

## 14 ÉNERGIE & CLIMAT

# L'éolien aéroporté peine à décoller

## 19 ÉNERGIE & CLIMAT

*Le lac d'Annecy, réservoir  
d'économies d'énergie*

## 26 BÂTIMENT

*L'îlot fertile cible  
la neutralité carbone*



## Rédaction

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

- Directeur de la publication :  
Nicolas Fondraz
- Rédacteur en chef :  
Clément Cygler (75 92)
- Rédacteurs :  
Olivier Mary (75 95)  
Léa Surmaire (75 98)
- A participé à ce numéro :  
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 :  
© Enerkite

## 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

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



14



19



26

## Infos pros

- 4 Le Site • À lire • Nominations
- 5 En bref • Agenda • Les rendez-vous de l'ATEE.
- 6 En bref
- 9 Les faiblesses des projets forestiers bas carbone
- 10 Prix des énergies
- 11 Le Cap Vert se couvre de solaire
- 12 Veille règlementaire

## Énergie & Climat

- 13 En bref
- 14 **L'éolien aéroporté peine à décoller**
- 19 **Le lac d'Annecy, réservoir d'économies d'énergie**
- 22 Une inspection à haute altitude

## Bâtiment

- 24 En bref
- 25 Un programme pour massifier la rénovation du bâti scolaire
- 26 **L'îlot fertile cible la neutralité carbone**
- 28 Le complexe recyclage des terres excavées du Grand Paris

## 30 Répertoire des fournisseurs



# S'adapter avant tout

Clément Cygler, rédacteur en chef

Tel est le nouveau credo des politiques climatiques menées à l'échelle nationale et territoriale. Le 8 juin dernier a ainsi été dévoilé le nouveau plan d'adaptation de Paris qui permettra de « passer d'une ville radiateur à une ville oasis », selon les mots de Dan Lert, adjoint en charge de la transition écologique à la Ville de Paris. Ce plan vise ainsi à mettre en œuvre un panel de mesures pour limiter les impacts des canicules qui ne cesseront d'être de plus en plus intenses dans les décennies à venir. Selon le rapport « Paris à 50°C », la capitale pourrait subir des vagues de chaleur en moyenne 34 jours par an d'ici 2080, contre 22 jours en 2022. « Paris souffrira ainsi de canicules prolongées, d'une durée supérieure à deux semaines. En guise de comparatif, celle de 2003 avait duré 14 jours, avec un pic à 39,5 °C à Paris », avertit la mission d'information et d'évaluation du Conseil de Paris, à l'origine de ce rapport. Pour cet été, plu-

sieurs actions seront rapidement lancées, en particulier l'accroissement du nombre de fontaines, brumisateurs et ombrières pour un total de plus de 1 300 îlots de fraîcheur réparties dans la capitale. Au-delà, celle-ci mise principalement sur le renforcement de la végétalisation des sols. En accord avec le futur plan local d'urbanisme « bioclimatique », dont la version initiale vient tout juste d'être adoptée, 300 hectares d'espaces verts devraient être créés d'ici 2035, et 40 % de l'espace public devra être désimperméabilisé d'ici le milieu de siècle. Enfin, une massification de la réhabilitation des bâtiments sera indispensable pour espérer une réelle adaptation de ce territoire si urbanisé. Le chantier s'annonce compliqué : d'après l'Insee, plus de 567 000 résidences principales à Paris, soit plus de la moitié, présentent un diagnostic de performance énergétique classé E, F ou G...

## ENTREPRISES ET ACTEURS PUBLICS CITÉS DANS CE NUMÉRO

ACC	13	CEREMA	4, 24	EUROSERV'ER	13	LA PASSERELLE	27	SOCIÉTÉ DU GRAND PARIS	28
ADEME	6, 20	CH4 PROCESS	13	FRANCE HYDROGÈNE	7	LINKCITY	26, 27	STELLANTIS	13
AIRBORNE WIND EUROPE	17	CRÉDIT AGRICOLE IMMOBILIER	20	HELLIO	24	MAKANI	16	SUPAIRVISION	22, 23
AKUO	11	CYCLE TERRE	28	HENNESSY	7	MERCEDES-BENZ	13	TENERGIE	4
AMOÈS	26	DÉDALE	27	HYDROTECH ENVIRONNEMENT	13	NASA	14	TERRIO	28
AMPYX POWER	14, 16	E.LECLERC	4	IDEX	19, 20, 21	NEO-ECO	28	TES	4
ASN	5, 6	E.ON	16	IGN	4	OCTOPUS ENERGY	11	TOTALENERGIES	4
BANQUE DES TERRITOIRES	4, 25	EDF	6	INSTITUT PHOTOVOLTAÏQUE		OLM PAYSAGISTES	26	TVK ARCHITECTES URBANISTES	26
BBI	28	EDF RENOUVELABLES	4	D'ÎLE-DE-FRANCE	6	SAFT	13	TWINGTEC	15
CANOPÉE	9	ENERKITE	16	KITEPOWER	15	SGI	20	UNIVERSITÉ DE TECHNOLOGIE DE DELFT	14
CAPEB	24	ENGIE SOLUTIONS	4	KITWINDER	14, 16, 17	SKYPULL	16	URB-IT	27
CDC BIODIVERSITÉ	27							VOLTEC SOLAR	6

## À lire



## Villes et climat

### Quels défis ? Quelles solutions ?

Jean Haëntjens, La Documentation française, 120 pages, 9,90 euros

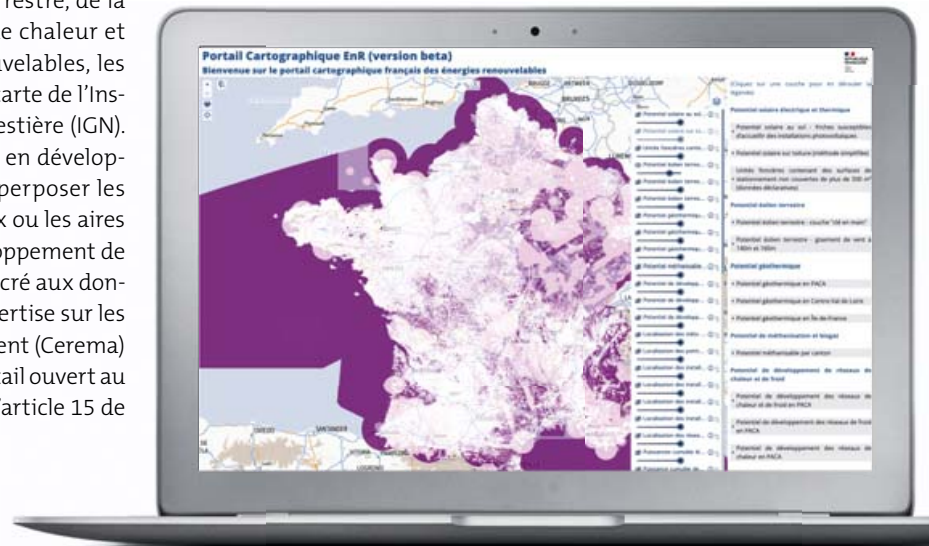
À l'heure où le changement climatique est un des enjeux majeurs pour les décennies à venir, les villes doivent s'adapter. Les choix d'aménagement urbain sont donc plus que jamais décisifs. Aujourd'hui, 56% de la population mondiale, soit 4,4 milliards d'habitants, vit en ville. Cette tendance va même se renforcer : d'ici 2050, le nombre de citadins va doubler et pratiquement sept personnes sur dix vivront en milieu urbain. Comment

faire face aux défis climatiques et énergétiques ? Comment construire en conciliant écologie et « désirs d'habiter » ? Quels nouveaux modèles déployer ? À travers de nombreux exemples en France comme à l'international, cet ouvrage interroge les nouvelles approches de la ville écologique pour répondre aux défis des espaces urbains de demain et intégrer les enjeux climatiques devenus incontournables.

## Le site

<https://macarte.ign.fr/carte/W3Cf8x/Portail-Cartographique-EnR>

Le 5 juin, le ministère de la Transition énergétique a mis en ligne la version beta d'un portail cartographique consacré aux potentiels du solaire photovoltaïque, de l'éolien terrestre, de la géothermie, de la méthanisation et des réseaux de chaleur et de froid. En sélectionnant une de ces filières renouvelables, les potentiels deviennent visibles directement sur une carte de l'Institut national de l'information géographique et forestière (IGN). Il recense également les installations en service ou en développement. Le site permet aussi d'identifier et de superposer les zones Natura 2000, les parcs nationaux et régionaux ou les aires protégées par la loi littoral au sein desquels le développement de projets EnR est fortement réglementé. Le volet consacré aux données a été développé par le Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (Cerema) et l'IGN s'est chargé de la partie informatique. Ce portail ouvert au public constitue l'une des dispositions prévues par l'article 15 de la loi d'accélération des énergies renouvelables.



## Nominations

- ▶ **Olivier Thibault** est nommé directeur général de l'Office français de la biodiversité (OFB).
- ▶ **Olivier Dauger** est élu à la coprésidence de France Agrivoltaïsme.
- ▶ **Audrey Galland** est élue présidente de Liquid Gas Europe.

## TÉLEX

/// L'AUTORITÉ DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE va consulter le public sur la mise en service de l'EPR de Flamanville /// **TOTALENERGIES** et la société belge **TES** ont annoncé collaborer pour lancer une usine de production de gaz naturel de synthèse d'une capacité de production de 100 000 à 200 000 tonnes par an aux États-Unis /// La **BANQUE DES TERRITOIRES** et le développeur **TENERGIE** créent Terres d'énergie développement, une plateforme pour développer des projets éoliens et solaires « à fort ancrage local » /// **E.LECLERC** et **EDF RENOUEVABLES** ont signé un contrat d'achat d'électricité renouvelable qui prévoit la construction de trois parcs photovoltaïques dans l'Allier, fournissant ainsi 1,5% de la consommation totale des magasins E.Leclerc en France /// **ENGIE SOLUTIONS**, le **GRAND REIMS** et la **VILLE DE REIMS** ont inauguré une nouvelle chaufferie bois, qui sera alimentée par du bois de récupération ///

# Une consommation électrique en « forte hausse » d'ici 2035

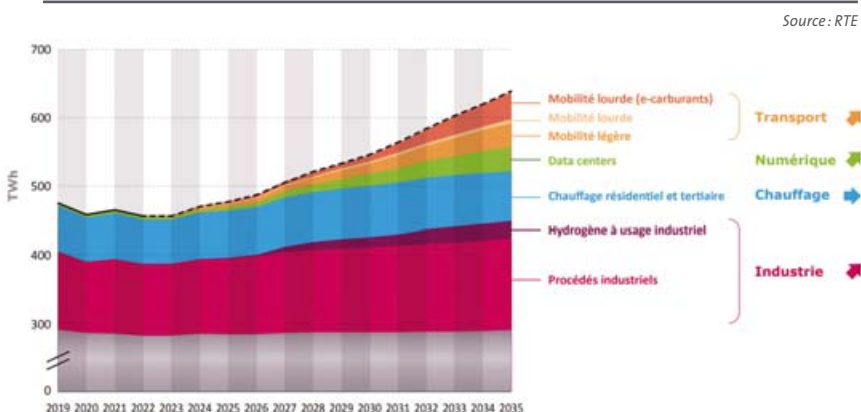
Début juin, quelques mois avant l'élaboration de son Bilan Prévisionnel 2035 dont la publication est prévue en septembre 2023, RTE a présenté son étude « *Comprendre et piloter l'électrification d'ici 2035 : Les conditions clés pour relever les défis de la transition énergétique* ». Celle-ci tente d'appréhender l'électrification nécessaire en 2035 grâce à deux volets méthodologiques : une consultation publique effectuée au premier trimestre 2023 avec « *l'ensemble des parties prenantes* » et l'analyse d'une « *enquête inédite* », réalisée par Ipsos, auprès d'un échantillon de 11 000 à 13 000 personnes, sur l'appétence des Français à adopter des comportements favorisant la transition énergétique.

