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

énergie Plus

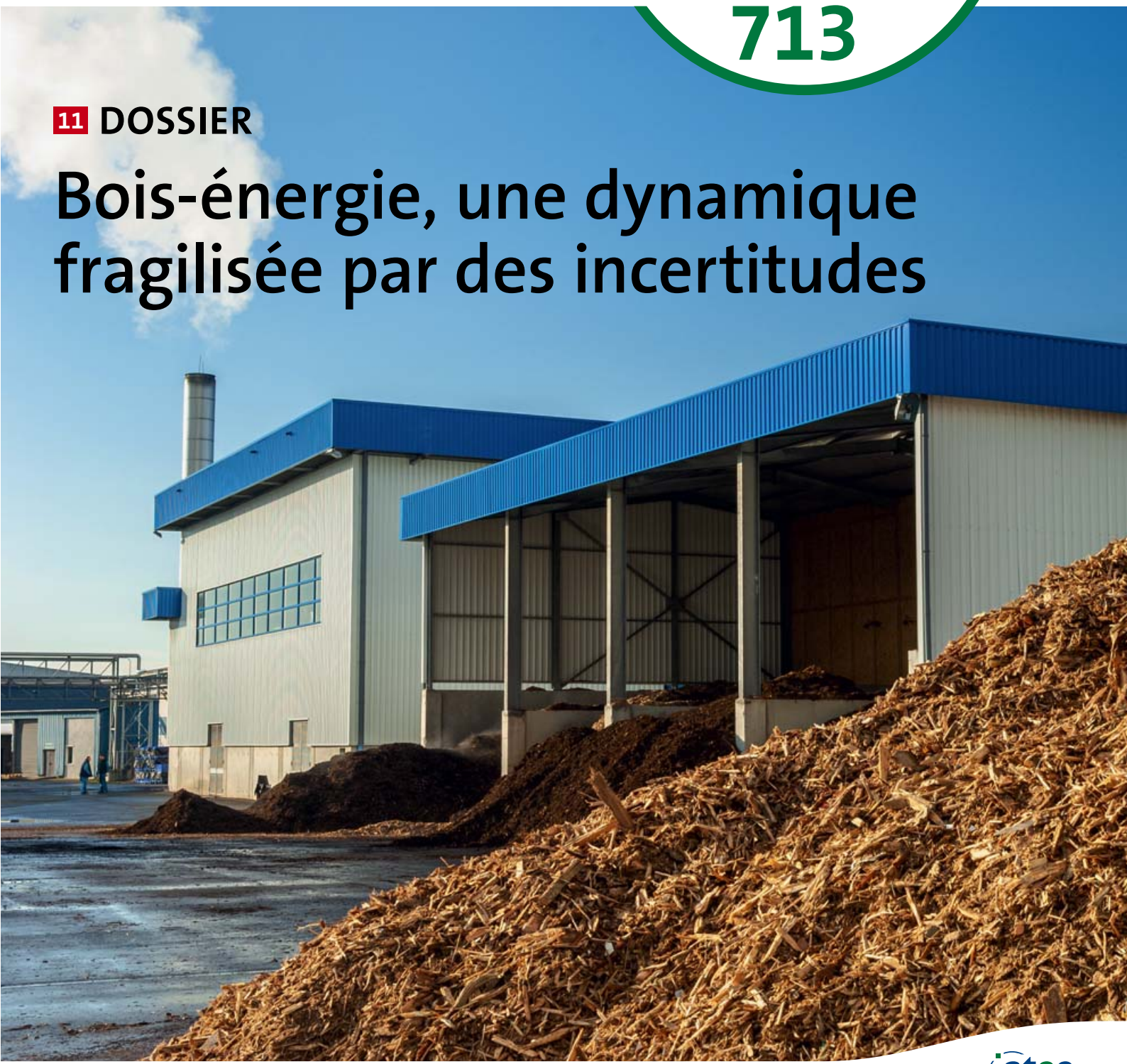
MAÎTRISER L'ÉNERGIE DURABLEMENT

1er NOVEMBRE 2023

713

11 DOSSIER

Bois-énergie, une dynamique fragilisée par des incertitudes



Énergie Plus est une revue éditée par atee ASSOCIATION TECHNIQUE ENERGIE ENVIRONNEMENT

énergie Plus

**Revue
de l'Association technique
énergie environnement**

Tour Eve
1 place du Sud
CS20067 - 92800 Puteaux

Rédaction

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

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

SP PRO

© 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.

atee
ASSOCIATION TECHNIQUE ENERGIE ENVIRONNEMENT

(Association régie par la loi 1901)
Représentant légal : Nicolas Frondaz

Conception graphique :
Olivier Guin - be.net/olivierguin

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

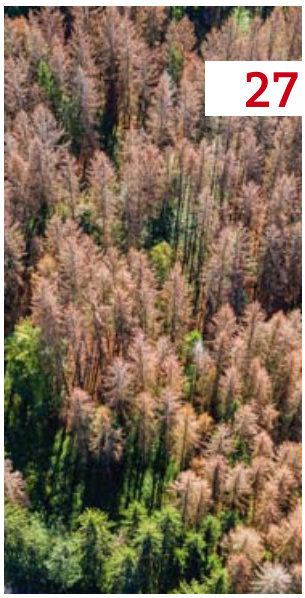
Dépot légal à parution.
Commission paritaire n°0526 G 83107

Numéro 713

Infos pros

4 Le Site. À lire. Telex
5 En bref. Les rendez-vous de l'ATEE. Nominations. Agenda
6 En bref
8 Éolien : la Cour des comptes pointe des freins récurrents
9 Une solution photovoltaïque flottante pour participer à la décarbonation du port de Brest





Dossier *Bois-énergie*

10 En bref
11 Bois-énergie, une dynamique fragilisée par des incertitudes
12 Un équilibre à trouver, des synergies à valoriser
14 **Le bois-énergie court après le calendrier européen**
17 Le puits de carbone, bientôt à sec
19 L'Université de Caen adopte le bois
20 Décarbonation de l'industrie : une opportunité pour le bois-énergie
22 70 % de bois pour le réseau de chaleur de Bussy-Saint-Georges
23 Le chauffage au miscanthus séduit Bernwiller
24 Chaudières de moins d'1 MW : des pistes pour moins polluer
27 **Forêts : agréger les données pour s'adapter**

30 Répertoire des fournisseurs



Le temps est compté

Clément Cygler, rédacteur en chef

Comme rappelé dans ce dossier, le bois-énergie devra être davantage sollicité pour participer à la décarbonation de la chaleur de certains secteurs comme l'industrie, le collectif ou le tertiaire. Et ce, sans impacter les services écosystémiques de la forêt, notamment sa fonction de puits de carbone. Les stratégies de gestion et de renouvellement forestier, actuellement en cours d'élaboration, vont ainsi être décisives pour assurer cette durabilité et concilier ces différents enjeux. Il ne faudra pas tâtonner ou hésiter à mettre rapidement en œuvre les actions visant à adapter au mieux la forêt à nos besoins. Dans le milieu forestier, l'« horizon temps » est très long, environ 80 à 100 ans, alors que le pas de temps pour l'atténuation du changement climatique, en particulier la neutralité carbone en 2050, est beaucoup plus réduit. « *C'est court pour la forêt et ça laisse donc peu de marge de manœuvre et peu de marge d'erreur sur les choix à définir entre l'articulation des différents usages du bois, sachant que tous sont importants* », a souligné Océane Le Pierrès, chargée de recherche Forêt et bois à l'Institut de l'économie pour le climat (I4CE) lors de la 3e édition de la Journée nationale bois-énergie.

ENTREPRISES ET ACTEURS PUBLICS CITÉS DANS CE NUMÉRO

AASQA 4
ADEME 10, 12, 24
AESC 7
AMORCE 7
ANAH 6
ANPP 7
AVERE-FRANCE 6
BEI 7
BERNWILLER 23
BUSSY-SAINT-GEORGES 22
CAPEB 4
CIBE 14, 20, 21
CITEPA 17
CNPF 27
CNRS 28
COLORADO SCHOOL OF MINES 28
CONSORTIUM SAF+ 4
COUR DES COMPTES 8
CRISTAL UNION 21
DALKIA 10, 22
EDF 10, 22
ENGIE SOLUTIONS 4
FORVIA 4
FRANCE BOIS FORÊT 27
FRANCE HYDROGÈNE 6
FRANCE URBAINE 7
GROUPE ADP 4
GROUPE ATLANTIC 4
GRTGAZ 4, 6
H2V 4
HELIOREC 9
I4CE 5
IDEX 22
IGN 10, 17, 18, 27
INDDIGO 24, 25
INERIS 24, 25
INTERCOMMUNALITÉS DE FRANCE 7
LARIVIERE 4
MARNE ET GONDOIRE 22
OFB 27
OID 5
OLEF 27
ONF 17, 18, 27
RENAULT 7
SER 12
SIEMENS ENERGY 4
SOVEN ENGIE SOLUTIONS 15
SPBB 9
SRC 20, 21
TERÉGA 6
TRITON GUYANE 10
UNIVERSITÉ DE CAEN 19
UNIVERSITÉ DE PADOUE 28
VILLES DE FRANCE 7
VOLTALIA 10

Le site



https://map.atmo-france.org/

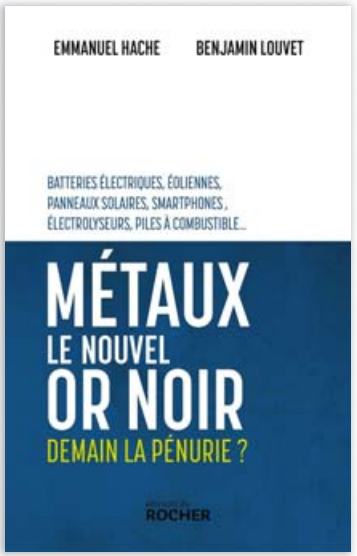
À l'occasion de la Journée nationale de la qualité de l'air, les associations régionales de surveillance de la qualité de l'air (AASQA) mettent à disposition des données sur les émissions locales de polluants de l'air et de gaz à effet de serre (GES) liées aux activités humaines sur la plateforme nationale Atmo Data. Sont représentés les oxydes d'azote (NO_x), les particules fines PM10 et PM2,5 ou encore les GES en équivalent carbone hors gaz fluorés. Ces données sont disponibles pour l'ensemble du territoire français pendant un an, sauf à la Réunion, à Mayotte et en Nouvelle-Calédonie. Une prévision de l'indice Atmo du jour et du lendemain est publiée quotidiennement à 14h00. Les épisodes de pollution sont aussi annoncés chaque jour. Ces données sont visualisées sur une carte interactive. Pour plus d'information sur les inventaires d'émissions, une documentation complète a été mise à la disposition du public.

À lire

Métaux, le nouvel or noir
Demain la pénurie ?

Benjamin Louvet et Emmanuel Hache, Éditions du rocher, 240 pages, 18,90 euros

Pour mener à bien le passage aux énergies renouvelables, l'Humanité va voir ses besoins en métaux exploser. En effet, la construction de transformateurs, d'éoliennes ou de panneaux solaires photovoltaïques repose sur ces matières premières indispensables. La dépendance aux énergies fossiles pourrait donc se transformer en une dépendance aux métaux. Selon les auteurs, le monde n'y est absolument pas préparé. Politiquement, géopolitiquement, industriellement, des changements sont nécessaires pour que ces matériaux ne deviennent pas les oubliés de la transition et la source de difficultés insurmontables. Quels sont les métaux indispensables ? Les ressources seront-elles suffisantes ? Le recyclage pourra-t-il contribuer à la transition ? La production minière peut-elle suivre le rythme nécessaire ? Les pouvoirs publics ont-ils pris la mesure de ce défi ? Comment aligner les perspectives des investisseurs, industriels et politiques avec ce nouveau besoin ? C'est à ces interrogations que cet ouvrage tente de répondre.



