèse Fischer-Tropsch, il valorisera un large spectre de biomasses lignocellulosiques composé de résidus issus majoritairement de la sylviculture locale et de déchets de bois en fin de vie. Ces ressources n'entrent pas en concurrence avec les usages alimentaires. D'ici 2027, BioTJet doit produire 110 000 tonnes par an de carburants d'aviation et de naphta durables\* à destination des secteurs de l'aérien et de l'industrie.

*\*Le naphta est un liquide transparent issu de la distillation du pétrole*



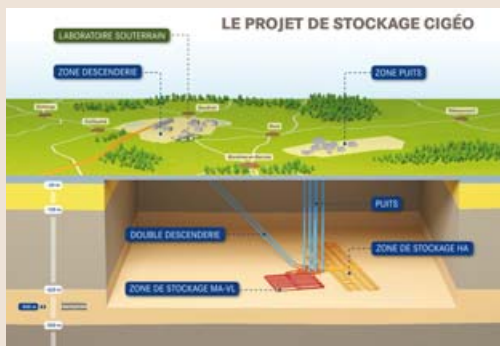
## Dunkerque et Fos-sur-Mer lauréats de l'appel à projets « zones industrielles bas carbone »

Le ministre délégué chargé de l'Industrie Roland Lescure a annoncé la création de « zones industrielles bas carbone » où l'État soutiendra financièrement le déploiement accéléré des technologies, infrastructures et réseaux nécessaires à la décarbonation. Les ports de Dunkerque et de Fos-sur-Mer sont les deux premiers lauréats. À Dunkerque, le projet DKarbonation porté par le groupement d'intérêt public Euraenergie couvre la zone industrialo-portuaire et réunit trente partenaires publics et privés. L'État lui accorde une aide globale de 13,6 millions d'euros pour réaliser des études d'ingénierie et de faisabilité de décarbonation de la zone entre 2023 et 2024. Celles-ci porteront sur des projets variés : autoroute de la chaleur, construction et intégration d'infrastructures CO<sub>2</sub>, électrification de la zone, production d'hydrogène bas carbone, etc. Elles permettront de disposer d'une vue d'ensemble des besoins en infrastructures pour décarboner le territoire. Deux nouvelles phases de l'appel à projets permettront de sélectionner une dizaine de zones industrielles supplémentaires parmi les plus émissives.

## Demande d'autorisation de création de Cigéo

Le 16 janvier, l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra) a déposé la demande d'autorisation de création de Cigéo à Bure (Meuse). Cet important dossier de 10 000 pages contient la description et le plan de développement du centre de stockage, des documents juridiques et administratifs ou concernant l'environnement, la démonstration de sûreté, l'étude de maîtrise des risques et la concertation. Son instruction sera pilotée par l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN) avec l'appui technique de l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN). Cette phase d'instruction technique, qui sollicitera également des groupes permanents d'experts,

devrait durer environ 30 mois. Par la suite, une phase de consultation permettra de recueillir les avis des autorités concernées et ceux des collectivités territoriales. Enfin, une enquête publique prévue pour 2026 sollicitera l'avis du public. À l'issue de ce processus et sur avis de l'ASN, un décret d'autorisation de création délivré par le Gouvernement pourrait autoriser la construction de Cigéo aux alentours de 2027.



## Le triangle du lithium bénéficiera de la course à ce minéral

Sur le plateau des Andes Centrales, les déserts de sel contiennent de grandes quantités de lithium. Cette zone aux frontières de la Bolivie, du Chili et de l'Argentine est baptisée le triangle du lithium. Elle renfermerait 60 % des réserves mondiales. GlobalData estime dans un rapport que la course entre les producteurs de batteries pour sécuriser cette ressource va s'intensifier en raison de la guerre en Ukraine et que cela bénéficiera aux producteurs sud-américains. En outre, ils pourraient profiter de l'instabilité sociale et politique en République démocratique du Congo.



# Les Vosgiens convertissent leur incinérateur à l'efficacité énergétique

**L'usine d'incinération des déchets de Rambervillers (Vosges) a été transformée en unité de valorisation énergétique par le groupe Suez. La nouvelle installation inaugurée le 2 décembre a mobilisé un investissement de 70 millions d'euros.**

Trois ans de chantier et plus de 70 millions d'euros d'investissement auront été nécessaires pour booster l'efficacité énergétique de l'incinérateur de Rambervillers (Vosges), à 30 kilomètres d'Épinal. La nouvelle unité de valorisation énergétique (UVE) baptisée Feniix, a été inaugurée le 2 décembre dernier par le syndicat mixte de gestion des déchets ménagers Évodia, maître d'ouvrage et le groupe Suez, en charge des travaux et de l'exploitation de cette unité pendant vingt-cinq ans. Construite en 1982, l'usine d'incinération, la dernière en activité du département, valorisait déjà en électricité une partie de la vapeur produite par la combustion des ordures ménagères résiduelles (OMR). Les travaux ont permis d'aller encore plus loin, en substituant aux trois lignes d'incinération existantes, un équipement unique, plus performant sur les plans énergétique et environnemental. La nouvelle UVE a porté le rendement énergétique de 54 % à 79 %. Dans le détail, la vapeur haute pression

générée par la combustion des déchets est convertie en électricité via un groupe turbo-alternateur, mais aussi en chaleur via un échangeur thermique. Les électrons réinjectés dans le réseau couvrent l'équivalent de la consommation d'une ville de 60 000 habitants (47 GWh par an). L'eau réchauffée à 150 °C alimente pour sa part en chauffage 19 équipements publics (7 GWh par an). La modernisation de l'usine d'incinération s'est en effet accompagnée de l'aménagement d'un réseau de chaleur urbain de 6 km construit et exploité par Engie-Cofely pour un investissement de 3,6 M€.

## Baisse de 10 % de capacité

« Face aux défis environnementaux et énergétiques cruciaux auxquels nous faisons collectivement face, Suez se mobilise pour proposer des équipements performants au service de la transition énergétique et du développement durable du territoire », souligne Guillaume Bomel, directeur-général en charge des infrastructures de tri et de valorisation chez Suez.

La modernisation de l'incinérateur vosgien a par ailleurs été synonyme de réduction de 10 % des capacités de traitement, soit 86 000 tonnes par an. « La production de déchets ultimes baisse de manière continue depuis dix ans en France et sur notre territoire. Elle a conduit à fermer quatre des cinq incinérateurs vosgiens. Cette nouvelle UVE est un outil en phase avec notre stratégie d'économie circulaire et de lutte contre le gaspillage », indique Annick

Laurent, directrice d'Évodia. Si les deux lignes d'incinération les plus anciennes ont été déconstruites à Rambervillers, la plus récente a été mise sous cocon, afin de pouvoir être réactivée en cas de tensions sur les capacités d'incinération dans le Grand Est. Ces derniers mois, la baisse de la production de déchets non recyclables avait en effet atteint un palier. « Avec une production annuelle de 95 000 t d'OMR, Évodia était contraint d'envoyer 10 000 t par an de déchets vosgiens dans les UVE des départements voisins. Depuis cet automne, avec l'inflation et la hausse des prix des énergies, les ménages consomment moins, du coup nous saturons l'UVE de Rambervillers sans avoir besoin d'exporter nos déchets », poursuit la directrice-générale d'Évodia.

## Baisse de taxe TGAP

Les gains générés par Feniix seraient aussi d'ordre économique. Le choix de valoriser énergétiquement les ordures ménagères plutôt que de les enfouir, conjugué à celui de se doter d'une UVE à haute performance permettrait à Évodia de bénéficier du plus bas taux de taxe générale sur les activités polluantes (TGAP) prévu par la réglementation, soit 11 € par tonne en 2022. De même, les recettes de la production d'électricité minoreraient le coût de traitement. « Avec Feniix nous avons pu descendre d'un palier de TGAP. Il en résulte que le tarif facturé aux collectivités en 2022 est identique à celui de 2014 », conclut Annick Laurent. ●

Philippe Bohlinger



→ Le nouveau four est capable d'incinérer 86 000 tonnes de déchets par an.

# Déchets nucléaires : le stockage profond privilégié mais compliqué à déployer

Pour stocker de manière sécurisée leurs déchets nucléaires, les différents États ont lancé des projets qui seront concrètement mis en œuvre d'ici une cinquantaine d'années. Le stockage géologique profond est privilégié un peu partout mais soulève des interrogations environnementales et économiques.