Selon RTE, dans un scénario où tous les objectifs de décarbonation et de renforcement de la souveraineté industrielle seraient atteints, la consommation électrique va fortement augmenter d'ici 2035. Elle devrait osciller entre 580 à 640 TWh, contre 400 TWh actuellement. Cette augmentation substantielle s'expliquerait notamment par le rehaussement de l'objectif européen de baisse des émissions de gaz à effet de serre, et de la volonté française de renforcer sa souveraineté énergétique ainsi que sa réindustrialisation verte.

Avec cette étude, RTE montre qu'il sera possible d'alimenter cette hausse par de l'électricité bas carbone. La production des renouvelable pourra ainsi être doublée, de 120 TWh aujourd'hui à 250 TWh voire 300 TWh d'ici 2035. Sur le plan du nucléaire, RTE a retenu l'hypothèse « *prudente* » de 350 TWh pour la production moyenne annuelle du parc de deuxième génération actuel, auxquels s'ajoutera une dizaine de TWh supplémentaires pour la production du réacteur de Flamanville 3. En outre, l'équilibre du système électrique nécessitera d'identifier et de développer de nouveaux moyens de flexibilité dès la prochaine décennie.

Du côté des Français interrogés, Ipsos a relevé « *une forte prise de conscience sur le caractère inéluctable d'une transformation de la société pour atteindre la neutralité carbone* » et une ouverture à « *certaines des transformations nécessaires* », telles que des actions de sobriété énergétique, l'électrification de la mobilité et des solutions de chauffage. Toutefois, sur d'autres thématiques, comme la réduction de l'usage de la voiture ou celle de l'espace des logements, « *il existe des marges de manœuvre possibles mais actuellement contraintes* ».

## ► Consommation intérieure d'électricité décomposée par usages (scénario haut des besoins déclarés dans la consultation publique)



## Rendez-vous ATEE

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

Contact : Carine Fadat / Margot Henault :  
01 46 56 35 41

Inscriptions en ligne obligatoire sur <https://atee.fr/evenements>

### Événements nationaux

**19 juin de 11h à 12h**

Webinaire du CTBM : « Caractéristiques des digestats »

### Événements régionaux

#### ATEE NOUVELLE AQUITAINE

**27 juin de 14h à 17h30 à Bordeaux**

Conférence : « Photovoltaïque en autoconsommation : à vos marques, prêts, produisez ! »

#### ATEE NOUVELLE AQUITAINE

**28 juin de 10h à 12h**

Webinaire : « Les CEE dans l'industrie et dans le tertiaire »

#### ATEE BOURGOGNE FRANCHE-COMTÉ

**28 juin de 8h45 à 12h30 à Besançon**

Colloque : « Lancer, construire et dynamiser sa démarche énergétique »

#### ATEE GRAND OUEST

**4 juillet de 9h à 12h30 à Rennes**

Colloque : « Coup de chaud sur l'énergie : positionnez le froid dans votre stratégie industrielle »

## Agenda

19 JUIN — PARIS

→ 9<sup>e</sup> édition des Assises nationales des énergies marines renouvelables  
<https://ser-evenements.com/9emes-assises-nationales-des-energies-marines-renouvelables/>

20 JUIN — PARIS

→ Congrès FNADE - Transition énergétique et Valorisation des déchets  
[www.fnade.org/fr/kiosque-agenda/evenements/4474,save-the-date-congres-FNADE-20-juin-2023-transition-energetique-valorisation-dechets](http://www.fnade.org/fr/kiosque-agenda/evenements/4474,save-the-date-congres-FNADE-20-juin-2023-transition-energetique-valorisation-dechets)

20 ET 21 JUIN — PARIS

→ 6<sup>e</sup> édition du Forum Seanergy  
[www.seanergy-forum.com/fr/seanergy2023](http://www.seanergy-forum.com/fr/seanergy2023)

27 JUIN — STRASBOURG

→ Energy Class Factory Strasbourg  
<https://energie-industrie.com/strasbourg/>

5 JUILLET À PARIS

→ 1<sup>er</sup> Forum national des énergies renouvelables et de la biodiversité  
[www.forum-enr-biodiversite.fr/](http://www.forum-enr-biodiversite.fr/)

# Une sûreté nucléaire satisfaisante



En 2022, la sûreté des installations nucléaires, ainsi que la radioprotection dans les secteurs industriel, médical et du transport de substances radioactives se sont maintenues à un niveau satisfaisant selon le dernier rapport de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN). Toutefois, l'année dernière a été marquée par des aléas importants sur les centrales. C'est notamment le cas des fissures par corrosion sous contrainte qui touchent de nombreux réacteurs. Le second semestre a été consacré à la réparation de plusieurs d'entre eux et à l'achèvement des investigations sur les réacteurs les plus sensibles. L'ASN considère que les choix faits par EDF pour régler ces problèmes ont été appropriés. Elle a d'ailleurs mené plus de quarante inspections dans les services d'ingénierie de l'électricien, dans les centrales et chez les sous-traitants dans le cadre des opérations de contrôle ou de remplacement de tuyauteries. 2022 a aussi été touchée par une canicule intense et une sécheresse historique. Par conséquent, de nombreux

cours d'eau en France ont vu leur débit se réduire et leur température s'élever. L'ASN a dû adopter quatre décisions fixant des prescriptions temporaires relatives aux rejets thermiques des centrales nucléaires de Golfech, Bugey, Saint-Alban, Blayais et Tricastin du 15 juillet au 11 septembre. Elle s'est en outre assurée que cette situation n'a pas eu de conséquence sur la sûreté des centrales et la nature. Le bilan de la surveillance de l'environnement n'a pas mis en évidence d'impact en aval des installations.

## Des mesures pour accélérer la réindustrialisation des filières renouvelables

Lors de la deuxième réunion du groupe de travail pour la réindustrialisation de la production renouvelable, la ministre de la Transition énergétique, Agnès Pannier-Runacher, et le ministre délégué chargé de l'Industrie, Roland Lescure, ont présenté plusieurs mesures pour accélérer la réindustrialisation des filières EnR. Pour le solaire photovoltaïque, ils ont annoncé la mise en œuvre sous deux mois d'un pacte de réindustrialisation. Celui-ci reposera sur trois axes. L'État et la filière formaliseront d'abord une vision commune sur la manière dont le secteur redeviendra performant et s'inscrira dans la relance européenne, en matière de gouvernance et de sécurisation du tissu industriel. La filière s'est également engagée à signer une charte d'engagements sur le contenu local qui visera à maximiser la valeur ajoutée et les emplois en France. Un label du solaire « Made in France » et « Made in Europe » sera aussi créé prochainement. Les ministres ont fait part d'un nouvel investissement en France pour la production de panneaux. Il est porté par l'entreprise Voltec Solar et l'Institut Photovoltaïque d'Île-de-France. Pour l'éolien en mer, le Gouvernement a lancé une feuille de route stratégique co-construite avec les ports et la filière. Elle fixera la trajectoire de mutation des premiers pour l'éolien flottant. La géothermie a aussi été évoquée. Après le plan d'action national pour le développement de cette filière lancé en février dernier, une deuxième version de ce plan verra le jour. Elle a pour objectif de développer l'industrialisation des composants de la géothermie et d'étendre son développement en outre-mer. Concernant la biomasse, les ministres ont annoncé la publication d'un appel à projets opéré par l'Ademe pour renforcer la production



de pellets en France. En complément de ses propositions par filières, Agnès Pannier-Runacher et Roland Lescure ont insisté sur le sujet de la formation. Ils ont rendu public le lancement d'une stratégie pour la mobilisation des compétences pour la transition énergétique. Elle passera tout d'abord par une étude globale de projection à 2035 et 2050 identifiant les besoins en emplois et en compétences dans dix filières renouvelables. Les ministres ont également demandé au Comité stratégique de filière (CSF) « Nouveaux systèmes énergétiques » de préparer un label des « Écoles de la transition énergétique », qui permettra de fédérer l'offre de formation dans les métiers de la transition et d'accompagner la réindustrialisation du secteur.



## Hennessy distingué pour sa distillation à l'hydrogène

Le producteur de cognac Hennessy et le constructeur d'électrolyseurs Bulane ont reçu le « Prix de l'Industrie bas-carbone ou renouvelable » dans le cadre des trophées Hydrogénies 2023 décernés lors des 24<sup>e</sup> Assises européennes de la transition énergétique. Les deux entreprises ont été distinguées pour leur collaboration sur le projet HyD2 qui vise à accompagner la décarbonation des process de distillation du cognac grâce à l'hydrogène vert. Depuis février 2022, Hennessy distille pour la première fois des volumes significatifs dans un alambic de 12 hectolitres alimenté par un mélange composé de méthane et d'H<sub>2</sub> produit sur place par électrolyse. Par la suite, les deux partenaires envisagent une distillation menée à bien grâce à 100 % d'H<sub>2</sub>. Cela nécessitera une augmentation progressive du taux d'H<sub>2</sub> dans le mélange puis un changement d'équipement. Dès cette année, les premiers brûleurs spécifiques seront testés sur bancs d'essais pour appréhender les particularités de la combustion de la molécule d'H<sub>2</sub>.

## France hydrogène publie un manifeste

Dans le cadre de l'actualisation de la Stratégie nationale hydrogène prévue avant la fin du premier semestre 2023, France hydrogène publie un manifeste « Pour une Stratégie nationale hydrogène qui tient ses promesses sur la réindustrialisation ».

L'association et les co-signataires souhaitent attirer l'attention sur l'importance de maintenir les trois objectifs initiaux de la première version publiée en 2020 :

- ▶ décarboner l'industrie grâce à une filière de production d'hydrogène renouvelable et bas-carbone (6,5 GW d'électrolyse déployés à 2030) ;
- ▶ développer les mobilités H<sub>2</sub> lourdes et professionnelles ;
- ▶ soutenir la recherche, l'innovation et le développement de compétences.

## Décarbonation : remise de quatre feuilles de route

Le Gouvernement a demandé à quatre des principales filières économiques les plus émettrices de rendre des propositions de feuilles de route de décarbonation « automobile », « véhicules lourds », « chaîne de valeur de l'aménagement » et « cycle de vie du bâtiment ». Remises le 24 mai, elles identifient les freins à surmonter et les leviers à déployer pour accélérer la décarbonation et atteindre les objectifs de baisse des émissions de gaz à effet de serre (GES) de la France. L'électrification des véhicules est le principal levier mis en avant par la filière de l'automobile mais celle-ci estime que cela ne suffira pas. Il faudra l'accompagner d'une évolution des usages à travers la hausse du report modal et le déploiement du covoiturage et de l'autopartage. La filière a également formulé des propositions pour baisser l'empreinte carbone lors de la production des véhicules.

Le secteur des véhicules lourds propose de s'appuyer sur un mix énergétique varié afin de décarboner les poids lourds, les véhicules utilitaires légers, les bus, les cars et les engins de chantier dont les besoins sont très différents. Les transporteurs ont également exprimé la nécessité de baisser les coûts des motorisations alternatives et de développer un réseau de bornes de recharge électriques et de stations d'avitaillement plus important. La filière de l'aménagement a formulé plusieurs propositions visant à doter les collectivités d'outils de territorialisation de la trajectoire de baisse des émissions. En outre, les acteurs proposent de mieux prendre en compte les besoins des mobilités décarbonées dans la conception urbaine et de renforcer le stockage du carbone en végétalisant les villes. Enfin, le secteur du bâtiment a présenté 25 leviers pour décarboner la rénovation et la construction neuve comme l'utilisation de composants décarbonés et l'optimisation des usages. Il recommande aussi de simplifier et d'orienter les aides vers la rénovation globale et de mieux mesurer la performance des rénovations.