TÉLEX

/// Le **GROUPE ADP** et **GRTGAZ** se sont associés pour étudier l'acheminement d'hydrogène par canalisation dans les aéroports Paris-Charles de Gaulle et Paris-Orly **///** La **CONFÉDÉRATION DE L'ARTISANAT ET DES PETITES ENTREPRISES DU BÂTIMENT** et **LARIVIERE** signent un partenariat pour promouvoir les solutions photovoltaïques destinées au marché résidentiel individuel en rénovation **///** Le **GROUPE ATLANTIC** a confirmé son projet d'investissement de 150 millions d'euros pour l'implantation d'un nouveau site de fabrication de pompes à chaleur sur le territoire du Grand Chalon (Saône-et-Loire) en 2024 **///** **FORVIA** a inauguré sa plateforme industrielle d'Allenjoie (Doubs) dédiée à la mobilité, comprenant notamment une usine de production de réservoirs d'hydrogène **///** Mené par **ENGIE SOLUTIONS** et **SIEMENS ENERGY**, le projet Hyflexpower a prouvé que des turbines de pointe dotées d'une technologie de combustion sèche peuvent être alimentées entièrement par de l'hydrogène, par du gaz naturel ou par tous les mélanges intermédiaires **///** **H2V** et le **CONSORTIUM SAF+** ont signé un accord de collaboration industrielle en vue de proposer une offre d'e-carburants. Leur souhait est de parvenir à une production annuelle de 80 000 tonnes à horizon 2030 **///**

En bref

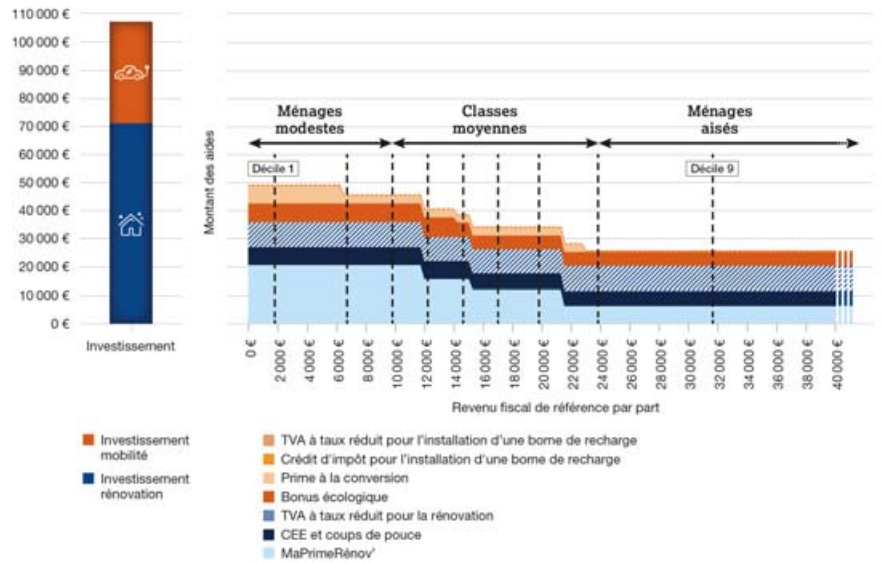
La transition est encore trop coûteuse pour certains ménages

Dans une étude publiée le 19 octobre dernier, l'Institut de l'économie pour le climat (I4CE) a analysé l'évolution du reste à charge des ménages pour une rénovation performante de leur logement ainsi que pour l'acquisition d'un véhicule électrique et d'une borne de recharge. Premier constat : ils sont de plus en plus encouragés à investir, en particulier les plus modestes et une partie des classes moyennes. Entre 2005 et 2023, le montant maximal d'aides qu'un ménage peut obtenir est ainsi passé de 20 000 à 50 000 euros. Et, pour le même investissement, ces allocations sont actuellement environ deux fois plus élevées pour les ménages modestes que pour les plus aisés.

Toutefois, les conditions économiques ne sont toujours pas réunies pour que tous puissent s'inscrire dans la transition. Concernant la rénovation des logements, le reste à charge représente souvent plus de dix ans de revenu pour les plus modestes et plus d'un an pour les classes moyennes. Le taux d'endettement lors de la contraction d'un éco-prêt à taux zéro (éco-PTZ) visant à étaler les mensualités reste ainsi trop élevé. Il peut atteindre 70 % pour les ménages les plus modestes et dépasse généralement 5 % pour les classes moyennes, une valeur pourtant considérée comme limite. Afin de contenir le taux d'endettement sous ce seuil, I4CE suggère une augmentation des aides de plus de 20 % pour les ménages modestes et la première moitié des classes moyennes en ponctionnant une partie de celles des plus aisés. La révision annoncée de MaPrimeRénov' pour 2024 devrait permettre de faire passer ce taux sous la barre des 5 % pour les classes moyennes. D'autres freins sont également soulignés tels que la complexité des démarches administratives.

Concernant la mobilité, l'achat d'un véhicule électrique neuf pose également un problème de trésorerie pour les ménages les moins aisés et certaines classes moyennes. Pour une citadine standard et une borne de recharge, le reste à charge est compris entre 65 % et 130 % de leurs revenus annuels. Des solutions de financement de ce reliquat existent, notamment les prêts ou les offres de leasing, mais elles représentent une charge financière encore trop importante. En effet, les économies d'énergie réalisées ne permettent pas de couvrir les loyers du leasing. Une hausse des aides entre 10 et 50 % serait nécessaire pour les ménages modestes et le début des classes moyennes. Pour Charlotte Vailles, Sirine Ousaci et Louise Kessler, auteures de cette publication, la révision des barèmes des aides à l'acquisition pour 2024 ne devrait pas changer fondamentalement la donne.

Aides à la rénovation performante d'une maison et à l'achat d'un véhicule électrique neuf en fonction des revenus.



©I4CE

Rendez-vous ATEE

Retrouvez les programmes de ces manifestations sur www.atee.fr

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

Événements nationaux

6 décembre de 9h à 17h30 à Paris
Journée technique CEE
« Les CEE, outil majeur pour économiser l'énergie. Bilan, panorama et perspectives »

19 décembre de 8h30 à 17h à Paris
Colloque des clubs Power to gas et Pyrogazéification
« Gaz renouvelables et bas carbone : enjeux et dynamique des nouvelles filières »

Événements régionaux

ATEE SUD PACA

16 novembre de 13h30 à 17h30 à Aix-en-Provence
Conférence : « Produire et Consommer autour de soi et à son échelle, l'Autoconsommvation une solution d'avenir ! »

ATEE AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

28 novembre de 16h30 à 19h à Villeurbanne
Visite de site : « L'autoconsommation solaire photovoltaïque au service de la cité et des entreprises ! »

Nominations

- **Yves Schenfeigel** est nommé délégué interministériel à l'accompagnement des territoires en transition énergétique.
- **Odile Batsère** est la nouvelle présidente de l'Observatoire de l'immobilier durable (OID).

Agenda

11 NOVEMBRE – CHAMPS-SUR-MARNE
→ **Journée technique nationale RGA / Routes**
www.cerema.fr/fr/evenements/routes-exposees-secheresse-au-phenomene-rga-impacts

21 ET 22 NOVEMBRE – PARIS
→ **GreenTech Forum**
www.greentech-forum.com/

28 ET 29 NOVEMBRE – PARIS
→ **Horizons hydrogène**
https://horizons-hydrogene.com/

L'offre de cars électriques s'étoffe

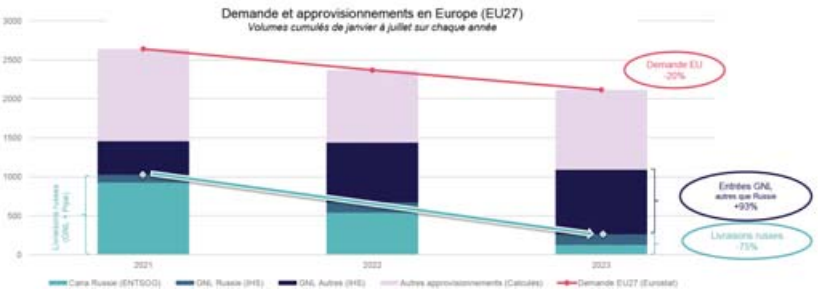


France Hydrogène et l'Avere-France publient une étude qui présente le marché des autocars zéro émission et les solutions envisagées par les différentes régions. Puis, elle revient sur les freins rencontrés et sur les leviers à actionner pour que les solutions électriques à batterie et à hydrogène s'imposent sur le marché du transport de voyageurs en France. À l'heure actuelle, à peine une centaine d'autocars zéro émission y sont exploités. Mais ce chiffre devrait vraisemblablement augmenter. En effet, de premiers modèles d'autocars électriques à batterie et à hydrogène sont déjà commercialisés et de nouveaux sont en développement. Ces technologies sont compatibles avec une grande partie des besoins opérationnels du parc français. Toutefois, les opérateurs de flottes et les autorités organisatrices de la mobilité (AOM) auront besoin d'une meilleure visibilité de la part des constructeurs et d'une réglementation plus incitative afin de passer massivement à l'électrique. Ces véhicules restent encore chers pour les opérateurs qui les exploitent pour le compte des AOM et sur des durées de contrats trop courtes pour les amortir. De plus, les infrastructures de recharge demeurent insuffisantes et le maillage du territoire trop hétérogène. Il faudra donc accélérer leur essor en suivant les prescriptions du règlement européen sur le déploiement d'une infrastructure pour carburants alternatifs (Afir). Enfin, pour inciter à passer à l'électrique, l'étude suggère de mettre en place des mécanismes de soutien à l'investissement dans les autocars zéro émission lors de la phase d'amorçage.

Des aides renforcées pour la rénovation

Dans le cadre du projet loi de finances 2024, le Gouvernement va mobiliser 1,6 milliard d'euros supplémentaires afin de financer la rénovation énergétique des logements et atteindre 200 000 chantiers par an, portant à 5 Md€ le budget total qui y sera consacré l'année prochaine. Ces moyens additionnels permettront de renforcer les aides aux rénovations d'ampleur. Jusqu'à 70 000 euros de travaux pourront désormais être pris en compte pour les rénovations les plus performantes et le taux de prise en charge pourra atteindre 90 % pour les ménages très modestes qui rénovent une passoire énergétique. De plus, les aides à l'installation de pompes à chaleur air/eau et géothermiques augmenteront de 1 000 à 2 000 € pour les ménages aux revenus modestes et intermédiaires. En outre, cette enveloppe financière soutiendra des travaux pour améliorer le confort d'été dans le cadre des rénovations d'ampleur pour lutter contre les bouilloires thermiques au même titre que les passoires. Afin de s'assurer que les ménages soient orientés dans un parcours adapté à leur logement et à leurs besoins, le Gouvernement fait également évoluer l'accompagnement des particuliers. Ceux qui engageront une rénovation d'ampleur seront systématiquement suivis par « Mon accompagnateur Rénov' », un tiers de confiance indépendant et agréé par l'État. De plus, ils n'auront qu'à déposer un seul dossier de demande d'aide auprès de l'Agence nationale de l'habitat (Anah). Les aides MaPrimeRénov' par geste, qui financeront des changements de chaudières et des petits bouquets de gestes, seront mobilisables par les ménages vivant dans une maison déjà bien isolée. Ce parcours s'appuiera sur un service public de la rénovation de l'habitat renforcé. Le maillage des 550 espaces France Rénov', cofinancés par l'État et les collectivités, sera renforcé afin d'assurer la présence d'un guichet dans chaque intercommunalité d'ici 2025.

Gaz : un hiver plus serein en vue



GRTgaz et Teréga ont présenté début octobre les perspectives du système gazier français pour l'hiver 2023/2024. Elles sont résolument optimistes. Selon les gestionnaires, le réseau français a la capacité d'assurer les approvisionnements nécessaires pour alimenter les consommations et les exportations, quels que soient les scénarios. Toutefois, il faudra importer des quantités élevées de gaz naturel liquéfié (GNL), gérer de façon prudente les stocks qui atteignent tout de même actuellement 91 % et maintenir les démarches de sobriété à des niveaux similaires à ceux observés l'hiver dernier. Sans ces précautions, des déficits pourraient apparaître lors de périodes de pointe tardives. À l'échelle européenne, la situation est assez similaire à celle de la France. Le niveau de stockage atteint 96 % au 1er octobre, soit 30 % de la demande de gaz en hiver. Seuls certains pays d'Europe de l'Est pourraient connaître des problèmes de stocks en cas de températures particulièrement basses. Mais au final, le système gazier du Vieux Continent s'est parfaitement adapté aux conséquences de l'invasion de l'Ukraine par la Russie. Entre l'hiver 2021-2022 et le suivant, l'Europe a connu une baisse de 75 % des importations de gaz russe. Ce déficit a toutefois été compensé par une montée en puissance des entrées de GNL. Pour permettre ce renversement des flux, neuf nouveaux points d'entrées ont été créés en Europe grâce au développement rapide de terminaux méthaniers flottants (FSRU). Les capacités de regazéification de GNL en Europe ont augmenté de 22 % par rapport à 2021.

© Sheng Zhang, ENTSOG IHS / réalisé par GRTgaz

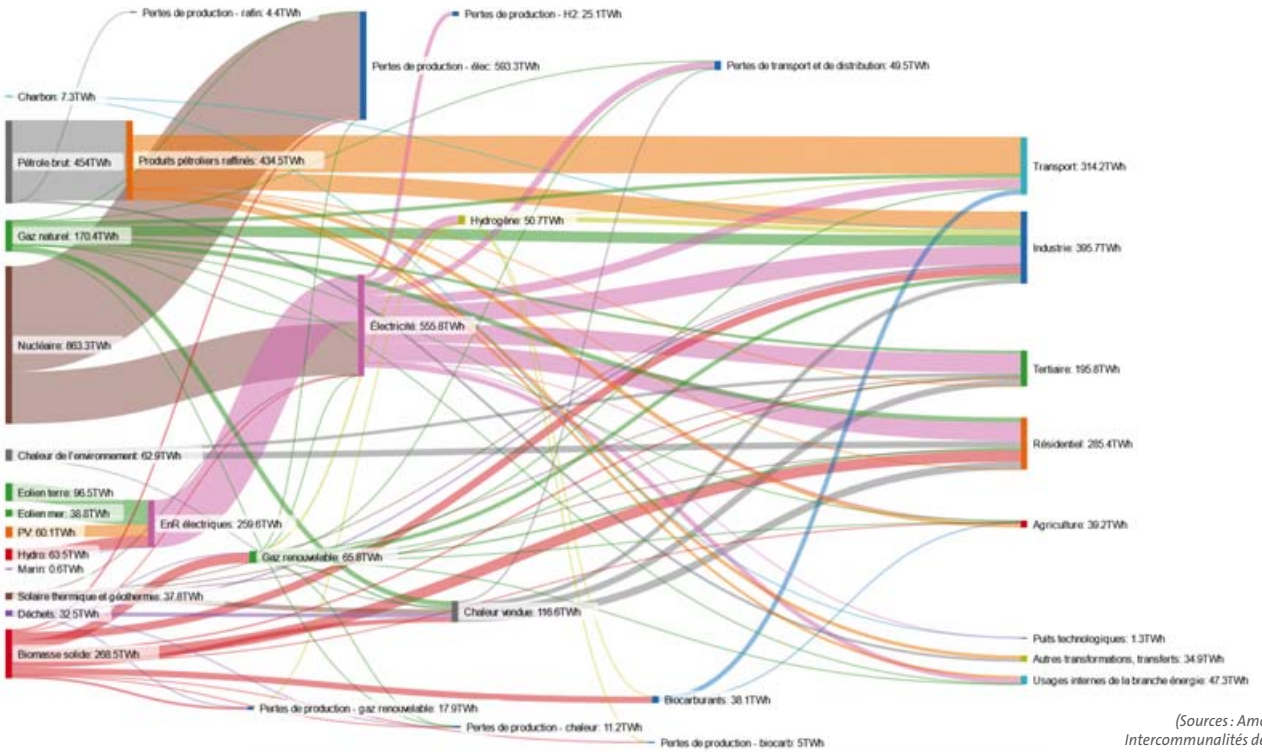
450 M€ pour une usine de batteries à Douai



La Banque européenne d'investissement (BEI) a financé, avec le soutien d'InvestEU, 450 millions d'euros pour la construction de la gigafactory de batteries électriques d'AESC à Douai. Cet investissement est réalisé sous la forme de deux opérations : 337,2 M€ de prêts directs au projet et 112,8 M€ de prêts indirects aux banques commerciales participantes. Avec 9 GWh dans sa phase initiale, le site verra ensuite sa capacité progressivement augmenter pour atteindre une production de 24 GWh à 30 GWh/an d'ici 2030. Les batteries fabriquées à Douai équiperont notamment les futures modèles Echo et 4Ever produits par Renault.