L'industrie nucléaire génère des déchets qu'elle ne parvient pas à recycler depuis des décennies. Après avoir été entreposés dans des piscines le temps que leur radioactivité baisse, ils sont enfermés dans des conteneurs en surface, comme à La Hague. Mais cette solution ne peut pas durer plus d'un siècle alors que certains éléments peuvent rester dangereux pendant 100 000 ans. Pour stocker 85 000 m<sup>3</sup> de déchets nucléaires de haute activité et de moyenne activité à vie longue, la France a donc lancé dans le petit village de Bure le projet Cigéo (voir *Énergie Plus* n°610). Porté par l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra), il a nécessité vingt-cinq ans de réflexion avant que son principe, qui repose sur le stockage géologique profond dans des argilites du Callovo-Oxfordien, ne soit définitivement entériné. Toutefois, ce projet ne fait pas l'unanimité. Certains militent pour le stockage à sec en subsurface, un procédé

qui a le mérite de ne pas être définitif et qui permettrait de stocker les déchets radioactifs durant plusieurs siècles le temps de trouver un moyen de les traiter. D'autres estiment que les stocker dans des galeries de granite dans d'immenses fûts en cuivre serait plus sûr. Ces débats montrent bien que les doutes persistent autour de ces déchets dont on ne sait que faire. D'autant plus que cela coûte très cher. Pour l'ensemble des travaux et l'exploitation, le budget de Cigéo a été fixé par arrêté à 25 milliards d'euros sur 140 ans. L'Andra estime d'ailleurs qu'il lui faudrait environ 35 Md€ pour les mener à bien. Ces tergiversations ne sont pas une particularité franco-française. Partout, les projets de stockage donnent lieu à d'âpres discussions et peinent à se lancer, voire connaissent des incidents. Un rapport publié par Global Chance<sup>(1)</sup> fait le point sur le sujet.

## Les États-Unis traînent

Aux États-Unis, dès 1982, une loi fédérale entérinait le principe du stockage géologique profond pour les combustibles irradiés des centrales et les déchets issus des activités militaires. Cinq ans plus tard, le site de Yucca Mountain, dans l'État du Nevada, est retenu. Il est implanté dans le désert de Mohave à environ 120 km au Nord-ouest de Las Vegas. Le Département de l'énergie (DOE) a lancé la phase expérimentale en 1997. Pendant plus de dix ans, une dizaine de kilomètres de tunnels ont été creusés ainsi qu'une soixantaine de

puits en surface afin de déterminer si la géologie du site était adaptée à l'entreposage définitif de déchets nucléaires. Mais après ces années de test, un rapport a révélé qu'une faille sismique passait juste en dessous du site. En 2008, l'autorisation de construction est retirée et le projet définitivement abandonné. Parallèlement, le DOE a lancé en 1979 un autre projet à 42 km de la ville de Carlsbad, au sud-est du Nouveau-Mexique. Le Waste Isolation Pilot Plant (WIPP), exploité depuis 1999, est prévu pour stocker environ 176 000 m<sup>3</sup> de déchets radioactifs soit 850 000 colis. Contrairement au site de Yucca Mountain, celui-ci est pleinement opérationnel. Mais il a connu des incidents qui montrent à quel point il est complexe de stocker ces déchets de manière totalement sécurisée. En février 2014, deux accrocs sont ainsi intervenus coup sur coup. Le 5, un camion a pris feu au sein des galeries. Le 14, un capteur alertait sur un niveau de radioactivité anormal. Un colis avait expulsé un mélange de gaz issus de la décomposition de matière à très haute température (1 500 °C) et de particules fines et combustibles. Ce mélange s'était enflammé, causant un nouvel incendie. 22 employés ont été faiblement contaminés. Si le bilan humain de l'incident est léger, ses conséquences économiques sont désastreuses. Le coût à long terme de l'accident pourrait dépasser les 2 milliards de dollars, un montant comparable au nettoyage effectué après la fusion partielle de 1979 à la centrale nucléaire de Three Mile Island. En 2017, les transferts de déchets ont repris. Mais le pays ne dispose pas de capacités suffisantes alors que les volumes

Le site de stockage suédois de Forsmark sera implanté à proximité d'une centrale nucléaire opérée par Vattenfall.







s'accumulent. L'Administration Biden cherchent de nouveaux sites, sans rien de concret pour l'instant.

## Oppositions en Belgique, doutes en Suisse

La Belgique a étudié la possibilité de stocker les déchets nucléaires dans des sols argileux bien avant la France et cela dès 1974. Depuis plus de quarante ans, l'Organisme national des déchets radioactifs et des matières fissiles enrichies (Ondraf) mène des expériences à 225 m de profondeur dans un laboratoire baptisé Hadès. Selon l'organisme, qui a obtenu l'accord de l'Agence fédérale de Contrôle nucléaire (AFCN), ce type de stockage en profondeur est à privilégier. Mais il reste encore de nombreux points à élucider, notamment concernant la définition des modalités de réversibilité, de récupérabilité et de monitoring, et le choix du ou des sites de stockages géologiques définitifs. En outre, la Wallonie et Bruxelles ont refusé en 2020 le principe de l'enfouissement en profondeur des déchets nucléaires. La Région wallonne préférerait qu'ils soient entreposés en subsurface. En Suisse, la loi sur l'énergie nucléaire du 21 mars 2003 a confirmé le choix du stockage des déchets nucléaires de haute activité en couche géologique profonde d'argile après presque une décennie de recherches dans un laboratoire du Jura. Le Conseil fédéral a retenu un site dans la

région du Nord des Lägern après en avoir écarté deux autres potentiels. Pour autant, la demande d'autorisation générale pour un dépôt en couches géologiques profondes est soumise à un référendum facultatif. Celui-ci sera organisé vers 2030 si 100 000 signatures sont recueillies. Au cas où il serait négatif, il faudrait trouver un nouveau site, ce qui entraînerait du retard pour un projet qui doit à priori être construit à partir de 2045. De plus, la proximité du lieu choisi avec la frontière allemande inquiète Berlin.

## Une technique déjà décriée

Contrairement à la France, la Suisse ou la Belgique, la Suède et la Finlande ont choisi d'enfouir leurs déchets dans des terrains granitiques. En juin 2009, le consortium suédois SKB a retenu Soderviken, près de Forsmark, pour lancer son projet de site de stockage. Implanté à 500 m de profondeur, il sera composé de 60 km de tunnels sur une surface de 4 km<sup>2</sup>. Le combustible irradié sera enfermé dans 6 000 conteneurs en fonte de cuivre. De l'argile bentonitique entourera chaque conteneur pour empêcher toute fuite. Le gouvernement suédois a approuvé le permis de construire en janvier 2022. Sa construction et son exploitation devraient durer environ 70 ans. En Suède aussi, le site et la technologie de stockage choisis sont contestés. Tout d'abord, l'emplacement situé

↑ *La Finlande a choisi comme la Suède de stocker les déchets nucléaires dans des conteneurs en cuivre entreposés dans des terrains granitiques.*

en bord de mer pourrait être touché par la montée des océans. Ensuite, des chercheurs ont découvert que le cuivre stocké sous terre sans oxygène peut se désintégrer. Les capsules ne seraient donc pas sûres à long terme et leur contenu risquerait de s'infiltrer jusque dans les nappes phréatiques. SKB devra fournir des preuves contradictoires pour que son projet soit définitivement autorisé. Malgré ces doutes, la Finlande a choisi exactement la même technologie avec les conteneurs de cuivre développés par SKB. Elle les enfermera à 450 m de profondeur dans 200 tunnels de 70 km. Au total, la capacité envisagée est de 6 500 tonnes de combustibles à horizon 2070. Quelle que soit la technologie privilégiée, le stockage définitif de matériaux irradiés pose problème. « Aucune solution, nulle part, n'a été trouvée pour la gestion à long terme des énormes volumes de déchets nucléaires. Cela concerne notamment les combustibles usés extrêmement radioactifs générés dans tous les réacteurs nucléaires, pour lesquels tous les efforts visant à trouver des options de stockage définitif sans risques pour la sûreté et la sécurité ont échoué », résume Greenpeace dans un rapport<sup>(2)</sup>. Mais la solution miracle existera-t-elle un jour ? ●

Olivier Mary

(1) Bernard Laponche. État des lieux des projets d'enfouissement des déchets radioactifs. Étude par pays.

(2) La crise mondiale des déchets nucléaires



# La fonderie Castmetal FWF tire profit de sa certification ISO 50001

Le fondeur Castmetal FWF a franchi un cap supplémentaire en matière d'efficacité énergétique en engageant la démarche de certification ISO 50001 pour le management de l'énergie avec l'appui du bureau d'études Eginov.

