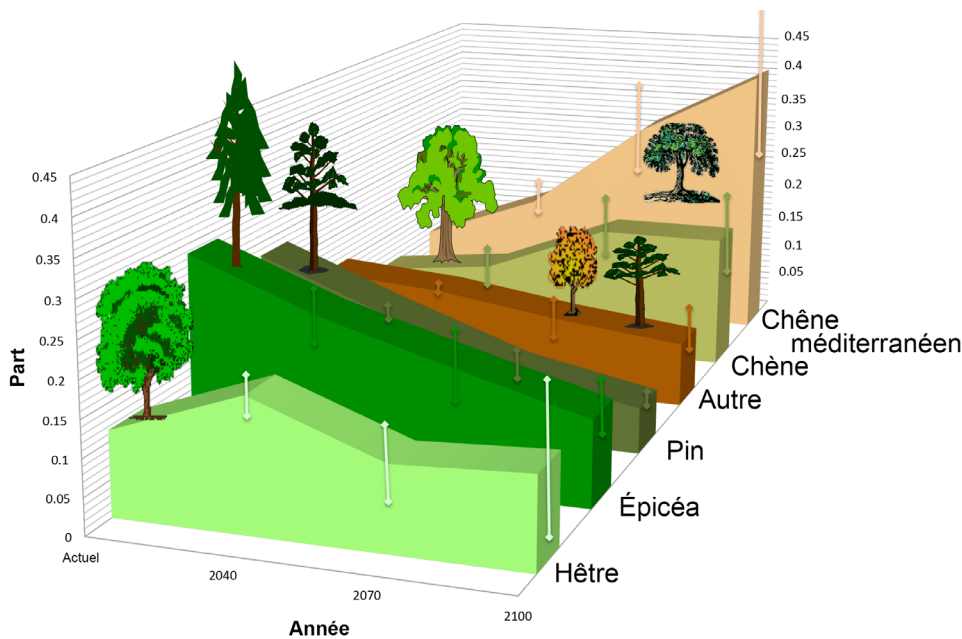


# OÙ LE BOIS-ÉNERGIE EST BIEN UTILISÉ

« De la recherche à la mise en œuvre » : tel était le thème du symposium sur l'énergie du bois, organisé mi-septembre à l'ETH de Zurich avec le soutien de l'Office fédéral de l'énergie. En fait, les domaines d'application du bois-énergie sont si variés que les ressources en bois disponibles sont loin de couvrir les besoins. Dans l'optique d'un approvisionnement énergétique durable et respectueux du climat, cette source d'énergie neutre en CO<sub>2</sub> doit être utilisée là où les alternatives sans combustibles fossiles font défaut.



Le groupe de travail QM Chauffages au bois travaille, par le biais de publications d'information et de formations continues, à une exploitation efficace sur le plan énergétique, pauvre en émissions et économique des chauffages au bois. Des excursions spécialisées sont également organisées pour permettre l'échange d'expériences entre les membres d'Allemagne, d'Italie, d'Autriche et de Suisse (photo : visite des installations à Salzburg). Photo : Stefan Thalmann, Verenum AG



Part relative des principales essences européennes dans l'hypothèse d'une poursuite du réchauffement climatique (scénario A1FI). Graphique : Hanewinkel et al., 2013/rédigé par B. Vogel

En Suisse rurale essentiellement, le bois est considéré comme une ressource qui n'est pas seulement disponible localement, mais qui repousse sans cesse et qui, par conséquent, semble disponible de manière pratiquement illimitée. Cependant, le réchauffement climatique insidieux risque d'ébranler cette certitude. C'est du moins le message principal de l'exposé principal de Marc Hanewinkel lors du symposium sur l'énergie du bois qui s'est tenu cette année à Zurich. Hanewinkel, professeur d'économie et de planification forestière à l'université allemande de Fribourg, a fait part de ses recherches sur l'impact du changement climatique sur le patrimoine forestier européen.