Des collectivités publient un « scénario PPE des territoires »

Amorce, l'Association nationale des pôles territoriaux et des pays (ANPP), France urbaine, Intercommunalités de France et Villes de France ont remis le 12 octobre, un « scénario PPE des territoires » à la ministre de la Transition énergétique. Ils émettent des propositions pour atteindre la neutralité carbone en 2050. Ils considèrent tout d'abord qu'il manque des financements pour mener à bien la transition. « *En s'appuyant sur les différents travaux existants et sur nos propres estimations, le besoin d'investissement supplémentaire annuel par rapport au montant actuel est estimé à 67 milliards d'euros par an dont 25 à 34 Md€/an qui devront être financés par les acteurs publics (État et collectivités)* », estiment les auteurs. Pour atteindre cette somme, le rapport préconise d'élaborer une loi de programmation pluriannuelle du financement de la transition écologique et énergétique, d'affecter une part de la fiscalité énergétique aux collectivités à hauteur de 15 € par habitant pour les intercommunalités et leurs groupements ayant réalisé un plan climat-air-énergie (PCAET) et 7 € par habitant pour les régions permettant de financer l'ingénierie territoriale. Cela permettrait l'embauche de 25 000 à 30 000 équivalents temps plein (ETP). Le rapport estime également qu'il faut mettre fin à toutes les aides publiques et à tous les avantages fiscaux en faveur des énergies fossiles, ce qui permettrait de générer entre 11 et 19 Md€/an de recettes supplémentaires pour l'État. Outre l'aspect financier, les collectivités insistent sur la nécessité d'accélérer la décentralisation pour leur donner plus de pouvoir sur la transition. Elles proposent de renforcer leur rôle dans les dispositifs de soutien aux EnR et de territorialiser les objectifs de la PPE. Elles souhaiteraient également généraliser le développement des EnR via des systèmes de bonification au profit des collectivités performantes et en facilitant la participation des territoires et des citoyens aux projets. Enfin, elles voudraient favoriser la réalisation de contrats d'achat direct d'énergie (PPA) entre acteurs publics territoriaux en les exonérant des obligations habituelles de la commande publique.



(Sources : Amorce, ANPP, France urbaine, Intercommunalités de France et Villes de France)

© AESC

Éolien : la Cour des comptes pointe des freins récurrents

Si la France affiche des objectifs de production d'électricité d'origine éolienne élevés, elle ne dispose pas des moyens de ses ambitions selon un rapport de la Cour des comptes. Celle-ci a analysé les conditions de mise en œuvre des politiques publiques depuis 2017 et ses résultats.

Fin 2022, l'éolien représentait un peu plus de 8 % de la production électrique française, soit environ 80 % de l'objectif que le pays s'était fixé pour 2023 dans sa programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE). Ce retard fait de l'Hexagone le seul membre de l'Union européenne (UE) à ne pas avoir respecté ses engagements en matière de renouvelables malgré les discours volontaristes des pouvoirs publics. Par conséquent, la France risque des pénalités financières. La Cour des comptes, qui avait déjà publié deux rapports sur l'éolien en 2014 et 2018 dont les recommandations avaient été finalement peu suivies, a analysé les conditions de mise en œuvre de la politique publique hexagonale depuis 2017 et ses résultats*. Elle a examiné le cadre réglementaire existant ainsi que les aides financières à la production disponibles.

Des obstacles réglementaires

Premier obstacle, les servitudes réglementaires. Visant à interdire ou à limiter les interférences avec les radars et les zones de survol des avions, elles restreignent le foncier utilisable et la hauteur des mâts. À peine 20 % du territoire est ainsi disponible pour l'éolien. La Cour pointe également les délais afin d'obtenir des autorisations. Malgré des progrès, ils s'élèvent toujours en moyenne à sept ans pour le terrestre et à dix ans pour le maritime, soit le double par rapport à de nombreux pays voisins. De plus, le système de planification de l'espace pour l'éolien fonctionne mal. « *Les différents dispositifs (zones de développement de l'éolien et schémas régionaux de l'éolien) mis en œuvre par l'État et les collectivités locales ont échoué à cartographier les zones propices à l'éolien terrestre* », regrette la Cour. « *Pour l'éolien maritime, implanté sur le domaine public où il appartient à l'État de choisir les lieux d'implantation, la planification est mieux maîtrisée, mais sa déclinaison prend un temps excessif, ce qui empêche de lancer les appels d'offres (AO) à un rythme compatible avec les objectifs de la politique énergétique* ».



© engel.ac/Adobe Stock

Les Sages de la rue Cambon considèrent également que les AO pour l'éolien terrestre ne bénéficient pas d'une concurrence suffisante. Le système de guichet est en effet longtemps resté le modèle dominant au détriment d'une mise en concurrence par AO car il présentait des conditions tarifaires plus intéressantes. De 2017 à 2022, il a donc attiré l'essentiel des capacités et limité les candidats aux AO. Pour être éligible au guichet, les porteurs de projets ont diminué la taille de leurs installations, ce qui a automatiquement entraîné une production moindre. Le rapport estime tout de même que des progrès sont en cours : « *La limitation du champ du guichet aux très petites structures et aux projets citoyens, intervenue en avril 2022, permet enfin la généralisation des procédures d'AO nécessaire à l'accélération du développement de la filière terrestre* ».

Revoir les soutiens

La Cour estime que les aides d'État sont parfois mal ajustées. Deux facteurs ont engendré des niveaux d'aide supérieurs aux besoins : la baisse continue du prix des installations durant la période contrôlée alors que le tarif du guichet ouvert restait inchangé ; la trop faible modulation de l'aide en fonction de l'exposition des parcs au vent. Les montants attribués sont souvent mal connus car les obligations de publication des subventions ne sont que très partiellement remplies. Par ailleurs, aucun contrôle de l'administration sur les comptes des parcs éoliens aidés ne s'est déroulé durant la période étudiée par la Cour. « *La DGEC, la CRE et EDF OA doivent donc se rapprocher afin de se donner les moyens, conformément aux directives européennes et au code de l'énergie : de recueillir et d'analyser les comptes et la rentabilité des parcs ; de proposer des révisions des tarifs et des cahiers des charges ; le cas échéant d'agir pour mettre fin aux rentabilités excessives* », conclut la juridiction.

Olivier Mary

**Les soutiens à l'éolien terrestre et maritime - Exercices 2017 et suivants*

Une solution photovoltaïque flottante pour participer à la décarbonation du port de Brest

La Société portuaire Brest Bretagne (SPBB) a inauguré le 17 octobre un prototype de dispositif photovoltaïque flottant conçu par la start-up nantaise HelioRec. D'une surface de 247 m², résistante au vent et aux vagues, cette centrale solaire de 25 kW est capable de produire 18,5 MWh par an d'électricité. Elle sera testée pendant au moins une année face à l'appontement huile du sixième bassin du port. « *Avec ses conditions météorologiques et hydrographiques complexes, le port de Brest est un site idéal pour démontrer le potentiel de cette technologie. Très modulaire, elle permet aussi de s'intégrer dans de petits espaces portuaires, inutilisables pour la navigation* », a souligné Polina Vasilenko, fondatrice et directrice générale d'HelioRec. Tous les composants ont été fabriqués et achetés dans des pays européens. La structure qui comprend 48 flotteurs et 54 passerelles, a été produite en Estonie, les 48 panneaux solaires en Slovénie et l'onduleur en Allemagne. Le système d'amarrage (béton, chaînes en acier galvanisé, manilles et sangles) a été conçu par l'équipe d'HelioRec avec des composés achetés auprès de fournisseurs brestois. Ce projet a été financé en partie par le programme européen Interreg Diol qui vise à développer l'éolien offshore et la décarbonation dans les ports de la Mer du Nord.



© B. Kermarec / CCIMBO

En bref

L'IGN pointe la surmortalité des arbres

Depuis 1958, l'Institut national de l'information géographique et forestière (IGN) publie un inventaire forestier national afin de recenser les écosystèmes forestiers et la ressource en bois de l'ensemble des forêts, publiques et privées, sur le territoire métropolitain. L'édition 2023, qui vient de paraître, montre que le dépérissement des arbres se poursuit. « *Si ce phénomène est moins spectaculaire que les tempêtes hivernales ou les incendies estivaux, il n'en est pas moins inquiétant pour l'avenir de nos forêts* », pointe l'IGN. Le taux de mortalité des arbres continue de croître : en dix ans, il a augmenté de 80 %. La mortalité annuelle s'élève en moyenne à 13,1 millions de mètres cubes par an sur la période 2013-2021. Ce phénomène s'explique par la présence de nombreux pathogènes tels que des champignons, des insectes ou des bactéries. Ils peuvent attaquer des arbres sains ou déjà affaiblis par des épisodes récurrents de forte chaleur ou de sécheresse. Selon l'inventaire, les peuplements dépérissants couvrent près de 670 000 hectares. Toutefois, l'accroissement de la surface forestière se poursuit à hauteur de 85 000 ha par an, notamment en Bretagne et dans la zone méditerranéenne. Ce phénomène s'explique par l'exode rural et la poursuite des reboisements en montagne. Au total, la forêt occupe 17,3 millions d'hectares et le volume des arbres vivants de la forêt française métropolitaine s'élève à 2,8 milliards de mètres cubes. En trois décennies, le stock de bois vivant est passé de 137 m³ à 173 m³/ha en moyenne. Les arbres forestiers vivants (branches et racines comprises) renferment 1,3 milliard de tonnes de carbone, ce qui représente une croissance de 17 % entre les périodes 2005-2009 et 2018-2022.

Répartition de la mortalité sur la période 2013-2021 *(Source : IGN)*



En Guyane, on récoltera du bois sous l'eau

En 1994, la mise en eau du barrage de Petit Saut destiné à produire de l'électricité a noyé des centaines de milliers d'arbres. Sur la commune de Sinnamary, Triton Guyane souhaite récolter et valoriser ce bois. Dans cette optique, cette filiale de Voltalia a mis au point sa propre technologie, le Sharc™, capable de découper les arbres sur pied jusqu'à 30 mètres de profondeur. Ce système se compose d'une barge autopropulsée, d'une chargeuse modifiée, d'un bras télescopique et d'une tête de coupe. Au total trois barges seront déployées simultanément. Les huiles hydrauliques utilisées par l'ensemble des engins seront biodégradables. L'entreprise prévoit de récolter 140 000 m³ par an. Seuls les arbres d'un diamètre minimum de 20 cm seront coupés. Le bois servira à la fois à alimenter une scierie et une centrale biomasse, en cours de construction. En effet, les grumes de moindre qualité et non commercialisables ainsi que les connexes de scierie seront brûlés au sein de l'installation voisine exploitée par Voltalia. D'une capacité de 10,5 MW, elle devrait assurer une production équivalente à 8 % de la consommation annuelle d'électricité du littoral guyanais. Le projet nécessitera un investissement de 100 millions d'euros.

Une nouvelle chaufferie biomasse à Belfort

L'été dernier, la nouvelle chaufferie des Glacis du Château située à Belfort a été inaugurée. Elle est passée du gaz naturel au bois. C'est Dalkia qui a géré cette transformation mais aussi la rénovation et le développement du réseau de chaleur de cinq kilomètres qu'elle va exploiter. La chaufferie est désormais équipée de deux chaudières bois-énergie d'une puissance totale de 3 MW. Elles brûleront chaque année près de 6 000 tonnes de plaquettes forestières provenant d'un rayon moyen de 70 kilomètres.. Elles permettront de chauffer 2 000 équivalents-logements via le réseau de chaleur désormais à 76 % renouvelable, évitant l'émission annuelle de 3 850 tonnes de CO_2. Les 24 % restants seront assurés par du gaz naturel d'appoint. L'ensemble de ces travaux a nécessité un investissement de 4,2 millions d'euros, porté par Dalkia. La filiale d'EDF a bénéficié d'une subvention de 1,7 M€ dans le cadre du Fonds Chaleur opéré par l'Ademe.



© Dalkia



Bois-énergie : une dynamique fragilisée par des incertitudes

Première énergie renouvelable en France, le bois-énergie va devoir jouer un rôle majeur dans la décarbonation de la production de chaleur, que ce soit pour les chauffages individuel et collectif ou pour les besoins industriels (*page 13*). L'Université de Caen (*page 19*) et l'écoquartier du Sycomore à Bussy-Saint-Georges (*page 22*) ont sauté le pas et se sont équipés d'une chaufferie biomasse. Toutefois, les acteurs de la filière devront désormais respecter les exigences de la directive européenne Red II en matière de certification qui pose le principe de la durabilité des bioénergies (*page 14*). Cette dernière renvoie également à la notion de préservation de la ressource forestière, si essentielle pour conserver un puits important de carbone (*page 17*). Enfin, afin de faciliter l'adaptation des forêts au changement climatique, un approfondissement des connaissances et une meilleure collecte des données doivent être entrepris (*page 28*).

