

LE CAHIER DES TENDANCES DES ÉCO-ENTREPRISES

2022



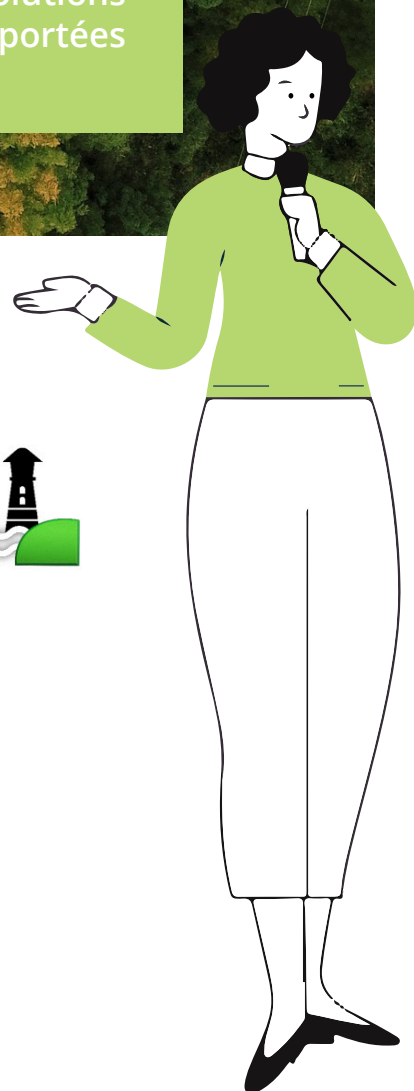
Les
ÉCO-ENTREPRISES
de France



LE PEXE : 20 ANS DE STRUCTURATION DE LA FILIÈRE

Créé il y a 20 ans pour aider les éco-entreprises à capter de nouveaux marchés à l'international, le PEXE est progressivement devenu le Partenariat pour l'Excellence des Eco-entreprises.

Association nationale de clusters, pôles de compétitivité et associations professionnelles des secteurs de l'environnement et de l'énergie, le PEXE compte 35 membres implantés dans l'ensemble des régions de France et rassemblant près de 6 000 PME. Le PEXE œuvre en faveur du déploiement des solutions pour la transition écologique et énergétique portées par les éco-entreprises françaises.



LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE DYNAMISÉE PAR LA RELANCE

Les marchés de la transition écologique connaissent une conjoncture favorable. Déjà boostés par l'adoption fin 2019 du Pacte vert pour l'Europe visant à la fois à rendre l'UE neutre sur le plan climatique d'ici 2050, stimuler l'économie grâce aux technologies vertes, créer une industrie et des transports durables et réduire la pollution, ils sont fortement mis en avant pour soutenir la relance dont ils constituent un incontournable. Le plan de relance adopté par la France en septembre 2020 leur consacre directement 30 milliards d'euros sur un total de 100 Md€ auxquels s'ajoutent certains développements du volet compétitivité.

Le PIA4 lancé en janvier 2021 dispose de 12,5 Md€ pour accélérer sur les secteurs et technologies prioritaires. Plusieurs stratégies d'accélération ont déjà été adoptées : hydrogène décarboné, produits biosourcés, carburants durables, recyclage et réincorporation de matériaux recyclés, numérisation et décarbonation des mobilités, solutions pour la ville durable et les bâtiments innovants, systèmes agricoles durables, équipements agricoles contribuant à la transition écologique. décarbonation de l'industrie, Et d'autres sont attendues courant 2022 : technologies avancées pour les systèmes énergétiques, verdissement du numérique.

