



**INDUSTRIE &
TECHNOLOGIES**

L'ENTRETIEN

« Nous revisitons complètement nos procédés et nos produits »

Emmanuelle Gouillart, directrice scientifique de Saint-Gobain Research Paris

P. 6

DEEPTech

Pascal progresse tous azimuts dans le quantique

P. 12

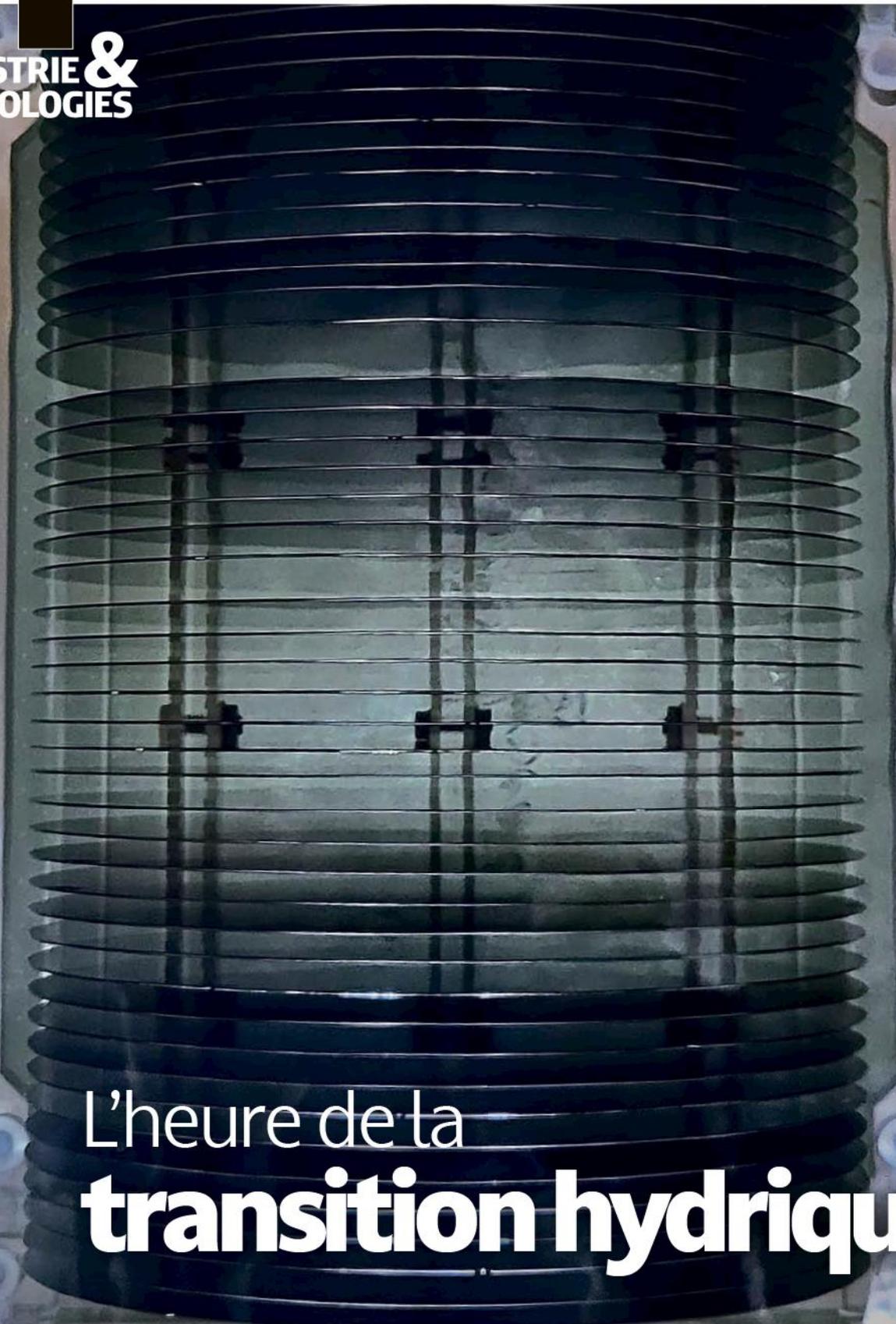
ENQUÊTE À L'USINE

Les robots humanoïdes se mettent au boulot!

P. 48

LE MÉDIA DES INNOVATIONS

IT 1071 SEPTEMBRE 2024 - 45 € - ISSN 633-7107



L'heure de la **transition hydrique**

L'heure de la transition hydrique

Arrêté sécheresse. Même si, en ce début d'été, les nappes phréatiques sont bien plus remplies que depuis deux ans, le terme revient sans cesse dans la

bouche des industriels interrogés par « Industrie & Technologies ». Et pour cause : « Sans eau, pas de fabrication », résume Sandrine Beaufile, la déléguée générale de l'Alliance des acteurs de l'électronique française. Or arrêté sécheresse rime désormais avec restriction d'accès à la ressource en eau. Et, depuis 2023, avec un encadrement précis des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) dont le prélèvement annuel dépasse 10 000 m³. Selon le niveau en vigueur, elles doivent le réduire de 5% (alerte), 10% (alerte renforcée) ou 25% (crise).

La cause de ce tour de vis ? La sécheresse historique de 2022, la plus sévère – en intensité et en durée – depuis au moins cinquante ans. Plus de 600 arrêtés de restriction ont été pris par les préfets, trois fois plus qu'en 2013, d'après l'Inspection générale de l'environnement et du développement durable. Un record ! Aucune statistique ne reflète les conséquences pour

Avec la récurrence des épisodes de sécheresse, les industriels sont confrontés à des restrictions d'eau qui menacent leur production. Ils intensifient leurs efforts pour s'adapter, mais se heurtent à des freins économiques.

les industriels, mais certains témoignent de ralentissements de leur site, voire pire. « Deux de nos adhérents ont totalement arrêté leur production pendant quelques semaines. C'était une première », relate Sophie Frachon, la responsable développement durable de l'Union des industries textiles. « Cette sécheresse intense a déclenché une véritable prise de conscience du secteur industriel, qui réfléchit désormais à anticiper ces restrictions », confie Hélène Michaux, la directrice de la programmation et des interventions de l'agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse.

Les industriels en première ligne

Autre arme dégainée par le gouvernement en 2023 : le Plan eau. **En 53 mesures, il vise à organiser la sobriété, optimiser la disponibilité, préserver la qualité de l'eau et restaurer les écosystèmes.** Collectivités, ménages, agriculteurs, énergéticiens, industriel doivent globalement réduire de 10% leurs prélèvements d'ici à 2030. L'effort demandé aux industriels sera probablement plus important, chaque bassin hydrographique déclinant ces objectifs dans son plan d'adaptation au

LE PLAN EAU

53

mesures pour une gestion résiliente et concertée

-10%

d'eau prélevée (tous secteurs confondus) d'ici à 2030

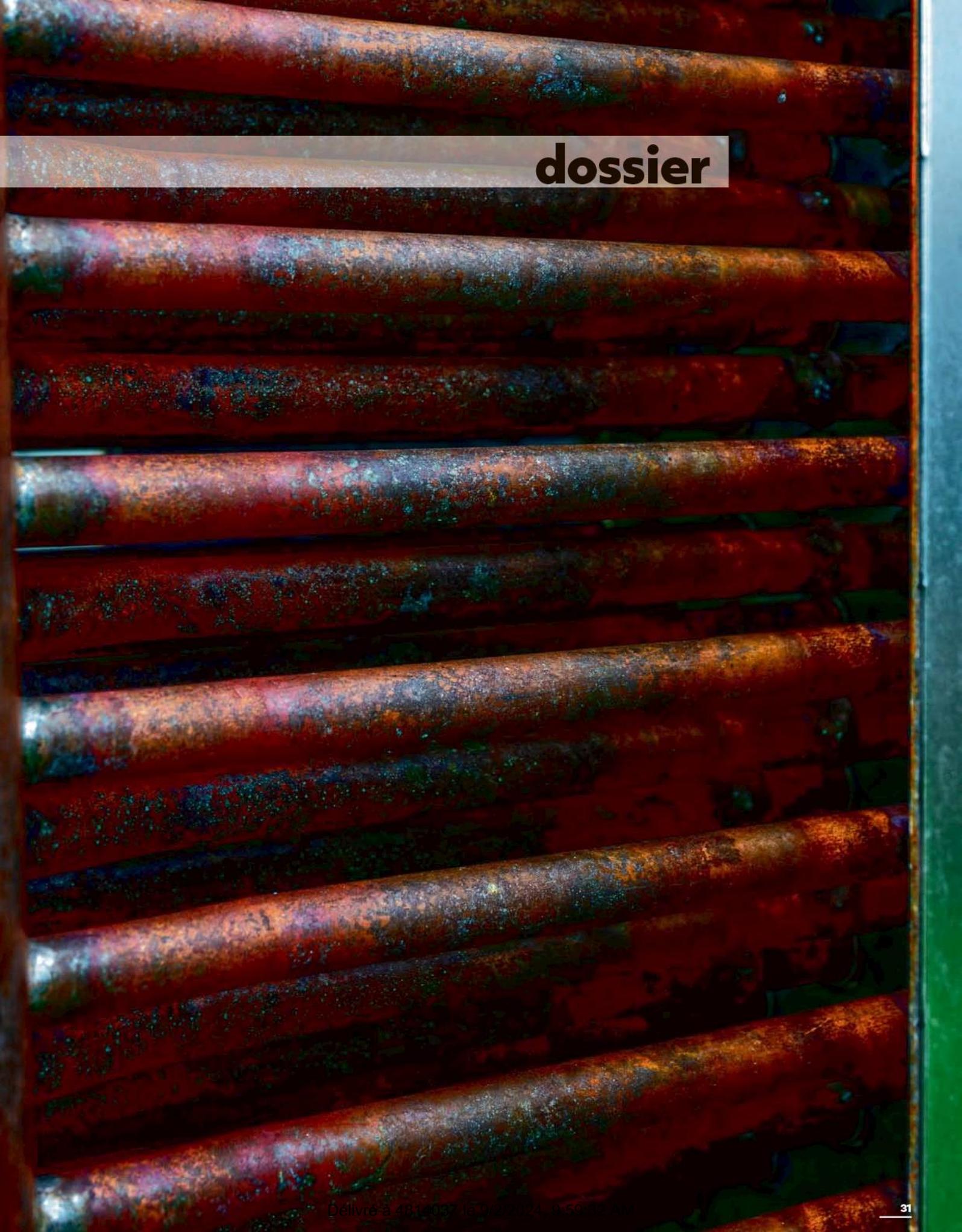
55

sites industriels devant être accompagnés, représentant près de 25% des prélèvements de l'industrie

+475

millions d'euros par an pour les agences de l'eau

Ces capillaires permettent de refroidir l'eau dans l'une des sept tours adiabatiques installées par Michelin aux Gravanches (Puy-de-Dôme).