# Engager votre industrie pour la planète et gagner en rentabilité, c'est possible !



**Ils l'ont fait !**

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

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

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

Optimisons  
nos  
énergies

Un programme porté par :





# Les faiblesses des projets forestiers bas carbone

**L'association de protection des forêts Canopée publie un rapport assez critique sur les projets forestiers labellisés bas carbone. Elle pointe notamment le manque de préservation de la biodiversité, les garanties insuffisantes et le manque de transparence de ce label.**

**E**n 2018, l'État a créé le Label bas carbone (LBC). Il vise à certifier des méthodes d'évitement d'émissions et de séquestration du carbone (*voir Énergie Plus n°675*) afin de répondre aux critiques sur les projets de compensation controversés en proposant un cadre plus rigoureux. Actuellement, 99 % des projets issus des méthodes forestières sont des plantations. Un rapport\*, publié par l'association de protection des forêts Canopée, analyse les atouts et faiblesses des mécanismes permettant de générer des unités de séquestration de carbone forestier, appelées les réductions d'émissions (RE). Parmi les points forts du dispositif, l'association met en avant son pilotage par les pouvoirs publics. Elle approuve également l'interdiction d'échange de RE, car cela écarte d'éventuels risques de fraudes liés à l'intégration à un marché carbone.

## Manque de transparence

Pour le reste, le rapport est assez critique. Tout d'abord, il estime que le LBC n'intègre pas suffisamment les enjeux de préservation de la biodiversité. En effet, s'il prévoit la mise en œuvre d'un diagnostic sur cette question et l'interdiction d'un certain nombre de pratiques dommageables au

sol comme le dessouchage ou la récolte des rémanents, de nombreuses dérogations sont possibles et les contrôles sont plutôt rares par manque de moyens dans les Directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement (Dreal). Par exemple, un projet de balivage (cela consiste à choisir les plus beaux arbres, les baliveaux, qui doivent être conservés lors des coupes) dans l'Aveyron a été labellisé alors qu'il prétend séquestrer 269 tonnes de CO<sub>2</sub> par hectare, soit cinq à dix fois plus que des projets analogues, ce qui aurait a priori dû alerter les autorités. Canopée dénonce aussi l'intégration de la substitution. En effet, le mécanisme labellise non seulement les tonnes de carbone séquestrées par les arbres mais aussi celles évitées en utilisant du bois d'œuvre. Telle qu'elle est comptabilisée, la substitution encourage une sylviculture de moindre qualité en favorisant le raccourcissement de la durée de rotation des peuplements. Car plus on récolte des arbres jeunes, plus un projet génère des certificats LBC grâce à la substitution. « Par exemple, pour une plantation de pins maritimes dans les Landes de Gascogne passée en coupe rase 25 ans après sa plantation, la quantification de la séquestration sera de 283 tCO<sub>2</sub>/ha, alors que

*si elle est coupée 32 ans après sa plantation la séquestration est évaluée à 229 tCO<sub>2</sub>/ha »,* regrette l'association. De plus, la substitution entraîne un risque de double compte : une même tonne de carbone peut être comptée une fois lors du boisement et une fois lors de la valorisation du bois.

## Des coupes rases peu pertinentes

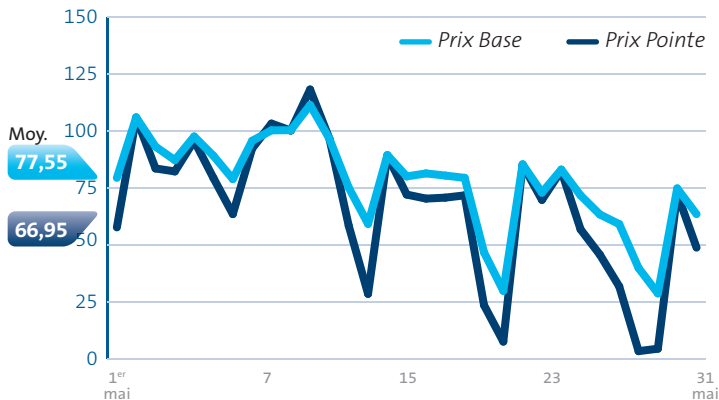
Enfin, le rapport déplore la méthode de reconstitution de peuplements forestiers dégradés. Celle-ci, particulièrement controversée, permet de transformer -par coupe rase suivie d'une plantation- des peuplements pourtant encore améliorables. « *Considérer qu'un peuplement est en situation de "dépérissement intense" parce que 20 % des arbres présentent au moins 50 % de perte foliaire est très abusif* », regrette Canopée. « *Dans le cas d'une tempête, le seuil pour justifier une coupe rase est fixé à 40 % de destruction des arbres, ce qui revient à condamner à la coupe rase un peuplement avec 60 % d'arbres encore debout* », insiste l'association. Pour améliorer le label, elle formule quelques propositions. Elle suggère de promouvoir la sylviculture mélangée à couvert continu, de laisser les arbres pousser plus longtemps et de favoriser la régénération naturelle. De plus, elle préconise de mieux combiner le LBC avec l'ensemble des incitations publiques et privées existantes. ●

Olivier Mary

\* Bas carbone, hauts risques - une analyse critique des projets forestiers label bas carbone en France

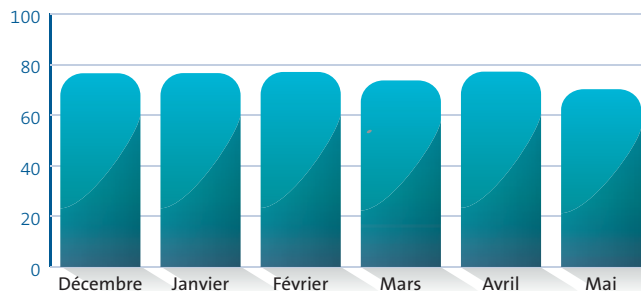
### Marché "spot" de l'électricité EPEX

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



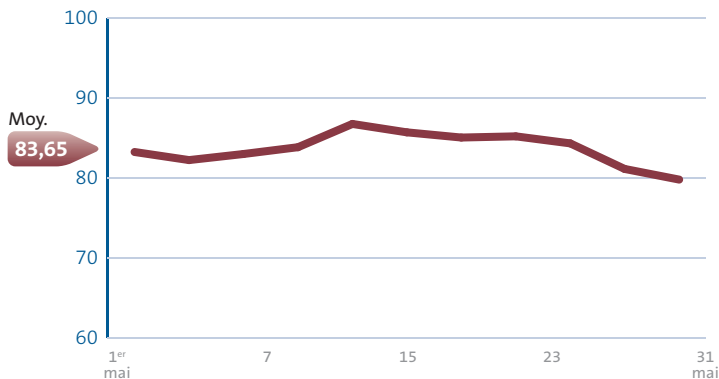
### Cours du pétrole Brent

Moyenne des prix mensuels (Euros/Baril)



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

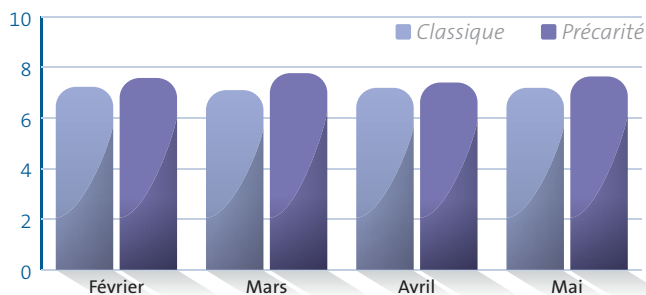
Évolution des prix des EUA\* (Euros/t CO<sub>2</sub>)



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

### Prix des certificats d'économies d'énergie

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



### Parité euro/dollar (Avril ► Mai 2023)

1 € = 1,097 ► 1,088 \$

## Volumes des certificats d'économies d'énergie

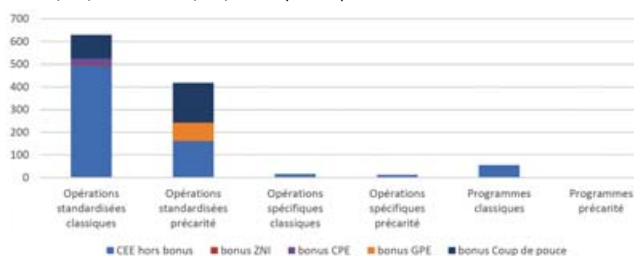
Entre le 1<sup>er</sup> janvier 2022 et le 30 avril 2023 :

#### CEE classique :

- ▶ 663 TWh cumac ont été délivrés.
- ▶ Le stock de demandes en cours d'instruction s'élève à 124 TWhc.

#### CEE délivrés

du 01/01/2022 au 30/04/2023 (TWhc)

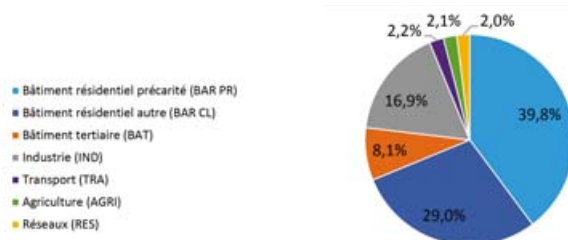


#### CEE précarité :

- ▶ 376 TWhc ont été délivrés.
- ▶ Le stock de demandes en cours d'instruction s'élève à 95 TWhc.

#### CEE CL+PE délivrés par secteur

(Opérations standardisées et spécifiques)



# Le Cap Vert se couvre de solaire

**A**près un premier site à Piolenc (Vaucluse) en 2019, Akuo vient de mettre en service sa deuxième centrale solaire flottante en Haute-Garonne. D'une capacité de 8,7 MWc, la centrale de Cintegabelle prend place sur le lac du Cap Vert d'une surface de 19 hectares. Elle produira l'équivalent de la consommation en électricité de plus de 2 000 foyers, évitant ainsi l'émission de plus de 900 tonnes de CO<sub>2</sub> par an. Le fournisseur d'électricité Octopus Energy, anciennement Plüm énergie, s'est engagé à travers un PPA (Power Purchase Agreement), à acheter l'énergie produite par la centrale de Cintegabelle sur vingt ans à un prix déterminé. ●



## Électricité

L'arrêté du 4 avril 2023 paru le 13 avril est relatif à la répartition annuelle des montants d'aides pour l'année 2023 au bénéfice des autorités organisatrices de la distribution d'électricité pour le financement des travaux d'électrification visés à l'article L. 322-6 du code de l'énergie.

- ▶ Au titre du programme principal, un montant de 361,6 millions d'euros cumulant les crédits de la loi de finances pour 2023 et les crédits de report issus de l'exercice 2022 est réparti à hauteur de : 179,1 M€ pour le sous-programme « renforcement des réseaux » ; 33 M€ pour le sous-programme « extension des réseaux » ; 41 M€ pour le sous-programme « enfouissement ou pose en façade, pour des raisons d'ordre esthétique » ; 96 M€ pour le sous-programme « sécurisation des fils nus » ; 6 M€ pour le sous-programme « intempéries » ; 0,5 M€ pour le fonctionnement du compte d'affectation spéciale (CAS).
- ▶ Au titre du programme spécial, un montant de 14,4 M€ cumulant les crédits de la loi de finances pour 2023 et les crédits de report issus de l'exercice 2022 est réparti à hauteur de : 1 M€ pour le sous-programme « sites isolés » ; 5,5 M€ pour le sous-programme « installations de proximité en zone non interconnectée » ; 0,5 M€ pour le sous-programme « maîtrise de la demande de l'énergie » ; 7,4 M€ pour le sous-programme « transition énergétique ».
- ▶ Un arrêté complémentaire sera pris en vue de répartir les 6 M€ de fonds de réserve restants à affecter sur le programme principal en fonction des besoins identifiés en cours d'année.

Le décret n° 2023-290 du 20 avril 2023 publié le 21 avril modifie le décret n° 2022-1774 du 31 décembre 2022 modifié pris en application des VIII et IX de l'article 181 de la loi n° 2022-1726 du 30 décembre 2022 de finances pour 2023. Il décale les dates limites de transmission des attestations d'éligibilité aux bouclier tarifaire électricité et amortisseur électricité.

## Énergies renouvelables

L'arrêté du 3 avril 2023 publié le 16 avril est relatif à l'augmentation de la puissance des installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent et bénéficiant du complément de rémunération défini par l'arrêté du 6 mai 2017 fixant les conditions du complément de rémunération de l'électricité produite par les installations de production d'électricité utilisant l'énergie mécanique du vent, de 6 aérogénérateurs au maximum.