Côté collectivités, les 844 contrats de relance et de transition écologique devaient être signés en totalité fin janvier 2022. Ces CRTE portent en majorité sur la rénovation des bâtiments publics, le traitement et la valorisation des déchets, la lutte contre l'artificialisation des sols mais aussi sur l'agriculture et l'écomobilité. Le nouveau plan d'investissement France 2030 lancé en octobre 2021 prévoit 30 Md€ sur cinq ans - dont la moitié pour les marchés de

la transition écologique - et 4 Md€ en fonds propres. Outre l'ambition de faire de la France le leader de l'hydrogène vert et de technologies innovantes d'EnR, ce plan vise à décarboner l'industrie, en particulier via une réduction des émissions de secteurs très émetteurs, le développement de matériaux plus durables et l'amélioration du recyclage. Le montant prévu de 5,6 Md€ sur cinq ans a été confirmé par le gouvernement début février 2022. France 2030 vise aussi à accélérer dans les transports bas-carbone avec 2,5 Md€ pour les véhicules électriques et hybrides et 1,2 Md€ pour l'aviation. Et il prévoit d'investir dans le champ des fonds marins (300 M€), notamment pour étudier l'accès potentiel aux métaux critiques dont le pays reste dépendant.

Circularité, décarbonation et numérisation figurent ainsi au cœur des tendances clés de la transformation de notre économie. Dans tous ces domaines, les éco-entreprises françaises montrent un véritable dynamisme. Elles innovent toujours plus dans les économies de ressources, la diversification des gisements exploités, la sobriété des procédés ou l'allongement de la durée de vie des produits. Elles développent des solutions toujours plus pointues en matière d'efficacité énergétique, de récupération de chaleur et de stockage d'énergie. Et elles contribuent à une intégration toujours plus large de la numérisation dans l'ensemble des secteurs : énergie, transports, ville durable et intelligente mais aussi agriculture et économie circulaire. Les solutions proposées relèvent aussi bien d'innovations technologiques que de low techs, i.e. des solutions simples d'usage et à faible impact comme le réemploi, la réparation, les circuits courts, l'agriculture biologique ou encore l'aménagement d'écoquartiers.

Ce dynamisme est également marqué au niveau de la finance. Ainsi, 2021 a constitué une année record en termes d'investissement pour les écotecnologies au sein de l'Europe des 27 : l'investissement en venture capital serait passé à 11 milliards d'euros, contre 4,8 Md€ en 2020 selon Cleantech for Europe. En France, avec 1,7 Md€, les levées de fonds du premier semestre 2021 ont dépassé le montant total levé en 2020 qui avait atteint 1,3 Md€, selon GreenUnivers et France Invest. Elles ont totalisé 2,3 Md€ sur l'année. En parallèle, de nouveaux fonds et soutiens ont vu le jour tant en Europe (Fonds pour une transition juste, Fonds pour l'innovation) qu'en France (stratégie startups industrielles et deep tech, nouveaux fonds privés).

Le saviez-vous ?

Autre preuve du dynamisme de l'éco-innovation en France et de la qualité de la structuration de la filière menée par le PEXE et ses réseaux : sur 1000 solutions pour la planète identifiées et validées à mi-avril 2021 par la Fondation Solar Impulse de Bertrand Piccard, 408 étaient françaises. Les autres étaient issues de Suisse (147), des Etats-Unis (104), du Canada (79), de Belgique (66), d'Allemagne (63), du Royaume-Uni (54), des Pays-Bas (50), d'Espagne (41) ou encore du Danemark (30). A début 2022, près de 1350 solutions étaient répertoriées au total, confirmant, là-encore, l'accélération dans le domaine.

TENDANCES CLÉS DES MARCHÉS DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE



Eau & Assainissement

D'une manière générale, le domaine de l'eau reste fortement marqué par les questions de pressions sur la ressource, de qualité de l'eau et de performance des procédés et infrastructures. Pour contrer les pressions, voire la raréfaction de la ressource, l'Europe table sur l'utilisation raisonnée et les économies d'eau. La gestion intégrée se déploie au niveau territorial. La recherche de sources alternatives s'améliore avec, par exemple, des solutions de dessalement moins énergivores, moins génératrices de déchets et moins coûteuses. La gestion des eaux pluviales connaît également des évolutions avec un plan national d'actions lancé en France pour 2022-2024, l'élaboration recommandée d'un zonage pluvial par les collectivités ou encore le projet Co-UDlabs pour une recherche collaborative européenne. La recherche d'eau dans l'air voit elle aussi plusieurs acteurs se positionner. Au-delà de cette quête de nouvelles ressources, c'est toute une économie circulaire de l'eau qui se développe avec, en particulier, la réutilisation des eaux usées traitées (Reut ou 'reuse') et, dans une

moindre mesure, la recharge de nappes et d'aquifères.