© Stéphane Leitenberger/Adobe Stock

Un équilibre à trouver, des synergies à valoriser

La forêt, à travers ses filières de bois d'œuvre, de bois-énergie et de bois de construction, est indispensable pour parvenir à la neutralité carbone. Toutefois, ces différentes filières doivent se structurer ensemble, ce qui nécessite une vision systémique et la mise en place de stratégies définies conjointement.



Avec plus de 35 % de la consommation d'énergie primaire renouvelable en 2021, le bois-énergie est la première source renouvelable en France. La filière a donc un rôle majeur à jouer dans la décarbonation de certains secteurs d'activité et du mix énergétique d'ici à 2050. « *Dans notre politique française, il y a un enjeu très fort autour de l'électrification des usages mais l'électricité ne pourra pas répondre à tous les problèmes. La biomasse est l'autre grande ressource renouvelable sur laquelle il faut compter* », précise Julien Nyssen, président du Syndicat des énergies renouvelables (Ser). Si le bois-énergie paraît essentiel, c'est davantage la forêt dans son ensemble qui l'est afin d'atteindre la neutralité carbone. Pour cet objectif, la forêt permet de jouer sur différents leviers : celui de la séquestration naturelle de carbone via l'écosystème, celui du stockage de carbone dans les produits bois et enfin le levier de substitution de matériaux d'énergie fossile plus émetteurs de gaz à effet de serre (GES). « *Développer les filières bois d'œuvre à longue durée de vie est absolument primordial pour contribuer à l'atténuation du changement climatique, mais tous ces mécanismes étant interconnectés, il faut surtout trouver le juste équilibre et positionner le bois-énergie en complémentarité des autres usages* », souligne Émilie Machefaux, cheffe du service Chaleur renouvelable et de la cellule Bois biosourcés et biocarburants à l'Ademe. D'autant plus que la forêt est une ressource naturelle renouvelable qui a des limites physiques, que ce soit par sa superficie, sa croissance sur une année ou l'influence des aléas du changement climatique. « *Il est impossible de la multiplier à l'infini. L'enjeu qui va occuper fortement les différents acteurs (énergie, industrie, partie forestière, pouvoirs publics et opérateurs), repose sur le croisement entre l'offre et la demande, tout en étant garant d'une gestion durable forestière* », ajoute Sylvain Reallon, sous-directeur des filières forêt-bois, cheval et bioéconomie au ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation.

Renouvellement forestier

Ce besoin de multiplicité d'usages et de diversification des ressources nécessite d'avoir une vision systémique. Les deux trajectoires bois d'œuvre et bois-énergie doivent ainsi être définies ensemble et non pas en opposition, à la fois au niveau des politiques locales, nationales et européennes. La stratégie retenue aujourd'hui est d'engager le renouvellement et l'adaptation de ces forêts face aux changements climatiques et aux besoins cités précédemment. Mais pour favoriser ce renouvellement, il faudra valoriser le bois dans les différents circuits logistiques en fonction des qualités propres de matériaux. Les industries de transformation du bois qui génèrent des coproduits devront par exemple trouver des débouchés dans les domaines du bois d'industrie et du bois-énergie. « *On souhaite ainsi que les acteurs de la filière en aval puissent s'engager avec l'amont forestier pour structurer cette gestion des forêts en cours de renouvellement* », espère le sous-directeur des filières forêt-bois du ministère. Plusieurs actions ont déjà été lancées. Dans le cadre de France Relance, un premier objectif de reforestation de 50 millions d'arbres avait été annoncé en 2020. Cette dynamique se poursuit avec le programme d'investissements France 2030 qui vise la plantation d'un milliard d'arbres d'ici 2032. « *L'enjeu est de sécuriser le puits de carbone et l'ensemble des fonctions de la forêt* », conclut Sylvain Reallon. ●

Clément Cygler

Propos recueillis lors de la journée bois-énergie du 6 juin dernier

© Alexugalek/Adobe Stock





LA RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE

ÇA S'ENSEIGNE !

TOUS CONCERNÉS
TOUS ACTEURS





1 Des ressources pédagogiques innovantes pour vos enseignements en présentiel et distanciel

2 Pour toutes les spécialités de la filière Bâtiment du CAP au BTS (niveau 3 à 5)

3 Avec une formation personnalisée pour vous, enseignants et formateurs

FEEBAT

GAGNEZ EN EFFICACITÉ !

www.feebat.org

Le Programme de formation FEEBAT est développé et soutenu par

MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE
MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE ET DE LA JEUNESSE
MINISTÈRE DU TRAVAIL, DU PLEIN EMPLOI ET DE L'INSERTION
MINISTÈRE DE LA CULTURE
MINISTÈRE CHARGÉ DE LA VILLE ET DU LOGEMENT
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
ADEME
atee
AQC
CAPEB
CCCA-BTP
FFB
scop
EDF
E.Leclerc énergies
Siplec
Distridyn
CEE Les certificats d'économies d'énergie

Le bois-énergie court après le

Pour les entreprises du bois-énergie, les exigences de la directive européenne Red II en matière de certification seront quasiment impossibles à respecter dans les temps. Le ministère de la Transition écologique adapte quelque peu les règles au fur et à mesure.

Une grande partie de la filière bois-énergie est concernée par la directive européenne Red II, car elle a des implications très concrètes sur les entreprises du secteur, en leur imposant depuis plusieurs mois la fourniture de déclarations et d'attestations. La directive 2018/2001 de 2018 « relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables », dite « Red II », pose le principe de la « durabilité des bioénergies ». Elle impose le respect de trois conditions : se conformer à un certain nombre de critères de durabilité et donc avoir un impact limité sur l'environnement ; générer un seuil minimum de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) en utilisant cette biomasse au lieu d'un combustible fossile ; et honorer un niveau minimum d'efficacité énergétique dans les installations de production d'électricité.
Ces exigences concernent les fournisseurs et opérateurs d'installations de plus de 20 MW de puissance, mais aussi des moins puissantes lorsqu'elles sont soumises au système d'échange de quotas d'émission de l'Union européenne (SEQE-EU ou en anglais, European Emissions Trading System (EU-ETS)). Les obligations ne sont pas les mêmes selon le type de biomasse utilisé (plaquettes forestières ou bocagères, sous-produits de la production de bois, etc.) et la date de mise en service de l' équipement. En l'occurrence, « *celle-ci correspond à la première utilisation de la biomasse* », a rappelé Michel Duhalde, adjoint au chef du bureau politique climat et atténuation du ministère de la Transition écologique, lors d'une rencontre organisée par le Comité interprofessionnel du bois-énergie (Cibe) fin septembre 2023. « *Ce n'est pas à l'administration de dire aux opérateurs s'ils sont assujettis ou non. Nul n'est censé ignorer la loi… Ils doivent donc prendre contact avec leur Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (Dreal) et clarifier leurs obligations* », a-t-il souligné à cette occasion.

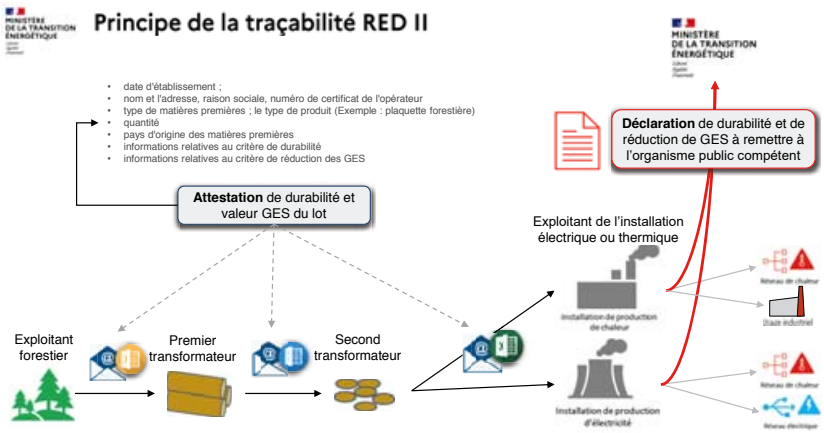
Accélération du calendrier

Pour les fournisseurs et producteurs concernés par Red II, des outils ont été créés : des attestations doivent être remplies par les fournisseurs de biomasse, avec des informations sur la durabilité de l'exploitation de la ressource et d'autres permettant de calculer les émissions de GES ; et des déclarations sont à effectuer par les opérateurs en s'appuyant notamment sur ces attestations. Le rythme de cet effort administratif va s'accélérer au cours des mois qui viennent. « *Le calendrier que nous avons suivi en 2023 pour les déclarations liées à Red II est de loin l'agenda idéal de la directive. L'année prochaine, tout devra être fait beaucoup plus tôt* », a ainsi prévenu Michel Duhalde. En effet, les producteurs d'énergie devaient fournir avant le 20 septembre 2023 leurs déclarations pour les approvisionnements du deuxième semestre 2022 ; ils doivent remplir avant fin décembre 2023 les documents pour les approvisionnements du premier semestre 2023. En outre, tous les opérateurs soumis au SEQE-EU auront besoin dès février 2024 des données pour l'intégralité de 2023. « *Si un fournisseur ne peut pas fournir à un obligé ETS une attestation avec des données certifiées pour 2023, le bois sera considéré comme non durable* », note Michel Duhalde. Aucune souplesse n'a l'air d'être envisagée sur ce point.



Avec la directive européenne Red II, des attestations sont désormais à remplir par les fournisseurs de biomasse et des déclarations sont à effectuer par les opérateurs.

© Direction générale de l'énergie et du climat



(Source : ministère de la Transition énergétique)

Référentiels de certification

Outre cette accélération du calendrier, « *la phase transitoire étant terminée, la fiabilité des données doit désormais être garantie* », a souligné pour sa part Clarisse Fischer, déléguée générale du Cibe. Cela signifie un gros effort de certification. Plusieurs « systèmes de durabilité » volontaires, c'est-à-dire des référentiels de certification créés par des opérateurs privés et validés

calendrier européen



© Catalyseur7/ Adobe Stock

La biomasse française est durable

Pour prouver la durabilité du bois-énergie produit en France, les fournisseurs peuvent s'appuyer sur « l'analyse de risque » publiée en 2022 à l'initiative d'un consortium réunissant divers syndicats et organismes du secteur et coordonné par le Comité interprofessionnel du bois-énergie (Cibe). Il s'agit, pour simplifier, d'une analyse du risque du non-respect des critères de durabilité de RED II. Réalisée par le ministère de l'Agriculture en collaboration avec celui de la Transition écologique, elle s'appuie essentiellement sur l'étude des règles, des lois et des systèmes de contrôle censés garantir les cinq critères de durabilité de Red II (légalité des opérations de récolte, régénération de la forêt, préservation de la biodiversité, etc.). Ses conclusions : la forêt française et d'Outre-mer est gérée « *durablement, dans le cadre du code forestier, du code de l'environnement, mais aussi du Règlement sur le bois de l'Union européenne (RBUE). Les documents de gestion durable de la forêt et l'implication des instances de contrôle renforcent ce constat. (...) Les producteurs français de biomasse forestière pourront donc se référer à cette analyse de risque, sur les attestations collectées par les "premiers points de collecte", afin de prouver la durabilité de la biomasse forestière* ». Le texte est disponible sur le site internet du ministère de l'Agriculture.

par la Commission européenne (CE), sont proposés en France : le Sustainable resources verification scheme (Sure), le Sustainable Biomass Program (SBP) ou encore le Programme de reconnaissance des certifications forestières (PEFC). L'adaptation du système à Red II est en cours pour ce dernier, la validation de la CE pourrait intervenir d'ici fin 2023. Sur la base de ces référentiels, des organismes indépendants doivent auditer puis certifier les données des divers acteurs de la filière. Problème : il n'y a actuellement pas assez d'auditeurs formés et parlant français. C'est ce que remonte le Cibe, tant de la part des gestionnaires d'installations que des fournisseurs de biomasse. Face à ces difficultés, la profession obtient du ministère de la Transition écologique quelques adaptations progressives. Ainsi, les producteurs de chaleur à partir de biomasse « obligés Red II » et « obligés ETS » doivent bel et bien avoir pris rendez-vous pour un audit d'ici le 31 décembre 2023. Désormais, « *ils sont prioritaires pour les audits d'ici fin 2023* », indiquait Michel Duhalde. Toutefois, pour « *libérer de la capacité de certification* » si l'on reprend ses termes, les obligations des fournisseurs ont été repoussées. Pour ceux qui sont déjà certifiés dans le cadre du système PEFC, il faut attendre que la certification PEFC soit validée pour Red II par la CE. Une fois que cela sera fait, les fournisseurs de biomasse pourront demander, au moment de l'audit de renouvellement de leur certification PEFC, à passer en même temps l'audit Red II. Comme les audits de renouvellement sont pour la plupart déjà programmés pour 2024, cela devrait simplifier cette étape. À noter que « *la plupart des producteurs français de bois-énergie sont certifiés PEFC car la certification des plaquettes est exigée depuis plusieurs années par les cahiers des charges de l'Ademe. La France est plutôt en avance sur ce point* », explique Clarisse Fischer. Quant à ceux qui ne sont pas labellisés PEFC, ils devront « *fournir d'ici fin 2023 la preuve d'un rendez-vous d'audit pris d'ici la fin du premier semestre 2024* », précisait le représentant du ministère.