Castmetal FWF tire les bénéfices de la certification ISO 50001 de son système de management de l'énergie. Certes, cette fonderie basée à Sainte-Suzanne (Doubs) a toujours été attentive à ses factures de gaz et d'électricité en raison de procédés particulièrement économes : en fonction des années, les charges énergétiques de cette filiale du groupe Safe Metal représentent une part non négligeable du chiffre d'affaires. En 2018, les dépenses sur ce poste s'élevaient à près d'un million d'euros pour l'électricité et 500 000 euros pour le gaz. « Le fonctionnement des deux fours à induction utilisés pour l'élaboration des aciers à partir de ferrailles représente l'essentiel de nos consommations électriques. Quant aux besoins en gaz, ils sont majoritairement générés par nos deux processus de traitement thermique des pièces », résume Julien Bourçois, responsable qualité chez Castmetal FWF.

## Aide du Programme

### Pro-SME

L'entreprise a bénéficié de l'aide du Programme Pro-SME qui incite les entreprises de toutes tailles à mettre en œuvre un système de management de l'énergie selon la norme ISO 50001. Une prime allant jusqu'à 40 000 € est attribuée sur demande une fois le certificat ISO obtenu.

► Pour en savoir plus : [www.pro-smen.org](http://www.pro-smen.org)

Animée par son désir d'aller de l'avant, l'entreprise de 110 salariés, spécialiste des composants en acier moulé, a engagé une démarche de certification ISO 50001 début 2019. Pour l'accompagner dans ce processus, Castmetal FWF s'est rapproché du bureau d'études Eginov. « Le site bénéficiait déjà d'un bon suivi de ses indicateurs : kWh par tonne coulée, kWh par tonne traitée. Il fallait cependant structurer sa démarche », éclaire Vincent Wehrin, chef de projets efficacité énergétique chez Eginov.

## Réduction de besoins électriques et gaz

À Sainte-Suzanne, la démarche a débuté par un diagnostic sur la base duquel direction, services techniques et ressources humaines ont engagé le dialogue. Elle s'est poursuivie par un audit énergétique qui a permis de cartographier les consommations et de construire un plan d'action chiffré sur trois ans. Sur cette période, Castmetal FWF s'est fixé entre 3 % et 5 % d'économie par an pour l'électricité, entre 1,5 % et 3 % par an pour le gaz. Si la pandémie a quelque peu chamboulé son calendrier, le fondeur se félicite d'avoir réduit ses besoins électriques de 3 % et ses besoins en gaz de 1,5 % en 2021. Une tendance qui se confirmerait en 2022. L'entreprise certifiée ISO 50001 en février 2020 a également mis à profit l'accompagnement d'Eginov pour améliorer son bilan carbone. « Nous voulons transformer nos



efforts en arguments pour la commercialisation des plateaux d'attelage pour poids-lourds et des pièces de structure pour engins de chantier, notre principal marché. En effet, des grands groupes à l'instar de Volvo se sont fixés des objectifs ambitieux pour réduire leur impact carbone », poursuit Julien Bourçois.

## L'importance du facteur humain et du suivi

La prise en considération du facteur humain a contribué à la réussite de la démarche chez Castmetal FWF. Une équipe de management des énergies animée par le responsable qualité, mais aussi le responsable de la production et le responsable maintenance a été mise en place. Le trio est monté en compétence en suivant la formation de « référent énergie » via le programme Prorefei (lire en encadré) porté par l'Association technique énergie environnement (ATEE). Dans la foulée, l'équipe a engagé un ambitieux chantier de sensibilisation des opérateurs : des activités « énergie » rassemblant ces petits groupes d'une quinzaine de salariés ont été instaurées sur



le modèle des activités « sécurité » déjà en place dans l'entreprise. En octobre 2022, 45 personnes de l'atelier de parachèvement ont ainsi été sensibilisées aux économies d'énergies. « *L'organisation de ces temps d'échange au cœur même de la production permet d'impliquer davantage les opérateurs. Ces derniers ont à cœur de montrer ce qu'ils sont capables d'améliorer* », pointe Vincent Wehrlin. En amont, l'équipe énergies et Equinov ont défini des indicateurs de performance énergétique (IPE) pertinents pour un suivi efficace de la performance énergétique de Castmetal FWF. Le bureau d'études a mené une analyse statistique basée sur les paramètres influant sur la consommation énergétique du site et ses usages (météo, production, cadence, etc.). Cette analyse a abouti à une modélisation fine des impacts des différents facteurs et au déploiement d'IPE.

### Relevés automatisés des compteurs

L'entreprise a établi par exemple un IPE sur la consommation électrique des compresseurs d'air, un poste parfois négligé dans l'industrie. Cette action s'est traduite par une réduction de 10 % de la consommation électrique sur ce poste dès la première année de

certification. « *Auparavant, nous nous contentions de suivre nos indicateurs sans plan d'action derrière. L'instauration des IPE permet d'être plus précis et plus réactifs* », commente le responsable qualité. Pour améliorer encore ce suivi, le fondeur va investir dans une solution de supervision, en installant début 2023 des compteurs communiquant via un réseau bas débit de longue portée LoRaWAN. « *Nos compteurs énergétiques sont relevés manuellement chaque mois. En automatisant ces relevés nous fiabilisons nos mesures et nous nous donnons la capacité de les analyser en temps réel et donc d'intervenir rapidement en cas de dérive* », se félicite Julien Bourçois. Sur le plan des procédés, la durée de vie des outils de production étant d'au moins vingt ans, le défi pour Castmetal FWF a consisté à gagner en efficacité énergétique sans renouveler ses équipements. « *Améliorer la consommation électrique des fours implique de mobiliser surtout le levier de la maîtrise opérationnelle, en étant plus rigoureux dans les démarrages/arrêts de fours notamment* », précise le responsable qualité. Au niveau du traitement thermique, l'accent a été mis sur la recherche des points chauds/froids et une collaboration étroite avec le service maintenance. Enfin, l'investissement dans des robots

de chargement devrait diminuer le temps d'ouverture des fours de traitement thermique et générer 10 % d'économie en gaz en 2023.

### Brûleurs auto-récupérateurs

L'entreprise conduit par ailleurs un chantier pilote au niveau des brûleurs à gaz. Elle compte diminuer sa consommation de gaz de 20 % en utilisant des brûleurs auto-récupérateurs capables de récupérer l'énergie thermique contenue dans les fumées. « *Le retour sur investissement d'une telle technologie n'était jusqu'à présent pas assez intéressant pour nous dans la mesure où nous bénéficions encore de tarifs négociés pour nos achats de gaz. Mais en 2023, avec la nécessité de renouveler nos contrats, l'installation de brûleurs auto-récupérateurs s'avère pertinente* », indique Julien Bourçois. Le projet consisterait à équiper le four tunnel continu (16 brûleurs). Pour avancer encore dans sa démarche, l'entreprise joue collectif. En témoigne sa participation au Club experts ISO 50001 Franche-Comté animé par la Chambre de Commerce et d'Industrie régionale. Les échanges de bonnes pratiques lui ont permis d'avancer sur le volet humain, mais aussi sur des aspects très techniques comme la possibilité d'optimiser encore ses consommations en utilisant du gaz ionisé. ●

Philippe Bohlinger

## Former des référents énergie

Prorefei est le programme de montée en compétences dédié aux référents énergie, dans l'industrie et le tertiaire complexe alliant théorie et pratique pour mettre en place des actions concrètes d'efficacité énergétique.

Il propose :

- un parcours multimodal (coûts pédagogiques pris en charge jusqu'à 100 %\*) ;
- des modules complémentaires (coûts pédagogiques pris en charge jusqu'à 80 %\*) ;
- l'accès gratuit\* à la Communauté des référents énergie.

► Pour en savoir plus : [www.prorefei.org](http://www.prorefei.org)

\* sous conditions

## En bref

## Des consommations énergétiques en baisse dans les bureaux et le résidentiel

C'est le constat dressé par l'Observatoire de l'immobilier durable (OID) et l'Ademe dans la 10<sup>e</sup> édition de leur baromètre de la performance énergétique et environnementale des bâtiments. Dans le détail, la consommation d'énergie finale dans les bureaux français s'élevait en moyenne en 2022 à 146 kilowattheures par mètre carré et par an, soit une diminution de 8,5 % par rapport à la moyenne 2021. Pour le secteur résidentiel, elle s'établit à 183 kWhEF/m<sup>2</sup>/an, soit une diminution de 9,5 %. Les centres commerciaux en revanche ont augmenté leur consommation de 20 % avec une moyenne de 297 kWhEF/m<sup>2</sup>/an, une hausse peut-être due en partie à la méthode de remontée de données, selon les auteurs du rapport. Les émissions de gaz à effet de serre (GES) ont décliné mais le rythme de décarbonation reste « décevant ». Il est en moyenne de -2,2 % par an entre 2010 et 2021 tandis qu'il devrait atteindre -4,5 % pour respecter les objectifs nationaux définis dans la Stratégie nationale bas carbone (SNBC). Cette année et pour la première fois, les auteurs ont également calculé les consommations énergétiques des secteurs de la santé (197 kWhEF/m<sup>2</sup>/an) et de l'hôtellerie (150 kWhEF/m<sup>2</sup>/an).