En matière de qualité de l'eau, les points clés portent sur la surveillance et l'élimination des nouveaux types de polluants : micro- et nanoplastiques, polluants chimiques comme les résidus de détergents, de biocides ou de médicaments. Face à cela, les instruments intégrant toujours plus de numérique, d'IA et d'IoT se multiplient et les solutions de biosurveillance continuent de s'affirmer avec une filière qui se structure. Ainsi par exemple, France Eau Biosurveillance, qui travaille sur un projet de guide technique et une certification des outils, devrait développer un démonstrateur avec Carnot Eau & Environnement.

Enfin, s'agissant des procédés et infrastructures, les opérations de renouvellement et de sécurisation des réseaux se poursuivent. Une place toujours plus importante est donnée à la maintenance, notamment prédictive. Et dans leur ensemble les procédés se font toujours plus efficaces en énergie.

Haro sur les micropolluants

Éléments traces métalliques, molécules organiques complexes et persistantes (pesticides, médicaments, résidus de détergents, de cosmétique, hormones, hydrocarbures, etc.) et micro et nanoparticules, les micropolluants de l'eau (dits aussi polluants émergents) sont une bombe à retardement pour la ressource en eau en dépit des faibles concentrations en jeu. Car les traitements d'eaux usées classiques n'ont qu'un effet limité d'abattement de ces polluants, entraînant une dissémination dans le milieu naturel avec un impact sur les ressources en eau potable. Cette problématique fait donc émerger une vaste gamme de solutions innovantes, à commencer par des outils de détection, d'analyse, de quantification (dans le milieu ou dans les rejets) et/ou de surveillance d'impact (dont toute une panoplie d'outils de biosurveillance). C'est aussi et surtout dans le domaine du traitement qu'on note une accélération des offres pour garantir des rejets sains dans le milieu naturel mais aussi dans un contexte grandissant de réutilisation de l'eau. L'ingénierie autour des techniques d'oxydation avancée (chimique, photochimique, catalytique), souvent en combinaison, est ainsi très active et s'ouvre à de nouvelles approches de type catalytique et nanotech, et le monde de la filtration-adsorption progresse aussi avec des ruptures techniques qui gagnent en maturité. Pour toutes ces voies, l'enjeu est notamment de réduire le coût et l'empreinte environnementale et carbone des procédés, afin de permettre leur adoption la plus large possible.

Déchets & Recyclage

La collecte et le tri continuent de faire l'objet d'innovations avec une part croissante de la robotisation : reconnaissance des matériaux sur les chaînes, connaissance en temps réel de l'état de fonctionnement des équipements, optimisation des opérations de manutention... De même, le domaine du recyclage continue son essor pour répondre à la fois aux enjeux environnementaux et climatiques et aux enjeux économiques et stratégiques.

En Europe, dans le cadre du plan d'action Economie circulaire lancé en mars 2020, plusieurs propositions ont été adoptées en 2021 (batteries, POP, transferts de déchets) et d'autres devraient suivre en 2022 (textiles, emballages, écoconception, émissions industrielles). En France, la loi anti-gaspillage et économie circulaire est entrée en vigueur au 1^{er} janvier 2022, présentant de nouvelles opportunités pour les entreprises d'innover en faveur de la protection de l'environnement. L'avenant de juin 2021 au contrat stratégique de filière « Transformation et valorisation des déchets » met l'accent sur le soutien au recyclage et à la valorisation et sur la numérisation et robotisation de la filière à travers douze projets allant des biodéchets aux filières REP en passant par les CSR (Combustibles solides de récupération), la collecte et recyclage des métaux critiques, l'incorporation de matières