Malgré tout, donner la priorité aux producteurs de chaleur pour accéder aux audits de certification ne permettra sans doute pas à tous de respecter leurs obligations dans les temps. Lors de la rencontre organisée par le Cibe, le directeur biomasse de Soven Engie Solutions Jérôme Delannoy s'inquiétait : « *Engie a commencé à prendre les rendez-vous ; nous risquons d'être certifiés d'ici fin 2023 mais uniquement pour la partie centrale d'achat. Il reste quarante sites à auditer d'ici la fin de l'année rien que pour notre entreprise. Certains rendez-vous ne sont toujours pas calés, l'auditeur est étranger, sans capacité supplémentaire pour la France et il est sollicité en plus par d'autres pays. Je salue l'initiative mais j'ai peur qu'elle ne soit pas suffisante* ». ●

Caroline Kim

▸ *Pour en savoir plus : www.ecologie.gouv.fr/durabilite-des-bioenergies, www.cibe.fr*

PRO-SME*n* soutient les entreprises dans la mise en place d'un système de management de l'énergie.



POUR QUI ?

Les entreprises industrielles : PME, ETI, grande entreprise, filiale de groupe. **Retrouvez toutes les conditions à remplir sur www.pro-smen.org**

COMMENT ?

La demande de prime s'effectue en 2 étapes : inscription dans le dispositif avant le 31 décembre 2025 ; puis, demande de prime une fois le certificat ISO 50001 obtenu.

COMBIEN ?

La prime est égale à 20 % des dépenses énergétiques annuelles des sites certifiés, plafonnée à 40 000 €.

www.pro-smen.org

PRO-SMEn
AIDE À L'ISO 50001

ATEE - PRO-SME*n* - PACTE INDUSTRIE
Tour Eve, CS 20067 - 92800 Puteaux tél. : 01 46 56 41 49 - mail : pro-smen@atee.fr

PACTE industrie
Accompagnements et Compétences

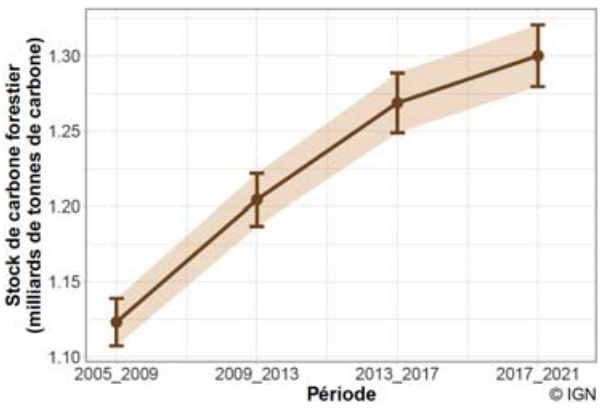
Le puits de carbone bientôt à sec ?

En France, les surfaces boisées n'ont cessé de grandir depuis des décennies, créant un puits de carbone. Mais celui-ci a tendance à péricliter sous les effets des parasites et du réchauffement climatique. Les organismes de gestion de ces espaces essayent d'anticiper afin de préserver ce puits indispensable pour atteindre la neutralité.



La forêt absorbe le carbone atmosphérique de manière très efficace. Elle représente plus de 50 % des 2 200 gigatonnes stockées par les végétaux dans le monde. Rien qu'en France métropolitaine, le stock total de CO_2 dans la biomasse s'élève à près de 2,8 Gt. La séquestration de ce gaz à effet de serre (GES) dans le bois et dans le sol peut s'étendre de plusieurs dizaines à centaines d'années en fonction du degré de gestion de la forêt. Ce processus est aussi plus ou moins efficace selon l'âge des arbres. Les jeunes ont une croissance et un taux de séquestration élevés, avec des stocks de carbone plus faibles. En poussant, leur taux de séquestration diminue mais les stocks continuent à augmenter. Les forêts les plus anciennes deviennent moins efficaces car l'absorption de CO_2 par photosynthèse y est compensée par son émission par respiration. En outre, le stockage dépend des essences plantées, de leur état sanitaire, de la fertilité des sols, des conditions climatiques, des pratiques sylvicoles, etc. L'ensemble de ces paramètres rendent le secteur forestier récepteur (on parle alors de puits quand le stockage est supérieur aux rejets de CO_2) ou émetteur en cas de coupes massives. En France, la forêt joue ce rôle de puits depuis des décennies mais il a tendance à se dégrader.

Évolution du stock de carbone en forêt



© AVTG/Adobe Stock

Un dépérissement en hausse

« *En 2020, le puits s'élevait à 25 millions de tonnes selon l'inventaire du Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique (Citepa)* », détaille Antoine Colin [1], responsable du département d'analyse des forêts et des haies bocagères (voir encadré) à l'Institut national de l'information géographique et forestière (IGN). Le stock de l'Hexagone a crû de 50 % depuis quarante ans. C'est plutôt dans les forêts nouvelles de Bretagne, du Centre et de la Méditerranée qu'il a augmenté. Cette hausse est à la fois la conséquence d'une surface forestière qui s'est étendue de 70 % en un siècle mais aussi de la présence d'arbres plus vieux. Le volume sur pied a augmenté, passant de 129 à 174 m³ par hectare en quarante ans. En effet, les besoins ont évolué du bois-énergie vers une plus importante proportion de bois d'œuvre qui suppose de grands arbres qui séquestrent donc plus de CO_2. Dans le détail, la récolte commercialisée atteint 38,9 millions de m³ par an. Elle est constituée de bois d'œuvre (51,5 %), de bois-industrie (26,5 %) et de bois-énergie (22 %). Sur la période 2009-2017, le taux de prélèvement moyen, défini par le rapport entre les coupes et la croissance, était de 60 %. Le stock de CO_2 des forêts a ainsi augmenté avec des prélèvements inférieurs à la croissance des arbres. Toutefois, le puits a tendance à se tarir. Le niveau de coupe a crû de 20 % entre 2013 et 2021 en raison de la demande plus forte et de crises qui ont engendré des dépérissements massifs. « *Plus de 96 000 ha ont été touchés par le scolyte entre 2018 et 2022 et 72 500 ha ont été incendiés cette année-là. L'épicéa est notamment particulièrement touché par le dépérissement* », détaille Christine Deleuze, directrice du projet stratégie carbone de l'Office national des forêts (ONF). Dans les forêts publiques, 50 % des volumes de résineux récoltés proviennent d'arbres morts ou malades. 20 % des feuillus prélevés sont également touchés par des phénomènes de dépérissements ou sont déjà morts. Ce phénomène devrait se renforcer sous l'effet du réchauffement climatique. Lors de phénomènes météorologiques extrêmes, la mortalité peut en effet exploser.

Celle-ci a notamment crû de 500 % à l'échelle nationale lors des tempêtes de 1999 et 2009 et de 17 % lors les incendies de l'été 2022. « *S'il est fragilisé par ces crises récentes, le puits de carbone augmente encore légèrement de 2 % chaque année* », précise tout de même Antoine Colin. Toutefois, en admettant que ces aléas soient amenés à se banaliser, il pourrait disparaître et l'exploitation des forêts rendrait le secteur émetteur. Ceux qui ont touché l'Europe récemment ont montré que les bois pouvaient devenir des sources de CO_2 en été, et continuaient de rejeter du carbone les années suivantes en augmentant le taux de mortalité des arbres.

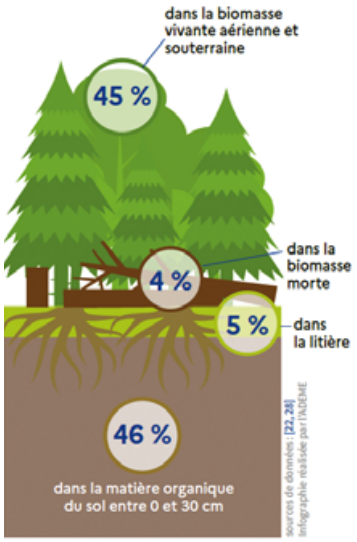
Développer une stratégie carbone

Afin de préserver ce puits de carbone, l'ONF doit maintenir le fragile équilibre entre préservation de ces espaces et maintien d'une production de bois. Pour y parvenir, l'organisme public mise notamment sur la quantification des stocks de carbone et la prise de conscience de leur vulnérabilité. « *L'Ademe et les ministères de la Transition écologique et de l'Agriculture nous ont commandé, en collaboration avec l'IGN et l'Institut technologique FCBA, une étude sur l'évolution des stocks de bois et les flux de carbone. Les résultats seront disponibles dans Cartofob et dans l'Observatoire des forêts françaises (voir article page 27). Nous allons aussi créer des outils de suivi dans les territoires. L'idée est de s'appuyer sur les données de l'inventaire forestier national. Nous allons les combiner avec des cartes, des données satellites, du lidar HD afin de créer des cartes thématiques, par exemple pour visualiser les bois scolytés* », détaille Antoine Colin.

Pour aider la forêt à se renouveler et introduire des essences plus adaptées au futur climat, il faut repeupler massivement. Rien qu'en Île-de-France, l'ONF a planté 270 000 arbres sur 320 ha lors d'une campagne qui a eu lieu l'année dernière. Certains types de bois ont été privilégiés, notamment des chênes sessiles et pubescents ainsi que du pin maritime. Le hêtre n'est en outre plus prioritaire car il peine à s'adapter au changement climatique. « *D'autres essences pourtant très répandues sont aussi menacées comme le pin noir, le douglas, le sapin ou l'épicéa* », précise Christine Deleuze. L'Office propose aux entreprises volontaires de financer ces plantations à travers l'achat de tonnes de CO_2 sur des projets labellisés bas carbone (LBC). Celles-ci peuvent de cette manière compenser leur empreinte carbone résiduelle. La société vosgienne de logements publics Vosgelis a par exemple choisi de soutenir un projet de plantation de 2 ha en forêt domaniale de Humont. En tout, 69 projets de ce type ont été mis en œuvre par l'ONF. Cette dernière prévoit en outre d'orienter en priorité la gestion vers la production de bois de construction car ce matériau prolonge le stockage à moyen et long terme dans des produits à longue durée de vie et peut se substituer en particulier dans les domaines de la construction, de l'emballage, de l'ameublement ou de l'énergie. Mais l'engagement de l'ONF ne suffira pas. Il faudra aussi sensibiliser les petits propriétaires sur la question. La forêt publique française, soit 1 300 forêts domaniales appartenant à l'État et 15 600 aux collectivités, ne représente que 25 % de la surface boisée du pays… ●

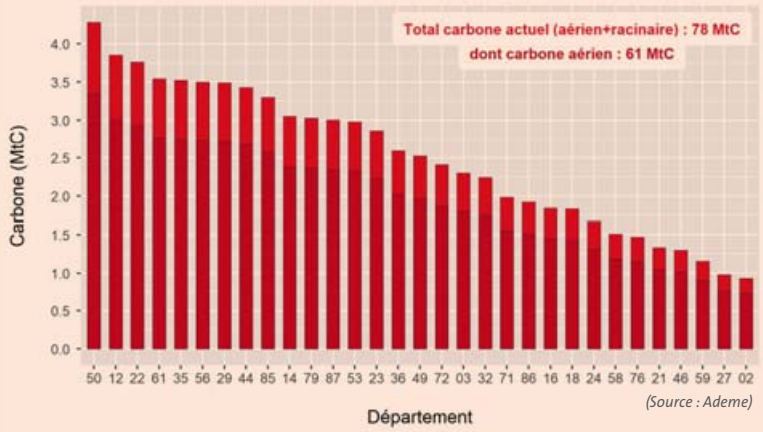
Olivier Mary

Stocks de carbone dans les compartiments de l'écosystème forestier (Source Ademe 2021)



Mieux connaître les stocks de CO_2 des haies bocagères

Si la capacité des forêts à absorber le CO_2 est bien connue, celle des haies bocagères l'est beaucoup moins. L'Ademe a donc chargé l'IGN de mener une première évaluation quantitative des stocks sur pied actuels en volume de bois, en biomasse et en carbone des haies dans 31 départements français particulièrement marqués par les bocages. L'étude [2] devait aussi estimer les prélèvements récents dans ces zones. Elle a couplé des photographies aériennes, des données du dispositif de suivi des bocages et de l'inventaire forestier national ainsi que des modèles numériques. À l'échelle de la zone d'étude (38 % de la surface métropolitaine), principalement concentrée dans le nord-ouest de la France, le total sur pied en volume s'élève à 240 millions de m³. Il stocke 60 millions de tonnes de CO_2 au total. Les prélèvements récents s'élèvent à plus de 4 M de m³ par an, ce qui relâche environ 1 Mt de CO_2 dans l'atmosphère chaque année.



(Source : Ademe)

(1) Propos recueillis lors de la journée bois-énergie du 6 juin dernier

(2) Stocks de bois et de carbone dans les haies bocagères françaises









L'Université de Caen adopte le bois

Dès la fin de l'année, les 135 000 m² des 36 bâtiments du campus 1 de l'Université de Caen seront chauffés au bois. Exit le gaz, qui a fait bondir le budget énergie de l'établissement : les frais de chauffage et d'électricité ont crû de 250 % en deux ans. La chaufferie de 2,2 MW installée par Dalkia brûlera des plaquettes forestières et du bois en fin de vie récoltés dans un rayon de moins de 100 kilomètres. Elle devrait couvrir 93 % des besoins en chaleur du campus, en produisant environ 15 GWh de chaleur qui sera acheminée via un réseau de 2,6 km. Les chaudières à gaz déjà en place assureront le complément. Cette nouvelle installation devrait faire économiser 500 000 euros par an à l'université. Elle permettra également de chauffer 600 logements sociaux du quartier voisin du Calvaire Saint-Pierre, via un second réseau de 1,1 km. Ce projet a nécessité un investissement de 8,8 millions d'euros, intégralement financé par France Relance. ●



© Unicaen

Décarbonation de l'industrie : une opportunité pour le bois-énergie

Le bois-énergie apparaît comme une solution pertinente pour décarboner le mix énergétique de certains secteurs, notamment l'industrie. Pour cette dernière, l'arrêt des quotas d'émission gratuits pourrait favoriser le recours à la biomasse.