## Comment allier performance énergétique et préservation du patrimoine ?



C'est la question à laquelle a tenté de répondre durant trois années d'expérimentation le collectif Effinergie avec son label expérimental Effinergie Patrimoine, soutenu financièrement par l'Ademe et l'État. Sur 54 projets suivis, la commission, composée d'experts en énergie et en patrimoine, en a sélectionné neuf qui répondaient à ce double enjeu.

Parmi eux, l'ancien presbytère de la Commune de Brias construit en briques de terre cuite en 1865. Ses consommations énergétiques sont ainsi passées de la classe « E » à « B » et ses émissions de gaz à effet de serre (GES) de l'étiquette « F » à « A ». Pour y parvenir, trois éléments sont toutefois nécessaires : une équipe à la double expertise (énergie et patrimoine), un diagnostic environnemental complet et la prise en compte des usages du bâti. Chaque projet est unique et ne peut se soumettre à des réponses prédéfinies.



## Une façade de verre photovoltaïque sur un bâtiment administratif en Allemagne

Pour ce faire, Asca, multinationale spécialisée dans le photovoltaïque, a intégré des modules photovoltaïques organiques (OPV) dans le verre de cette façade de Gronau (Allemagne). Ces modules solaires de couleur verte sur-mesure ont été inspirés des façades en brique du bâtiment : ils sont transparents de l'intérieur et translucides de l'extérieur pour garantir luminosité et intimité. Asca les a disposés sur la surface sud en alternance avec du vitrage traditionnel.

## Rénovation énergétique : des aides boostées en 2023

Le Gouvernement souhaite soutenir en priorité les rénovations globales, toujours insuffisantes selon le Haut conseil pour le climat (HCC), tout en tenant compte de l'augmentation des prix des travaux. Ainsi, pour accélérer la rénovation de l'habitat collectif, le dispositif MaPrimeRénov' copropriétés est pérennisé et son action renforcée. Le plafond de travaux finançables passe de 15 000 à 25 000 euros pour cette année, et les primes individuelles versées aux ménages aux revenus très modestes et modestes sont doublées (à respectivement 3 000 € et 1 500 €). Pour les plus modestes, les plafonds de travaux finançables avec MaPrimeRénov' Sérénité sont aussi revalorisés de 30 000 € à 35 000 €. Le 1<sup>er</sup> février, le Gouvernement a également rehaussé les forfaits « rénovation globale » pour les ménages aux ressources intermédiaires et supérieures à respectivement 10 000 € et 5 000 €. Pour œuvrer à la décarbonation, les subventions à l'achat de chaudières à gaz ont été supprimées de MaPrimeRénov', celles destinées à l'achat d'un poêle et d'une ventilation mécanique contrôlée ont été baissées, et le bonus versé pour le remplacement d'une chaudière fioul ou au gaz prendra fin au 1<sup>er</sup> avril. La France compte 5,2 millions de « passoires énergétiques » sur 30 millions de résidences principales, selon l'Observatoire national de la rénovation énergétique (Onre).



# Penser un quartier bas carbone : l'exemple du Moulin du Pé à Saint-Nazaire

À deux pas du centre-ville, un nouveau quartier va être érigé sur la friche de l'ancien hôpital de Saint-Nazaire. Sonadev, le maître d'œuvre a choisi d'inclure l'impact carbone dans ses décisions.

Comment construire un quartier bas carbone ? C'est la question que s'est posée Thomas Boisseau, chef de projet pour la société d'aménagement Sonadev lors de la conception du quartier du Moulin du Pé à Saint-Nazaire, Loire-Atlantique <sup>(1)</sup>. Situé sur le terrain de près de 9 hectares de l'ancien hôpital, cet ensemble comptera 467 logements en 2030, dont 30% de logements « aidés » (10% de logements sociaux et 20% de logements bail réel solidaire) ainsi que des espaces verts. Pour connaître l'impact carbone de son édification puis des usages en son sein, le chef de projet a été aidé par le cabinet de conseil Inddigo. Grâce à un outil interne qui s'appuie notamment sur Inies, la base de données d'analyse du cycle de vie des matériaux de construction, et GES OpAM, la méthode d'évaluation des gaz à effet de serre (GES) de l'Ademe, les ingénieurs d'Inddigo ont pu définir les postes les plus émetteurs de GES lors de la construction : les bâtiments et les parkings <sup>(2)</sup>. Les usages futurs du quartier par les habitants inclus, la mobilité et les consommations énergétiques sont des scopes à surveiller d'encore plus près. Pour Clément Lenoir, architecte ingénieur pour Inddigo, le processus d'aménagement doit donc être pensé en ce sens. En effet, il recouvre la quasi-totalité des secteurs pour lesquels, selon la Stratégie nationale bas carbone (SNBC), les rejets de GES doivent diminuer : quasiment de moitié pour le bâtiment d'ici 2030, d'un tiers pour la production d'énergie et de plus d'un quart pour les transports.

## Calculer l'empreinte carbone

Ainsi, même avant la construction, à l'étape de préparation des sols, l'analyse carbone a été utile. Depuis la déconstruction du



➤ Le quartier du Moulin du Pé a été pensé avec des commerces, des transports en commun et des lieux d'éducation et de vie pour éviter la motorisation au quotidien.

complexe hospitalier en 2016, 88 m<sup>2</sup> de béton concassé avaient été laissés sur site. « Notre étude nous a permis de nous rendre compte que l'évacuation des bétons (transport) représentait une empreinte carbone beaucoup plus importante que leur tri et réutilisation sur place », relate Thomas Boisseau. Ensuite, pour définir les exigences environnementales, les maîtres d'ouvrage ont différencié les bâtiments en fonction de leur date de mise en chantier et de leur typologie (habitat individuel ou collectif). « Nous partons du postulat que la filière BTP doit encore se structurer sur les enjeux environnementaux et que nous pouvons lui demander plus dans cinq ans qu'aujourd'hui. Aussi, le niveau d'exigence sera moindre en termes de certifications pour les logements individuels que pour un immeuble de 80 logements par exemple », expose le chef de projet. Penser le quartier avec un prisme bas carbone a également permis d'orienter les constructions en fonction de principes bioclimatiques. « L'objectif était de favoriser la lumière naturelle dans les pièces de vie tout en évitant la surchauffe l'été. Ce volet est intéressant pour réduire les coûts énergétiques des ménages, qui auront un budget serré dans ce quartier. Nous avons également traité la question des vents pour proposer des espaces de vie

extérieurs praticables toute l'année », expose Thomas Boisseau. Pour l'instant, aucune décision n'a été prise pour le volet énergie.

## Des parkings réhabilités

Concernant la mobilité, les ingénieurs ont choisi de préserver les parkings de l'hôpital pour éviter de les raser puis de les reconstruire. Privilégier une remise en l'état plutôt que du neuf pour la majorité des logements permettrait selon eux de diviser par dix l'empreinte carbone. Ainsi, avec des véhicules plus éloignés de leur domicile que d'ordinaire (200 mètres maximum), les habitants devraient modifier leurs comportements pour les trajets du quotidien. D'autant plus que le quartier a été pensé avec des commerces, des transports en commun et des lieux d'éducation et de vie à deux pas pour éviter la motorisation au quotidien. ●

Léa Surmaire

(1) Toutes ces informations sont tirées de la webconférence « Approches Quartiers bas carbone, constructions et usages durables ? » de l'APCC du 13 décembre 2022.

(2) Dorénavant, l'outil de référence pour cet usage est UrbanPrint, développé dans le cadre de la méthode Quartier Énergie Carbone de l'Ademe (voir Énergie Plus n°685).

# Vers l'infini, grâce à des bâtiments

**Les activités spatiales font parfois grincer les dents des défenseurs de l'environnement. Le Centre national d'études spatiales, de son côté, travaille à réduire l'impact carbone de ses bâtiments. Helexia, entreprise spécialisée dans l'énergie solaire et l'efficacité énergétique, vient de lui rendre un outil contenant quarante propositions d'actions.**

**L**e Centre spatial guyanais (CSG) est une base de lancement d'engins spatiaux située en Guyane. Construit et exploité par le Centre national d'études spatiales (Cnes), il comprend plusieurs complexes de lancement, des bâtiments administratifs et de recherche, ainsi que des sites industriels. Depuis plusieurs années, il verdit peu à peu son activité. Sur le plan immobilier, ce tournant s'est tout d'abord concrétisé par les choix effectués lors de la construction de deux nouveaux bâtiments emblématiques, Odyssée et Titan (voir encadré). Odyssée est ainsi devenu le premier bâtiment à énergie positive du CSG.