A close-up photograph of several horizontal metal bars, likely part of a grate or a fence. The bars are heavily rusted, showing a mix of dark brown, reddish-brown, and blackish-green patina. The lighting is dramatic, highlighting the texture of the rust and the cylindrical shape of the bars. A semi-transparent white box containing the word 'dossier' is positioned in the upper right quadrant.

dossier

“ Certains sites du groupe Etex ont subi des ralentissements et des arrêts de production en 2022 et 2023. Sécuriser notre approvisionnement en matière première est primordial. ”

HENRI-FRANÇOIS BOYER Directeur qualité France du groupe Etex

“ Avant les premiers arrêts sécheresse, beaucoup de nos clients voyaient l'eau comme une ressource disponible à volonté. 2022 a marqué un tournant, l'eau est devenue une ressource critique, finie, locale et partagée. ”

THIERRY TROUDET Directeur général d'Ecolab France

Le tournant de l'été 2022

Un déficit pluviométrique (- 25 % par rapport à 1991-2020) conjugué à des températures élevées a entraîné une sécheresse historique cette année-là.

Les restrictions d'usage de l'eau ont provoqué un électrochoc dans l'industrie, qui se prépare désormais à mieux affronter ces épisodes.

“ Certains de nos adhérents ont subi pour la première fois des interdictions de prélèvements. Deux sites ont été mis totalement à l'arrêt durant quelques semaines. Cela a braqué les projecteurs sur la question de l'eau. ”

SOPHIE FRACHON Responsable développement durable de l'Union des industries textiles

“ Nous réalisons beaucoup d'études qui restaient dans les tiroirs. La sécheresse de 2022 a frappé les esprits. Depuis, des projets visant à sécuriser la production industrielle aboutissent. ”

DIMITRI MONOT Responsable de l'activité Reuse du spécialiste des systèmes de traitement de l'eau BWT

changement climatique. Le bassin Rhône-Méditerranée prévoit par exemple une réduction de 15 % de leurs usages.

La deuxième mesure du plan eau touche aussi l'industrie. Cinquante ICPE identifiées par l'État - rejointes par cinq sites volontaires - auront droit à un « accompagnement sur mesure pour mettre en œuvre des mesures concrètes d'optimisation pour une meilleure sobriété hydrique », indique le texte. Reste qu'aucun des cinq sites interrogés par « Industrie & Technologies » [lire page 35] n'en a bénéficié. Au total, 15 mesures du plan concernent l'industrie, comme l'obligation d'installer des compteurs avec télétransmission et la levée des freins réglementaires à la valorisation des eaux non conventionnelles [lire page 40].

Baisse continue des prélèvements

Le secteur industrie et construction est le quatrième consommateur d'eau du territoire, loin derrière l'agriculture et l'énergie. Selon une note de France Stratégie publiée en avril, il en a prélevé 2,3 milliards de mètres cubes en 2020. Elle est utilisée dans les procédés de production, les opérations de nettoyage, en tant que vecteur d'énergie ou pour les besoins sanitaires et de sécurité. Mais les industriels tempèrent : leurs prélèvements ont baissé de 1,6 % par an en moyenne depuis 1994... en raison de la désindustrialisation et de l'amélioration des procédés. « La sobriété hydrique est un sujet nouveau pour l'État, mais pas pour nous. Cela fait des décennies que nous avons une démarche de réduction de notre impact sur l'eau, plaide Sandrine Beauflis. C'est une question de coût, de responsabilité sociétale et environnementale et d'attractivité de la filière. » D'après une étude de la Fédération nationale des associations de riverains et utilisateurs industriels de l'eau en 2019, de nombreux secteurs affichent des gains importants : 3,5 m³ d'eau consommée aujourd'hui

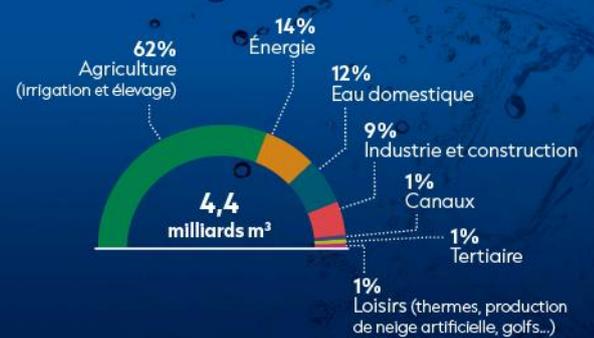
Une ressource sous tension

En 2020, le secteur de l'industrie et de la construction a prélevé 1,8 milliard de mètres cubes d'eau dans les rivières, les lacs et les nappes souterraines, et 0,5 milliard de mètres cubes dans le réseau d'eau potable. Il consomme 17% de ses prélèvements par évaporation ou incorporation dans les produits.

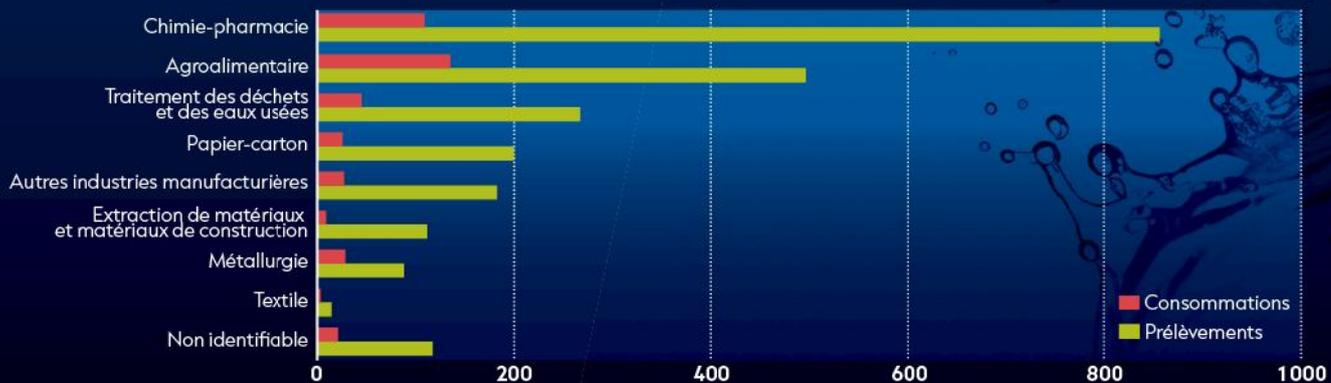
Prélèvements d'eau en 2020



Consommations d'eau en 2020



Prélèvements et consommations d'eau par activité industrielle en 2020 (en millions de m³)



SOURCE: FRANCE STRATÉGIE

pour produire une voiture, contre 15 m³ en 1995; 23 m³ pour une tonne de papier non recyclé, contre 40 m³ en 1990; 9,3 m³ pour une tonne de pneus, contre 15,3 m³ en 2005...

Mais parler d'eau à une si grande échelle n'a que peu de sens. En France, le volume d'eau renouvelable dépasse largement nos besoins. Il est de 210 milliards de mètres cubes, contre environ 30 milliards de mètres cubes de prélèvements. Mais la ressource et les besoins ne sont pas répartis uniformément. L'indice d'exploitation de l'eau renouvelable - rapport entre la consommation et la ressource disponible - varie entre 1 et 4% par an selon les bassins. Mais il peut dépasser 40% - l'eau est alors surexploitée - en été sur le pourtour méditerranéen, d'après France Stratégie. Et si une grande partie de l'eau prélevée par l'industrie est restituée au milieu naturel - seuls 17% sont consommés -, les conséquences sur la disponibilité restent importantes à cause du décalage temporel et spatial de sa restitution et de sa qualité (pollution et température) dégradée.

À ce tableau s'ajoutent les effets du changement climatique d'origine anthropique. « Ce n'est pas qu'une question d'avenir, nous les constatons déjà », glisse Hélène Michaux. Dans son dernier rapport d'activité, l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse précise que le Rhône s'est

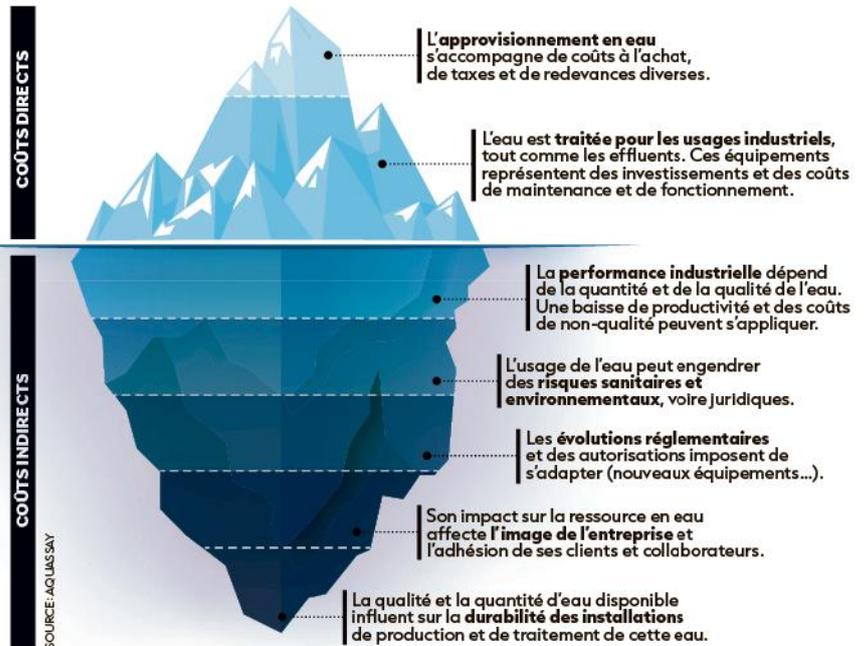
réchauffé de 2,2 à 4,5°C et que la quantité de neige - rechargeant en partie le fleuve - a diminué de 10% entre 1960 et 2020. À l'avenir, ces effets vont s'intensifier et les contrastes saisonniers se creuser encore plus. **Les débits d'étiage (les plus faibles) baisseront de 10 à 60% dans la région d'ici à 2050.** Les scénarios de l'étude Explore 2070 montrent une diminution de la ressource en eau sur tout le territoire, particulièrement dans le Sud-Ouest, le Nord et le Bassin parisien. Les sols vont s'assécher et les nappes souterraines seront moins rechargées par les précipitations. Or, les besoins en eau augmenteront avec le changement climatique... et les pics de demande correspondent à des périodes de moindre disponibilité.