premières de recyclage ou encore la recyclabilité des produits et emballages. Une nouvelle stratégie nationale lancée mi-septembre pour accélérer le recyclage confirme ces objectifs avec, pour certains des matériaux concernés, une ambition associée de réduire la dépendance du pays. Enjeu confirmé dans le rapport Varin sur la sécurisation des approvisionnements en matières premières minérales présenté début janvier 2022, et rapidement suivi par un appel à projets 'Métaux critiques'.

Si la conjoncture est favorable pour le recyclage des métaux, du papier-carton et des plastiques, le CSF Industrie du Futur s'est fixé de « déployer des procédés pour recycler 100 % des bétons en fin de vie, en plus de « robotiser les centres de tri pour améliorer la valorisation ». Un autre point important concerne les matières premières de recyclage (MPR) pour lesquelles il est nécessaire de parvenir à des coûts de production inférieurs au prix de la matière vierge - ce qui n'est pas encore le cas pour le PET par exemple. En France, un décret pris en décembre 2021 fixe le taux d'incorporation de plastique recyclé dans les bouteilles de boisson et en Europe. Et l'Europe a lancé une consultation sur son projet de modification de la réglementation de 2008 relative aux matériaux et objets en matière plastique recyclée destinés à entrer en contact avec les denrées alimentaires.

Pleins feux sur le recyclage chimique des plastiques

7,2 Md€, c'est le montant que les producteurs européens de plastique ont prévu d'investir dans les filières de recyclage chimique des plastiques d'ici 2030. Cette montée en puissance (en parallèle des améliorations du recyclage mécanique) s'impose du fait des exigences réglementaires et ambitions de recyclage et d'incorporation des matières recyclées qui nécessitent des niveaux de qualité et de propriétés techniques toujours plus élevés, proches de ceux des matières vierges. Cette tendance lourde touche toutes les familles de polymères mais en particulier les PET, PVC et polystyrènes. Elle se traduit par des annonces d'implantations de grands sites pour le PET et la filière polystyrène (dynamisée par le consortium PS25), mais également par la montée en maturité de nouvelles technologies thermochimiques, de solvolysse ou encore de conversion biotechnologique (portées notamment par des startups). Si la dépolymérisation qui permet une production en cycle fermé semble être la voie reine, nombreux sont aussi les autres procédés thermochimiques (pyrolyse, gazéification...) visant une valorisation énergétique de choix aux plastiques (notamment en mélange), en carburants pour véhicule, voire pour l'aviation.

En parallèle, un mouvement très net est engagé sur la valorisation des matériaux composites. Atouts de la transition écologique grâce aux gains de poids qu'ils permettent et leur résistance (mobilité, ENR...), ces matériaux qui peinaient à trouver des voies satisfaisantes de valorisation en fin de vie font l'objet de plusieurs initiatives industrielles, permettant soit de produire des matériaux inédits, soit de récupérer la précieuse fibre de carbone.





Air & Odeurs

La pollution atmosphérique reste trop élevée en UE, notamment pour les particules ($PM_{2.5}$ et PM_{10}), l'ozone (O_3) et le dioxyde d'azote (NO_2). Un processus de révision des directives Air (surveillance, gestion et évaluation) a été lancé en septembre 2021. La directive NEC, plus axée sur la réduction des polluants, devrait elle aussi faire l'objet d'une révision. Le Pacte vert pour l'Europe intègre depuis mai 2021 un plan d'actions « Zéro pollution Air - Eau - Sol » qui prévoit, entre autres, d'améliorer la qualité de l'air pour réduire de 55 % le nombre de décès prématurés liés à la pollution atmosphérique et réduire de 25 % le nombre d'écosystèmes terrestres et aquatiques où cette pollution menace la biodiversité. La surveillance (mesure et modélisation) se renforce en matière de particules ultrafines, de carbone suie et de résidus de pesticides et est couplée avec des actions sur les transports (ZFE – Zones à faibles émissions), le chauffage au bois (ex. : poêles à granulés) et l'agriculture. Pour garantir la performance métrologique des systèmes