L'épicéa, aujourd'hui l'essence la plus importante pour l'industrie du bois, risque d'être évincé d'une grande partie de l'Europe en raison du changement climatique. Selon Hanewinkel, les feuillus tels que les hêtres et les chênes indigènes sont également en recul. Avec des températures moyennes plus élevées, les arbres sont de plus en plus remplacés par des essences bien moins précieuses pour l'économie du bois, comme les espèces de chênes méditerranéens. « Les conséquences sont dramatiques pour l'industrie du bois », a averti Hanewinkel, qui a étayé ses propos par des chiffres provenant d'Allemagne. Dans cette région, sept à huit pour cent des forêts auraient été victimes, entre autres, de tempêtes, de la sécheresse et du bostryche entre 2018 et 2022. En conséquence, la forêt pourrait de moins en moins bien remplir sa fonction importante de réducteur de CO<sub>2</sub>, et la quantité de bois renouvelable (et donc de bois énergie) diminuerait à l'avenir en raison du changement climatique.

### Vapeur industrielle et couverture de la charge de pointe

Le bois peut être utilisé de diverses manières – cela vaut également pour la valorisation énergétique de cette source d'énergie. La demande en bois-énergie est donc importante. Et parce que la quantité de bois est limitée en Suisse, cette source d'énergie ne peut pas être utilisée indéfiniment pour remplacer les énergies fossiles comme le pétrole et le gaz. C'est pourquoi on doit absolument utiliser le bois uniquement en l'absence d'alternatives pour remplacer les énergies fossiles, a déclaré Thomas Nussbaumer (Verenum AG), organisateur de la conférence. Nussbaumer a présenté une étude dans laquelle il a analysé les filières de valorisation du bois pour le compte de l'Office fédéral de l'environnement. Sa conclusion était qu'à l'avenir, le bois devrait être utilisé principalement pour la production de chaleur industrielle et pour la couverture des charges de pointe dans la production de chaleur pour les bâtiments pendant le semestre d'hiver. Selon le concept de Nussbaumer, les bâtiments et les réseaux thermiques disposeraient alors typiquement d'une pompe à chaleur, qui couvrirait la majeure partie des besoins en chaleur, ainsi que d'un chauffage au bois qui couvrirait les besoins supplémentaires pendant les froides semaines d'hiver.

La combinaison de l'énergie du bois avec les pompes à chaleur était également au centre de l'exposé de Cordin Arpagaus de la Haute école spécialisée de Suisse orientale (OST) sur le site de Buchs (SG). Le scientifique de l'OST étudie principalement les grandes pompes à chaleur pour les immeubles collectifs, l'industrie et les réseaux de chaleur. À Zurich,



Un des exemples de combinaison d'un chauffage au bois avec une pompe à chaleur : sur le site de la raboterie à Winterthur (lot de construction 2), une pompe à chaleur air-eau (225 kW) couvre depuis 2022 les besoins de base en chauffage et en eau chaude. En cas de besoins de chaleur plus importants, un chauffage à pellets (200 kW) est également utilisé. Photo : Scheco AG

il a présenté des exemples de cas de réseaux de chaleur qui combinent des pompes à chaleur (avec des sondes géothermiques, de l'air ou des rejets thermiques industriels comme source de chaleur) avec des chauffages au bois (notamment des copeaux de bois ou des pellets). Selon lui, il serait également possible de combiner l'énergie du bois avec l'énergie solaire thermique afin de réduire la consommation de bois en été, a déclaré Arpagaus. « La combinaison du chauffage au bois et des pompes à chaleur préserve le bois et offre un potentiel pour des applications telles que le chauffage et le refroidissement, le séchage du bois, la condensation des gaz d'échappement et l'utilisation de l'électricité produite par des centrales de cogénération ou des panneaux photovoltaïques pour combler la pénurie d'électricité en hiver », a expliqué le chercheur. Si un réseau de chauffage urbain avec une centrale de chauffage au bois est équipé d'une grande pompe à chaleur, celle-ci peut être utilisée pour abaisser la température de retour et augmenter ainsi la capacité du réseau.