Afin de respecter les divers points d'étapes fixés par la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) et plus largement d'atteindre la neutralité en carbone en 2050, le bois-énergie devra monter en régime. La filière porte 50 % des objectifs de développement de la chaleur renouvelable, avec un doublement de la production d'ici 2028 pour les secteurs collectif et industriel. À cette date, 157 à 169 TWh de chaleur renouvelable devraient être produits à partir de biomasse solide, contre 126,6 TWh actuellement. « *Pour les réseaux de chaleur et l'industrie, l'objectif est en gros de réaliser en cinq ans ce qui a été fait en quinze ans* », a estimé Mathieu Fleury, président du Comité interprofessionnel du bois-énergie (Cibe) et de l'entreprise Biocombustibles, lors de la 3e édition de la Journée nationale organisée sur ce thème le 6 juin dernier.

Un besoin d'accélération

Parvenir à une telle production nécessitera une accélération massive des projets, plus importante que celle enregistrée ces dernières années. Avec l'augmentation du prix des énergies fossiles, de nombreux industriels ont en effet cherché à sécuriser leurs dépenses énergétiques en mobilisant des solutions biomasse. Ils ont pu compter sur des dispositifs de soutien, mis en place notamment dans le cadre de France 2030 et du Fonds Chaleur. Lancé fin avril 2022, l'appel à projets (AAP) « Industrie zéro fossile » a ainsi permis de soutenir 56 lauréats pour près de 225 millions d'euros. Dans le détail, les 39 projets du premier volet « soutien à la production de chaleur à partir de biomasse » validés permettront d'éviter la consommation de 2 278 GWh par an d'énergie primaire d'origine fossile ainsi que l'émission de 492 millions de tonnes de CO_2 par an. Pour le deuxième volet, « soutien aux projets d'envergure d'efficacité énergétique et d'évolution des procédés », les 16 projets retenus économiseront environ 735 GWh/an d'énergie primaire d'origine fossile. D'autres dispositifs de France 2030, en particulier l'AAP « Biomasse chaleur pour l'industrie du bois » (BCIB), permettent également à la filière bois dans son ensemble de travailler sur le renouvellement forestier en améliorant l'exploitation et en augmentant les capacités de sciage et de production de bois. « *Grâce à cet AAP BCIB, nous allons pouvoir renouveler nos deux installations biomasse existantes en les substituant par une seule, plus puissante et performante, capable notamment de consommer les écorces qui ne sont pas toujours bien valorisées actuellement* », détaille Grégoire Juillot, président de la société Scieries réunies du Chalonnais (SRC), un des onze lauréats 2022.

Un marché du carbone incitatif

Toutefois, cette dynamique positive de la filière bois-énergie, portée avant tout par le coût élevé du gaz, risque de s'inverser. En effet, avec la retombée du prix des énergies fossiles fin 2022, les projets biomasse ont tendance à ralentir. « *C'est juste dramatique et je ne comprends pas qu'on ne puisse pas se souvenir de ce qu'il se passait il y a six mois. Le bois-énergie a ainsi fait preuve de maturité et a été au rendez-vous de ces engagements. Il n'y a pas eu de rupture d'approvisionnement, et c'est la seule énergie qui a maintenu ses prix. Malheureusement, cela s'est vite essoufflé…* », juge Mathieu Fleury. Pour le président du Cibe, la seule vraie solution est la taxe carbone. La réforme de celle-ci et plus largement du marché du carbone, adoptée en avril 2023 pourrait ainsi inciter les industriels à recourir au bois-énergie. Mis en place au fur et à mesure entre 2026 et 2034, le mécanisme d'ajustement carbone aux frontières (MACF) consistera à faire payer certaines importations afin de limiter la concurrence inéquitable pour les industries déjà

© Cristal Union





soumises à un système d'échange de quotas d'émission (SEQE-EU). Surtout, une suppression des quotas gratuits, jusqu'à présent accordés aux entreprises pour des raisons de concurrence mondiale, sera engagée en parallèle. Ces « droits à polluer » devraient totalement disparaître fin 2034. Pour les secteurs industriels, les plus énergivores et donc les premiers concernés, la décarbonation devient une priorité absolue, à défaut de lourdes charges financières. « *Avec la diminution progressive des quotas gratuits, soit vous acceptez de payer tous les ans un peu plus cher, soit vous avez une trajectoire de décarbonation à suivre de façon à limiter cette charge, voire à la neutraliser en étant totalement décarboné. C'est dans ce schéma là qu'on s'est circonscrit* », indique Grégory Bertrand, directeur-adjoint des achats et manager des affaires énergétiques chez Cristal Union, un des plus importants producteurs de sucre européen. Pour leurs différentes activités, les process requièrent chaque année 3,5 TWh de gaz, 0,5 TWh d'électricité dont la moitié auto-produite avec des turbines à vapeur, 15 000 tonnes de coke et d'anthracite, ainsi que 200 000 t de biomasse, représentant au total 700 000 t/CO_2 émises. « *On bénéficie encore aujourd'hui de 500 000 t de quotas gratuits. La différence, soit 200 000 t, doit donc être achetée sur le marché pour un coût avoisinant les 18 millions d'euros* », précise Grégory Bertrand, ajoutant que « *le groupe a depuis plus d'une décennie une stratégie de décarbonation, reposant notamment sur le bois-énergie, mais il se doit désormais d'accélérer* ». L'objectif est de passer de 200 000 à 300 000 t de biomasse d'ici 2028. Les études ont été réalisées, confirmant la faisabilité technique des projets étudiés ou en cours. « *L'idée est de s'appuyer sur un mix énergétique dans lequel le bois énergie a toute sa place. Mais avoir une stratégie tout bois n'est toutefois pas recherché. Davantage de contraintes inhérentes à ce type d'énergie (foncier, matériels, compétences, approvisionnement, etc.) existent et il ne faut pas les ignorer* », tempère le responsable de Cristal Union.

Clément Cygler

Propos recueillis lors de la journée bois-énergie du 6 juin dernier



Le spécialiste de la cogénération

- Biogaz, Gaz naturel et Hydrogène
- 20 $kW_{él}$ à 2 $MW_{él}$
- Solutions clés en main
- Service de proximité
- 4.000 h d'intervalle de maintenance

2G Energie SAS
Tél.: +33 (0) 2 23 27 86 66
2-g.com





70 % de bois pour le réseau de chaleur de Bussy-Saint-Georges

À mesure que se construit l'écoquartier du Sycomore à Bussy-Saint-Georges, un réseau de chaleur est déployé. Il est actuellement alimenté par une chaufferie biomasse et un appoint gaz.

À Bussy-Saint-Georges, une ville de 26 000 habitants en Seine-et-Marne, un écoquartier est en extension depuis 2018. Il comprend aujourd'hui 2 475 logements. À terme, sur 117 hectares, il en accueillera 4 500 ainsi que trois groupes scolaires, un collège, une école internationale, un pôle médical, un pôle avec activités et commerce ou encore un établissement d'hébergement pour personnes âgées dépendantes (Ehpad). Pour alimenter en chaleur ce nouveau quartier, un réseau a été déployé par Bussycomore Énergie, une filiale d'Idex, au fur et à mesure de la construction des bâtiments. Actuellement d'une longueur de sept kilomètres, il dessert les logements existants via 19 points de livraison. L'eau circule dans les canalisations à une température comprise entre 70 et 75 °C en fonction de la rigueur climatique. « *Une chaufferie provisoire a été utilisée le temps de la construction de la chaufferie biomasse* », expose Stéphane Auffret, le directeur régional des réseaux Île-de-France pour Idex. Entre 2019 et septembre 2022, le réseau était approvisionné par des chaufferies dites mobiles fonctionnant au fuel, au gaz naturel, aux pellets, au colza ou au biométhane. La part des 50 % d'énergies renouvelables dans le mix énergétique devait toutefois être respectée. Puis, la chaufferie biomasse de 1 000 m² et d'une capacité de 1,5 MW a pris le relai. Pour sa première année de mise en service, 3 992 tonnes de plaquettes forestières ont assuré son alimentation. Le fournisseur certifie leur origine dans un rayon de cent kilomètres. Afin de les stocker, le bâtiment est doté de deux silos de 560 m³ chacun. En complément, deux chaudières gaz de 8 MW chacune servent d'appoint. Ainsi, le mix énergétique est actuellement constitué de 70 % de bois et de 30 % de gaz. Selon Idex, cela permettrait d'éviter l'émission de 8 000 tonnes de CO_2 par an.

Une interconnexion au réseau voisin

À l'horizon 2028, ce réseau fournira de la chaleur aux 6 240 logements ainsi qu'aux équipements publics situés dans l'écoquartier et à l'entrée de la ville, dont un futur centre aquatique. Pour ce faire, il est nécessaire d'augmenter la capacité du réseau de 6 MW. Celui-ci sera donc interconnecté à la future installation des communes voisines de Lagny-sur-Marne et Saint-Thibault-des-Vignes. Leur réseau va être déployé entre 2023 et 2025 par la société Dalkia, la filiale d'EDF. Porté par la même communauté d'agglomération, Marne et Gondoire, il devrait être alimenté entièrement par des énergies renouvelables et de récupération. 92 % proviendra de la chaleur fatale de l'unité de valorisation énergétique (UVE) du Syndicat mixte pour l'enlèvement et le traitement des résidus ménagers (Sietrem) de Saint-Thibault-des-Vignes. L'appoint sera assuré par du biogaz notamment via l'achat de certificats de garantie d'origine à une future usine de méthanisation située sur le territoire. Ainsi, selon Idex, le mix énergétique de Bussy-Saint-Georges va évoluer vers 80 % d'énergies renouvelables et de récupération et 20 % de gaz. « *Une fois le raccordement effectué, la chaufferie biomasse sera la base de fourniture sur le réseau, puis la chaleur fatale de l'UVE et après, en fonction des grands froids, le gaz servira pour l'écrêtage et la pointe* », précise le directeur régional des réseaux. Idex prévoit même de diminuer la quantité de bois nécessaire en 2028 grâce à l'interconnexion. Pour la nouvelle chaufferie et le réseau de chaleur, Idex a investi 30 millions d'euros. Afin de construire la première, elle a reçu 2,2 M€ du Fonds Chaleur.

Léa Surmaire

© MaPhotoPortrait.fr

Le chauffage au miscanthus séduit Bernwiller

Se chauffant depuis 2013 en partie au miscanthus, ressource peu coûteuse, la petite commune de Bernwiller souhaiterait s'affranchir complètement du bois pour privilégier ce roseau simple d'exploitation et local.

Historiquement alimentée par du bois, l'une des deux chaudières communales de Bernwiller dans le Haut-Rhin fonctionne depuis 2013 au miscanthus. Tout est venu d'une histoire d'eau. En 1995, la collectivité s'était entendue avec plusieurs agriculteurs exploitant des champs à proximité de la zone de captage d'eau potable, pour qu'ils cessent leurs cultures traditionnelles et plantent à la place du miscanthus. Plus précisément, du miscanthus X giganteus, une espèce stérile et non invasive. « *L'ancien maire espérait ainsi faire baisser la concentration en nitrates de l'eau* », se souvient Patrick Baur, actuel élu de Bernwiller.
La culture du miscanthus ne nécessite en effet pas d'engrais ni de pesticides : une fois en terre, la plante pousse naturellement chaque année et vit plus de vingt ans. Ses feuilles tombent dès les premiers froids, formant un mulch au sol qui empêche les mauvaises herbes de se développer. La tige sèche progressivement. « *La récolte se fait fin mars/début avril : à ce moment-là, les tiges n'ont pas plus de 19% d'humidité. Nous n'avons donc pas besoin de sécher le miscanthus. C'est la commune qui organise la coupe, en contractant avec les agriculteurs. Ces derniers passent avec une ensileuse, qui broie directement les tiges en morceaux de quelques centimètres de longueur. Ils sont prêts à l'emploi* », décrit Patrick Baur.

Chaudière à grand foyer

Du moins, si la chaudière est adaptée.
En effet dès 2012, la commune, désireuse de valoriser ces roseaux, décide de commencer à les utiliser pour le chauffage. Elle possède alors une chaudière à bois. Mais pour obtenir une bonne combustion, les techniciens doivent ajouter de la chaux au miscanthus. « *Nous l'avons fait pendant plusieurs années avant d'acheter une nouvelle chaudière* », indique le maire. L'acquisition a été décidée en 2018. La collectivité s'est tournée vers son thermicien, qui lui a conseillé une chaudière Heizomat d'une puissance de 400 kW. « *Le volume de son foyer est plus grand, donc adapté à la combustion du miscanthus, qui est foisonnant et léger* », note le maire de Bernwiller. Autre avantage mis en avant par le fabricant : le décendrage comporte un foyer longitudinal, facilitant cette opération qui peut être rendue compliquée par la tendance du miscanthus à former des mâchefers. Enfin, la technologie du feu continu doit permettre à la chaudière de rester à une température supérieure au point de rosée. Cela évite la condensation et la corrosion due à une concentration en azote et en chlore plus élevée que celle du bois.