capteurs, l'Inéris a lancé fin 2020 une certification spécifique « Air quality sensor » avec le LNE. Il a mis à jour début 2022 son guide dédié à la surveillance environnementale autour des sites classés. Par ailleurs, déjà responsable du suivi annuel national « Pesticides dans l'air », l'Institut a démarré en 2021 une étude sur l'exposition aux pesticides en zone viticole (PestiRiv).

La qualité de l'air dans les espaces clos continue de faire l'objet d'avancées notables comme cela a été rappelé lors du colloque organisé à l'occasion des 20 ans de l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur (OQAI). Logements, écoles, crèches et, depuis peu, espaces de bureaux font l'objet d'études et investigations poussées. Là encore, de nombreux acteurs se positionnent aussi bien dans l'instrumentation (analyse, mesure, contrôle, modélisation) que dans les équipements, à l'image des épurateurs d'air dont l'offre ne cesse de croître (v. guide Uniclimate paru début 2022).

Enjeux autour du suivi du mercure en continu

Avec le document BREF Incinération de l'Union européenne de 2019 (applicable en décembre 2023) qui définit les meilleures technologies disponibles et objectifs cibles de la filière incinération (et co-incinération en cimenterie), c'est la dernière ligne droite pour les exploitants pour se mettre en conformité. Le défi nouveau, c'est celui de la surveillance en continu et de la réduction des émissions de mercure. L'offre technologique pour ce suivi en continu à l'émission est disponible, portée par les groupes leaders de l'analyse industrielle avec diverses nuances technologiques, mais sa mise en œuvre doit être anticipée. Les valeurs limites d'émission plus basses et surtout les obligations portant sur des moyennes journalières, imposent un pilotage plus fin de l'incinération afin d'éviter des pics ou des dérives trop importants. Car agir en correction sur la seule base des analyses à l'émission risque d'être trop tardif du fait de l'inertie des systèmes. En plus de s'équiper en suivi à l'émission, il est donc nécessaire d'avoir une stratégie analytique et métrologique globale pour comprendre le fonctionnement des installations (pourquoi et quand le mercure est émis, et sous quelle forme) et déterminer les paramètres de conduite qui permettront de respecter les nouveaux seuils tout en limitant les surconsommations de charbon actif. C'est ainsi tout un champ méthodologique et de prestations de services qui se développe, d'une part pour réaliser des études et diagnostics sur les installations avec de l'analyse au cœur même de l'installation (en amont des traitements) et mieux paramétrer leur pilotage, mais également pour installer à demeure des dispositifs analytiques, métrologiques et logiciels, pour piloter en continu et au plus juste les traitements de fumées, agir précocement sur des dérives et disposer d'outils permettant aussi des anticipations. Un domaine qui illustre une nouvelle approche de l'analyse industrielle qui dépasse la seule réponse réglementaire.

Bruit

Avec un coût social estimé à 156 Md€ (liés aux transports à près de 70 %, mais aussi au voisinage : 16,9 % et au travail : 13,5 %), le bruit constitue le deuxième facteur environnemental provoquant le plus de dommages sanitaires en Europe derrière la pollution atmosphérique. Il fait lui-aussi l'objet d'innovations aussi bien dans le domaine du contrôle avec différents capteurs, radars et solutions connectées (ex. : capteurs acoustiques résilients et autonomes en énergie mis au point par le CNRS) que dans les dispositifs de réduction des nuisances (ex. : murs anti-bruit intégrant des cellules PV pour produire de l'électricité). Parmi les sujets émergents figurent l'acoustique en rénovation (avec le difficile équilibre à trouver entre rénovation énergétique, confort acoustique et qualité de l'air intérieur), la gestion du paysage sonore portuaire ou encore les impacts du bruit sur la biodiversité. Enfin, s'agissant plus spécifiquement du bruit en milieu urbain, l'expérimentation de radars sonores lancée pour deux ans en janvier 2022 dans sept collectivités pourrait être largement étendue à terme.