Le décret n° 2023-372 du 15 mai 2023 publié le 16 mai est relatif à la déconcentration de la représentation de l'Etat devant les cours administratifs d'appel pour les contentieux relatifs aux éoliennes terrestres. Il modifie le code de justice administrative en insérant un article L. 432-12-1 pour prévoir que, pour les litiges nés de l'activité des services de la préfecture et relatifs aux décisions en matière d'éolien terrestre mentionnées à l'article R. 311-5, qui relèvent des cours administratifs d'appel en premier et dernier ressort, le préfet est compétent pour présenter les mémoires et observations produits au nom de l'État.

## Nucléaire

L'arrêté du 13 avril 2023 paru le 27 avril est relatif aux activités soumises à l'autorisation prévue à l'article R. 1333-4 du code de la défense, concernant des matières nucléaires de catégories I et II dans des ins-

tallations, faisant l'objet d'importation et d'exportation, ou présentes dans un point d'importance vitale désigné au titre de la directive nationale de sécurité du secteur de l'énergie.

L'arrêté du 24 février 2023 publié le 23 mai modifie l'arrêté du 6 décembre 1952 instituant une commission consultative des marchés auprès du Commissariat à l'énergie atomique.

## Gaz

L'arrêté du 18 avril 2023 paru le 23 avril est relatif à la référence de prix du gaz sur les marchés représentative des coûts d'approvisionnement des fournisseurs prévue à l'article 181 de la loi n° 2022-1726 du 30 décembre 2022 de finances pour 2023.

Le décret n° 2023-401 du 24 mai 2023 publié le 25 mai est relatif à la participation des fournisseurs de gaz naturel à la procédure d'agrégation de la demande. Il assigne aux fournisseurs de gaz naturel une obligation de participation à la procédure d'agrégation de la demande mentionnée dans l'article 10 du règlement (UE) 2022/2576 du Conseil du 19 décembre 2022 renforçant la solidarité grâce à une meilleure coordination des achats de gaz, à des prix de référence fiables et à des échanges transfrontières de gaz.

L'arrêté du 17 mai 2023 publié le 28 mai fixe le coefficient de proportionnalité pour la contribution tarifaire sur les prestations de transport et de distribution de gaz naturel.

## Bâtiment

L'arrêté du 7 avril 2023 publié le 14 avril modifie l'annexe 1 (« Modèle d'attestation de travaux ») de l'arrêté du 17 novembre 2020 relatif aux caractéristiques techniques et modalités de réalisation des travaux et prestations dont les dépenses sont éligibles à la prime de transition énergétique.

L'arrêté du 3 mars 2023 publié le 7 mai vise à agréer les modalités de prise en compte des systèmes de chaudières numériques de type QB dans la méthode de calcul Th-C-E ex de la réglementation thermique pour les bâtiments existants (dit RT Existant) via la procédure dite « Titre V ».

## Transport

Le décret n° 2023-330 du 2 mai 2023 paru le 3 mai modifie le décret n° 2022-615 du 22 avril 2022 relatif à l'expérimentation d'un prêt ne portant pas intérêt pour financer l'acquisition d'un véhicule dont les émissions de dioxyde de carbone sont inférieures ou égales à 50 grammes par kilomètre.

L'arrêté du 15 mars 2023 paru le 5 mai porte approbation du schéma national des véloroutes.

## Gaz à effet de serre

L'arrêté du 15 mai 2023 publié le 27 mai modifie l'arrêté du 10 décembre 2021 fixant la liste des exploitants d'installations soumises à autorisation pour les émissions de gaz à effet de serre ainsi que le montant des quotas d'émission affectés à titre gratuit pour les exploitants d'installations pour lesquelles des quotas d'émission à titre gratuit sont affectés, pour la période 2021-2025.



# L'éolien aéroporté peine à décoller

Depuis une décennie, les projets d'éoliennes aéroportées se multiplient. Mais les

nombreuses entreprises qui se sont lancées peinent à atteindre le stade de la mise sur le marché. Seule une d'entre elles, Kitewinder, y est parvenue en privilégiant un matériel simple et peu puissant. Les difficultés techniques, nombreuses, et le coût très bas de l'éolien classique ne plaident pas en faveur de ces technologies.

L'essor des éoliennes classiques à axe horizontal se confirme années après années et ne semble pas ralentir.

En Europe, la puissance du parc a atteint 255 GW (dont 30 GW en offshore) fin 2022. Selon les statistiques de Wind Europe, il a ainsi généré 489 TWh d'électricité dans l'Union européenne et au Royaume-Uni, couvrant près de 17 % de la consommation de cette zone. Mais, outre l'opposition qu'il peut générer, l'éolien pâtit aussi d'une imperfection technique. Ses pales fixes, perchées à des hauteurs qui ne dépassent pas les 200 mètres, ne

peuvent pas maximiser la captation du vent car celui-ci change souvent de direction, de force et d'altitude. Pour récupérer au mieux ces flux, le concept d'éoliennes aéroportées (en anglais : Airborne Wind Energy Converters, ou AWEC) serait, en théorie, la panacée. En s'élevant jusqu'à 600 m, ces appareils aux formes variées (cerfs-volants, drones, avions, etc.) seraient capables de capter des vents plus forts et plus stables à différentes altitudes.

Cette idée a tout d'abord vu le jour dans l'esprit de l'utopiste américain d'origine allemande John Adolphus Etzler. Dans un ouvrage proche de la science-fiction et édité en 1833, il imaginait un monde débarrassé du travail et de la misère grâce à la technologie. Un monde où l'Homme pourrait vivre sur des îles flottantes, se déplacer grâce à des aéronefs et exploiter l'énergie éolienne à haute altitude... Mais il faudra attendre plus d'un siècle la généralisation de l'utilisation de l'électricité et les progrès des cerfs-volants de grande taille pour que ce concept soit repris. Dans les années 1960, l'Agence spatiale américaine, la Nasa, avait notamment mis au point une aile en

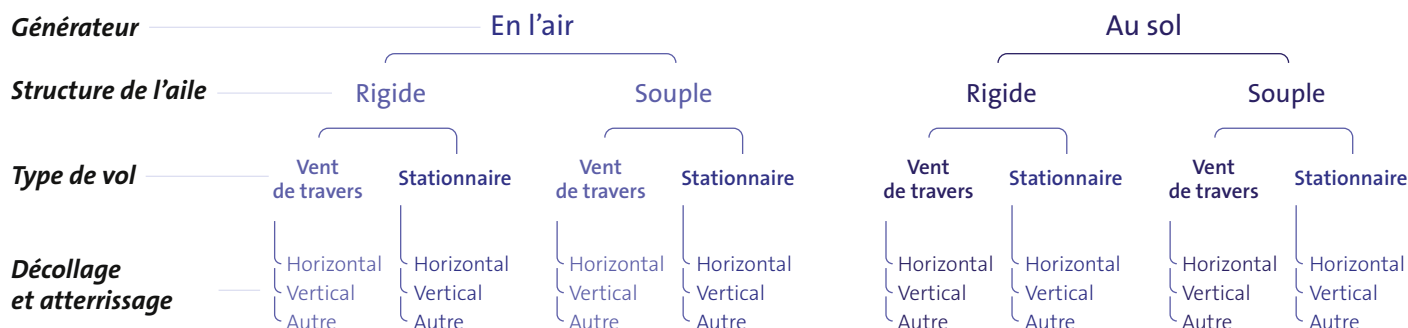
forme de V pour le retour des capsules spatiales Gemini vers la Terre qu'elle remplacera finalement par un simple parachute. Quelques années plus tard, les premiers articles scientifiques qui envisagent de lancer des éoliennes aéroportées sont publiés. Cependant, il faudra encore patienter jusqu'au début du XXI<sup>e</sup> siècle pour que le concept émerge réellement suite aux travaux de Wubbo Ockels, physicien et astronaute néerlandais. À l'Université de technologie de Delft, il a travaillé sur un concept de récupération d'énergie jusqu'à 10 km d'altitude. Son laboratoire a ensuite envisagé des ailes qui volent plus bas dans l'atmosphère. Ces recherches menées aux Pays-Bas ont conduit à la création de deux entreprises, Kitepower et Ampyx Power, et un nombre croissant de chercheurs, de passionnés et d'entrepreneurs se sont intéressés à cette technologie. Tous les deux ans, ils se retrouvent lors d'une conférence qui accueille plus de 200 délégués d'une vingtaine de pays.

## Des architectures très variées

Malgré l'intérêt croissant qu'elles suscitent, les éoliennes aéroportées

## ► Quatre choix de conception, 24 configurations d'éoliennes

Source : US Department of Energy





➤ Un prototype de Kitepower a été testé en 2021 à Aruba.

en sont à leur balbutiement. Par conséquent, les projets développés sont des prototypes très différents les uns des autres. Chaque installation se distingue par quatre choix clés de conception. Tout d'abord au niveau de la production d'énergie : à bord ou au sol. Dans le premier cas de figure, l'objet volant est équipé d'hélices. Elles génèrent de l'électricité qui est alors transmise vers le sol par le câble retenant l'appareil. C'est surtout aux États-Unis que ces installations sont à l'étude. En Europe, continent phare sur ces technologies, les inventeurs privilégient plutôt la production à terre. Des ailes oscillent dans le vent et transmettent un mouvement au sol via un câble : ce mouvement est alors converti en électricité via un générateur. Ensuite, les porteurs de projets bénéficient d'un choix très large d'engins volants. La structure du dispositif aéroporté peut être soit rigide comme la plupart des avions, soit souple comme un cerf-volant. Les engins peuvent aussi arborer des formes très différentes : deltaplane, parapente, avion, drone, voire des formes plus originales. Le troisième choix clé concerne la façon de voler. L'appareil pourra

flotter par vent de travers ce qui permet de mieux récupérer l'énergie. Mais il sera alors difficile à contrôler et subira de fortes contraintes mécaniques. À l'inverse, il est possible de mettre en œuvre des engins plus stationnaires. Enfin, le quatrième et dernier choix porte sur le décollage et l'atterrissage. Il est envisageable de le faire horizontalement comme un avion traditionnel, verticalement comme un hélicoptère ou un drone, d'utiliser une combinaison des deux, un cerf-volant pilote ou un autre système auxiliaire. Il existe donc au moins 24 configurations potentielles qui combinent ces quatre choix de conception (voir illustration) sans compter les possibilités d'hybridation entre les concepts. À l'heure actuelle, il paraît particulièrement compliqué de prédire lesquels perdureront, ni si certains parviendront à être commercialisés. Il est probable que plusieurs conceptions coexistent en s'adaptant à des marchés spécifiques.

### Une myriade de prototypes

De nombreuses start-ups s'intéressent aux éoliennes aéroportées, principalement en Europe. Créées pour la plupart il y a une décennie,

elles ont toutes opté pour un générateur au sol. Kitepower, basée aux Pays-Bas, développe un cerf-volant qui vole par vent de travers en suivant une trajectoire en huit dans l'optique de récupérer un maximum d'énergie. Cet engin de 100 kW, lancé à une altitude comprise entre 70 et 400 m, doit produire 450 MWh par an d'électricité grâce à un générateur au sol qui convertit l'énergie mécanique du cerf-volant. Ce prototype a notamment été testé en 2021 en collaboration avec le ministère de la Défense des Pays-Bas sur Aruba, une île néerlandaise de la mer des Caraïbes située au large des côtes du Venezuela. Cette initiative a permis de tester l'installation sur deux marchés qui intéressent particulièrement Kitepower et les autres entreprises du secteur : les îles isolées et les armées en opérations extérieures. L'entreprise suisse Twingtec a de son côté mis au point un prototype de 10 kW en forme de planeur équipé de huit hélices. En 2018, il a effectué un vol de trente minutes ainsi qu'un décollage et un atterrissage en autonomie complète. Une première étape intéressante mais qui reste très éloignée de la promesse des acteurs de la filière de voler et

► de produire en continu. La start-up espère créer à terme un modèle de série d'une capacité de 100 kW. Skypull est une autre société suisse qui a choisi de son côté un engin ressemblant à un drone surmonté de quatre rotors. Prévu pour voler à 400 m du sol, il devrait être lancé dans les prochaines années dans une version commerciale de 100 kW et de 6 m d'envergure. Le constructeur annonce que sa technologie pourrait atteindre à plus longue échéance 17 m d'envergure pour une capacité de production de 1 MW. Mais, pour l'instant, seul un prototype d'un peu plus d'un mètre a effectivement généré de l'électricité... L'Allemagne travaille aussi sur ce type de technologie. Enerkite développe une aile assez simple en forme de V dans une optique de poids et de coût minimisés. Semi-rigide, elle est construite en fibre de carbone et vole en décrivant des cercles. Elle est reliée à un conteneur dans lequel est installé un générateur. En outre, « un système de stockage permet de lisser l'afflux d'énergie et de fournir de l'électricité en continu », explique Alexander Bormann, président de



► Enerkite développe une aile en forme de V dans une optique de poids et de coût minimisés.