Un mot d'ordre : s'adapter

« Toutes les filières économiques sont concernées car les problèmes de ressource en eau touchent toute la chaîne de valeur, jusqu'au transport fluvial », commente Luc Walrawens, le chef de projet eau et industrie du pôle de compétitivité Hydroeos. Et on parle de bien plus qu'un arrêté sécheresse. Dans un rapport paru en mars, le Medef dresse une longue liste des conséquences pour les entreprises, qui pourrait en démoraliser plus d'un: menace pour la continuité et la pérennité des activités; aug-

Le **coût réel** de l'eau

Estimé entre 2 et 4 euros/m³, le coût de l'eau représente en réalité entre 10 et 15 euros/m³, hors incidents.



mentation des coûts d'accès à l'eau; nécessaire réduction des rejets et des pollutions; conflits d'usage; contestation environnementale... Dans un communiqué de presse, Thierry Troudet, le directeur général d'Ecolab France, interpelle: «L'eau est indispensable au déploiement de nouvelles filières comme l'hydrogène ou la capture de carbone. Sans gestion durable, notre réindustrialisation est compromise!»

Le mot d'ordre: s'adapter en effectuant sa transition hydrique. **La stratégie prônée par les professionnels? Les 3R: réduire, réutiliser, recycler.** Cela commence par l'installation de compteurs et la réalisation d'un audit. La réparation des fuites s'impose, et de nombreux petits équipements peuvent permettre de réduire les consommations. Le Medef estime que l'objectif de -10% peut être atteint grâce à des actions simples. Autre axe de sobriété: le renouvellement des équipements et des utilités. «Nous cherchons à diminuer nos besoins, par exemple en adaptant nos machines à des teintures naturelles, raconte Sophie Frachon. Nous développons également de nouveaux procédés, comme l'impression numérique pigmentaire.»

Manque de rentabilité économique

Place ensuite à la réutilisation et au recyclage, car la transition hydrique passe aussi par l'usage de nouvelles sources – eaux de pluie, eaux usées traitées [lire page 40]... Au sein de l'usine, les eaux de nettoyage et de refroidissement peuvent être récupérées et recyclées. Celles en sortie de station d'épuration être traitées puis réinjectées dans l'usine. Ces étapes sont prônées par le Plan eau dans un grand flou juridique, mais une série d'arrêtés et de décrets est en cours de publication pour cadrer la démarche.

«Malgré le changement de paradigme observé depuis 2022, le manque de rentabilité économique freine la transition hydrique», observe Hélène Michaux. «Nous sommes dans une transition similaire à celle de l'énergie, mais avec une différence majeure: le prix de l'eau, abonde Luc Walrawens. Tant qu'il restera si bas, les entreprises ne se lanceront pas largement. Les experts estiment qu'il va doubler d'ici à moins de dix ans.» Difficile de mettre en œuvre une opération avec un retour sur investisse-

ment rapide quand l'eau s'achète en moyenne 4 euros le mètre cube (d'après le Medef), voire moins quand elle est prélevée par forage. «Plus un industriel doit traiter l'eau – pour la recycler, par exemple –, plus l'investissement et les dépenses d'exploitation sont élevés», souligne Alexandre Lacour, le président du fabricant de pompes Someflu. Hélène Michaux nuance: «Les agences de l'eau sont un levier. Nous accompagnons les démarches d'économies sur les installations existantes et les actions de substitution.» Le Plan eau prévoit de leur allouer 475 millions d'euros supplémentaires chaque année.

«Comme d'autres organisations professionnelles, nous estimons qu'un investissement complémentaire de 3 milliards d'euros par an est nécessaire pour la transition hydrique», argumente Caroline Demoyer, la directrice des affaires publiques d'Evolis, qui représente les fabricants de machines et de biens d'équipement. Certains industriels, bureaux d'études ou fédérations, notamment Arkema et le Medef, dénoncent une vision trop partielle de l'économie de l'eau, qui néglige les coûts indirects [voir l'infographie ci-dessus]. À tel point que certains, à l'instar du groupe Michelin [lire page 43], optent pour une production plus résiliente en se fondant sur un coût interne de l'eau plus réaliste.

Dans cette transition, l'innovation semble avoir pour mission première de réduire les coûts. Ce qui passe d'abord par la diminution de la consommation d'énergie des solutions, pointe Lorenzo Ferrero, au pôle technique et environnement d'Evolis: «Notre seul vrai challenge

technologique est d'avoir des pompes moins énergivores.» Les mêmes enjeux sont rencontrés pour les équipements de traitement de l'eau, notamment les très consommateurs systèmes membranaires fonctionnant sous pression. «Nous concevons des équipements de filtration nécessitant moins d'énergie et plus performants dans leur rendement, explique Étienne Fiquet, chargé du marché Reut de Veolia Water Technologies. Nous baissons la consommation d'eau de leurs lavages et les quantités de produits chimiques employés.» Luc Walrawens évoque également des développements de techniques de filtration naturelles, avec des orties, par exemple.

«**Toutes les solutions pour la sobriété sont disponibles. L'enjeu est de les mettre en œuvre de façon systémique,** conclut Lorenzo Ferrero. Or le problème est que l'État investit dans l'innovation. Et comme les technologies dans ce domaine ne sont pas innovantes, elles ne sont pas subventionnées.» Plus que de compter sur de nouvelles technologies, assurer la résilience d'un site industriel demande de prendre du recul sur les usages de l'eau, en gardant la sobriété en ligne de mire. ■

Anais Maréchal



IN SITU

sites industriels en action

Il y a un an, l'État a sélectionné 55 industriels dans le cadre du Plan eau. Industrie & Technologies en a interrogé cinq. Si l'accompagnement promis se fait toujours attendre, ils agissent pour réduire leurs consommations et prélèvements.

ANAÏS MARÉCHAL

Cristal Union, Bazancourt

Prélèvements 1,12 million m³/an # Consommation 0,21 million m³/an
Objectif -95% entre 2013 et 2028 # Investissement 35 millions d'euros

Cristal Union produit du sucre, de l'alcool et du bioéthanol à partir des betteraves. Or **une betterave sucrière est composée de 18 % de sucre... et 75 % d'eau.** Depuis plus de dix ans, l'objectif du groupe coopératif français est de valoriser cette eau dans ses procédés. « La première production d'une sucrerie

est l'eau. La récupérer assure la résilience de notre production », souligne Pascal Hamon, le directeur industriel du groupe. Sur son site de Bazancourt (Marne), l'entreprise dispose d'une sucrerie (traitant 23 000 tonnes de betteraves par jour) et d'une distillerie (produisant 12 000 hectolitres

d'alcool par jour). Dans la sucrerie, l'eau est utilisée pour laver les betteraves et diluer les substrats, pour les laveurs de gaz, les chaudières à vapeur... « Au cours du process de transformation de la betterave en sucre, nous récupérons et condenseons la vapeur d'eau », explique Pascal Hamon. Après traitement grâce à deux osmoseurs avec préfiltration et un osmoseur de recyclage, 450 000 m³ d'eau sont réutilisés chaque année dans les process de lavage des racines et d'extraction du sucre et pour le nettoyage de l'usine en début et fin de saison. « Ces

volumes sont insuffisants pour répondre aux besoins du site. Près de 1 million de mètres cubes d'eau potable par an sont prélevés pour répondre aux besoins de la distillerie, précise le directeur industriel. Le potentiel de récupération de l'eau des betteraves est plus élevé. Comme notre usine fonctionne de façon saisonnière, nous avons reconverti des bassins de stockage existants afin de pouvoir y conserver davantage d'eau récupérée. »

La capacité de stockage devrait grimper à 600 000 m³ d'ici deux à trois ans. Quant

aux effluents industriels, ils ne sont pas traités au sein d'une station d'épuration. Ils sont épanchés sur 30 000 hectares de cultures dans un rayon de 20 km, servant à l'irrigation, notamment lors des périodes de stress hydrique. « En 2025, un épurateur biologique [ndlr: représentant un investissement de 20 millions d'euros, ndlr] permettra de traiter les effluents de la sucrerie pour augmenter notre capacité de réutilisation de l'eau pour la distillerie, annonce Pascal Hamon. C'est un procédé que nous avons déjà expérimenté dans une autre usine. » Le site de Bazancourt devrait atteindre l'autonomie totale en 2030. ■



Constellium, Neuf-Brisach

• Prélèvements 18,5 millions m³/an • Consommation 1,4 million m³/an
 • Objectif -40% d'ici à 2030 • Investissement non évalué

Canettes, emballages alimentaires, tôles de carrosserie... Avec une capacité de 450 000 tonnes par an, le site de Constellium, à Neuf-Brisach (Haut-Rhin), conçoit de nombreux produits en aluminium au sein de son installation intégrée de laminage, finition et recyclage.

« Nous avons engagé une réflexion sur la problématique de l'eau à la suite d'une demande de la préfecture. Notre site est le plus grand consommateur d'eau du groupe », raconte Willem Loué, le directeur. **Première étape vers la sobriété : réaliser une cartographie des usages de l'eau industrielle.**

« Nous connaissons les quantités d'eau prélevées dans la nappe phréatique. Mais l'installation d'une trentaine de compteurs connectés nous a permis de suivre en temps réel la consommation de nos machines et d'identifier des usages excessifs. » Des mesures comme la réparation des fuites ont généré de premières économies. Le site a également réduit les débits et optimisé la régulation de certains échangeurs thermiques. « En mesurant la température de l'eau en entrée et sortie, nous avons compris que de trop grandes quantités



étaient utilisées », témoigne le directeur. Enfin, les laveurs de fumée – utilisés en fonderie – ont été remplacés par des équipements de dernière génération. Résultat : une baisse de 14 % des prélèvements. Mais l'entreprise dispose encore d'un potentiel élevé de réduction au niveau de sa fonderie. Le plus grand poste de consommation est le refroidissement des plaques de laminage pendant la coulée. L'eau ruisselle sur les plaques, puis est rejetée. **Convertir ce process en cycle fermé pourrait diminuer de 15 à 20 % les besoins du site.** « En phase de démarrage d'une coulée, la qualité et la température de l'eau sont importantes. Le passage en boucle

fermée exige d'apprendre à contrôler le process. Nous le testons actuellement sur un nouveau puits de coulée avant de le déployer sur nos anciens équipements », précise Willem Loué. À plus long terme, la modernisation des trois fours de fusion fera baisser les prélèvements de 1,5 million de mètres cubes. Le refroidissement de leur structure – notamment le cadre des portes – n'utilisera plus d'eau. « Cette rénovation permettra une importante économie d'énergie, c'est un investissement gagnant-gagnant », conclut Willem Loué. ■

X-Fab, Corbeil-Essonnes

• Prélèvements 1,25 million m³/an • Consommation 0,3 million m³/an
 • Objectif -20% entre 2021 et 2030 • Investissement non évalué

« L'eau et l'énergie font partie de nos objectifs de réduction des consommations globales », rapporte Baudoin de Bussy, le directeur des fonctions supports. X-Fab, qui fabrique des puces électroniques majoritairement à destination du marché automobile, est confronté à un enjeu important : accroître sa capacité de production pour répondre à une demande en hausse tout en maintenant son empreinte hydrique. « Chaque voiture produite dans le monde emporte en moyenne 23 de nos puces, et cela augmente d'année en année », souligne