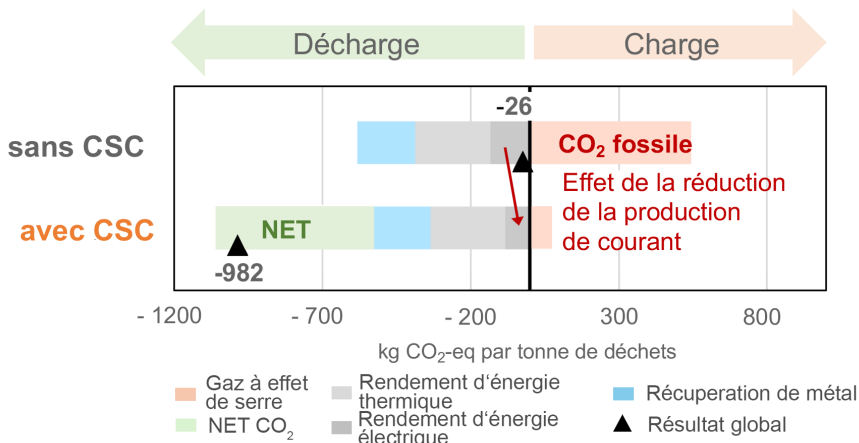
### Extension de l'assurance qualité

Au cours des dernières décennies, l'utilisation de l'énergie du bois a bénéficié des résultats de la recherche à de nombreux égards. Les chauffages au bois sont devenus plus efficaces, génèrent moins d'émissions et leur exploitation est plus économique. Cette évolution est également due au système de

gestion de la qualité (QM) Chauffages au bois. Ce cercle d'experts soutient les professionnels du secteur de l'énergie du bois depuis 2004 en leur proposant des ouvrages spécialisés et des cours de formation. Actuellement, QM Chauffages au bois travaille à étendre les processus d'assurance qualité à d'autres domaines, tels que les centrales de cogénération à gazéification de bois ou les installations de production de charbon végétal, comme l'a expliqué Stefan Thalmann (Verenum AG) lors de la conférence. Pour y parvenir, des concepts et des méthodes de mesure innovants, auxquels le symposium sur l'énergie du bois a consacré plusieurs exposés, doivent être élaborés. L'un d'entre eux a présenté des techniques de mesure rapide que les centrales thermiques pourraient utiliser à l'avenir pour déterminer sur place la qualité du combustible bois livré, par exemple en termes d'humidité, de teneur en cendres ou de pouvoir calorifique.

### Plus que seulement neutre en CO<sub>2</sub>

L'énergie du bois est considérée comme neutre en termes de CO<sub>2</sub>, car la combustion libère uniquement la quantité de gaz à effet de serre que les arbres ont absorbée dans l'atmosphère pendant leur croissance. Être neutre en CO<sub>2</sub> pourrait ne plus suffire à l'avenir. En effet, ce qu'il faut aujourd'hui, ce sont des processus qui, en fin de compte, réduisent la charge de gaz à effet de serre dans l'atmosphère. À Zurich, un projet



Performance environnementale de l'usine d'incinération des ordures ménagères de Linth : la UIOM sans captage et stockage du carbone (CSC) affecte le climat, car la moitié des émissions de CO<sub>2</sub> sont d'origine fossile et proviennent de l'incinération de déchets fossiles. Parallèlement, l'UIOM atténue le problème du climat en utilisant l'énergie libérée lors de la combustion pour produire de l'électricité et alimenter un réseau de chauffage urbain. La récupération des métaux dans les scories contribue également à la protection de l'environnement. La performance environnementale est nettement plus favorable avec le CSC ; désormais, l'UIOM fonctionne comme une technologie à émission négative. Il convient toutefois de noter que l'exploitation de l'installation CCS consomme une grande partie de l'électricité autoproduite. Source : outil d'évaluation écologique globale pour les UIOM d'AWEL/Ramboll/ETH

de recyclage des ordures ménagères mené par Cinia Schriber est venu illustrer la manière dont une telle technologie à émission négative peut être mise en œuvre : Cinia Schriber travaille pour le centre de compétence ZAR-CO<sub>2</sub> à l'usine d'incinération des ordures ménagères (UIOM) de Linth (GL), laquelle planifie une installation d'extraction et de stockage du CO<sub>2</sub> pour l'UIOM. Cette dernière devrait permettre d'extraire des gaz d'échappement environ quatre-vingt-dix pour cent du CO<sub>2</sub> produit lors de la combustion. La mise en service est prévue pour 2029. Le CO<sub>2</sub> est transporté à l'état liquide vers un site de stockage géologique approprié à l'étranger (probablement un gisement de gaz naturel exploité en Italie).