↓ Ampyx Power a fait faillite l'année dernière (photo 1). Quant à Makani, il n'a pu poursuivre son activité malgré l'aide financière de Google (photo 2).

l'entreprise, qui souhaite commencer à produire un engin de 100 kW avant de passer à des ailes de 2 MW. Mais pour l'instant, Enerkite en est toujours au stade du prototype.

### Déjà des faillites

Alors que la plupart des entreprises du secteur ont émergé il y a une dizaine d'années, les mises sur le marché se font attendre et certaines, souvent les plus ambitieuses, ont déjà fait faillite. C'est notamment le cas de Makani, créée dès 2006 en Californie et qui avait pourtant bénéficié de budgets conséquents après son rachat par Google sept ans plus tard. Le concept était très différent de ses concurrents européens car l'électricité devait être produite par des turbines d'une capacité totale de 600 kW fixées sur l'aile qui volait par vent de travers sur une trajectoire circulaire. Un prototype d'aile de 28 m a été testé en vol en décembre 2016. Trois ans plus tard, le prototype est perdu lors d'un essai en mer et l'entreprise stoppe définitivement son activité en février 2020 malgré une prise de participation de Shell. « Malgré de forts progrès techniques, la route vers la commercialisation est plus longue et plus risquée que nous l'avions espéré », avait alors reconnu Eric Teller, en charge du projet pour Google.

Ampyx Power, une entreprise basée

aux Pays-Bas, a également fait faillite l'année dernière. Lancée en 2008, elle a construit plusieurs prototypes en matériaux composites ressemblant à des planeurs et produisant l'électricité au sol. Le dernier développait une puissance de 200 kW pour une envergure de 12 m. La société souhaitait commercialiser au final des produits de 2 à 3 MW. En cas de vent dépassant les 80 mètres/seconde, un treuil devait ramener automatiquement la machine volante à terre. Toutefois, malgré une coopération avec l'énergéticien allemand E.ON pour construire un démonstrateur dans l'Atlantique au large de l'Irlande, un soutien financier de la Commission européenne dans le cadre du programme « Horizon 2020 » et des campagnes de financement participatif, ils ne verront jamais le jour. Par manque de fonds, mais aussi de résultats probants. « Ces deux entreprises très ambitieuses souhaitaient concurrencer l'éolien classique en misant sur les fortes puissances. Mais c'est très compliqué techniquement d'autant plus qu'il faut se mesurer à des éoliennes qui produisent désormais à un prix très bas et qui sont très fiables techniquement après des décennies d'expérience », estime Olivier Normand, fondateur et PDG de Kitewinder, unique entreprise à proposer une éolienne aéroportée sur le marché. En outre, les constructeurs



sont confrontés à des problèmes techniques et de vieillissement des matériaux. En volant par vent travers, les contraintes sont énormes et les durées de vie très courtes. Réussir à faire décoller et atterrir une voile de façon automatique est aussi un défi difficile à relever.

### Un seul produit commercialisé

Pour arriver à ses fins, Kitewinder a pris le contrepied total de Makani et Ampyx Power. L'entreprise installée depuis 2016 près de Bordeaux n'a jamais souhaité concurrencer l'éolien sur mât. « Nous n'atteindrons jamais les puissances du grand éolien. Cela ne serait pas possible techniquement pour nous. De plus, les grands mâts de 200 m bénéficient déjà d'une ressource en vent qui permet de très bonnes performances », juge Olivier Normand. Lauréate du plan d'investissement d'avenir en 2017, elle a mis sur le marché dès 2020 la Kiwee One. Cet appareil est extrêmement compact. Il rentre dans un sac à dos de 30 litres. Il suffit d'assembler l'hélice qui est reliée à la génératrice elle-même attachée au sol et de lancer la voile monofil. L'hélice tourne, entraîne une poulie dont le mouvement est transmis jusqu'à la génératrice via une courroie d'une centaine de mètres servant à transporter le courant et à retenir la voile. S'il y a plus de production que de consommation,



► Les engins qui volent par vent de travers subissent de fortes contraintes mécaniques.

une petite batterie peut stocker un peu d'électricité. Sans vent, l'aile se pose automatiquement à 5 m autour du point d'attache. Cette éolienne de cinq kilogrammes environ et de 400 W de capacité est destinée aux personnes en itinérance ou pour apporter un peu d'électricité dans des zones non connectées. Toutefois, l'ambition initiale de Kitewinder était plus grande. « À la base, nous souhaitions développer un équipement plus gros et plus puissant destiné à des communautés isolées de quatre à dix personnes. Nous gardons toujours cet objectif mais nous n'avons pas de marché suffisant pour

y arriver ni de subventions pour nous aider », reconnaît le PDG de la société. Le manque d'investissement plombe en effet les constructeurs alors que les défis techniques à régler restent nombreux. Ils tentent donc de se structurer en filière, même si celle-ci reste toujours embryonnaire. Dans cette optique, ils ont créé Airborne Wind Europe. L'association basée à Bruxelles entend encourager la collaboration et les échanges entre constructeurs, décideurs, administrations, fournisseurs, milieux académiques, investisseurs et institutions financières. « Cinq milliards d'euros de soutien public sont nécessaires pour permettre à l'éolien aéroporté de décoller. [...] Avec cette aide, son coût serait au niveau de l'éolien classique vers 2036 », estime Airborne Wind Europe. Mais l'argent seul ne suffira pas. Il faudra aussi travailler sur la réglementation qui relève des autorités aériennes. Et convaincre que ces engins sont sûrs. En effet, que se passerait-il si une voile de plusieurs tonnes s'écrasait ou si le câble qui la retient lâchait ? D'autant plus que les contraintes mécaniques sont importantes... Les défis sont donc nombreux et la route encore longue avant un potentiel essor de ces technologies. ●

Olivier Mary

► La Kiwee One est la première éolienne aéroportée commercialisée. Lorsque le générateur est au sol, l'électricité est produite via un câble.



**FEE  
BAT**  
GAGNEZ EN  
EFFICACITÉ!



# FEEBAT, les formations à la rénovation énergétique reconnues !

Professionnels du bâtiment, vous souhaitez devenir RGE ou auditeur énergétique en maison individuelle ? Les formations FEEBAT sont pensées pour vous !  
40% de prise en charge de votre formation sous conditions

Rendez-vous sur

[www.feebat.org](http://www.feebat.org)





# Le lac d'Annecy, réservoir d'économies d'énergie

**Idex vient d'inaugurer un réseau de chaleur et de froid fonctionnant grâce à l'inertie thermique du lac d'Annecy. Une solution économe en CO<sub>2</sub>, dont la rentabilité dépend toutefois de la construction d'une future piscine.**

**À** Annecy a été inauguré le premier réseau de chaleur lacustre français, permettant d'alimenter tout un quartier en chauffage, en eau chaude sanitaire (ECS) et en refroidissement.

Baptisé « ali énergie », il fournit en chaud et en froid les bâtiments du quartier des Trésums, soit plusieurs édifices comprenant plus de 570 logements, une résidence seniors, un hôtel et la future piscine municipale. L'idée n'est pas

► nouvelle : l'eau du Lac Léman est déjà utilisée depuis fin 2022 pour chauffer la commune française de Saint-Gingolph (Haute-Savoie) ; en Suisse, la ville de Genève se sert aussi depuis déjà plusieurs années de cette masse d'eau monumentale pour se chauffer et se climatiser. Toutefois, « ali énergie » est la première installation de grande taille traitant l'ensemble de la chaîne de chaleur. L'eau est puisée dans le lac d'Annecy à 20 mètres de profondeur, grâce à une canalisation de 400 m de long, là où la température reste constante à 7°C, été comme hiver. Elle est dirigée vers un échangeur de chaleur, puis rejetée intégralement dans le lac grâce à une autre canalisation, longue de 200 m. « *Le lac est très rapidement profond, ce qui permet une longueur de tuyauterie très faible* », indique Jérémie Neveu, directeur des infrastructures d'Idex en Auvergne-Rhône-Alpes.

### Trois PAC

Pour les besoins en eau chaude sanitaire et en chauffage, l'échangeur de chaleur alimente trois pompes à chaleur (PAC) connectées à un réseau de chaleur urbain. « *Ce sont des PAC à fluide frigorigène de type HFO, ayant un impact nul sur la couche d'ozone* », poursuit Jérémie Neveu. Cette installation couvrira 95 % des besoins en chauffage et en ECS (13 GWh/an) du quartier. Le reste sera fourni par trois chaudières électriques d'appoint, installées dans deux sous-stations sous les édifices. Pour 100 MWh de chaleur produite, le système utilisera 35 MWh d'électricité et 65 MWh d'énergie renouvelable directement issue du lac. Se passer de chaudières à gaz naturel pour produire la chaleur permettra de diviser par trois la consommation en énergie et de réduire les émissions de CO<sub>2</sub> des abonnés au réseau de chaleur de 2 600 tonnes par an, d'après le groupe. « *Le réseau fonctionne à très basse température, avec une*

*consigne à 65 °C maximum. Cela n'est possible que si les bâtiments sont équipés des installations adéquates* », explique Jérémie Neveu. Pour les besoins en refroidissement (500 MWh par an), bien moindres que ceux en eau chaude, le système fonctionnera par free cooling. L'eau du lac étant à 7°C, elle refroidira l'eau du réseau qui circulera ensuite dans les habitations, assurant une climatisation sans apport énergétique supplémentaire. La seule consommation complémentaire viendra des pompes permettant la circulation de l'eau froide. Le refroidissement sera assuré à 100 % par la boucle d'eau. « *Éviter le recours à des climatiseurs individuels, qui contribuent au phénomène des îlots de chaleur, permet de diviser par quinze la consommation en électricité par rapport à un système conventionnel* », annonce Idex. D'après l'entreprise, la boucle d'eau ne réchauffera ou ne refroidira pas le lac, en raison du faible débit d'eau qu'elle captera et rejettera : seulement jusqu'à 240 litres par

## Le réseau « ali énergie » est la première installation lacustre de grande taille traitant l'ensemble de la chaîne de chaleur.