Baudoin de Bussy. À cela s'ajoutent le coût élevé d'élaboration de l'eau ultrapure et les restrictions imposées par les arrêtés sécheresse. Après avoir été masquées par photolithographie et gravées, **les plaques de silicium sont rincées à l'eau ultrapure.** Ce poste est l'un des plus consommateurs d'eau. « Ces étapes sont répétées en moyenne 36 fois pour les puces automobiles car elles embarquent de plus en plus de fonctionnalités », précise le spécialiste. L'eau intervient aussi dans les utilités, comme le refroidissement de certains

équipements et l'alimentation des systèmes de traitement de l'air des salles blanches. Quelque 226 litres par masque sont utilisés, toutes étapes confondues. Le site de Corbeil-Essonnes (Essonne) réutilise l'eau du dernier rinçage des plaques pour couvrir les besoins des tours aéroréfrigérantes, réduisant ainsi d'environ 20 % sa consommation totale. Le refroidissement des pompes est passé en circuit fermé. « Notre site s'étend sur 35 hectares, avec des réseaux d'eau enterrés et en galeries, explique Yves Roleau, chargé des installations. Nous modernisons notre réseau de compteurs pour avoir des remontées en temps réel et réagir rapidement en cas de fuite. » Pour atteindre l'objectif du groupe (-20 % d'ici à 2030), le site étudie le potentiel de réutilisation des dernières eaux de rinçage

dans tous les ateliers, ainsi que l'amélioration des tours aéroréfrigérantes. Grâce à un traitement optimisé de l'eau recyclée entrante pour contrôler les risques de corrosion, le taux de concentration des tours (ratio entre la conductivité de la purge et celle de l'eau d'appoint) est augmenté et leur consommation réduite. « Notre dernier axe de travail concerne l'augmentation des rendements de production d'eau ultrapure, indique Yves Roleau. **Les installations - filtre à sable, osmose inverse, résine échangeuse d'ions - nécessitent des rinçages.** Nous allons moderniser les membranes d'osmose inverse, allonger la durée des cycles et réutiliser une partie de l'eau aujourd'hui perdue. » L'ultime étape – la plus prometteuse – sera de récupérer et réemployer les eaux traitées à la sortie de la station d'épuration. ■

ILLUSTRATIONS SHUTTERSTOCK

Naphtachimie, Martigues

• Prélèvements 4,6 millions m³/an • Consommation 4,6 millions m³/an
• Objectif -4% à moyen terme • Investissement envisagé 600 000 euros

Au sein du site pétrochimique de Lavéra, à Martigues (Bouches-du-Rhône), Naphtachimie opère **un vapocraqueur produisant 720 000 tonnes d'éthylène par an et une unité de butadiène fournissant le secteur de la chimie**. L'entreprise a la particularité d'avoir une centrale thermique qui alimente l'ensemble des industriels du site en eau et en vapeur ainsi que trois turbo-alternateurs. Cette centrale représente la grande majorité de sa consommation d'eau. « Entre la sécheresse et la demande des pouvoirs publics d'établir un plan de sobriété hydrique, nous avons décidé de réaliser un état des lieux de nos usages en installant 180 compteurs, rapporte Annabelle Raffin, la directrice hygiène, sécurité, environnement, qualité et inspection de l'entreprise. Cela nous a permis de consolider notre taux de recyclage, qui s'élève à 40% grâce à la conception d'origine de l'équipement. » Le traitement des condensats s'effectue au sein même de la centrale. « Nous avons investi 2 millions d'euros ces quatre dernières années pour recycler ces condensats et les purges de chaudière qui n'étaient pas récupérées », précise Blandine Moura, la responsable du service environnement.

Depuis 2019, Naphtachimie a diminué sa consommation d'eau de 155 000 m³ annuelle. L'industriel travaille désormais sur un autre poste : le traitement de l'eau - décarbonation, filtration, déminéralisation - issue du canal de Provence avant son usage en chaudière. « Il est possible d'optimiser la quantité d'eau utilisée pour laver les filtres à sable en réduisant les débits et en réalisant une séquence de lavage en parallèle, décrit Gilles Mourou, qui pilote l'élaboration du plan de sobriété hydrique. Le procédé de déminéralisation repose, lui, sur des résines échangeuses d'ions qui sont régénérées - c'est-à-dire rincées - en fin de cycle. Nous étudions la possibilité de recycler cette eau en amont du process. » **Naphtachimie espère économiser 180 000 m³ d'eau supplémentaires** ces prochaines années. Dernier projet en ligne de mire : l'électrification de deux compresseurs, aujourd'hui entraînés par des turbines très gourmandes en vapeur. « Le remplacement de ces turbines par des moteurs électriques entre dans notre objectif de décarbonation à l'horizon 2030 et aura un effet positif sur la sobriété hydrique », commente Annabelle Raffin. ■

Ryam, Tartas

• Prélèvements 8,7 millions m³/an • Consommation 0,53 million m³/an
• Objectif -5% d'ici à trois ans • Investissement non évalué

L'usine Ryam, à Tartas (Landes), produit 150 000 tonnes de cellulose par an, ainsi que d'autres produits valorisant les composantes du bois (savon de tallöl, liqueur noire alcaline, lignosulfonate et bioéthanol de deuxième génération). « La sobriété hydrique est un enjeu sur lequel nous travaillons depuis longtemps. Nous sommes soumis aux problèmes d'étiage et **nous avons déjà été confrontés à une réduction de notre production en raison de la sécheresse** en 2003 », rappelle Christian Ribeyrolle, le vice-président de l'activité biomatériaux. L'eau est surtout utilisée pour le refroidissement. La préparation des produits chimiques, les étapes de lavage de la cellulose et la production de vapeur sont d'autres usages. Les investissements déjà

réalisés permettent d'atteindre un taux de recyclage des eaux de process en interne de 55% : réutilisation des condensats d'évaporation dans les processus de lavage amont des pâtes de cellulose, refroidissement

d'effluents par de l'eau déminéralisée alimentant ensuite les chaudières (valorisant aussi la chaleur fatale) et mise en place d'un circuit fermé pour le refroidissement des ateliers d'évaporation. **Depuis 2010, les prélèvements ont baissé de 19% et la consommation de 60%**. « Nous souhaitons poursuivre et diminuer nos prélèvements de 5% dans

les trois prochaines années, précise Christian Ribeyrolle. Mais plus les objectifs seront ambitieux, plus les niveaux de capitaux nécessaires seront importants et nécessiteront des accompagnements financiers. » ■





DR

CHRISTIAN LECUSSAN

Président de la Fenarive

Quelle est la position des adhérents de la Fédération nationale des associations de riverains et utilisateurs industriels de l'eau (Fenarive) vis-à-vis de la ressource en eau ?

Il y a un rapport très ancien entre l'industrie et l'eau : sans eau, pas d'industrie ! Elle est utilisée dans les procédés, sert au nettoyage, à refroidir, à produire de la vapeur... Les industriels se préoccupent de cette ressource depuis une cinquantaine d'années. Cela concerne les prélèvements et la pollution, deux enjeux complètement liés. D'importantes économies d'eau ont déjà été réalisées avec la mise en place de procédés simples, comme le recyclage. Passé cette étape, les industriels se sont penchés sur leurs procédés et des gains ont été réalisés grâce à des avancées technologiques.

Observez-vous un changement aujourd'hui ?

Les sécheresses à répétition ont fait émerger une prise de conscience sociétale. Dans l'industrie, qui optimise ses usages depuis très longtemps, elles ont donné un coup d'accélérateur. L'obligation de publication des indicateurs de performance liée à la directive européenne CSRD [Corporate sustainability reporting directive, ndlr] et le Plan eau, en France, l'amplifient également. J'ai apprécié que le Président lui-même le présente, cela a mis un coup de projecteur sur la problématique. L'eau est devenue l'une des priorités nationales, c'est inédit. Le Plan eau donne une feuille de route à l'industrie. Mais après les efforts déjà réalisés par le secteur, il sera difficile d'aller plus loin dans la sobriété hydrique en raison des investissements nécessaires.

Le soutien de l'État, de 475 millions d'euros supplémentaires par an grâce au Plan eau, n'offre-t-il pas cette opportunité ?

Le problème n'est pas un manque de soutien financier de l'État français, réalisé à travers les agences de l'eau. Le blocage se situe au niveau

de l'encadrement européen des aides, qui limite les possibilités d'accompagnement des projets [les taux d'aide sur les dépenses relatives à la protection de l'environnement sont plafonnés à 40 % pour les grandes entreprises et les ETI, à 50 % pour les moyennes entreprises et à 60 % pour les petites entreprises, ndlr]. Or les projets d'économie d'eau sont rarement rentables à court terme. Nous estimons qu'il manque une 54^e mesure au Plan eau : l'action de la France au niveau de l'Union européenne. Il y a une réelle nécessité de mobilisation sur l'encadrement des aides d'État, mais aussi sur d'autres enjeux, comme les assouplissements réglementaires nécessaires à propos de la réutilisation de l'eau.

Comment inciter l'industrie à investir pour plus de sobriété hydrique ?

Il faut changer la façon de comptabiliser l'eau. Nous avons incité nos adhérents à déterminer le volume utilisé par unité produite. Cet indicateur reflète les progrès réalisés au niveau des procédés, sans freiner l'augmentation de la produc-

Difficile d'accélérer la sobriété hydrique face aux investissements nécessaires

tion. L'industrie automobile, par exemple, est passée de 15 à 4 mètres cubes d'eau consommés par voiture produite. Pour aller plus loin, nous travaillons avec nos adhérents sur le prix d'achat de l'eau. Cette dynamique - insufflée par Arkema - consiste à ne pas se fonder uniquement sur le prix d'achat, mais à comptabiliser également l'impact économique du manque d'eau. C'est un levier fort pour investir dans la sobriété hydrique.

L'innovation a-t-elle un rôle à jouer ?

Oui, mais elle est, elle aussi, ralentie par les investissements nécessaires. Seuls les grands groupes ont les moyens de s'y consacrer. Or nous avons besoin d'innovation : pour aller plus loin dans la réutilisation des eaux usées, pour traiter la problématique des polluants comme les PFAS... Le soutien à la recherche en amont dans les domaines techniques et technologiques est insuffisant en France. ■

Propos recueillis par
Anais Maréchal

La sobriété hydrique se heurte à des freins économiques. Comment les dépasser ?