## Ajouter l'énergétique au stratégique

Cet effort se poursuit désormais au travers d'un plan de modernisation des bâtiments existants. Le CSG a fait réaliser depuis plusieurs années diverses études sur l'état de son parc immobilier. Il a aussi entamé une réflexion sur son évolution, suite notamment au retrait du programme russe dû à la guerre en Ukraine. « *Le CSG avait déjà une très bonne base documentaire de l'état de ses bâtiments, ainsi qu'un plan de réorganisation du centre technique de la base spatiale. Mais ce plan était plutôt économique et stratégique, il lui manquait un aspect énergétique et financier, prenant en compte les consommations énergétiques futures. C'est ce que nous apportons aujourd'hui au Cnes* », explique William Veloppé, responsable des opérations pour Helexia sur le secteur Antilles-Guyane.

Sont concernés vingt bâtiments du centre technique. Ce sont pour beaucoup des édifices construits dans les années 1990, et « *il y a donc un sujet d'étanchéité à l'eau et à l'air. Il faut aussi penser leur gestion technique (GTB), comme les consignes de climatisation. Sur l'un des bâtiments, nous avons par exemple calculé que la GTB pourrait permettre d'économiser 25 % de l'électricité, soit 100 MWh par an !* » signale William Veloppé. Au vu du climat guyanais et pour protéger les équipements contenant beaucoup d'électronique, les bâtiments sont en effet pour la plupart climatisés. « *Ils possèdent des groupes froid, avec des circuits internes d'eau glacée. Mais ces circuits ne sont pas toujours bien dimensionnés car ils ont été construits au fur et à mesure de l'extension du site. Il y a beaucoup de perte de calories pendant le transport des fluides* », note William Veloppé, qui souligne que « *la production de froid représente plus de la moitié de la facture d'électricité du CSG* ».

## Autoconsommation

Aujourd'hui, le CSG achète presque 100 % de son électricité à EDF. Il consomme d'ailleurs près de 18 % de l'électricité produite sur le territoire guyanais. Ce n'est que lors des lancements que le Centre utilise ses propres groupes électrogènes. Pour accélérer la transition, le Cnes est en train de construire deux centrales photovoltaïques au sol, d'une superficie de 5 hectares chacune et d'une puissance combinée de 10 MW. Il projette aussi la mise en œuvre de deux centrales biomasse. L'objectif serait d'atteindre un taux d'autoconsommation de 90 % sur la base spatiale.

« *Sur certains des bâtiments, selon leur orientation et leur architecture, nous avons préconisé l'installation de photovoltaïque* », indique William Veloppé. Helexia, filiale de Volitalia, installe des équipements de production d'énergie photovoltaïque, et propose aussi de les exploiter et de les entretenir. Dans le cadre de sa mission pour le Cnes, Helexia a compilé les informations disponibles et recueilli des données complémentaires, se retrouvant donc avec une masse de renseignements variés, de la superficie à la consommation électrique en passant par le nombre d'occupants et les caractéristiques du bâti. Le bureau d'études a aussi chiffré les coûts liés



© P. Piron / ESA-CNES-ARIANESPACE / Optique Vidéo du CSG



# moins énergivores

aux diverses opérations de rénovation ou d'optimisation et les gains énergétiques – et donc financiers – possibles en réalisant ces travaux. Cela permet de calculer un temps de retour sur investissements (TRI).

## Quarante actions

« Nous avons priorisé les actions en indiquant les « quick wins » (gains rapides), c'est-à-dire celles qui demandent un très faible investissement et sont rapidement rentables. C'est par exemple le cas de la GTB, qui permet une régulation de la climatisation. Puis viennent les actions de court terme, qui exigent un investissement maîtrisé et permettent un TRI inférieur à deux ans. Enfin, il y a les actions

de long terme, avec un TRI allant de trois à dix ans. Au total, nous avons ainsi proposé un panel de quarante actions », décrit William Veloppé. Le Cnes a désormais entre les mains un logiciel d'aide à la prise de décision. Il peut ainsi réinterroger son plan pluriannuel d'investissement immobilier, afin de hiérarchiser les rénovations prioritaires en fonction des gains énergétiques attendus. « Nous estimons que les économies d'énergie possibles pourraient aller de 11 % à 76 % selon les bâtiments », conclut William Veloppé. Reste au Cnes à effectuer les arbitrages entre stratégie industrielle, énergétique et financière. ●

Caroline Kim

## Odyssée et Titan : deux

### nouveaux bâtiments vitrines

Essences de bois locales, respect des écosystèmes, installation de panneaux photovoltaïques en toiture afin de couvrir une part voire la totalité de la consommation du bâtiment, chauffe-eau solaire, travail sur la protection solaire afin de réduire la climatisation (orientation du bâtiment, débords de toiture, brise-soleil, protection des vitrages)... C'est un éventail des solutions utilisées sur les bâtiments Odyssée et Titan, conçus l'un par Amarante Architecture, et l'autre par les cabinets JAG Architecture et Cottalorda & Peres. Ils ont été livrés au Centre national de la recherche spatiale (Cnes), respectivement en 2020 et 2021. Odyssée, qui accueille les équipes de la Direction des lanceurs, est le premier bâtiment à énergie positive du CSG. Titan, de son côté, abrite le pôle directionnel et administratif du Cnes et doit selon ce dernier servir « de vitrine et de modèle pour la réhabilitation et modernisation du CSG ».



# Le marché des matériaux biosourcés prend de l'élan

**En France, dans les secteurs industriels et universitaires, des expérimentations sont en cours pour intégrer des matériaux biosourcés, c'est-à-dire issus de matières organiques renouvelables, d'origine végétale ou animale. Zoom sur deux d'entre elles.**

Le marché s'annonce porteur. En effet, depuis 2022, les nouvelles constructions sont soumises à la réglementation environnementale (RE2020). Elle impose une réduction progressive des émissions de gaz à effet de serre (GES) de l'ouvrage et favorise les produits faiblement émissifs, à l'image des matériaux biosourcés. Depuis l'an passé, des expérimentations du tissu économique et scientifique destinées à substituer les matériaux issus de ressources fossiles sont en cours. Au sein du Labcom Bio@tex, lancé à Mulhouse (Haut-Rhin) en 2022, l'entreprise textile Velcorex s'est ainsi alliée avec l'Institut de Science des Matériaux de Mulhouse (IS2M), une unité mixte de recherche issue du CNRS et de l'Université de Haute-Alsace. L'objectif ? Fabriquer des nouveaux matériaux à base de lin et de chanvre, 100 % biosourcés, recyclables ou compostables, pour remplacer les dérivés du pétrole et les fibres de verre. De l'autre côté de l'Hexagone, Alkern transforme son usine des Andelys (Eure) pour créer des produits en béton bas carbone et biosourcé, notamment à base de miscanthus, pour le marché du bâtiment.

## Un tableau de bord 100% renouvelable

En termes de matières premières, le potentiel de ces cultures historiquement présentes en France est important. « Sur les 150 000 tonnes de lin récoltées en France chaque année, 80 % sont



expédiées vers la Chine. Réhabiliter le chanvre serait encore plus facile. Autrefois, nous en trouvions partout, la France regorgeait de 150 000 hectares, contre 17 000 aujourd'hui. Nous les avons oubliées pour le coton, s'en servir de nouveau sonnerait comme un retour aux sources », expose Pierre Schmitt, le président directeur général de Velcorex. Selon lui, ces plantes d'assolement fertilisent le sol en captant l'azote et sont d'« extraordinaires » puits de carbone. Elles pourraient remplacer les fibres de verre, qui représentent 87 % des 8,7 millions de tonnes du marché mondial des composites de secteurs industriels aussi variés que le nautisme, l'éolien, l'automobile et le mobilier. Ainsi, à Mulhouse, la technologie nécessaire à la réalisation de produits automobiles (tableaux de bord) à base de lin est déjà « très mature ». De même pour le secteur nautique comme le montre l'exemple du bateau « We Explore ». Ce participant à la Route du Rhum 2022 a été créé avec 61 % de lin, en partenariat avec Terre de Lin, première coopérative de ce matériau dans l'hexagone. Les avantages de ces composants par rapport aux traditionnelles fibres de verre ? Moins denses, ils allègent les structures et réduisent le bilan carbone du transport. Celles-ci vieillissent alors moins vite puisqu'elles absorbent mieux les chocs et les vibrations. Enfin, en plus d'être des isolants acoustiques

reconnus, ils sont 100 % biodégradables et leur industrialisation ne nécessite pas de cuisson à 1 500 °C contrairement à la mise en œuvre des fibres de verre.