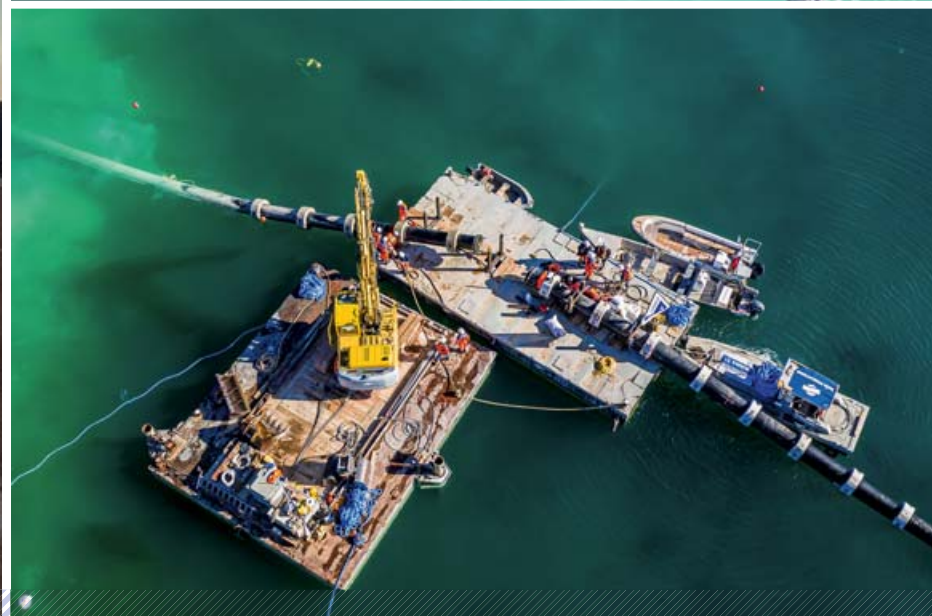
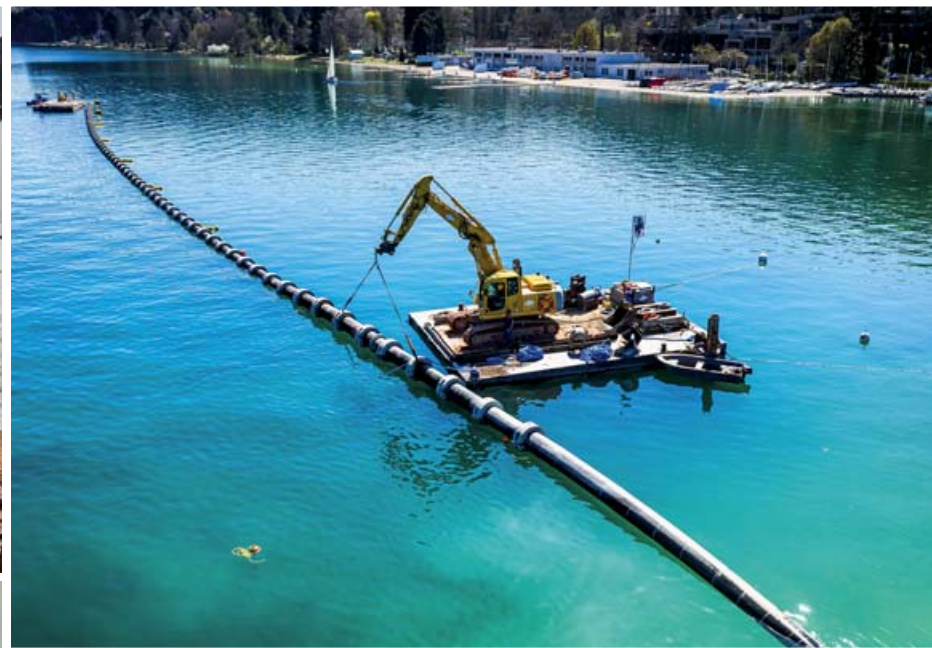
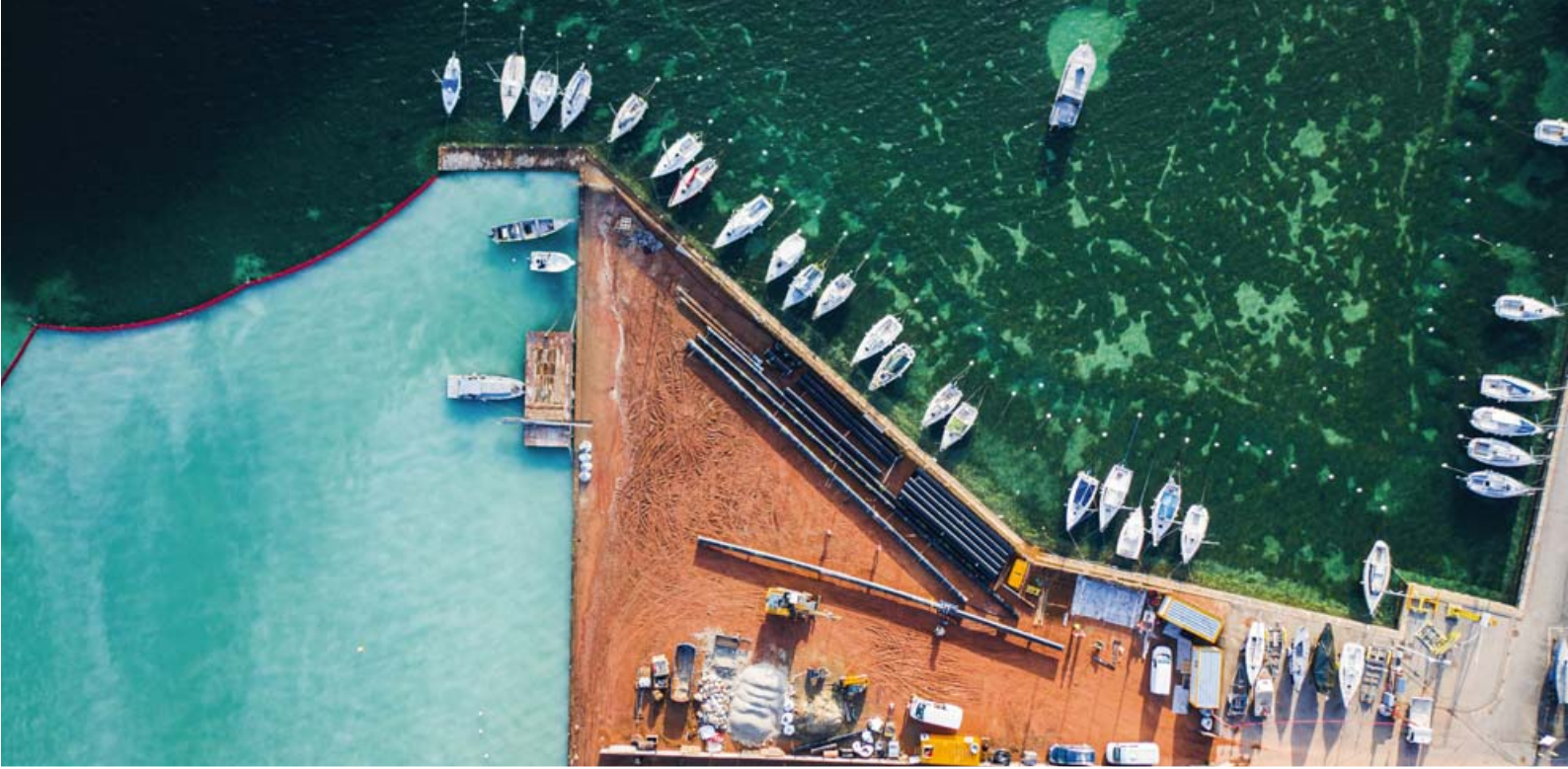
seconde en hiver, au maximum de sa capacité. À comparer avec le débit du Thiou qui alimente le lac, et qui varie entre 4 000 et 40 000 l/s ou avec le volume d'eau du lac qui est de plus de 1 000 millions de m<sup>3</sup>. « *L'impact est nul, d'autant que le différentiel maximum de température de l'eau qui circule dans l'installation sera de 5 °C* », souligne Jérémie Neveu. La boucle d'eau a été pensée pour un projet d'aménagement urbain porté par Crédit Agricole Immobilier et portant sur la reconversion d'un

ancien hôpital en quartier de logements et d'équipements tertiaires. Les réseaux sont donc neufs et ont été conçus en fonction de cette solution de chaleur et de froid renouvelables. « *Le bureau d'études SGI, qui travaillait à imaginer une solution de production de chaleur pour le nouveau quartier, a été à l'initiative du projet de récupération de chaleur sur l'eau du lac, et l'a proposé à Crédit Agricole Immobilier. Ils se sont tournés vers Idex, qui a conçu, réalisé et financé le réseau, tout en confiant la maîtrise d'œuvre à SGI* », détaille Jérémie Neveu.

### Financement privé

Le coût total des installations de pompage et du réseau de raccordement souterrain s'élève à 10 millions d'euros, subventionné à hauteur de 1,7 M€ par l'Ademe. Le réseau sera entretenu et exploité par Idex pendant les vingt-cinq prochaines années. Le financement du projet est prévu sur trente ans, grâce à des contrats de fourniture de chaud et de froid signés avec les copropriétés, l'exploitant de l'hôtel, l'Ehpad, mais aussi de la piscine. Cette dernière sera l'un des gros consommateurs du réseau de chaleur, donc l'un des gros clients d'"ali énergie", avec un peu moins de 50% de la puissance souscrite. Aujourd'hui, cette piscine n'est pas encore construite ; son chantier n'a même pas commencé. Il devrait démarrer en octobre 2023, avec 21 mois de retard sur le calendrier initial. D'après la municipalité, elle devrait être achevée en octobre 2025. « *Les équipements de production de chaleur installés par Idex sont dimensionnés pour permettre l'alimentation de la future piscine et une extension éventuelle du réseau de chaleur en dehors des Trésums* », indique Jérémie Neveu. Idex est donc sans doute tout aussi impatient que les Annéciens de voir la nouvelle piscine sortir de terre. ●

Caroline Kim





# Une inspection à haute

**Pour pallier le manque de main d'œuvre et améliorer l'efficacité des contrôles, SupAirVision a développé trois drones destinés à l'inspection des éoliennes.**

« Une pale d'éolienne est difficile d'accès : elle est en hauteur et dans un milieu venté. Aujourd'hui, pour l'inspecter, un cordiste descend en rappel le long de celle-ci. Utiliser un drone offre plus de sécurité puisque les techniciens restent au sol, et une plus grande rapidité », expose Sébastien

Arnould, le dirigeant de SupAirVision. Celui-ci a fondé cette start-up axée sur la recherche et le développement d'engins téléguidés destinés à l'inspection de pales en 2017. Alors qu'il était exploitant de drones en Champagne-Ardenne, il a cherché à utiliser cette compétence pour faire de l'inspection industrielle. « Ici, l'industrie la plus évidente, ce sont les éoliennes : elles sont très présentes dans la région. Le drone est un moyen léger qui permet de prendre de la hauteur rapidement et facile à mettre en œuvre », avance Sébastien Arnould. Ces équipements ont en effet besoin d'être inspectés régulièrement.

Ils sont soumis à des contraintes mécaniques et météorologiques permanentes (soleil, foudre, gel). Une pale défectueuse est moins performante, génère des vibrations, peut se fissurer ou même se casser, ce qui engendre un arrêt de la machine et donc une perte financière pour l'exploitant. « Nos premiers tests avec un drone ont été concluants. Toutefois, pour que l'outil s'intègre dans la maintenance industrielle de la filière éolienne, il fallait apporter beaucoup d'ergonomie et de technologies », ajoute le fondateur de SupAirVision. Ce dernier embauche alors une équipe de R&D. Trois objectifs



« Le but est de détecter les défauts le plus tôt possible pour que la réparation coûte le moins cher possible. »



vérifie le fonctionnement du chemin de foudre. En effet, chaque éolienne dispose d'un parafoudre interne. La foudre est interceptée grâce à des capteurs métalliques en bout de pale puis cette énergie est redirigée à la terre grâce à un câble en cuivre. Volta mesure la résistivité de ce chemin de foudre en créant une boucle électrique. Pour cela, avec un câble, le drone relie la pale de l'éolienne, sur laquelle il va appuyer son capteur, et le sol. « Si la résistance est faible, cela veut dire que le système fonctionne parfaitement. Sinon, il y a de la perte. Et, si elle est élevée, cela signifie que le circuit est coupé », indique Sébastien Arnould. Pour ces trois paramètres, d'autres instruments existent. « Ce qu'on l'on apporte, c'est de la rapidité, de la fiabilité et de la digitalisation. Le cordiste enregistrerait les résultats sur un appareil ou un calepin et effectuait le rapport quelques jours plus tard. Nous, nous avons développé un logiciel pour que les données soient enregistrées en direct. Elles sont ensuite analysées par nos soins », expose-t-il. Les équipes de SupAirVision cherchent également à mettre des intelligences artificielles (IA) à profit. Ainsi, les photos prises par Sherlock sont déjà assemblées automatiquement par une IA. Et un produit de détection automatique de défauts est actuellement en développement. Sébastien Arnould est confiant sur le potentiel de ses technologies. « Les besoins augmentent pour plusieurs raisons. Le marché éolien croît rapidement, les aéromoteurs sont de plus en plus grands et donc de moins en moins accessibles, les parcs commencent à vieillir et demandent plus de maintenance. La réglementation prévoit également des inspections de plus en plus régulières. En face, le marché des cordistes ne progresse pas aussi vite... », conclut le dirigeant de SupAirVision. ●

# altitude

l'animent : rendre les drones les plus autonomes possibles voire automatiques ; améliorer les capteurs existants et en inventer de nouveaux ; et enfin optimiser et renforcer la digitalisation du traitement des données.