J'observe une industrie à deux vitesses : les très grands groupes sont avancés sur les objectifs de développement durable et les plus petites entreprises sont en retard. L'argent public mobilisé n'est pas à la hauteur : le budget du Plan eau est par exemple très faible par rapport à celui de France 2030 [54 milliards d'euros sur cinq ans, ndlr]. Mais le choix de promouvoir la réutilisation dans ce plan est pertinent. Notamment celle des eaux peu sales, associée à des traitements simples (UV ou chlore, notamment). Car c'est la mise en place d'unités de traitement – systèmes membranaires, pompes à haute pression... – qui est coûteuse et énergivore, avec un investissement qui peut être multiplié par dix. En misant sur la réutilisation et si nous valorisons les projets à la valeur réelle de l'eau, je ne pense pas que l'investissement soit un frein.

Qu'entendez-vous par là ?

Aujourd'hui, le prix très bas de l'eau en France est un frein aux investissements. Nous avons développé des modèles qui reflètent son coût en fonction de son niveau de rareté. Par exemple, plusieurs industriels la valorisent à 5 euros le mètre cube. Les projets ont alors un retour sur investissement bien supérieur.

Quelle est la marge de progression de l'industrie française ?

Certains mauvais élèves consomment des volumes d'eau stratosphériques. Ils ont été identifiés depuis très longtemps et ne sont plus très nombreux. De grands groupes qui ont jusqu'ici travaillé uniquement sur la qualité de leurs rejets s'intéressent désormais à leur consommation. Mais les entreprises les plus concernées aujourd'hui sont les ETI. Leur marge de progression est importante. Nous constatons une

hausse des demandes depuis trois à quatre ans. Beaucoup nous contactent pour la première fois à la suite des mesures de restriction d'eau prévues par les arrêtés sécheresse.

Comment évolue la perception de l'industrie sur la ressource en eau ?

Il y a un manque de connaissances sur le sujet. C'est une problématique locale, qui varie au fil des saisons. Nous formons nos clients aux enjeux de la ressource en eau. Il y a encore trois ou quatre ans, beaucoup la considéraient uniquement comme un enjeu de performance industrielle. Les premiers arrêtés sécheresse les ont mis face à un scénario jamais imaginé : le manque d'eau. L'industrie manufacturière est l'une des plus concernées, et plusieurs de nos clients ont été affectés par ces arrêtés.

Quelles sont les étapes à suivre pour lancer la transition hydrique d'un site industriel ?

La première chose à faire est de comprendre ses flux hydrauliques en mesurant ses consommations et ses prélèvements. Un audit permet ensuite d'identifier les fuites et d'analyser les process consommateurs [il est possible de bénéficier d'un accompagnement des agences de l'eau dès ces premières étapes, ndlr]. En France, les usines manufacturières sont de très mauvais élèves en matière de fuites. Une fois celles-ci réparées, nous préconisons de mettre en place des solutions de réutilisation de l'eau au sein du process. Ces étapes peuvent permettre d'économiser jusqu'à 70%. À ce stade, il est possible de réaliser 20 à 30% d'économies supplémentaires en remplaçant certains process ou systèmes de refroidissement, et en recyclant l'eau en sortie d'usine. Mais les investissements sont alors bien plus importants.

L'industrie française est-elle prête à accomplir cette transition ?

Certains secteurs se sont développés sans prise en compte du manque d'eau. Je pense notamment aux fabricants de semi-conducteurs et d'hydrogène. Aucun plan hydrogène ne s'en est jamais préoccupé ! Il y a un virage depuis peu. Pour les gigafactories, l'eau est l'un des premiers paramètres considérés. Mais il reste des freins réglementaires majeurs. Par exemple, l'industrie des semi-conducteurs a d'importants besoins en eau ultrapure. Or la réutilisation et le recyclage concentrent les déchets et de nouvelles normes doivent être définies pour ces industries. Nous faisons le même constat pour l'agroalimentaire. Je souscris au principe de précaution, mais la science montre qu'il existe des valeurs acceptables de qualité d'eau à certaines étapes du process industriel. ■

Propos recueillis par A. M.

“ La marge de progression des ETI est importante ”



THIERRY TROUDET

Directeur général d'Ecolab France, solutions et services dans la gestion de l'eau pour l'industrie

Recycler et réutiliser, l'ultime étape

Le recyclage et la réutilisation des eaux sont des leviers efficaces pour atteindre la sobriété hydrique. Une large panoplie de solutions existe. Mais le coût des installations et le flou réglementaire freinent leur essor dans l'industrie.

Cette décennie marquera-t-elle la ruée vers la réutilisation de l'eau? Le Plan eau lancé par le gouvernement affiche un objectif de 1000 projets de réutilisation des eaux usées traitées (Reut) d'ici à 2027. La France a un retard à combler: seul 1% du volume assaini par les stations d'épuration est réemployé, contre 12% en Espagne et 80% en Israël. «Il n'existe pas de données spécifiques à l'industrie, mais les retours d'expérience sont nombreux», confie Christelle Pagotto, qui anime le groupe de travail Eaux non conventionnelles à l'Association française des professionnels de l'eau et des déchets (Astee). Depuis longtemps, des usines recyclent et réutilisent l'eau. Zinou Zeglil, le référent Reut de l'Agence de l'eau Seine-Normandie, témoigne: «Les entreprises sollicitent de plus en plus notre accompagnement sur ces projets. En 2022, ils représentaient 10% de nos dossiers et 15% du montant total des aides attribuées aux acteurs économiques.»

Mais de quoi parle-t-on exactement? Au sens large, ces initiatives reposent sur le recours aux eaux dites non conventionnelles: eaux de pluie (collectées sur les toitures), pluviales (l'eau de pluie ayant ruisselé), industrielles et usées traitées. Dans cet article, le terme de réutilisation concerne les eaux sortant de stations d'épuration et le terme de recyclage celles récupérées et réinjectées au cours du process (avec ou sans traitement) [voir l'infographie page 42]. **Une large panoplie de solutions existe, avec à la clé des économies d'eau très variables.** «Le refroidissement est l'usage d'eau le plus fréquent dans l'industrie, illustre Philippe Piferrer, le responsable Europe pour la transition énergétique dans l'industrie d'Eco-

lab. Il est possible de recycler les purges des tours aéroréfrigérantes plutôt que de les envoyer au réseau d'égout.» Selon leur qualité, les eaux de nettoyage et les condensats de chaudière peuvent être recyclés pour différents usages, «utilités» en boucle fermée ou autres par cascades de recyclage. Les eaux utilisées dans les process de production – par exemple lors des coulées métallurgiques ou quand l'eau est extraite des betteraves lors de la concentration des jus sucrés [lire page 35] – peuvent être recyclées. Tout comme peuvent être réutilisées celles traitées en sortie de la station d'épuration.

Pas de mélange des flux

Les industriels déploient certaines de ces solutions. «Il n'y a aucun frein technique, mais la mise en œuvre est parfois complexe, commente Philippe Piferrer. La règle d'or est d'éviter de mélanger les flux pour simplifier le trai-

tement et d'installer des unités de traitement répondant à chaque nouvel usage.» **Osmose inverse, ultrafiltration, échanges d'ions, électrodéionisation, nanofiltration, électrochimie...**

Le procédé doit être adapté à la qualité de l'eau récupérée et à l'usage visé. «En fin de chaîne, presque tous nos projets mettent en œuvre des technologies d'ultrafiltration et d'osmose inverse pour traiter la charge minérale et la conductivité des eaux», témoigne Dimitri Monot, le responsable de l'activité Reuse du spécialiste des systèmes de traitement de l'eau BWT.

À l'inverse, les eaux issues de traitements d'eau ultrapure peuvent être recyclées sans opération supplémentaire. «Dans un site industriel, le contenu des effluents varie et l'enjeu principal est d'assurer l'adéquation entre le besoin et la qualité des eaux recyclées», assure Dimitri Monot. L'une des solutions proposées par BWT consiste à déployer durant quelques mois son pilote BWT Plug & Reuse. Après une caractérisation des flux d'eau, les briques de traitement nécessaires sont embarquées dans le conteneur mobile et testées dans l'usine. Les économies peuvent être majeures. Entre 2017 et 2020, Volvic, accompagné par BWT, a économisé 380 millions de litres pour des volumes de production stables grâce, notamment, à un système d'ozonation. Il désinfecte l'eau à la sortie des rinceuses, qui lavent les bouteilles avec de l'eau minérale naturelle. Après un passage aux UV pour éliminer les traces d'ozone, l'eau recy-





BWT

BWT installe son conteneur pilote dans des usines pour y tester différents traitements de l'eau.

clée alimente deux sites pour les nettoyages, la stérilisation et les rinçages entre différentes recettes de boissons. Dans son application la plus poussée, le recyclage peut atteindre le «zéro rejet liquide»: tous les effluents sont recyclés dans l'usine. Celle de Renault à Tanger, au Maroc, inaugurée en 2012, consomme 70 % d'eau en moins qu'une usine conventionnelle.

Dans une étude parue en 2003, l'Astee dresse la liste des solutions à fort potentiel et fournit quelques ordres de grandeur des gains possibles: alimentation de systèmes de refroidissement par des eaux usées industrielles traitées (40 000 à 300 000 m³ par an) ou issues de matières premières, nettoyage hors alimentaire par des eaux usées industrielles traitées (10 000 à 600 000 m³ par an) ou encore recyclage des eaux de process hors alimentaire (réduction de 30 à 100 % des rejets liquides et de 80 % des prélèvements). Le coût reste cependant un frein majeur. «Dans l'industrie sidérurgique, les sites sont

très grands et les purges des tours de refroidissement peuvent se situer à plusieurs centaines de mètres du lieu où les eaux pourraient être recyclées, témoigne Philippe Piferrer. Installer des canalisations est plus coûteux que d'utiliser de l'eau conventionnelle.»

Le fabricant de plaques de plâtre Etex a, lui, investi dans la sobriété hydrique, injectant 700 000 euros dans son usine près de Bordeaux afin de réutiliser des eaux traitées issues de la station d'épuration collective toute proche. «Notre site consomme 160 000 m³ d'eau par an, dont 70 000 m³ d'eau de pluie, détaille Henri-François Boyer, le directeur qualité France du groupe. **Nous estimons pouvoir remplacer 50 000 m³ d'eau potable par an par de l'eau réutilisée.**» L'industriel a installé plusieurs centaines de mètres de canalisations enterrées pour créer un embranchement sur celle qui relie la station d'épuration à la Dordogne. Enfin, une unité de traitement par filtre à sable et UV a été mise en œuvre. «Certaines de nos usines ont subi des ralentissements ou des arrêts en 2023. Celle de Bordeaux servira de pilote pour déployer plus largement des actions de sobriété», précise le directeur qualité.

Se faire accompagner

Réunir différents acteurs [lire ci-contre] ou être accompagné par une agence de l'eau permet de surmonter les difficultés économiques. «Depuis 2022, nos clients ne sont plus dans une logique de retour sur investissement, mais veulent sécuriser l'alimentation en eau. Le coût peut être modéré. L'une de nos installations en microélectronique affiche une économie de 20 000 m³ d'eau par an, pour un investissement inférieur à 80 000 euros», se réjouit Dimitri Monot.