« Pour que la Suisse atteigne l'objectif zéro émission nette, les émissions résiduelles restantes difficilement évitables doivent être compensées. Sans être suffisantes, les émissions négatives de la branche des UIOM jouent ici un rôle central. La Confédération voit un autre potentiel dans le captage et le stockage du CO<sub>2</sub> provenant de sources ponctuelles avec des matériaux biogènes. Cela inclut, par exemple, la production d'émissions négatives dans le cas d'une centrale de chauffage au bois », a déclaré Schriber devant les représentants du secteur de l'énergie du bois. Le captage requiert une grande quantité d'énergie et des coûts importants, et une logistique est nécessaire pour transporter le CO<sub>2</sub> capté vers le site de stockage définitif. En ce qui concerne les coûts, il y a des avantages et des inconvénients pour les producteurs d'énergie-bois par rapport aux exploitants d'UIOM, a déclaré Schriber : tandis que dans les UIOM, seulement environ la moitié des déchets urbains incinérés est d'origine biogène, les centrales de chauffage au bois brûlent 100% de matériaux biogènes. En conséquence, il est possible de créer 100% de

certificats d'émissions négatives, lesquels génèrent généralement des recettes plus élevées. Parallèlement, la taille moyenne d'une centrale de chauffage au bois est inférieure à celle d'une UIOM, ce qui peut entraîner des coûts plus élevés par tonne de CO<sub>2</sub>.

### Aperçu de la mise en œuvre pratique

Le symposium sur l'énergie du bois portait essentiellement sur le thème « De la recherche à la mise en œuvre ». Rein-



Une pompe à chaleur à absorption peut permettre d'augmenter le rendement thermique des chaudières à bois de plus de 1 MW de 20 à 25%, voire plus. Photo : StepsAhead

hold Spörl (Schmid AG energy solutions) a présenté une solution qui utilise la condensation des gaz d'échappement sur les chaudières à l'aide de pompes à chaleur à absorption et qui augmente le rendement thermique de 20 à 25%, voire plus, en cas d'utilisation de combustibles humides. Les systèmes ont été développés en coopération avec le spécialiste des pompes à chaleur à absorption StepsAhead et permettent désormais d'utiliser de telles pompes à chaleur avec de l'eau chaude au lieu d'utiliser l'eau chaude comme chaleur d'entraînement. Le surcoût est économique pour les grandes installations de chauffage d'une puissance supérieure à un mégawatt. Selon Reinhold Spörl, un tel système pourrait permettre, selon les conditions d'utilisation, des délais d'amortissement de 3 à 4,5 ans pour une chaudière à biomasse de 3,2 MW.

Harald Fichtl (Polytechnik Swiss AG) a présenté le réseau de chaleur d'Energie Ausserschwyz lors du congrès zurichois. Une installation de couplage chaleur-force, alimentée jusqu'à présent à environ 60% de bois usagé (classe A1 et A2), fait office de générateur d'énergie central. Malgré ce combustible parfois problématique, les valeurs des gaz d'échappement ( $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{HCl}$ , poussières fines) sont nettement inférieures aux valeurs limites, comme l'a expliqué Fichtl. Les 2'500 tonnes de cendres produites chaque année sont mises en décharge ou stockées sous terre dans une ancienne mine de sel. Malgré toutes les expériences positives, il existe encore un potentiel d'optimisation deux ans et demi après le début de l'exploitation, a déclaré Fichtl.

- La **documentation** de la conférence est disponible sur : <https://www.holzenergie-symposium.ch>.
- Sandra Hermle ([sandra.hermle@bfe.admin.ch](mailto:sandra.hermle@bfe.admin.ch)), directrice du programme de recherche de l'OFEN sur la bioénergie communique des **informations** sur la conférence.
- Vous trouverez plus d'**articles spécialisés** concernant les projets pilotes, de démonstration et les projets phares dans le domaine de la bioénergie sur [www.bfe.admin.ch/ec-bioenergie-fr](http://www.bfe.admin.ch/ec-bioenergie-fr).



Depuis 2021, Energie Ausserschwyz AG construit progressivement un réseau de chauffage urbain au bord du lac de Zurich, entre Wolterau et Siebnen. La chaleur provient d'une centrale de chauffage au bois, alimentée jusqu'à présent à 60% par du bois usagé, et d'une installation de biogaz. Le chauffage au bois (photo : lors de l'installation) est conçu pour brûler jusqu'à 90% de bois usagé. Photo : Energie Ausserschwyz AG