## Trois outils de diagnostic

Depuis, SupAirVision a développé trois systèmes de diagnostic. Le premier, Sherlock, est une inspection photographique. Elle consiste à relever les défauts en surface de la pale : fissures, impacts, défauts d'érosion, etc. Le second, Clarity, établit une thermographie pour déceler des anomalies dans l'épaisseur de la

---

**« Le but est de détecter les anomalies le plus tôt possible pour que la réparation coûte le moins cher possible »**

---

pale, des délaminages par exemple. Ce décollement de matière peut produire une fissure des mois plus tard voire des années. « Le but est de les détecter le plus tôt possible pour que la réparation coûte le moins cher possible », précise Sébastien Arnould. Enfin, le troisième, Volta,

Léa Surmaire

## Val-de-Marne : premier plan d'Adaptation des bâtiments au climat déréglé



Ce plan, élaboré conjointement par le Conseil départemental du Val-de-Marne (CD94) et le Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (Cerema), vise, par des mesures adaptatives, à limiter les effets négatifs du dérèglement climatique sur les bâtiments départementaux. Pour cela, un périmètre de 580 édifices à étudier (collèges, crèches, bâtiments administratifs, culturels etc.) a été fixé. Le CD94 et le Cerema ont ensuite choisi de se baser sur les projections du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (Giec) RCP 4,5 et RCP 8,5. Pour ces deux scénarios, les aléas possibles dans le Val-de-Marne à l'horizon 2050 ont été définis à l'aide de bases de données météorologiques. Puis, l'équipe a caractérisé (données passées et projections) les huit aléas identifiés (fortes pluies, canicule, etc.), analysé le parc bâti (impact possible sur chaque bâtiment, acceptabilité du risque, etc.) et calculé le facteur de risque. Ainsi, pour chaque scénario climatique -aux horizons 2050 et 2080-, les bâtiments ont été notés, par perturbation météorologique, selon cinq critères de risque. Conclusion globale ? Dans le département, en 2050, le risque de canicule est bien plus élevé que celui de grand froid ou de verglas. Pour le centre d'études, « cette méthodologie fonctionne, mais la difficulté demeure dans l'acquisition de la donnée d'entrée ». En effet, le bilan requiert une base de données conséquente et renseignée pour chaque édifice.

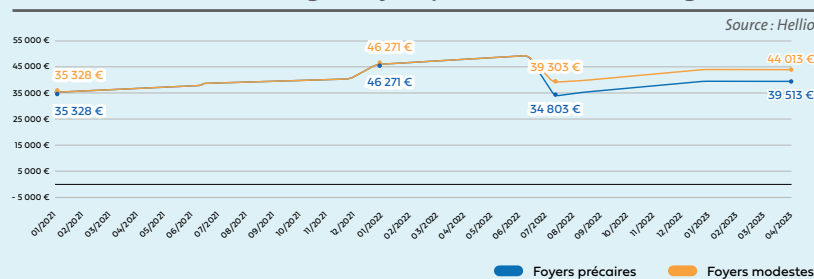
### La Capeb propose des mesures pour redynamiser l'activité des entreprises en rénovation

« Comme le laissait présager l'année 2022, la croissance de l'activité de l'artisanat du bâtiment enregistre de nouveau un ralentissement pour le premier trimestre 2023 », annonce la Confédération de l'artisanat et des petites entreprises du Bâtiment (Capeb). Et, selon les artisans, il devrait se poursuivre ces six prochains mois. En effet, les coûts de chantier demeurent élevés et l'inflation comprime les demandes de travaux des ménages. En mai dernier, la Capeb a adressé au Gouvernement quinze propositions pour relancer le secteur. Elles s'articulent autour de quatre grandes thématiques : simplifier pour dynamiser ; lutter contre la fraude et renforcer la crédibilité du label Reconnu garant de l'environnement (RGE) et du dispositif des certificats d'économies d'énergie (CEE) ; augmenter le nombre d'entreprises en capacité de réaliser des travaux de rénovations énergétiques et enfin dynamiser la demande des particuliers pour des rénovations énergétiques plus ambitieuses. Sur le premier axe, elle appelle par exemple à mettre en œuvre un référentiel unique pour les contrôles réalisés au titre notamment de MaPrimeRénov' ou du dispositif CEE. Sur le deuxième, elle propose de réactiver l'instance interministérielle de lutte contre la fraude ou de limiter la sous-traitance à un rang.

### Le reste à charge pour les rénovations énergétiques en forte hausse

Dans le contexte inflationniste, Helliio s'est demandé si les aides — MaPrimeRénov' et les certificats d'économies d'énergie (CEE) — étaient « suffisantes pour baisser le reste à charge » et donc « massifier les rénovations énergétiques ». Ainsi, le délégataire a analysé les subventions et les frais restants à la charge des ménages modestes et précaires entre janvier 2021 et avril 2023 concernant six catégories de travaux : rénovation complète, isolation des murs, isolation des combles, chaudière biomasse, pompe à chaleur air/eau et chaudière à gaz. Pour celui-ci, « malgré l'augmentation des aides disponibles pour certains postes de travaux, le reste à charge est bien plus élevé en avril 2023 qu'en janvier 2021 ». En cause : « la hausse continue du coût des chantiers depuis 2021 qui n'a pu être compensée par les revalorisations des primes ». Dans le cas d'une rénovation globale par exemple, le reste à charge est estimé à 39 513 euros pour un ménage précaire et 44 013 € pour un foyer modeste en avril 2023, soit une augmentation de respectivement 12 % et de 25 % par rapport à janvier 2021. Pour les cinq autres catégories étudiées, des hausses ont également été observées. Les primes pour les rénovations globales ont toutefois augmenté, lorsque celles dédiées aux mono gestes ont baissé. Pour réduire la part des ménages, Helliio plaide pour une nouvelle hausse du volume d'obligation pour la cinquième période des CEE.

#### Évolution du reste à charge moyen pour une rénovation globale



Base du calcul : prix du chantier basé sur des chantiers de rénovation globale (hors bonus MaPrimeRénov' sortie de passoire et BBC), indexé sur une inflation à 10% en 2021 et 14% en 2022.

# Un programme pour massifier la rénovation du bâti scolaire

Afin d'aider à la rénovation énergétique d'établissements scolaires, la Banque des Territoires a lancé EduRénov. Mobilisation des acteurs et financement des projets sont les deux grands piliers de ce programme qui vise à réhabiliter 10 000 établissements d'ici 2027.



*Rénover le bâti scolaire, c'est travailler pour l'avenir, à double titre : à la fois pour les élèves et les enseignants et pour la nécessaire transformation écologique des territoires*», a indiqué

le 9 mai dernier, Olivier Sichel. Ce jour-là, aux côtés du ministre de la Transition écologique, Christophe Béchu, le directeur de la Banque des territoires a annoncé le lancement du programme d'actions EduRénov. Celui-ci doit aider à massifier la rénovation énergétique des établissements scolaires. Ce type de travaux, perçus comme chers et complexes, peine parfois à se concrétiser, faute d'accompagnement et de financement nécessaires à leur réalisation. Un des enjeux d'EduRénov sera donc de parvenir à mobiliser davantage les élus et les services techniques des collectivités, notamment en simplifiant leur prise de décision. Deux milliards d'euros de prêts seront ainsi mis à disposition des communes, départements et régions pour financer les travaux de 10 000 écoles, collèges et lycées d'ici à 2027. Et chaque rénovation soutenue par le programme devra réaliser au moins 40 % d'économies d'énergie.

## Une charte co-construite

Pour atteindre ces résultats, le programme mise sur plusieurs axes d'action, à commencer par l'élaboration d'une charte nationale. Co-construite avec l'ensemble des parties prenantes, cette charte répertoriera un certain nombre de critères d'éligibilité, tels que le seuil d'économies d'énergie fixé, le recours à l'innovation ou encore la combinaison de procédés techniques. Elle



devra également faciliter « le traitement des sujets nouveaux », à l'image des îlots de chaleur, et « dessiner les contours de l'école du xx<sup>e</sup> siècle ». La Banque des Territoires prévoit également de travailler et consolider les leviers de massification, en renforçant certains dispositifs existants (tiers financement par exemple). Les participants à EduRénov bénéficieront en outre d'un accès simplifié à une boîte à outils qui compilera différents supports (retours d'expérience, guides techniques, aide et conseils via un panel d'ingénierie mobilisable, etc.). Concernant le volet financier, vu comme le premier frein à l'émergence de projets, 50 millions d'euros seront mobilisés en crédit d'ingénierie afin de « se focaliser sur le passage à l'acte des travaux des écoles, collèges et lycées ». Surtout, une enveloppe de 2 Md€ sera constituée pour participer au financement de ces travaux. Ce montant sera proposé aux collectivités soit en « intracting »\*, soit en prêts sur fonds d'épargne pour des projets plus ambitieux ou de réhabilitation plus complexe. Plusieurs projets ont déjà été sélectionnés afin de disposer de ce soutien technique et surtout financier. C'est le cas du Collège Les Allobroges à La Roche-sur-Foron (Haute-Savoie), de l'école René Jouglet à

Gommegnies (Nord) ou encore de l'école maternelle Jacqueline Quatremaire à Villetaneuse. Pour ce dernier exemple, « le projet de rénovation énergétique et d'extension correspondait pleinement aux critères du programme EduRénov. Le remplacement des luminaires par des LED, le renforcement de l'isolation par l'extérieur et surtout le raccordement au réseau de géothermie de la ville permettront de générer plus de 40% de gain énergétique », a ainsi souligné Dieunor Excellent, maire de Villetaneuse. La consommation d'énergie devrait ainsi atteindre 105 kWh par m<sup>2</sup> et par an, contre 220 kWh/m<sup>2</sup>/an actuellement. Lors des études en amont, une attention particulière a par ailleurs été portée sur la conception bioclimatique du bâtiment ainsi que sur le choix des matériaux biosourcés, peu émetteurs de CO<sub>2</sub>. La Banque des Territoires financera ce projet à hauteur de 4 M€, pour un montant total de 10 M€. Les travaux ont déjà débuté, et dès la rentrée 2024, les élèves pourront bénéficier de ce nouvel équipement plus sobre en énergie mais tout aussi confortable. ●

Clément Cygler

\*Dispositif financier vertueux dans le cadre duquel les économies d'énergies réalisées par des travaux sont utilisées pour rembourser l'avance accordée.

# L'Îlot fertile cible la neutralité

À Paris, le quartier Îlot fertile a été pensé pour être bas carbone lors de sa construction et vise, lors de son exploitation, la neutralité carbone. Zoom sur ce projet d'envergure.



➤ Dans le XIX<sup>e</sup> arrondissement de Paris, à deux pas de l'arrêt de RER Rosa Parks, ce nouveau quartier est constitué de quatre bâtiments.

**E**n avril dernier, sur la friche industrielle « Éole Évangile », dans le XIX<sup>e</sup> arrondissement de la capitale, le quartier « îlot fertile » a été inauguré. Le promoteur Linkcity – une filiale de Bouygues Bâtiment Île de France –, a acheté le terrain à la Ville de Paris en 2019 dans le cadre de l'appel à projets Réinventer Paris, qui consiste à vendre des terrains municipaux à des porteurs de projets innovants. Son ambition ? Construire avec d'autres partenaires, dont TVK architectes urbanistes et OLM paysagistes notamment, un ensemble de 35 000 m<sup>2</sup> de la manière « la moins émettrice en gaz à effet de serre (GES) possible » et au « fonctionnement visant la neutralité carbone ». Celui-ci se compose de quatre bâtiments. À l'intérieur : 440 habitations (dont certaines réservées aux logements sociaux, étudiants, jeunes travailleurs.), 8 000 m<sup>2</sup> de bureaux et plateaux modulables, un campus de formations digitales ouvertes à tous,



un hôtel, six cellules commerciales et un multiplexe sportif associatif UCPA de 3 500 m<sup>2</sup> comprenant également une auberge de jeunesse de 230 lits. À l'extérieur : un demi-hectare de jardin public, 1 500 m<sup>2</sup> de toitures solaires et végétalisées, des potagers partagés, des terrasses plantées, une trentaine d'arbres fruitiers ou encore des hôtels à insectes...