AVRIL PICAUD

Ingénieure à Ecofilae, spécialiste de la réutilisation des eaux usées traitées

« La Reut multi-acteurs permet de dépasser les freins économiques »

Quelle est la particularité des projets que votre entreprise accompagne ?

Nous mettons en œuvre l'économie circulaire à l'échelle d'un territoire dans le cadre de l'écologie industrielle. En pratique, nous accompagnons des projets de réutilisation des eaux usées traitées (Reut) multi-acteurs. De nombreuses sources existent: eaux industrielles, en sortie des stations d'épuration collectives et industrielles. Ainsi que de nombreuses utilisations: irrigation, arrosage d'espaces verts, usages urbains et industriels. Nos projets liés à l'industrie se multiplient depuis 2022.

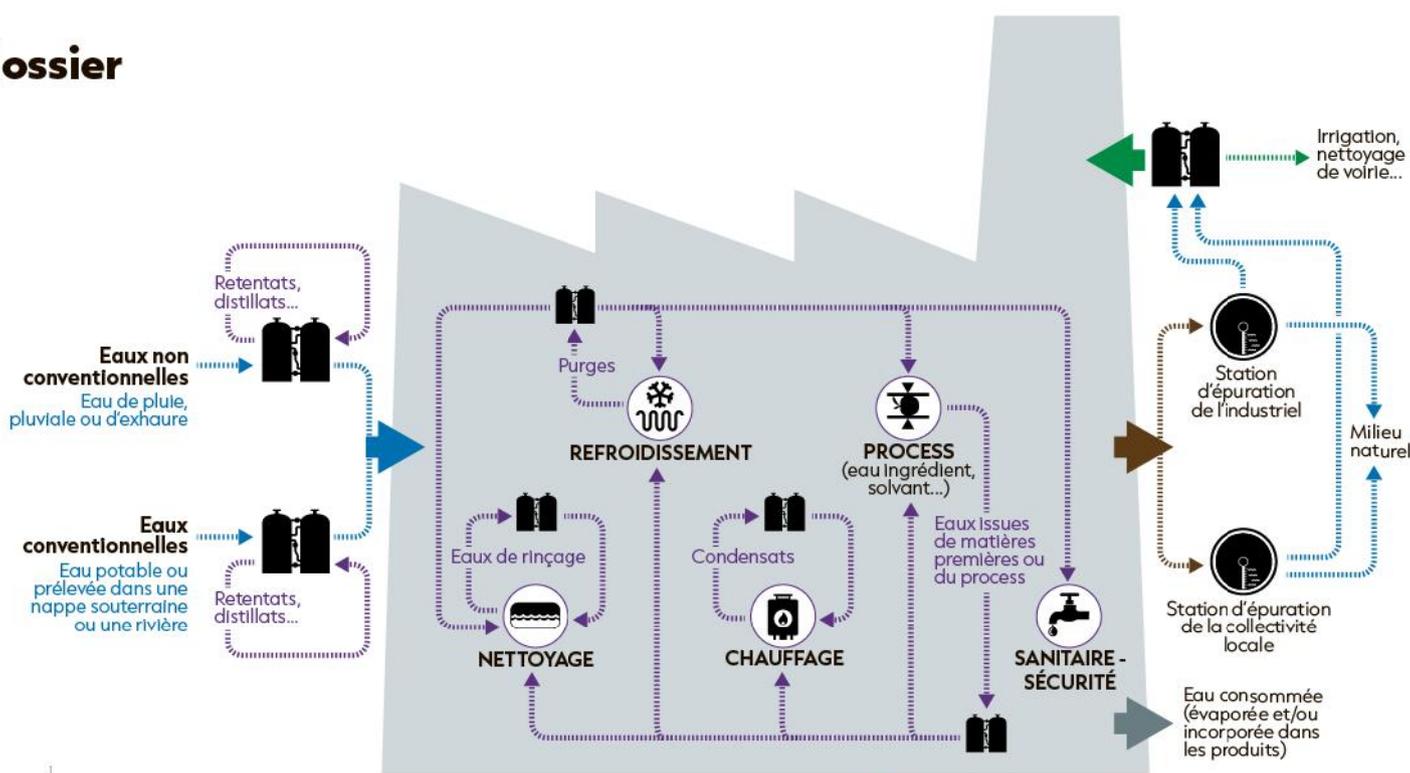
La Reut multi-acteurs est-elle un atout pour dépasser les freins économiques ?

L'eau est trop peu chère pour justifier des investissements industriels. Plus l'échelle d'un projet de Reut est étendue, plus les possibilités de créer de la valeur sont élevées (création d'emplois, synergies entre les filières...), et plus les projets attirent les financements, en particulier des différentes parties prenantes. Nous développons des modèles juridico-économiques qui permettent de dépasser les freins économiques classiques.

Dans quel cas faut-il envisager la Reut multi-acteurs ?

Il faut d'abord actionner les autres leviers de sobriété et étudier l'intérêt pour le territoire, qui n'est pas toujours réel. Dans les grandes zones industrialisées, les eaux traitées peuvent servir de d'autres entreprises. L'autre cas d'usage est celui d'un site confronté à la problématique de ses rejets. Un cours d'eau n'est parfois plus en mesure de recevoir la charge polluante des effluents industriels – malgré leur conformité – en raison d'une baisse de son débit. La Reut multi-acteurs, pour l'irrigation ou dans l'industrie, peut être un autre exutoire pour les effluents. Ses avantages sont nombreux: réduction des prélèvements, retour à l'équilibre quantitatif et parfois qualitatif du cours d'eau, retombées positives pour la biodiversité et les activités humaines.

Propos recueillis par A. M.



Le recyclage et la réutilisation permettent de fermer le cycle de l'eau dans l'industrie. Il est possible de les mettre en œuvre à différentes étapes du parcours industriel et de les cumuler.

- Ressource en eau
- Eau recyclée
- Eau réutilisée
- Effluents industriels
- Pertes
- Unité de traitement (pas toujours obligatoire selon la qualité de l'eau et l'usage)

À chaque étape sa solution de **sobriété**



Etex compte économiser 50 000 m³ d'eau potable par an en réutilisant les eaux issues d'une station d'épuration collective.

ANABELCOM

Autre levier: l'innovation. « Dans le secteur de la blanchisserie, les petites et moyennes entreprises font parfois face à une saturation de la station d'épuration collective et ne sont pas toujours en mesure d'investir dans les procédés de recyclage, comme les technologies membranaires », détaille Bruno Cédac, le directeur de Tree Water. Dans le cadre du projet européen Life Recyclo, la start-up teste pour la première fois en blanchisserie sa **technologie brevetée d'oxydation avancée par UV et peroxyde d'hydrogène** pour une entreprise en Espagne. « Nous optimisons ce procédé pour qu'il ne dépasse pas le coût de l'eau conventionnelle. Il dégrade les polluants, contrairement à l'osmose inverse. Nous supprimons les coûts liés au traitement des déchets. » Actuellement au niveau TRL 6-7, la technologie permet d'atteindre 70 à 80% de taux de recyclage sur le site espagnol.

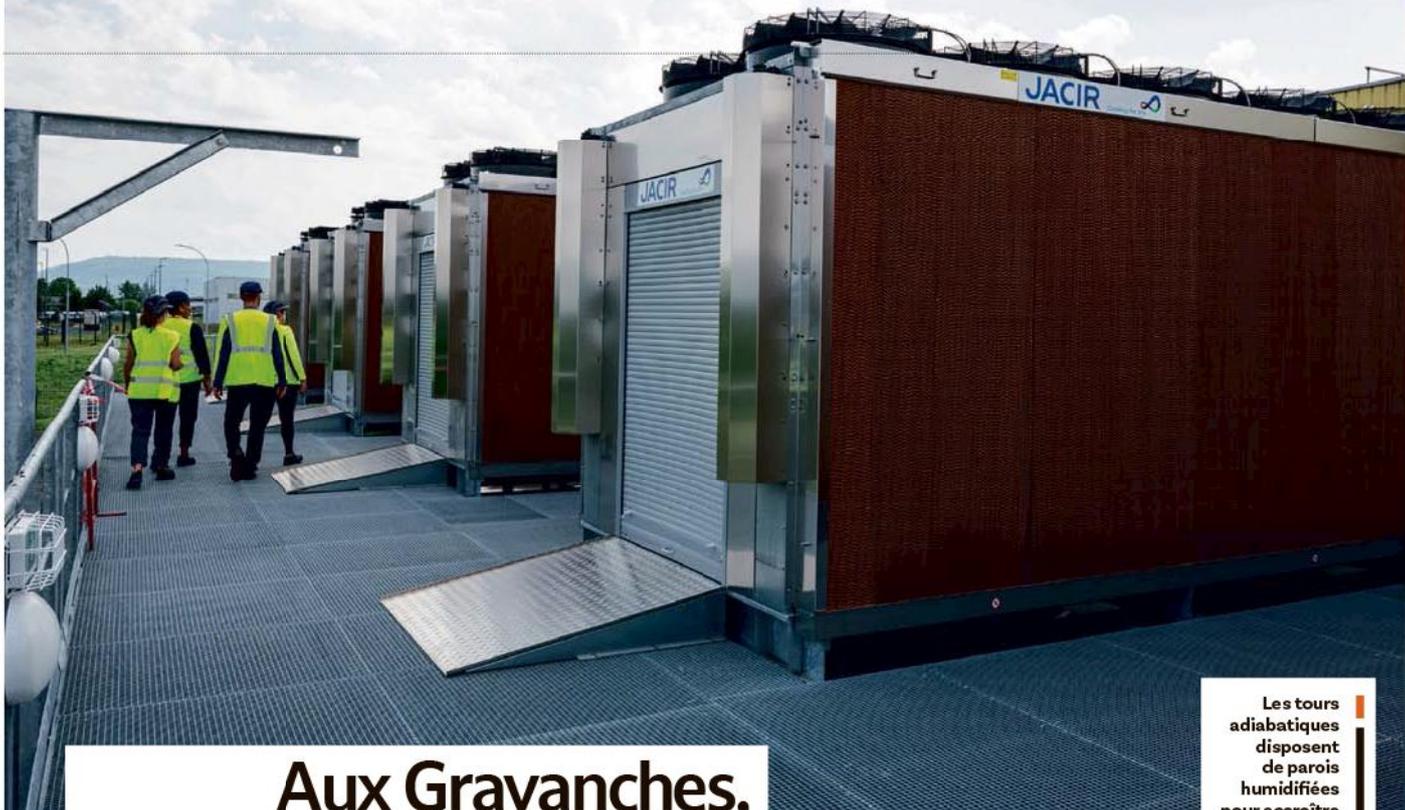
Une réglementation complexe

Désormais, tous les acteurs sont tournés vers le législateur. « La réglementation qui s'applique lors du recours à une eau non conventionnelle est très compliquée, commente Christelle Pagotto. Elle est répartie dans les codes de la santé et de l'environnement et des arrêtés spécifiques s'appliquent pour certains usages, comme l'irrigation agricole. » En dehors

de la protection des salariés, il n'existe pas de réglementation applicable au sein d'un site industriel pour les usages non domestiques (hors agroalimentaire). Seule l'autorisation Installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) intègre les usages de l'eau.