De 27 à 37 hectares

Du côté des techniciens de la commune, aucune formation particulière n'a été nécessaire : « *le fonctionnement reste le même. Seul le carburant change* », d'après Patrick Baur. Par contre, l'économie a été au rendez-vous : le prix du miscanthus est resté à environ 33 euros par m³, contre 55 € pour le bois aujourd'hui. « *Pendant longtemps, les coûts entre bois et miscanthus ont été équivalents, mais aujourd'hui ce dernier est bien plus intéressant* », poursuit-il. Sans parler du fait que la ressource est locale, alors qu'il fallait faire venir du bois d'autres territoires.
La commune chauffe donc ses bâtiments communaux ainsi qu'une cinquantaine d'habitations grâce à cette chaudière, qui a produit 434 MWh en 2022. Elle voudrait aujourd'hui augmenter la surface de culture de miscanthus, pour passer de 27 à 37 hectares. Cela permettrait d'alimenter la deuxième chaudière que possède la collectivité depuis 2016.
Pour cela, elle doit recontacter les agriculteurs de son territoire. Après plantation du miscanthus, ils n'ont plus rien à faire puisque c'est la commune qui gère la récolte. Ils reçoivent juste un paiement à la fin de cette dernière, correspondant au volume produit par leur parcelle. Mais ils doivent s'engager sur quinze ans à consacrer ces parcelles à la production de miscanthus. Comme le souligne Patrick Baur, l'enjeu est donc désormais de « *négocier avec les agriculteurs et les convaincre* ». ●

Caroline Kim

↘ *La chaudière de la commune de Bernwiller, qui fonctionne au miscanthus, a produit 434 MWh en 2022.*



© Commune de Bernwiller

Chaudières de moins d'1 MW :

Si la filière bois-énergie présente de nombreux avantages, elle peut aussi émettre des polluants lorsque les chaufferies sont mal gérées. L'Ademe a mené une étude pour mieux quantifier les émissions des équipements d'une puissance inférieure à 1 MW qui sont les moins connus et contraints par la réglementation.

La combustion du bois produit des particules fines PM10 et PM2,5, des hydrocarbures aromatiques polycycliques dont le benzo(a)pyrène (BaP), du monoxyde de carbone (CO) et des composés organiques volatils (COV) tel que le benzène et des oxydes d'azote (NO_x). La réglementation s'est donc durcie afin de préserver la qualité de l'air. Pour s'adapter, les chaufferies bois d'une puissance supérieure à 1 MW se sont équipées de technologies de traitement des fumées performantes. Elles ont obtenu d'excellents résultats en divisant par dix leurs rejets ces quinze dernières années. Toutefois, si les performances accrues de ces installations sont bien documentées, ce n'est pas le cas pour les chaufferies bois de puissance inférieure à 1 MW. Pourtant, elles représentent 85 % du parc français et 15 % de la puissance totale installée selon l'édition 2022 du panorama de la chaleur renouvelable et de récupération.
Le projet Acibioqa, lauréat d'un appel à projets de l'Ademe, s'est attelé à mieux quantifier leurs émissions de polluants*. Il a été mené entre octobre 2019 et avril 2023 par le cabinet de conseil Inddigo et ses partenaires, le Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique (Citepa) et l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (Ineris).

Six sites choisis

Pour les installations dont la puissance est comprise entre 500 kW et 1 MW, le Fonds Chaleur impose des plafonds d'émissions concernant les PM, les NO_x et le CO comparables aux exigences du régime des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) pour la gamme de 1 à 5 MW. En revanche, au-delà des tests en usine, il n'existe pas d'obligation de contrôle d'émissions pour les équipements plus petits. Dans le cadre d'Acibioqa, des campagnes de mesures de polluants ont ainsi été conduites sur six chaudières de puissances comprises entre 150 kW et 1,6 MW. Cette sélection est relativement limitée tout d'abord à cause de contraintes techniques. En effet, les équipements de moins de 1 MW sont rarement équipés de plateformes de mesure et la plupart des sites retenus ont dû faire l'objet de travaux pour installer une trappe de visite destinée à réaliser les prélèvements. Ce panel restreint s'explique aussi par des nécessités budgétaires : deux techniciens ont été mobilisés pour intervenir entre quatre et cinq jours pour chacune des chaudières. Celles-ci font la plupart du temps l'objet de tests sur les fumées via des mesures ponctuelles dans des conditions favorables, c'est-à-dire au fonctionnement nominal de la chaudière avec une bonne qualité de combustible. Pour ce projet, les opérations de mesure ont été réalisées sur un périmètre élargi de polluants afin d'avoir une vision plus complète des émissions, et notamment de leurs variations lors des différentes phases de fonctionnement. Les équipements de moins de 1 MW étudiés dans ce projet étant préexistants au durcissement des conditions pour obtenir des aides de la part du Fonds Chaleur, ils ne sont pas pourvus de systèmes de filtration pour les particules, mais seulement de cyclones ou multicyclones. Ces appareils, installés en aval de la chaudière, utilisent la différence de gravité entre les éléments solides et gazeux. L'extraction des poussières est obtenue par voie gravitaire en deux phases successives : la centrifugation puis la sédimentation.

Des résultats hétérogènes

La chaudière de 1,6 MW respecte la réglementation ICPE 2910 A. « *Les bons résultats sur les particules (0,1 mg/Nm³) sont liés à la présence d'un filtre à manche. Les émissions de CO sont faibles (150 mg/Nm³), directement en lien avec une bonne qualité de combustion et un fonctionnement nominal (sans cycle On/Off) permettant d'atteindre un taux d'oxygène*



des pistes pour moins polluer

stable et proche du taux de référence de 6 % pendant la durée des mesures. L'audit technique montre que cette chaudière est bien dimensionnée en base avec un temps de fonctionnement élevé (3 000 heures par an). Les émissions de NO_x sont également en dessous des seuils réglementaires », détaille l'étude. L'une des chaudières de 500 kW est elle aussi bien dimensionnée. Cependant, comme elle n'est pas équipée de filtres à manches, ses émissions sont plus élevées. Celles de PM s'élèvent à 230 mg/Nm³, un chiffre cinq fois plus important que le seuil fixé depuis 2022 par le Fonds Chaleur. Pour le CO, les émissions de 500 mg/Nm³ sont deux fois plus élevées que les exigences requises. A contrario, les rejets de NO_x sont très faibles avec 230 mg/Nm³, soit deux fois moins que le seuil maximal.

Les quatre autres chaudières étudiées sont mal dimensionnées, avec plus de quatre arrêts et redémarrages par heure. Cela engendre des conséquences énormes sur leurs résultats. Elles présentent des émissions de CO très importantes, dix à trente fois supérieures aux obligations du Fonds Chaleur.

Le bilan sur les émissions de particules fines est assez différent selon la configuration des sites. Une des chaudières est équipée d'un électrofiltre qui réduit ses rejets en dessous de 100 mg/Nm³. C'est tout de même deux fois le seuil exigé par le Fonds Chaleur pour les chaudières de plus de 500 kW. Une autre installation, seulement pourvue d'un muticyclone, atteint 130 mg/Nm³. Les deux dernières pourtant elles aussi dotées de ce dispositif, présentent des émissions supérieures à 300 mg/Nm³. « *En revanche, aucun dépassement sur les émissions de NO_x n'a été constaté sur ces chaudières. Les résultats sont bien en deçà des 500 mg/Nm³, voir même en dessous de 300 mg/Nm³ pour quatre chaudières sur six. Rappelons que les émissions de NO_x sont majoritairement liées à la teneur en azote dans le combustible. Sur ces sites, les combustibles représentés sont variés : broyats de palette, plaquettes de scierie, bois d'élagage et plaquettes forestières. Pour ces deux derniers combustibles, des émissions de NO_x un peu plus importantes que sur les autres sites ont été constatées (de l'ordre de 350 mg/Nm³)* », précise le rapport.

Préconisations principales

Quatre recommandations majeures sont mises en avant par l'étude afin de limiter la pollution lors de la combustion de la biomasse. Il faut tout d'abord bien dimensionner les chaudières pour réduire leurs cycles de fonctionnement. En effet, lors des tests réalisés, un lien entre augmentation des émissions et fréquence importante des cycles d'arrêt et de redémarrage est apparu très clairement. Les porteurs de projets doivent s'assurer que leurs installations fonctionnent à pleine puissance au moins 2 000 h/an. L'Ademe estime également qu'il est impératif de les équiper de systèmes de filtration. Si ce n'est pas le cas, les appareils sont trop polluants y compris s'ils ont obtenu de bons résultats lors des tests en usine. En outre, il faut bien choisir le combustible. Il est en effet possible de limiter efficacement les émissions de polluants en sélectionnant de la biomasse de qualité et en contrôlant régulièrement ses taux d'humidité et de fines. Il faut également s'assurer du maintien de la qualité du bois lors de l'exploitation et éventuellement adapter les réglages de la chaudière si des évolutions interviennent sur ce point. Enfin, le rapport préconise de faciliter l'instrumentation de ces appareils. « *Certains sites présentaient des rendements médiocres inférieurs à 80 % qui n'avaient pas forcément été détectés. La mise en place d'une trappe de mesure sur les conduits de fumées lors de la réalisation de projets d'installations neuves, mais aussi sur les chaudières déjà en exploitation permettraient de faire des mesures ponctuelles plus facilement pour les maîtres d'ouvrage qui souhaitent mieux contrôler et suivre les émissions de leur chaufferie* », estime ainsi l'Ademe. ●

Olivier Mary

** Émissions atmosphériques des chaufferies bois de puissance inférieure à 1 MW - Campagnes de mesures sur site et proposition d'évolution des facteurs d'émission - Projet Acibioqa*



© Eric/Adobe Stock

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).

Un programme construit autour de 4 valeurs

L'engagement — **La proximité** — **L'innovation** — **Le partage**

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

PORTÉ PAR

atee
ASSOCIATION TECHNIQUE ÉNERGIE ENVIRONNEMENT

PARTENAIRES

MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE — ADEME — CAPEB — FDMC — EDMEO Fnas — FFB

FINANCEURS

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



Forêts : agréger les données pour s'adapter

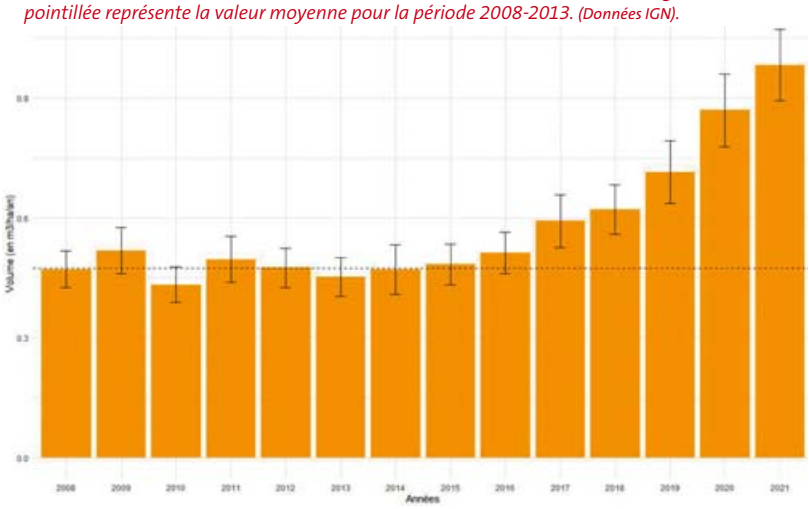
Afin de faciliter l'adaptation des forêts au changement climatique, les parties prenantes soulignent l'importance de compiler les savoirs. Pour cela, un observatoire commun et une boîte à outils d'étude des sols forestiers ont été lancés cet été.

Dans le but de mieux préserver les forêts françaises de certains risques (espèces invasives, incendies, sécheresse, etc.) amplifiés par le changement climatique, un approfondissement des connaissances est indispensable. Ces dernières années, de nombreuses études ont donc été menées. Toutefois, « *accéder aux données reste bien souvent ardu notamment du fait de leur dispersion* », relève Antoine Colin, le responsable du département d'analyse des forêts de l'Institut national de l'information géographique et forestière (IGN). Aux Assises de la forêt et du bois en mars 2022, les participants ont décidé, dans un but pédagogique et d'aide à la décision, de les agréger et de les interpréter sur une plateforme commune. L'IGN, l'Office national des forêts (ONF), le Centre national de la propriété forestière (CNPF), France Bois Forêt et l'Office français de la biodiversité (OFB) ont donc lancé l'Observatoire des forêts françaises en juillet dernier. Celui-ci est agrémenté par cinq clubs d'experts : santé des forêts, incendies, ressources, bois, adaptation au changement climatique et atténuation de l'effet de serre. Les données sur l'Outre-mer sont présentées dans un onglet distinct : elles encore trop peu et hétérogènes.

Photographie des forêts

Le premier club se penche sur la santé des bois, un sujet majeur alors que le taux de mortalité des arbres a augmenté de près de 80 % entre les périodes 2005-2013 et 2013-2021. Cela est avant tout dû aux bouleversements liés au changement climatique et à l'introduction de bioagresseurs (pucerons, mildiou, cochenille, etc.) sur le territoire. « *Pour aider la forêt, nous avons besoin de suivis et d'indicateurs* », argue Morgane Goudet, chargée de mission au département de la santé des forêts du Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire. Ceux-ci étaient jusqu'alors trop fragmentés : réalisés par des acteurs différents, suivant des protocoles et des terrains divers. Un deuxième groupe de travail traite des incendies, dont le risque augmente avec la hausse de la fréquence des périodes de fortes chaleurs. Il compile notamment des statistiques sur leur historique et des projections sur l'extension du risque aux horizons 2040 et 2050. Prochainement, les participants souhaiteraient développer le sujet de l'adaptation des forêts face à de potentiels feux. Troisième club : les ressources en bois, un volet important pour la filière et en lien également avec le puits de carbone forestier. « *Les prélèvements et l'utilisation maîtrisée du bois nécessitent un suivi régulier des ressources disponibles. Avant l'Observatoire, ces sources d'informations étaient éparses* », relate Alexandra Niedzwiedz, gestionnaire de l'Observatoire pour l'économie de la forêt* (Olef). Ainsi, concernant la période 2012-2021, les prélèvements, d'environ 51 millions de mètres cubes par an, représentent 67 % de la production nette de bois sur pieds selon l'IGN. « *De manière globale, les forêts sont donc gérées durablement* », argue Alexandra Niedzwiedz. Des statistiques sur les récoltes françaises et des projections (à la hausse) sont également présentées.