## Une exploitation visant la neutralité carbone

Sa construction a été voulue bas carbone. Les façades sont en pierres de taille massives et porteuses (10 000 m<sup>2</sup>), très majoritairement extraites des carrières de Noyant et Bonneuil-en-Valois, en Picardie (près de 85 %). « Nous ne pouvons pas créer le socle en pierre, nous avons donc opté pour du béton bas

carbone », ajoute Solange Jimenez, la directrice d'opérations de Linkcity Île-de-France. De plus, 6 000 m<sup>2</sup> de faux planchers sont issus du réemploi et ont été reconditionnés afin d'équiper les bureaux. « Tout du long, nous avons été suivis par Amoès, un assistant maître d'ouvrage (AMO) Environnement. Il a établi un bilan carbone au début de l'opération. Pour s'y conformer, chaque matériau devait respecter, tout au long de son cycle de vie, un seuil d'émissions de GES maximal. Un futur locataire avait par exemple sélectionné une moquette trop émettrice, nous lui en avons proposé une qui l'était moins », précise Solange Jimenez. Lors du gros œuvre, les déchets du chantier (terre et gravats) ont été réutilisés sur site en grande partie. Son exploitation tend quant à

# carbone



► La construction du multiplex UCPA en sous-sol a nécessité moins de déblaiement de terre qu'un éventuel parking.

elle vers la neutralité carbone : le bâtiment doit produire autant qu'il consomme. « Pour limiter au maximum les besoins énergétiques pour le chauffage, le refroidissement et l'éclairage, l'ensemble est composé de bâtiments bioclimatiques. Nous avons par exemple travaillé avec l'architecte sur leurs enveloppes. L'isolation est très importante : les menuiseries disposent de triple vitrage, la pierre est massive ce qui offre une très bonne inertie thermique. Ainsi, la chaleur est stockée puis restituée à d'autres moments. Nous avons également installé des stores extérieurs sur le tertiaire qui se déclenchent en fonction du rayonnement solaire », expose Solange Jimenez. Pour l'eau chaude sanitaire (ECS) et le froid, un système de pompes à chaleur PAC Facteur 7<sup>®</sup> a été installé. Il récupère les calories des eaux grises (eaux issues des douches, lave-linges, éviers, etc.) pour chauffer l'eau des logements, de l'hôtel et de l'auberge de jeunesse. Cette pompe fournit également du froid pour la climatisation des bureaux ainsi que pour l'hôtel. Trop loin du réseau de chaleur urbain, le quartier n'a en effet pas pu y être relié. Pour l'électricité, 1.000 m<sup>2</sup> de panneaux

photovoltaïques ont été installés sur les 1.500 m<sup>2</sup> de toitures végétalisées. Celles-ci permettent, en créant un îlot de fraîcheur, d'améliorer les rendements en période estivale et de soutenir la biodiversité. « Dans les contrats de vente de tous les bâtiments du quartier sont inclus une trentaine d'engagements, appelés les défis. Les acquéreurs de ces bâtiments, ainsi que les locataires des logements gérés par des gestionnaires, sont notamment obligés de prendre des contrats d'électricité verte. En revanche, les propriétaires particuliers sont simplement invités à le faire », avance Solange Jimenez. Les informations relatives à la consommation énergétique sont recueillies dans tout le quartier grâce à des capteurs et transmises à la Ville.

## Pas de parking

En termes de mobilité, la priorité est faite aux déplacements doux. Le quartier est entièrement piéton et aucun parking pour les automobilistes n'a été créé. « L'îlot est très bien desservi par les transports en commun (RER, métros et tramways). À l'époque, prendre cette décision était un choix fort », argue Solange Jimenez. Ainsi, en sous-sol, dans l'espace vide laissé par l'ancien

bâtiment du site, un centre sportif a pu être créé. « Grâce à la typologie du terrain et à ce choix, nous n'avons déblayé que peu de terre », complète la directrice d'opérations. La part belle est faite au vélo : le quartier dispose de 500 places de bicyclette pour 440 logements. Dans ce quartier, les commerces ont également des engagements. Ainsi, pour favoriser les circuits courts, le restaurateur doit indiquer la distance de production de ses produits. L'hôtelier, quant à lui, va cultiver en hydroponie des plantes sélectionnées avec son chef cuisinier. La Passerelle, un centre de formation en codage informatique sera ouvert à tous, avec un tiers lieu, destiné à accueillir des activités. Une entreprise de cyclo-logistique, Urb-it, s'est aussi installée sur un espace de près de 1.000 m<sup>2</sup> qui permet d'organiser des tournées en vélo cargo dans la capitale et sa proche banlieue. Une aubaine lorsqu'on connaît les difficultés de ce genre d'entreprise pour trouver du foncier dans la capitale. (Voir *Énergie Plus* n°700) Pour préserver la biodiversité, des murs en pierre sèche pouvant servir de refuge pour les lézards et des nichoirs pour les oiseaux ont été installés. CDC biodiversité, une filiale de la Caisse des dépôts œuvrant pour la préservation de la biodiversité, suivra pendant dix ans l'état de ses structures. Dès la réponse à l'appel d'offres, l'animation du quartier avait en outre été pensée. Le Rosa Lab, porté par l'association Dédale, a été imaginé « comme un lieu créateur de liens pour accompagner l'émergence de nouveaux usages à l'échelle d'un quartier démonstrateur des nouvelles manières de faire la ville ». Au programme : accompagnement des jeunes créateurs, expérimentation de solutions pour la ville de demain, animation de dynamiques territoriales ou encore organisation d'événements culturels. ●

Léa Surmaire

# Le complexe recyclage des terres excavées du Grand Paris

**Les terres issues des chantiers du Grand Paris Express peuvent-elles servir de matériaux sur des chantiers de construction franciliens ? Malgré plusieurs projets de valorisation des terres excavées, les obstacles restent encore nombreux.**

**E**n décembre 2021, le journal de Boulogne-Billancourt BBI annonçait la future construction en cœur de ville d'un immeuble de logements sociaux doté d'une façade en terre crue « issue des forages du Grand Paris Express ». Un an plus tard, le chantier est lancé mais « le lot Façade en terre crue a été remporté par Terrio, une entreprise lyonnaise », indique Philibert Déchelette, architecte de l'agence éponyme qui a gagné le concours pour concevoir cet immeuble. Pour utiliser de la terre parisienne, comme le proposait une entreprise concurrente, il fallait réaliser des études de qualification, ce qui augmentait son coût et pouvait rallonger les délais. « Nous exigeons des entreprises de travaux qu'elles caractérisent les terres excavées. Mais c'est une analyse chimique : nature des terres, composition et niveau de pollution. L'étude des paramètres physique reste à faire », explique Thomas Gaudron, responsable des terres excavées et de l'économie circulaire à la Société du Grand Paris. Cette dernière a élaboré dès 2012 un schéma directeur de gestion des déblais, dans lequel elle s'est donné un objectif de valorisation à hauteur de 70 % de l'ensemble des terres. Sachant que les travaux du Grand Paris Express doivent générer 47 millions de tonnes de déblais d'ici à 2030. Aujourd'hui, la valorisation atteint plutôt près de 52 %. Ce terme, « valorisation », recouvre des réalités très différentes. La valorisation volume représente 96 % du total : la terre est utilisée pour le remblaiement de carrières ou des projets d'aménagement urbain.

La valorisation matière est composée quant à elles du réemploi sur site ou sur d'autres chantiers et du recyclage. C'est dans ce dernier domaine, qui concerne 2,2 % des terres excavées, que l'on trouve la fabrication de nouveaux matériaux de construction. « Ont été produits à ce jour du plâtre, du clinker et des granulats pour béton », détaille Thomas Gaudron. Pas de produits en terre crue, donc. « Chaque filière a ses propres critères techniques. Pour la terre crue, par exemple, il faut des limons de plateaux. Nous ne pouvons pas toujours en fournir », poursuit-il. Qui plus est, ces éco-matériaux sont souvent coûteux. La solution structure et planchers bois avec façade en terre crue mise en œuvre à Boulogne-Billancourt, par exemple, coûte entre 1 000 et 12 000 euros par m<sup>2</sup>, selon Philibert Déchelette.

Le chantier, toutefois, est beaucoup plus rapide. La façade a été montée en un mois, le chantier devrait durer un an en tout. En outre, le gain environnemental est là : « la terre est un matériau abondant, qui redevient de la terre quand le bâtiment est démolé. Elle ne nécessite aucun adjuvant polluant, ni habillage ni finition. Enfin, le matériau a de bonnes propriétés hygrométriques », souligne l'architecte.

## Obstacles à lever

Du côté de la Société du Grand Paris, une équipe dédiée accompagne la gestion (traçabilité, caractérisation...) et la valorisation des terres. Une expérimentation a ainsi été menée avec la coopérative Cycle Terre, située à Sevran. « Le projet était de transformer en briques de terre

crue les déblais de creusement de la gare de Sevran-Livry, puis d'utiliser ces briques dans la construction de la nouvelle gare. Malheureusement, le planning de l'excavation des terres et celui de Cycle Terre n'ont pas concorde. Il y a aussi eu des obstacles normatifs et assurantiels. Le projet n'a donc pas abouti tel que prévu », indique Thomas Gaudron. Une autre expérimentation a été menée avec Neo-Eco, à l'échelle du laboratoire. Elle a produit du clinker et du substitut de terre végétale. Toutefois, « peu de filières sont compatibles avec nos cadences. En outre, les plateformes de valorisation des déblais en éco-matériaux ne trouvent pas toujours de débouchés pour leurs productions », reconnaît Thomas Gaudron. ●

Caroline Kim



# 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

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

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

Pour être répertorié, s'adresser à ERI : Tél. 01 55 12 31 20 • Fax 01 55 12 31 22 • email : regieenergieplus@atee.fr

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

CONSEILS



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

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

E&E CONSEIL

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

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

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

CONTRÔLE



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

- SPÉCIALISTE DE L'URGENCE
- INSPECTIONS DANS TOUTE LA FRANCE
- VOS RAPPORTS D'INSPECTION EN 48H

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



OPTIMISEZ DE FAÇON  
TECHNICO-ÉCONOMIQUE  
LA PRODUCTION DE VOS  
UTILITÉS

PROESIS.NET

ISOLATION



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

Fabricant de matelas thermiques



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

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

MÉTHANISATION ET  
VALORISATION DU BIOGAZ



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

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

Facebook et Instagram : Biogaz Pro



**Cogénération :**  
Moteurs Jenbacher

- Expert en gaz renouvelables

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

- Société de service implantée sur tout le territoire  
- Solutions clé en main adaptées à vos besoins

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



# OSCAR

OPTIMISATION ET SIMPLIFICATION DES CEE  
POUR LES ARTISANS DE LA RÉNOVATION

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

### La raison d'être du programme OSCAR

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

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

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



in f YouTube

### Un programme construit autour de 4 valeurs



L'engagement



La proximité



L'innovation



Le partage

PORTÉ PAR



PARTENAIRES



FINANCEURS

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



Devenons l'énergie qui change tout.

# LA TRANSITION ENERGETIQUE COMMENCE ICI.

Le groupe EDF accompagne chaque territoire dans sa transition écologique avec des solutions adaptées à ses besoins.



RCSP PARIS 2024 1/2017



En savoir plus sur [edf.fr/solutions-collectivites](https://edf.fr/solutions-collectivites)  
L'énergie est notre avenir, économisons-la!

Fournisseur officiel  
d'électricité renouvelable