La grande avancée date de janvier: un décret définit un cadre de réutilisation des eaux usées traitées dans l'agroalimentaire. « Nous sommes prêts à lancer de nombreux projets de réutilisation des eaux issues matières premières comme le lait. Nous n'attendons que la publication des arrêtés », prévient Philippe Piferrer. Ce coup de pouce réglementaire ne semble pourtant pas répondre aux contraintes des industriels, pris en étau entre arrêtés sécheresse et qualité de leurs effluents. « Les normes sur les rejets sont un frein. Comme le recyclage concentre les polluants, nous dimensionnons les projets pour respecter les valeurs seuils », conclut Dimitri Monot. ■

Anais Maréchal



Les tours adiabatiques disposent de parois humidifiées pour accroître leur pouvoir réfrigérant.

Aux Gravanches, Michelin réduit drastiquement ses prélèvements

REPORTAGE

À Clermont-Ferrand, l'usine de pneus haut de gamme vient d'inaugurer des tours de refroidissement. De quoi diviser par deux les prélèvements d'eau et poursuivre les efforts menés depuis 2011. Le site se targue d'être le plus vertueux du groupe en matière de gestion de l'eau.

Les sept tours adiabatiques flambant neuves sont le cœur du circuit d'eau industrielle de l'usine Michelin des Gravanches, à Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme). À l'arrivée sur le site, chaque goutte d'eau potable est adoucie en salle des machines pour limiter les risques de corrosion, puis refroidie dans les tours. Ces dernières sont cruciales : la quasi-totalité de l'eau industrielle (c'est-à-dire hors usage sanitaire) sert à absorber de la chaleur. Perché sur la plateforme extérieure de 650 m² qui les abrite, Emmanuel Jean, le responsable énergie et eau du site, s'époumone pour couvrir le bruit : « Nous les avons mises en service le 2 mai. Grâce à elles, nous allons réduire de 52 % nos prélèvements en eau entre 2023 et 2025 et atteindre notre objectif 2030. » Michelin compte pas-

ser de 19 000 m³ prélevés en 2023 à 9 000 m³ en 2025 : un volume quasiment incompressible qui correspond en majorité à un usage sanitaire. Soit **une économie de près de 10 000 m³ par an pour un investissement de 3 millions d'euros.**

À quelques mètres de là, l'accès aux anciennes tours est déjà envahi d'herbes folles, dans lesquelles sautent des lapins, résultat de la politique de biodiversité du site. « Ce n'est pas un projet motivé par le profit, mais par la planète, assure Christelle Faucher, la directrice de l'usine. Plutôt que de remplacer nos tours aéroréfrigérantes en fin de vie par la même technologie, nous avons choisi d'investir deux à trois fois plus dans un équipement plus sobre en eau. »

Sur les flancs des tours horizontales d'une douzaine de mètres de longueur, une surface percée de fines



Dans l'atelier de préparation, les bandes de gomme sont transformées pour répondre aux besoins de la machine de fabrication C3M.

Les anciennes tours de refroidissement [à gauche] côtoient les nouvelles, entrées en service le 2 mai.



« Un enjeu environnemental prioritaire pour le groupe depuis 2005 »

CLAIRE MOURA
Responsable du programme eau de Michelin



D.R.

Quelle est l'importance de l'eau pour le groupe Michelin ?

Nous prélevons chaque année quelque 23 millions de mètres cubes d'eau pour nos 75 sites. Elle est utilisée en tant que fluide caloporteur pour du chaud (cuisson des pneus, chauffage des bâtiments...) et du froid (refroidissement

des équipements et produits). Sans eau, pas de cuisson... et pas de pneus. Nous avons toujours été conscients de son importance pour notre activité comme de notre impact sur sa disponibilité.

Quelle est votre politique sur cette ressource ?

C'est un enjeu prioritaire du groupe depuis 2005, date de l'adoption de notre premier indicateur composite environnemental. Nous avons réduit de 43% nos

prélèvements entre 2005 et 2020. Dans le cadre de notre pilotage de la performance environnementale pour 2020-2030, l'objectif est de diminuer les prélèvements par tonne de produit semi-fini et fini de chaque site en fonction du stress hydrique local. La réduction visée est de 33%, multipliée par un coefficient qui va croissant avec le niveau de stress (1; 1,25; 1,5), c'est-à-dire de la tension sur l'approvisionnement en eau, qui est évaluée à l'aide d'indicateurs publics.

Quelles mesures comptez-vous mettre en place ?

Tous nos sites ont établi une feuille de route. Nous mettons en œuvre des leviers techniques : éliminer les fuites, réduire la consommation de vapeur, utiliser des équipements économes en eau... Nous avons installé des unités de traitement pour recycler l'eau dans certaines de nos usines en Asie, et un projet de recyclage est à l'étude à Montceau-les-Mines. Le site des Gravanches, à Clermont-Ferrand, sera un ambassadeur du refroidissement adiabatique.

L'investissement n'est-il pas un frein ?

C'est l'un des leviers structurels de notre politique environnementale. Nous avons fixé un prix interne de l'eau de 5 euros – son coût réel – multiplié par le coefficient de stress hydrique. Il permet de calculer un retour sur investissement réaliste, ce qui accélère nos projets. Mais la cible reste la baisse des prélèvements et non un bénéfice financier. Entre 2024 et 2030, nous investirons entre 7 et 12 millions d'euros par an pour la sobriété hydrique.

Propos recueillis par A. M.



Les nombreux tuyaux capillaires parcourant les tours adiabatiques permettent de refroidir l'eau qui y circule.

Une thermofrigopompe valorise la chaleur fatale de l'eau en sortie des utilités et des machines pour chauffer les ateliers.



alvéoles attire le regard. «C'est le média adiabatique en carton composite à travers lequel l'air circule», explique Emmanuel Jean. Le principe est simple : l'eau circule à l'intérieur des tours dans de petits capillaires et l'air chaud est évacué par le haut à l'aide de ventilateurs. À la sortie, l'eau industrielle, à 24°C en hiver et 27°C en été, est distribuée à l'ensemble des machines par un collecteur. Les nouvelles tours permettent de s'affranchir d'une maintenance annuelle imposant un arrêt de huit heures de l'usine. «En 2023, nous avons dû supprimer des maintenances et espacer des lavages et les vidanges en raison des arrêts sécheresse. Cet événement a conforté notre choix», raconte Christelle Faucher.

Le site a commencé dès 2011 à réduire ses prélèvements d'eau -29000 m³ à l'époque- en réparant des fuites et en fermant des circuits d'eau. «Nous sommes entourés de volcans. Cette omniprésence de la nature aide à avoir conscience

“ Plutôt que de remplacer nos tours aéroréfrigérantes en fin de vie par la même technologie, nous avons choisi d'investir deux à trois fois plus dans un équipement plus sobre en eau. ”

CHRISTELLE FAUCHER
Directrice du site Michelin
des Gravanches

de notre impact sur l'environnement», souligne Christelle Faucher, dans sa blouse fleurie. Une centaine de compteurs d'eau vont être installés au cours des deux prochaines années pour cartographier les usages et optimiser la détection des fuites. «Il faut s'en féliciter maintenant, avant que d'autres nous rattrapent, lance-t-elle fièrement. Nous sommes l'usine la plus vertueuse du groupe en matière de gestion de l'eau!» Un trophée de plus au palmarès du site des Gravanches, qui se targue d'être le premier du groupe à ne plus émettre de CO₂ grâce à son procédé de fabrication électrique alimenté à 100% par de l'énergie renouvelable ainsi qu'à la compensation des émissions restantes.

Procédé secret sans cuisson vapeur

Depuis 2001, ses pneus ultra-haute performance sont distribués à travers le monde aux constructeurs de véhicules très haut de gamme - Porsche, Bugatti, Mercedes, BMW... Chaque année, 1,5 million de pneus sont fabriqués ici. Une fois le traditionnel Bibendum franchi à l'entrée, un showroom sobre expose les produits qui font la fierté des équipes. Un pneu parfaitement lisse arbore une dédicace de Fabio Quartararo, le premier Français vainqueur du championnat MotoGP, en souvenir de sa visite. L'usine des Gravanches fait partie des trois sites Michelin mettant en œuvre le très secret procédé de fabrication automatisé C3M. Un pneu classique est fabriqué en déposant une succession de nappes ensuite cuites par presse vapeur. Ici, 40 à 50 composants sont assemblés par un procédé similaire à l'impression 3D. Impossible d'en savoir plus, et encore moins de mettre un pied dans l'atelier de fabrication ! Seuls les besoins en eau seront évoqués. «La machine C3M utilise une cuisson électrique. Cela réduit considérablement notre consommation d'eau par rapport à la cuisson vapeur», précise la directrice. Cette étape de fabrication requiert tout de même 45% de l'eau industrielle du site. Elle sert à refroidir - à l'aide d'un échangeur - un bac de cuisson après chaque cycle par eau osmosée. Une fois de longs rayonnages de bobines de gomme dépassés, l'atelier de préparation se dé-

voile. Sept extrudeuses travaillant à une température de 50 à 100°C y transforment des plaques de gomme d'environ 50 cm de largeur en bandes de 3 à 4 cm destinées à la fabrication des pneus. Ici aussi, le refroidissement par échangeur à eau constitue le second gros poste d'utilisation de l'eau industrielle (45% des besoins).