## Des murs isolants

La société Alkern a quant à elle misé sur le miscanthus, cette plante surnommée « herbe à éléphant ». Très bon isolant thermique, elle prolifère près de l'usine des Andelys, dans l'Eure.

« Elle repousse tous les ans, et comme elle a besoin de peu d'engrais, on peut la planter dans des zones de captage d'eau », détaille Christophe Lagrange, directeur de l'offre d'Alkern. Ainsi, le groupe compte mettre en place des accords avec des agriculteurs pour qu'ils en plantent au bord de leur terrain. « Elle favorise la biodiversité, évite l'érosion et l'appauvrissement des sols en coupant le vent et en s'opposant au ruissellement de l'eau et enfin résiste bien à la sécheresse », vante le directeur de l'offre. Avec, Alkern compte donc remplacer les granulats du béton, qui sont habituellement des minéraux tels que du sable et des graviers. Peu robustes, ces blocs en béton de miscanthus ne pourront toutefois pas être utilisés pour créer un mur porteur mais seront des matériaux de remplissage au sein de systèmes poteaux-poutres. ●

Léa Surmaire





| THÈME PRINCIPAL                  | TITRE DE L'ARTICLE   | RUBRIQUE         | N° ET PAGE |    |
|----------------------------------|--|------------------|------------|----|
| Bâtiment                         | Concilier rénovation et préservation du patrimoine   | Bâtiment         | 677        | 15 |
|                                  | Le Loiret verdit ses collègues   | Collectivités    | 678        | 11 |
|                                  | Évaluer la performance énergie-carbone dans un projet d'aménagement                                  | Collectivités    | 685        | 24 |
|                                  | Urbanisme circulaire : des expériences bruxelloises  | Collectivités    | 685        | 26 |
|                                  | La mise en œuvre du nouveau DPE suscite des retours mitigés  | Bâtiment         | 687        | 15 |
|                                  | Un bâtiment de bureaux, 1500 pompes à chaleur individuelles  | Bâtiment         | 687        | 20 |
|                                  | Comment basculer sur des rénovations performantes  | Bâtiment         | 687        | 22 |
|                                  | 566 panneaux sur le toit de LivingPackets  | Actualités       | 691        | 12 |
|                                  | Accélérer la rénovation francilienne   | Édito            | 692        | 5  |
|                                  | La tour Fugue file vers la transition énergétique  | Bâtiment         | 693        | 17 |
|                                  | L'Insa Lyon opte pour le biosourcé et le préfabriqué   | Bâtiment         | 693        | 18 |
|                                  | Rénovation énergétique : un pilotage et un suivi à renforcer   | Actualités       | 694        | 10 |
|                                  | 35 % des logements sur Se Loger étaient dépourvus de DPE en 2021                                     | Actualités       | 694        | 13 |
|                                  | Des données pour anticiper le risque sécheresse sur un bâtiment                                      | Énergie & climat | 694        | 25 |
| Biogaz & gaz verts               | Un plan pour s'affranchir de l'emprise russe   | Édito            | 686        | 5  |
|                                  | Les gaz verts, une solution alternative de plus en plus pertinente                                   | Dossier          | 686        | 16 |
|                                  | L'Inrae analyse le cycle de vie du biométhane  | Dossier          | 686        | 18 |
|                                  | Tenore, un projet synonyme de première pour GRTgaz   | Dossier          | 686        | 20 |
|                                  | Valoriser le CO <sub>2</sub> biogénique  | Dossier          | 686        | 22 |
|                                  | Adista adosse son data center à une unité de méthanisation   | Dossier          | 686        | 23 |
|                                  | La plus importante unité de production de biométhane inaugurée en France                             | Dossier          | 686        | 25 |
|                                  | Du déchet solide au biométhane : GRTgaz et Etia avancent   | Dossier          | 686        | 26 |
|                                  | Le Château-Gontier et la valorisation multiforme de son biogaz                                       | Dossier          | 686        | 27 |
|                                  | La méthanation, une brique technologique supplémentaire pour Jupiter 1000                            | Industrie        | 689        | 26 |
|                                  | Comment développer le bioGNV en milieu agricole ?  | Actualités       | 691        | 11 |
|                                  | Biométhane : où en sont les certificats de production ?  | Énergie & climat | 693        | 21 |
|                                  | Après la méthanisation, la méthanation à la ferme  | Énergie & climat | 693        | 24 |
| Bois-énergie                     | Pour WWF, un tiers de l'énergie de 2050 proviendra de la biomasse                                    | Actualités       | 679        | 12 |
|                                  | « La filière bois-énergie doit se remettre dans une dynamique d'anticipation et de co-construction » | Dossier          | 695        | 16 |
|                                  | Bois-énergie : la filière compte ses troupes   | Dossier          | 695        | 19 |
|                                  | Une chaufferie verte et économique à Cattenom  | Dossier          | 695        | 21 |
|                                  | La transformation du bois se met au vert   | Dossier          | 695        | 22 |
|                                  | Des solutions pour moins polluer   | Dossier          | 695        | 24 |
|                                  | Une application pour estimer le potentiel de séquestration des forêts                                | Dossier          | 695        | 26 |
|                                  | L'adaptation des forêts au changement climatique, un processus assez engagé ?                        | Dossier          | 695        | 27 |
|                                  | Le biochar cherche sa place  | Industrie        | 696        | 13 |
| Carbone                          | Une société bas carbone sans perdre d'emplois  | Énergie & climat | 677        | 21 |
|                                  | Le potentiel du CCS surévalué ?  | Énergie & climat | 677        | 27 |
|                                  | Des solutions diverses mais complémentaires pour traiter les émissions résiduelles                   | Actualités       | 682        | 11 |
| Certificats d'économie d'énergie | À l'entrée de la 5 <sup>e</sup> période, les CEE évoluent  | CEE              | 678        | 22 |
|                                  | La 5 <sup>e</sup> période, un défi pour les bailleurs sociaux  | CEE              | 678        | 26 |
|                                  | BAR-TH-159 « Raccordement d'un bâtiment tertiaire à un réseau de froid »                             | CEE              | 678        | 27 |
|                                  | CEE : un renforcement des contrôles désastreux pour les collectivités                                | CEE              | 688        | 17 |
|                                  | RES-EC-104 « Rénovation d'éclairage extérieur »  | CEE              | 688        | 21 |
|                                  | CEE : une montée en puissance et de nouveaux défis   | Dossier          | 692        | 20 |

## Certificats d'économie d'énergie (suite)

|   |         |     |    |
|---|---------|-----|----|
| CEE : la quatrième période en chiffres  | Dossier | 692 | 24 |
| Une hausse de l'obligation pour relancer les CEE  | Dossier | 692 | 26 |
| Précarité : comment faire disparaître tout reste à charge ?   | Dossier | 692 | 28 |
| STMicroelectronics optimise sa production de froid  | Dossier | 692 | 30 |
| Rénovation énergétique : les copropriétés en première ligne   | Dossier | 692 | 33 |
| Verdir les transports et favoriser le report modal  | Dossier | 692 | 34 |
| Rouler électrique grâce à Moébus  | Dossier | 692 | 35 |
| « Peu à peu, le transport trouve sa place »   | Dossier | 692 | 36 |
| Bientôt deux fiches pour développer le covoiturage  | Dossier | 692 | 38 |
| Enrobage bitumineux : une valorisation des économies d'énergie impossible ?   | Dossier | 692 | 40 |
| Une fiche pour stocker la chaleur   | Dossier | 692 | 42 |
| FAQ du Club C2E   | Dossier | 692 | 45 |
| BAT-TH-116 « <i>Système de gestion technique du bâtiment pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire, le refroidissement/ climatisation, l'éclairage et les auxiliaires</i> » | CEE     | 692 | 47 |