Bruit de chantier : des bonnes pratiques et des solutions

Si la gestion du bruit des chantiers est une contrainte inscrite dans la loi, son application reste assez subjective et donc complexe à gérer. D'où l'intérêt de recourir à des outils concrets tels que le monitoring, aujourd'hui facilité par le monde des objets connectés (capteurs souvent intégrés avec d'autres paramètres) et le suivi des alertes (riverains). Mais cette gestion du bruit passe aussi par l'organisation géographique du chantier via la simulation numérique pour réduire ces impacts sonores (notions de cartographie du bruit), et par une planification intelligente des travaux et de la logistique camions (livraison et collecte / chargement-déchargement de matières premières ou de déchets). Enfin, le monde du BTP évolue très vite dans la décarbonation de ses équipements, réduisant non seulement leur impact sur la qualité de l'air, mais également leur nuisance sonore grâce à l'électrification. Une tendance qui touche toutes les tailles de matériels et véhicules.



Biodiversité

En 2020, l'UE a adopté une stratégie en faveur de la biodiversité à l'horizon 2030, l'objectif étant de renforcer la résilience de l'Europe en s'attaquant aux principaux facteurs d'appauvrissement de la biodiversité que sont l'utilisation non durable des terres et des mers (artificialisation des sols...), la surexploitation des ressources naturelles (déforestation, surpêche, réduction des prairies, tourbières et mangroves), la pollution (rejets et émissions des activités) ou encore la prolifération d'espèces exotiques envahissantes. Dans tous ces domaines, des solutions techniques apparaissent et sont complétées par des solutions fondées sur la nature (agriculture urbaine, forêt urbaine...). Au-delà des techniques de dépollution déjà éprouvées et de plus en plus souvent proposées en combinaison, la question des sols connaît un regain d'intérêt avec la réhabilitation de friches, la gestion des terres excavées, la reconstitution de sols. On parle même de « trame brune » après les trames verte et bleue. La filière génie écologique a vu en mars 2021 le lancement d'une nouvelle qualification OPQIBI sur l'étude de la biodiversité et des écosystèmes, après celles dédiées à la restauration des cours d'eau et à la continuité écologique. D'autres axes se renforcent comme la gestion de la pollution lumineuse avec par exemple les solutions de peintures lumineuses, permettant de remplacer les lampadaires tout en assurant la sécurité des routes. ou encore l'exploration des grands fonds marins inscrite dans le plan France 2030 avec un investissement prévu de 300 M€ suscitant de nombreuses annonces et réactions comme notamment le lancement d'une mission d'information parlementaire.

Un marché en émergence autour de l'urgence « espèces envahissantes »