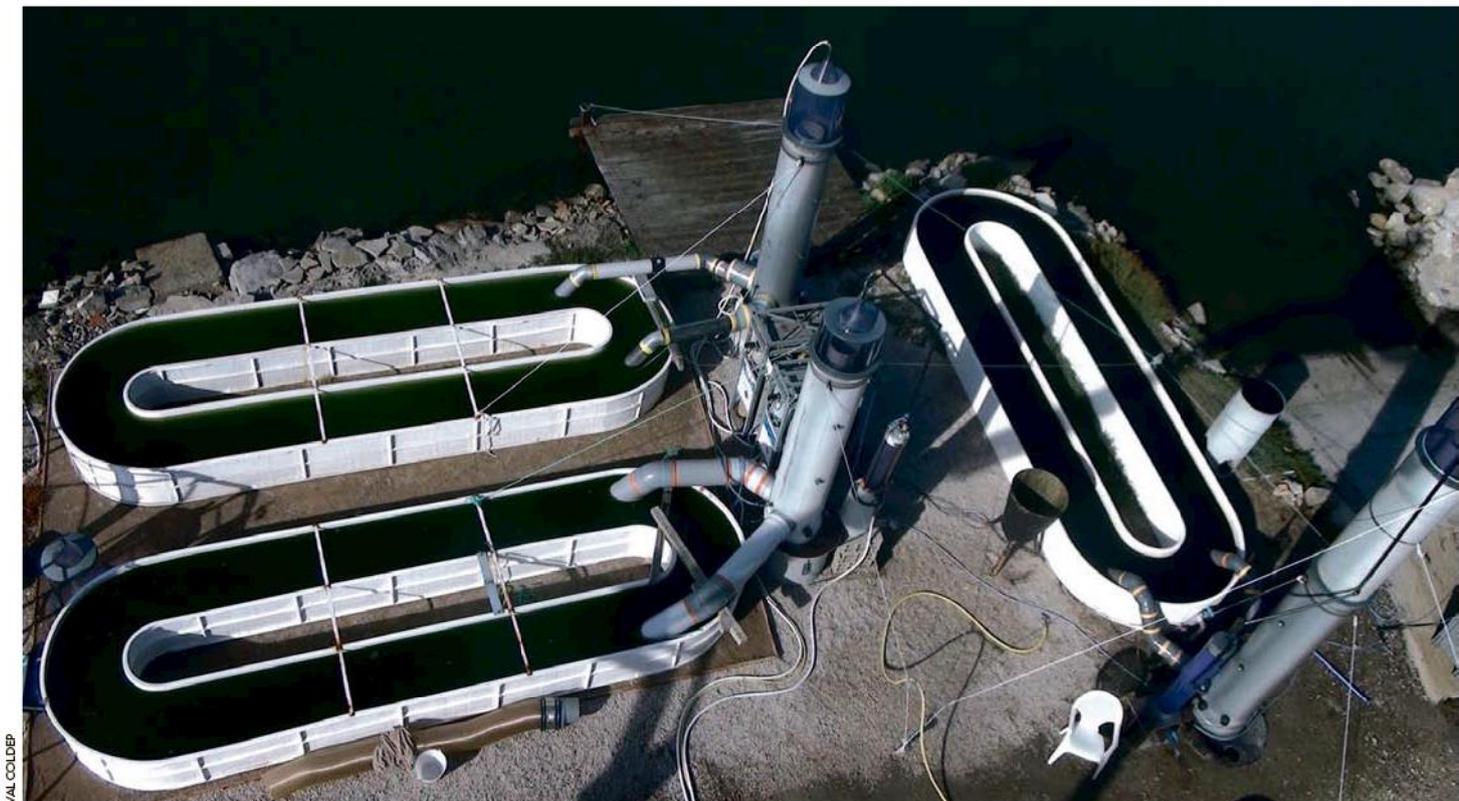
Tous les flux d'eau du site sont régis par une imposante salle des machines accolée aux tours adiabatiques. «Ici, vous pouvez voir les pompes qui acheminent l'eau rafraîchie vers les ateliers. À côté, ce sont les trois groupes froids qui rafraîchissent nos ateliers en été. Juste en face, les trois compresseurs d'air comprimé qui alimentent le réseau de l'usine à 7,8 bar», énumère Emmanuel Jean. Le refroidissement des compresseurs et l'alimentation des groupes froids absorbent les 10% restants de l'eau industrielle utilisée aux Gravanches. «Notre consommation [hors usages sanitaires, ndlr] est estimée à 1 000 m³ par an. Elle s'explique uniquement par l'évaporation et l'apparition de fuites temporaires», ajoute le responsable énergie et eau. L'ensemble des équipements est en effet en circuit fermé, et l'eau termine toujours sa course vers les tours adiabatiques... où elle recommence inlassablement son cycle. ■

À Clermont-Ferrand, Anaïs Maréchal

Des innovations pour aider à la transition hydrique

Optimiser la gestion des équipements grâce à l'IA, recycler les effluents pour produire de l'eau et de l'énergie, analyser en temps réel les réseaux... Les solutions se multiplient pour accompagner les industriels vers la sobriété.

ANAÏS MARÉCHAL



VAL COLDEP

Val Indus

Un système compact et peu énergivore pour traiter les effluents

TRL



La start-up Coldep a développé un système reposant sur un procédé d'extraction particulière sous dépression. Initialement déployée pour l'aquaculture, la solution, doublement brevetée, a été adaptée au traitement des effluents industriels et installée dans trois sites. Baptisée Val Indus, elle répond aux exigences des projets de réutilisation des eaux usées traitées (Reut). Composé de deux colonnes verticales sous vide (de 4 à 5,5 m de hauteur), le système consiste à injecter dans l'effluent qui y circule des microbulles d'air comprimé.

Elles entraînent le flux vers le haut, régulent les gaz dissous et extraient les particules solubles et en suspension par effet électrostatique.

L'écume formée par flottation au sommet de la colonne

d'eau concentre les solides et liquides à séparer. Des

coagulants et floculants peuvent être ajoutés si besoin. Val Indus sépare les mêmes polluants (virus, colorants, bactéries, hydrocarbures, détergents, enzymes...) que la nanofiltration, l'ultrafiltration et la microfiltration réunies.

D'après l'entreprise, le dispositif consomme deux

à trois fois moins d'énergie que les procédés classiques (de 2-3 kWh/m³ à 6-8 kWh/m³, selon la taille du système), limite les pertes d'eau (moins de 1% du débit) et permet de valoriser les boues méthanogènes en concentrant deux fois plus la matière organique. Enfin, par rapport à une station d'épuration, Val Indus a l'avantage d'avoir une faible emprise au sol, de 5 à 20 m². Trois modèles existent, selon le débit à traiter (de 10 à 40 m³/h). ■

Smart Picogen

Un boîtier autonome de surveillance des réseaux

TRL



Smart Picogen est une solution de diagnostic physico-chimique

en temps réel d'un réseau d'eau conçue par la start-up Save Innovations. Son atout principal est son autonomie énergétique : nul besoin de relier le système au réseau électrique. Ce mini-laboratoire embarque une turbine, associée à un générateur et à un régulateur pour délivrer l'électricité nécessaire aux capteurs, qui récupère l'énergie du fluide. Il fonctionne avec des débits minimums de 12 à 85 m³/h, selon le modèle. Si la solution a été conçue pour les réseaux d'eau potable, elle intéresse les sites étendus, où l'alimentation électrique est une véritable contrainte : plateformes chimiques, aéroports, raffineries, mines... Mesurant sept paramètres (débit, pression, température, pH, chlore libre, conductivité, turbidité), **le dispositif peut détecter et prévenir à tout moment l'apparition de fuites**. Les données sont transmises toutes les 5 minutes à 24 heures (selon le débit) par GSM, Wi-Fi ou LoRa. Un algorithme analyse les données et un outil d'aide à la décision est proposé. Conçue comme une plateforme modulaire, la solution peut intégrer d'autres capteurs pour répondre aux besoins de surveillance de qualité des eaux de process pour la réutilisation et le recyclage. ■

Purecontrol

Économiser l'eau et l'énergie grâce à l'IA

TRL



Purecontrol permet d'optimiser la performance industrielle grâce au

pilotage prédictif autonome. Son logiciel est compatible avec tout processus continu (sauf les chaînes d'assemblage) : refroidissement, chauffage, lavage... La solution embarque une intelligence artificielle qui analyse en temps réel les données du site. Les données externes, comme le tarif de l'eau ou la météo, sont intégrées et un jumeau numérique est réalisé. L'IA simule différents scénarios de fonctionnement pour trouver la meilleure stratégie. Enfin, des commandes sont envoyées à l'automate pour ajuster le procédé. Si la solution a été développée pour la sobriété énergétique, l'entreprise se tourne désormais vers la sobriété hydrique. Purecontrol optimise notamment sa solution pour les nettoyages. **En combinant les données en temps réel sur la qualité d'eau en sortie de l'opération et des modèles prédictifs, le nettoyage peut être arrêté plus tôt...** et consommer moins d'eau. En se fondant sur les premiers retours d'expérience, Purecontrol quantifie actuellement les économies d'eau possibles. ■

R-Oasys

Valoriser les effluents sans station d'épuration

TRL



CHEMDOC WATER

Réutiliser les effluents est coûteux, en particulier dans l'agroalimentaire, et nécessite une station d'épuration et des unités de traitement. L'unité de recyclage R-Oasys, mise au point par Chemdoc Water Technologies, produit de l'eau, de l'énergie, et ce, sans station d'épuration. Elle embarque différentes technologies : une membrane de microfiltration pour le prétraitement visant à éliminer les insolubles et les macromolécules dissoutes ; une membrane de nanofiltration basse pression pour séparer les effluents de l'eau ; un traitement par osmose inverse pour purifier l'eau ; et des traitements UV et au charbon actif pour prévenir les risques sanitaires. Neuf unités ont déjà été installées. Aujourd'hui, dans le cadre du programme européen Life, Chemdoc Water Technologies teste un cas d'application inédit dans l'usine de sirop Monin. Le projet Zeus (Zero liquid discharge, water reuse) vise à démontrer la faisabilité technique du procédé. **R-Oasys devrait permettre de recycler 90 % des 45 000 m³ d'effluents rejetés chaque année** dans la station d'épuration et de s'en servir pour nettoyer les cuves de production. Plus de 450 paramètres seront surveillés afin d'assurer la qualité de cette eau en contact alimentaire indirect. Les concentrés sucrés issus de R-Oasys alimenteront des méthaniseurs. La production énergétique devrait s'élever à 8,3 kWh par mètre cube d'eau usée traitée. Un gain considérable, puisque l'entreprise consomme actuellement l'équivalent de 1,8 kWh/m³ pour traiter ses effluents envoyés vers la station d'épuration de la collectivité. Le démonstrateur R-Oasys sera inauguré cet automne. ■

CaptuRO

L'osmose inverse à haut rendement

TRL



Veolia Water Technologies propose une technologie d'osmose inverse optimisée, conçue pour extraire de l'eau purifiée à partir de sources industrielles, saumâtres et d'eaux usées. Contrairement à l'osmose inverse conventionnelle (un process continu), le système CaptuRO a un fonctionnement semi-

continu (« semi-batch ») : l'unité produit effectivement de l'eau purifiée (le perméat) 75 à 98 % du temps, le reste du temps étant consacré à la purge des concentrats. Le rendement est plus élevé : 90 %, contre 75 à 80 % pour les solutions conventionnelles, d'après Veolia Water Technologies. Un atout pour la réutilisation et le recyclage des eaux usées, puisque **CaptuRO augmente le volume d'eau récupérée et réduit celui des concentrats**, diminuant ainsi le coût de traitement de ces déchets. Enfin, grâce à son fonctionnement en semi-batch, l'unité est moins sensible aux variations de qualité des effluents,

VEOLIA



inhérentes à toute industrie. Elle peut être installée à l'entrée du site, au cœur de la chaîne de production ou en sortie de la station d'épuration industrielle. ■