## Changement climatique

|   |               |     |    |
|---|---------------|-----|----|
| Malgré la crise, les investissements climat se maintiennent                                   | Actualités    | 679 | 8  |
| S'adapter pour éviter le pire   | Actualités    | 681 | 8  |
| Les rejets de méthane bien plus hauts qu'annoncé  | Actualités    | 681 | 10 |
| Le climat, grand perdant !  | Édito         | 683 | 3  |
| Trois ans pour éviter la catastrophe climatique   | Actualités    | 683 | 8  |
| Les États mal préparés au risque accru d'incendies  | Actualités    | 684 | 10 |
| 2021, année de tristes records  | Actualités    | 685 | 10 |
| Les actions en justice pour le climat se multiplient  | Actualités    | 689 | 9  |
| Les Pays de la Loire très vulnérables au dérèglement climatique                               | Collectivités | 690 | 22 |
| L'atmosphère de Paris passée au crible  | Collectivités | 690 | 24 |
| Premier anniversaire du « Pacte Lille Bas Carbone »   | Collectivités | 690 | 27 |
| Une COP comme les autres ?  | Édito         | 694 | 3  |
| Contenir le réchauffement climatique sous 1,5°C, « une fenêtre d'opportunité qui se referme » | Actualités    | 694 | 8  |
| La COP27 tente de réparer les conséquences sans s'attaquer aux causes                         | Actualités    | 695 | 10 |

## Énergie

|  |               |     |    |
|--|---------------|-----|----|
| Taxonomie verte : les positions s'affirment                        | Édito         | 678 | 3  |
| Taxer les super-profits ?  | Édito         | 682 | 5  |
| « La crise ukrainienne pourrait accélérer les EnR européennes »    | Actualités    | 682 | 12 |
| Vers une taxation des super-profits ?                              | Édito         | 690 | 3  |
| Cinq propositions du Sénat pour pallier le coût de l'énergie       | Collectivités | 690 | 21 |
| La nouvelle stratégie énergétique dévoilée                         | Édito         | 691 | 3  |
| Des tensions accrues mais maîtrisables                             | Actualités    | 691 | 8  |
| Des fossiles aux EnR : quand le marché de l'emploi mondial bascule | Actualités    | 691 | 10 |
| Un traité et une clause aberrants                                  | Édito         | 693 | 3  |
| Un bouclier tarifaire à contre-courant                             | Édito         | 695 | 5  |
| 2022 : bouleversements et statu quo                                | Édito         | 696 | 3  |

## Énergies renouvelables

|   |                  |     |    |
|---|------------------|-----|----|
| L'agrivoltaïsme de plus en plus contesté                            | Édito            | 677 | 3  |
| Éolien flottant : une empreinte carbone à encore améliorer          | Énergie & climat | 677 | 24 |
| Une nouvelle manière de penser le photovoltaïque                    | Énergie & climat | 677 | 26 |
| EnR électriques : la France toujours en retard                      | Actualités       | 679 | 10 |
| Un tapis roulant solaire pour le domaine skiable du Dévoluy         | Actualités       | 680 | 9  |
| L'osmotique, une EnR compétitive s'installe bientôt sur le Rhône    | Énergie & climat | 681 | 22 |
| La première éolienne en mer de France est posée                     | Actualités       | 684 | 11 |
| Réindustrialisation photovoltaïque : massifier pour espérer         | Industrie        | 684 | 3  |
| Inauguration de la plus grande centrale PV de Lozère                | Actualités       | 685 | 11 |
| Le photovoltaïque bénéfique pour les prairies ?                     | Énergie & climat | 685 | 18 |
| Éolien flottant : mutualiser les ancres pour réduire les coûts ?    | Énergie & climat | 685 | 19 |
| Le très faible impact de l'éolien sur les transactions immobilières | Actualités       | 687 | 8  |
| De Centrales villageoises à tiers de confiance !                    | Collectivités    | 687 | 24 |
| Le scénario idéal du photovoltaïque français                        | Actualités       | 688 | 13 |
| Des mini-éoliennes dans le métro parisien                           | Actualités       | 689 | 13 |



|                       |   |                  |     |    |
|-----------------------|---|------------------|-----|----|
|                       | Une boîte pour produire de l'électricité sur les toits  | Énergie & climat | 689 | 22 |
|                       | Tests de la première digue portuaire à énergie positive au monde  | Actualités       | 690 | 14 |
|                       | Un démonstrateur agrivoltaïque vertical, des objectifs nombreux   | Actualités       | 693 | 9  |
|                       | Une première centrale solaire hybride en France   | Énergie & climat | 693 | 26 |
|                       | Tokeniser le financement d'un parc solaire, ça sert à quoi ?  | Énergie & climat | 694 | 27 |
|                       | Une production combinée de légumes, fruits et électricité   | Énergie & climat | 694 | 28 |
|                       | Produira-t-on un jour de l'électricité depuis l'espace ?  | Énergie & climat | 696 | 22 |
| Europe                | Une victoire en demi-teinte   | Édito            | 687 | 3  |
|                       | Une taxonomie grise   | Édito            | 689 | 3  |
| Froid                 | La patinoire de Caen abandonne les HFC  | Dossier          | 682 | 31 |
| Géothermie            | Géothermie en Île-de-France, une opportunité à ne pas manquer   | Énergie & climat | 683 | 24 |
|                       | Un quartier d'Issy chauffé et refroidi grâce à la géothermie  | Collectivités    | 685 | 23 |
|                       | Un nouveau réseau bas carbone au Futuroscope  | Énergie & climat | 696 | 24 |
| Hydrogène             | Le port de Bordeaux mise sur l'hydrogène  | Industrie        | 680 | 18 |
|                       | L'avenir des groupes électrogènes passe par l'hydrogène   | Énergie & climat | 689 | 15 |
|                       | Un démonstrateur pour produire de l'hydrogène en mer  | Énergie & climat | 693 | 28 |
|                       | Hydrogène : progresser sur la sécurité  | Industrie        | 696 | 11 |
|                       | BMW expérimente des brûleurs industriels à hydrogène  | Industrie        | 696 | 18 |
| Industrie             | Industrie : décarboner pour pérenniser le secteur   | Actualités       | 678 | 8  |
|                       | La plus grosse usine des Maîtres laitiers du Cotentin rénovée grâce aux CEE   | CEE              | 678 | 24 |
|                       | Les diamants, semi-conducteurs de luxe pour l'instant   | Énergie & climat | 681 | 24 |
|                       | Décarbonation : un effort à poursuivre, une stratégie à construire  | Dossier          | 682 | 18 |
|                       | Pyrex électrifie son four de fusion   | Dossier          | 683 | 20 |
|                       | Prorefei : gagner en efficacité énergétique   | Dossier          | 683 | 22 |
|                       | La Lampaulaise de Salaisons certifiée ISO 50001   | Dossier          | 683 | 24 |
|                       | La Fromagerie Milleret veut diviser ses émissions par deux  | Dossier          | 683 | 26 |
|                       | Moins d'eau et d'énergie pour toujours autant de bière  | Dossier          | 683 | 28 |
|                       | Reborn, un premier projet d'optimisation énergétique prometteur   | Industrie        | 684 | 20 |
|                       | Un plastique neutre en CO <sub>2</sub> d'ici 2050 ?   | Industrie        | 684 | 21 |
|                       | Le gisement conséquent et accessible des procédés thermiques  | Industrie        | 689 | 24 |
|                       | Decagone innove pour créer les ORC de demain  | Industrie        | 689 | 28 |
|                       | Un verre de bouteille en voie de décarbonation  | Industrie        | 691 | 22 |
|                       | Une piste pour valoriser le SF6   | Industrie        | 691 | 24 |
| Maîtrise de l'énergie | Précarité énergétique : un accompagnement social, technique et financier indispensable  | Énergie & climat | 678 | 15 |
|                       | Denel applique l'ISO 50001 à la transformation de fruits exotiques  | Industrie        | 680 | 16 |
|                       | Le premier datacenter à énergie positive  | Dossier          | 682 | 32 |
|                       | Un appel à la sobriété trop tardif  | Édito            | 688 | 5  |
|                       | L'impact environnemental des datacenters, un pari perdu d'avance ?  | Bâtiment         | 693 | 13 |
| Nucléaire             | Emmanuel Macron relance le nucléaire  | Actualités       | 680 | 8  |
|                       | Les SMR au cœur de nombreux questionnements   | Industrie        | 680 | 12 |
|                       | Les collectivités se réinventent dans la sobriété   | Collectivités    | 681 | 14 |
|                       | Nucléaire : assez de matériaux rares mais trop peu de pays producteurs  | Industrie        | 684 | 18 |
|                       | Un funiculaire pour transporter les déchets radioactifs   | Actualités       | 687 | 13 |
|                       | Corrosion dans le nucléaire : un problème ancien  | Actualités       | 690 | 8  |
| Pétrole et gaz        | Le charbon au secours du système électrique ?   | Actualités       | 678 | 7  |
|                       | Le Turkménistan veut fermer « Les portes de l'Enfer »   | Actualités       | 678 | 9  |
|                       | Une résilience énergétique vite attendue  | Édito            | 681 | 3  |
|                       | Comment se passer de gaz russe d'ici trois ans  | Actualités       | 683 | 13 |
|                       | La Russie finance sa guerre grâce aux ventes d'énergies fossiles  | Actualités       | 688 | 12 |
|                       | Nord Stream aurait rejeté 120 000 tonnes de gaz   | Actualités       | 692 | 14 |
|                       | Thierry Trouvé, directeur général de GRTgaz : « La première cible que nous souhaitons atteindre avec Ecogaz, est la sobriété du quotidien afin d'anticiper les tensions sur le réseau du gaz. » | Il l'a dit       | 693 | 5  |