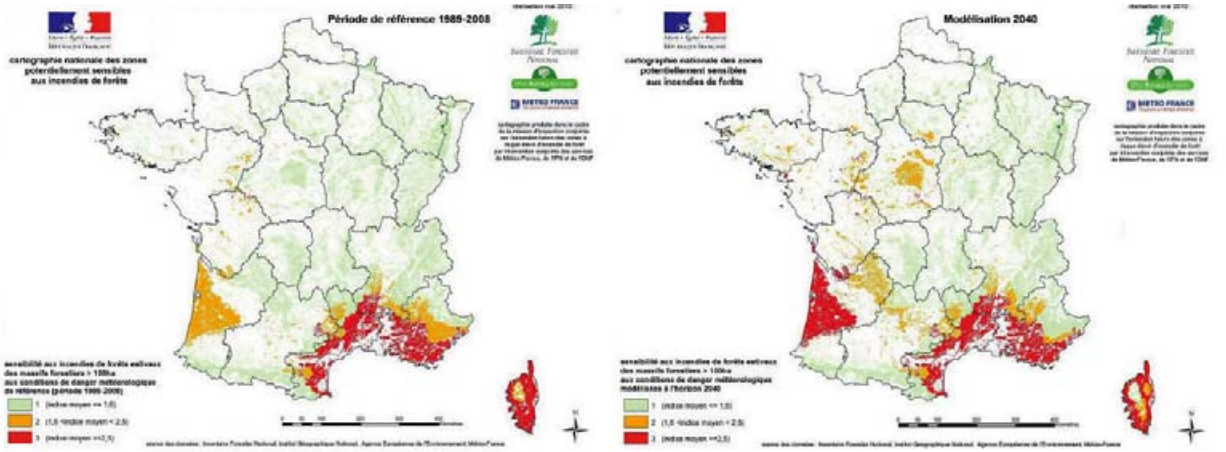
Volume annuel à l'hectare de nouveaux arbres morts, entre 2008 et 2021. La ligne pointillée représente la valeur moyenne pour la période 2008-2013. (Données IGN).



© Tobias Arhelger/Adobe Stock

S'adapter et atténuer

Pour se préserver des risques liés au changement climatique, la forêt doit s'adapter. C'est l'objet du quatrième thème. L'Observatoire présente les politiques publiques engagées en ce sens depuis 2011 ainsi que huit programmes de recherches, dont B4est. Porté par l'Institut national de la recherche agronomique (Inrae), il consiste à étudier les bases génétiques de la réponse des arbres au climat et l'intérêt de la diversité génétique. Ce club, comme les trois autres, est directement connecté au dernier « atténuation de ►



(Source : rapport de la mission interministérielle Changement climatique et extension des zones sensibles aux feux de forêts, 2010)

l'effet de serre ». Effectivement, en manque d'eau, les arbres auront plus de mal à effectuer leur travail de photosynthèse, donc à créer de la biomasse et à capturer du carbone. Sur ce thème, le club décrit les principales tendances du stock de carbone des forêts françaises, actuellement à hauteur de 2 800 millions de tonnes. « *Ces chiffres sont très importants en ces temps d'élaboration de la loi de programmation énergie-climat et de la Stratégie nationale bas carbone (SNBC), ils nous permettent d'objectiver les débats* », relate Christine Deleuze, directrice de projet stratégie carbone pour l'ONF. Ainsi, bien que le stock continue à augmenter, l'IGN observe depuis quelques années un ralentissement notable du fait de la multiplication des crises sanitaires combinées à des épisodes de forte sécheresse et de canicule. Le club projette également de développer des données sur le stock de carbone dans les produits bois et dans les haies bocagères.

Les deux cartes ci-dessus indiquent, pour les massifs de plus de 100 ha, le degré de sensibilité actuel (à gauche) et pour l'horizon 2040 (à droite) aux feux d'été.

Une boîte à outils méthodologiques

Ce besoin d'agrégation concerne également les méthodologies d'étude. Ainsi, des chercheurs français d'unités du Centre national de la recherche scientifique (CNRS) et de l'Inrae se sont associés à des équipes internationales (Colorado School of Mines (États-Unis) et Université de Padoue (Italie)) afin de réaliser un état de l'art sur les procédés géophysiques non-destructifs utilisés en milieu forestier pour analyser les sols. Les méthodes conventionnelles présentent deux limites principales. D'une part, elles peuvent être destructrices pour l'environnement puisqu'elles consistent notamment à excaver terre et racines. D'autre part, elles demeurent très localisées alors que les sols forestiers sont hétérogènes. « *Les méthodes géophysiques peuvent ainsi les compléter pour aider à mieux comprendre les forêts* », expose Bertille Loiseau, chercheuse au sein de l'unité de recherche Milieux environnementaux, transferts et interactions dans les hydrosystèmes et les sols (Metis) du CNRS. Celles-ci donnent lieu à des informations spatialisées sur les propriétés du sous-sol. Première application : détecter les systèmes racinaires afin d'estimer le carbone stocké dans la matière organique du sol (presque la moitié de la réserve totale des forêts). Pour cela, le radar à pénétration de sol (GPR), grâce aux propriétés électromagnétiques, est utilisé pour imager le sous-sol depuis sa surface. « *Il permet de réaliser des mesures rapidement sur de grandes surfaces et n'est pas invasif. En revanche, il n'est pas toujours pratique en forêt puisqu'il se pousse comme une tondeuse et image le sous-sol jusqu'à environ deux mètres de profondeur uniquement* », précise Bertille Loiseau. Deuxième application : étudier les stocks et les flux de l'eau. Pour cela, la tomographie de résistivité électrique consiste à injecter de l'électricité dans le sol grâce à des électrodes pour mesurer la résistivité électrique du sous-sol. Celle-ci a par exemple été utilisée pour étudier les zones d'absorption racinaire des arbres. Des chercheurs explorent bien d'autres méthodes comme la gravimétrie qui permet d'estimer les flux de l'eau grâce aux variations de pesanteur de la terre via un instrument posé sur le sol. Une troisième application consiste à caractériser la variabilité des propriétés du sous-sol (comme l'humidité, l'épaisseur ou encore le type de sol) de façon spatialisée afin de mieux comprendre le rôle du sol sur le développement ou le fonctionnement de la végétation.

Définir une stratégie

Compiler un maximum de connaissances contribue ainsi à faire avancer la science plus rapidement et à guider les élus. L'Observatoire a d'ailleurs lancé des services comme « Les Forêts de mon territoire » afin de les aider dans leurs décisions. Avec celui-ci, ils peuvent visualiser, pour diverses aires géographiques, différents indicateurs sur les forêts comme la composition des peuplements ou encore la répartition domaniale publique/privée. Il est également possible d'explorer des fonds de carte de références tels que les limites parcellaires ou les aires protégées par exemple. Enfin, une communauté des utilisateurs a été lancée dans le but de mieux prendre en compte les suggestions et permettre le débat et l'entraide entre les intéressés. ●

Léa Surmaire

* *Cet observatoire est au sein du Bureau d'économie théorique et appliquée, une unité mixte de recherche du Centre national de la recherche scientifique (CNRS), de l'Institut national de la recherche agronomique (Inrae), d'AgroParisTech et des universités de Strasbourg et de Lorraine.*

Apprenez comment économiser de l'énergie dans votre entreprise



Infos & inscriptions sur

www.prorefei.org

50
formateurs habilités

+

170
sessions de stage
de **2 jours**

=

650
formés devenus
référents énergie

PROREFEI

La formation des référents énergie dans l'industrie

Optimisons nos énergies

Un programme porté par :

atee
ASSOCIATION TECHNIQUE ENERGIE ENVIRONNEMENT

énergie Plus

La revue des professionnels de la maîtrise de l'énergie

Tous les 15 jours la revue m'offre :



- les actualités essentielles du secteur de l'énergie
- des enquêtes spécialisées et des dossiers d'analyse (biogaz, efficacité énergétique, biomasse, cogénération, etc.)
- des retours d'expérience chiffrés et illustrés (collectivité, industrie, tertiaire, transport, etc.)
- une veille réglementaire
- les prix des énergies, du CO_2 et des certificats d'économies d'énergie
- des informations professionnelles pratiques (produits nouveaux, nominations, agenda, etc.)

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

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

Nom .....

Prénom .....

Entreprise ..... Code NAF .....

Fonction .....

Adresse .....

.....

Code postal ..... Ville .....

Tél. ..... Fax .....

e-mail .....

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

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

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

Tarif France : 170 € (dont 3,57 € de TVA à 2,10 %)
Tarif Étranger : 188 € (exonéré de TVA)
Tarif étudiant, retraité, enseignant : 85 €

Vous recevrez votre (vos) numéro(s) d'*Énergie Plus* par retour du courrier ainsi qu'une facture acquittée.

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

Plus d'infos : tél. : 01 46 56 35 40 • www.energie-plus.com
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 : 990 € H.T./an par module de 5 cm de haut. Autres tailles : nous consulter.

MÉTHANISATION ET VALORISATION DU BIOGAZ

BIOGAZ PRO

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

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

Facebook et Instagram : **Biogaz Pro**



atee
ASSOCIATION TECHNIQUE ENERGIE ENVIRONNEMENT

COLLOQUE

19 DÉCEMBRE 2023

GAZ RENOUVELABLES ET BAS-CARBONE
ENJEUX ET DYNAMIQUE DES NOUVELLES FILIÈRES

Comet Bourse, Paris 2

Je réserve ma place en scannant le QR code

MANERGY

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

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

1 EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DES PATRIMOINES



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

2 TRANSITION ÉNERGÉTIQUE DES TERRITOIRES

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



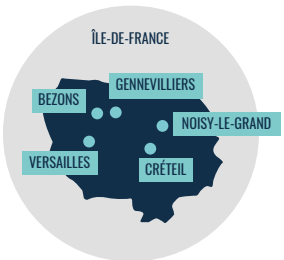
3 DÉCARBONATION DES INDUSTRIES



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

NOS IMPLANTATIONS AU PLUS PRÈS DES TERRITOIRES





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

MANERGY – 1, Rue Séjourné – 94000 CRÉTEIL
01 43 97 93 49 – www.manergy.fr

Conçu par Q8 Oils

Jenbacher S Oil 40

MISE AU POINT POUR LES MOTEURS À GAZ NON NATUREL

Coûts de fonctionnement **réduits**

Longévité supérieure du moteur

Limites critiques **exceptionnelles**



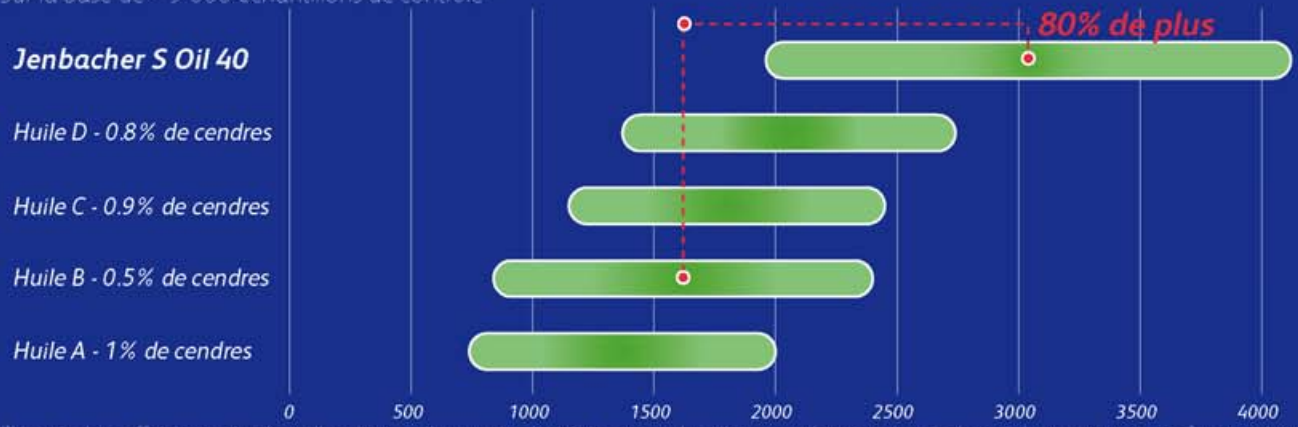
Rétention **TBN élevée**

Excellentes propriétés de **protection** et de résistance à l'usure

- allonge la **durée de vie** des **filtres**
- prolonge les **intervalles de vidange** de **80%** en moyenne

Longévité de l'huile dans un moteur INNIO Jenbacher J320 fonctionnant au gaz non-naturel [1]

Sur la base de > 9 000 échantillons de contrôle



[1] *Les résultats affichés sont basés sur l'expérience d'un nombre limité de moteurs lors d'essais sur le terrain. Les résultats réels peuvent varier en fonction du type de moteur, de son entretien, des conditions de fonctionnement et de la qualité du lubrifiant utilisé auparavant. Veuillez consulter les instructions techniques d'INNIO Jenbacher pour des directives spécifiques.*

www.Q8Oils.com/fr/Jenbacher-S-Oil-40

© 2021 INNIO - INNIO and Jenbacher are trademark applications or registered trademarks of INNIO or one of its affiliates.