|                        |   |                  |     |    |
|------------------------|---|------------------|-----|----|
| Qualité de l'air       | Dépolluer l'air grâce à l'électricité   | Collectivités    | 681 | 18 |
|                        | Améliorer les méthodes de caractérisation de la pollution de l'air  | Actualités       | 685 | 8  |
| Réseaux de chaleur     | L'obligation de se raccorder aux réseaux de chaleur bientôt effective   | Collectivités    | 678 | 12 |
|                        | Le soleil chauffe la ville de Pons  | Énergie & climat | 689 | 20 |
| Stockage               | Le plus grand site de stockage d'électricité par batterie en France   | Actualités       | 677 | 11 |
|                        | Un risque de pénurie avéré  | Édito            | 679 | 3  |
|                        | Le marché mondial des batteries en plein essor  | Dossier          | 679 | 18 |
|                        | Panorama des gigafactories européennes  | Dossier          | 679 | 20 |
|                        | Volants d'inertie et batteries lithium-ion pour le réseau hollandais  | Dossier          | 679 | 22 |
|                        | Stocker de l'électricité sous la mer ?  | Dossier          | 679 | 24 |
|                        | Pour renouveler ses groupes électrogènes, Enedis mise sur les batteries   | Dossier          | 679 | 25 |
|                        | Des véhicules pour équilibrer le système électrique   | Dossier          | 679 | 26 |
|                        | Forsee Power, pour une électromobilité durable  | Dossier          | 679 | 28 |
|                        | Des camions pour remplacer les barrages hydrauliques ?  | Énergie & climat | 683 | 23 |
| Transition énergétique | Aéroport Marseille Provence, une stratégie énergétique bien définie   | Énergie & climat | 677 | 22 |
|                        | Des JO d'hiver enfin verts ?  | Édito            | 680 | 3  |
|                        | Une décennie décisive pour la transition énergétique  | Actualités       | 683 | 12 |
|                        | Un bilan climat insuffisant pour le président sortant   | Dossier          | 683 | 16 |
|                        | Emmanuel Macron privilégie le nucléaire   | Dossier          | 683 | 17 |
|                        | Marine Le Pen, vent debout contre les EnR   | Dossier          | 683 | 18 |
|                        | Des programmes en décalage avec l'urgence climatique  | Dossier          | 683 | 20 |
|                        | Les ONG veulent peser sur les présidentielles et les législatives   | Dossier          | 683 | 21 |
|                        | Réveil écologique ou électoraliste ?  | Édito            | 684 | 3  |
|                        | La transition écologique, enjeu prioritaire de l'enseignement supérieur   | Actualités       | 684 | 8  |
|                        | Transition écologique : l'écart se creuse   | Édito            | 685 | 3  |
|                        | La longue transition des établissements de santé  | Énergie & climat | 685 | 13 |
|                        | La transition énergétique n'a pas eu lieu   | Actualités       | 688 | 10 |
|                        | Pour être verte, la finance doit renoncer au brun   | Énergie & climat | 690 | 16 |
|                        | L'Agence Parisienne du Climat : dix ans plus tard, quel bilan ?   | Actualités       | 693 | 8  |
|                        | Noisy-le-Grand : une transition aidée par la donnée   | Collectivités    | 694 | 22 |
| Transport              | Energy Observer développe un cargo à hydrogène  | Actualités       | 679 | 13 |
|                        | Sept scénarios pour imaginer la transition carbone des transports   | Transport        | 680 | 21 |
|                        | Penser les alternatives à l'automobile d'aujourd'hui  | Transport        | 680 | 24 |
|                        | L'électromobilité en région Auvergne-Rhône-Alpes  | Transport        | 680 | 26 |
|                        | Du carburant fabriqué grâce au soleil   | Transport        | 680 | 28 |
|                        | Renault Trucks : une stratégie d'économie circulaire en route   | Énergie & climat | 681 | 21 |
|                        | Un partenariat franco-allemand pour promouvoir le retrofit électrique   | Actualités       | 682 | 10 |
|                        | Le chemin sera long pour décarboner les transports  | Transport        | 684 | 23 |
|                        | Favoriser l'utilisation du vélo électrique pour les trajets domicile-travail  | Transport        | 684 | 25 |
|                        | CAF démarre les essais de son train à hydrogène   | Actualités       | 688 | 14 |
|                        | Comment concilier urbanisme et mobilité   | Transport        | 688 | 25 |
|                        | CapaMob, un outil d'aide au diagnostic de mobilité durable  | Transport        | 688 | 27 |
|                        | « Notre remorque solaire permet d'économiser 3 400 litres de carburant »  | Transport        | 688 | 28 |
|                        | « D'ici 2040, la mobilité électrique et la production d'électricité entraîneront une multiplication des besoins de lithium par 40 » | Il l'a dit       | 689 | 5  |
|                        | Transport maritime : une décarbonation au cas par cas   | Transport        | 691 | 15 |
|                        | L'hydrogène pour décarboner le transport lourd routier  | Transport        | 691 | 19 |
|                        | Trois scénarios pour décarboner l'aviation  | Actualités       | 692 | 13 |
|                        | Les ports se tournent vers l'hydrogène et l'électricité   | Collectivités    | 694 | 17 |
|                        | Un kite pour tracter un cargo   | Actualités       | 696 | 9  |

# énergie<sup>Plus</sup>

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 CO<sub>2</sub> 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](http://www.energie-plus.com)

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



## CONSEILS



**Christian CARDONNEL**  
Consultant

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



**PLANIFIEZ ET  
PILOTEZ VOS FLUX  
ÉNERGÉTIQUES**

PROESIS.NET

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

Pour être répertorié, s'adresser à ERI :

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

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

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

## ISOLATION

Modèles déposés® - Patent pending

1000  
EFFICIENT SOLUTIONS

www.isolif.com tél. 01 99 16 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 chaudière  
90% de réduction des pertes d'énergie des équipements

## LUBRIFIANTS

**Q8 Oils**

**Producteur-raffineur  
et spécialiste des lubrifiants**

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

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

## 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**

**Clarke Energy**  
GROUPE KOHLER

Ingenierie - Installation - Maintenance

**Cogénération :**  
Moteurs Jenbacher

**Injection :**  
production de biométhane  
& récupération du  
CO<sub>2</sub> : TPI

- Expert en gaz renouvelables
- 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

## PRODUCTION ET STOCKAGE ÉLECTRIQUE

Protection des installations de  
production et de stockage d'énergie

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

**Raycap**

raycap.com | info@raycap.com

# L'ÉTUDE PEPS5 EST DISPONIBLE EN TÉLÉCHARGEMENT



Il s'agit du 5<sup>ème</sup> volet des études portées par l'ATEE, l'ADEME, et de nombreux membres des Clubs Stockage d'énergies et Power-to-gas destinées à évaluer les potentiels nationaux de stockages d'électricité, de chaleur et de froid, en incluant le power-to-heat et le power-to-gas-to-X.

L'étude réunit actuellement 20 partenaires autour de cette action, qui est réalisée par le consultant ARTELYS en collaboration avec le CEA LITEN. L'étude présente une analyse des coûts et bénéfices pour la collectivité pour 15 cas d'études de stockages d'électricité et thermiques et power-to-gas.



PEPS5 RAPPORT FINAL



PEPS5 SECONDE VIE  
DES BATTERIES



PEPS5 FICHES  
TECHNOLOGIQUES



Consultants



Cette étude est portée par l'ATEE, cofinancée par l'ADEME et par les sociétés suivantes





# Ingénierie de la maîtrise énergétique

Akéa Énergies, un bureau d'études polyvalent dans la performance énergétique et l'ingénierie technique

- + Audits énergétiques
- + Assistance à maîtrise d'ouvrage
- + Accompagnement Décret Tertiaire
- + Stratégies de décarbonation
- + Mise en œuvre Décret BACS
- + Contrats de performance énergétique
- + DeltaConso Expert, logiciel de monitoring de l'énergie



[contact@akea-energies.com](mailto:contact@akea-energies.com)  
[akea-energies.com](http://akea-energies.com)

**akéa**  
énergies

The logo graphic consists of four squares of different colors (dark blue, light blue, green, and teal) arranged in a 2x2 grid.