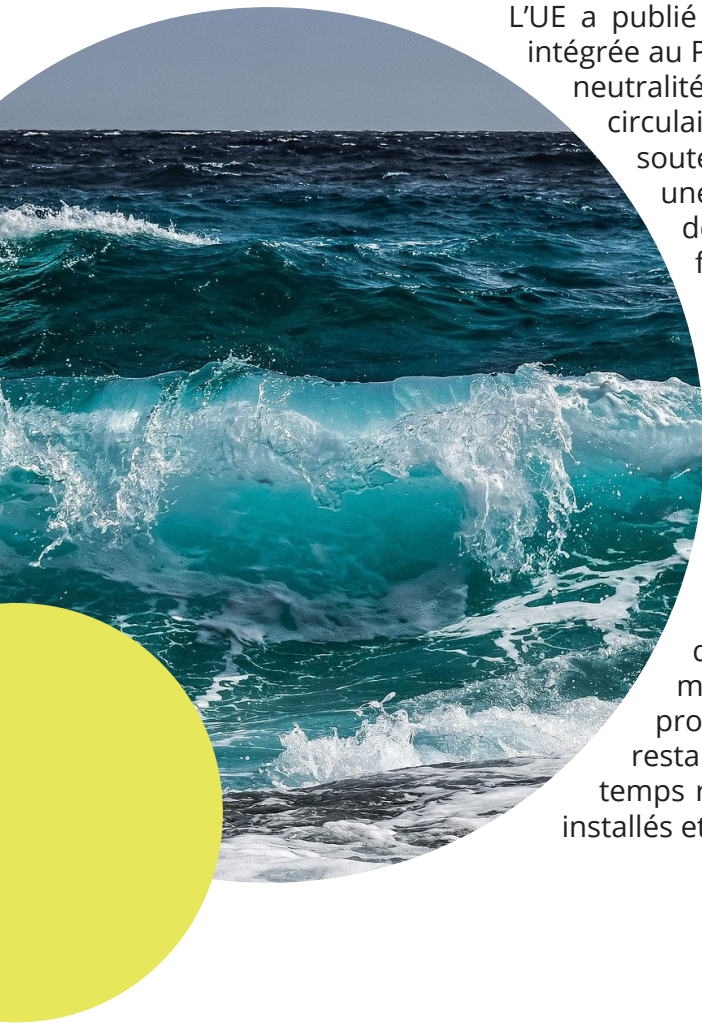
Après une période marquée par un déficit d'informations sur les espèces envahissantes, le sujet devient un objectif phare des stratégies de biodiversité. En 2016, l'Europe dressait une liste de 37 espèces à combattre. Deux ans plus tard, la réglementation française en recensait 49, complétées en 2019 par 17 nouvelles, soit 66 espèces exotiques envahissantes répertoriées (30 animales et 36 végétales). Le problème de ces espèces est prégnant, car les coûts engendrés pour la biodiversité mais aussi pour l'économie (agriculture, tourisme, santé) sont énormes (estimés à près de 13 Md€/an en Europe). D'où un vaste champ d'activité où l'on voit émerger des solutions opérationnelles et technologiques de prévention et de lutte. Se développent ainsi des outils intelligents de détection précoce (robots, drones, satellites et applications de sciences participatives) ou pour les problématiques

maritimes, des solutions puissantes de traitement des eaux avant rejet. En matière de traitement, le défi est le développement de techniques éco-responsables.

Ce sont des méthodes à façon d'arrachage, collecte, piégeage ou extraction, d'autres de dévitalisation ou de stérilisation de plantes, de traitement de terres de chantiers ou de biocontrôle pour les insectes et ravageurs. Autre tendance intéressante, la volonté de tirer de la valeur ajoutée de ces ressources (matériaux, molécules, etc.) quand cela est possible.



Mer & Littoral



L'UE a publié en mai 2021 sa stratégie « Economie bleue durable » intégrée au Pacte vert. Elle a notamment pour objectif de parvenir à la neutralité climatique et au zéro pollution, passer à une économie circulaire pour réduire la pollution, préserver la biodiversité, soutenir l'adaptation au climat et la résilience côtière, assurer une production alimentaire durable, améliorer la gestion de l'espace en mer. En France, le nouveau contrat de filière du CSF « Industriels de la mer » signé en décembre 2021 a retenu les thèmes décarbonation des activités maritimes, portuaires et industrielles, déconstruction et économie circulaire, accompagnement de l'émergence de l'hydrogène en lien avec les énergies marines renouvelables, exploration des grands fonds marins et transformation numérique. Les principales tendances de la transition environnementale du domaine maritime se trouvent ainsi renforcées : lutte contre la plastification des océans, développement de solutions d'adaptation des villes côtières (gestion intégrée du littoral, gestion souple du trait de côte...), réduction des impacts du transport maritime et des activités portuaires (électrification, nouvelles propulsions...), préservation de la biodiversité marine, restauration des mers et océans, surveillance des océans en temps réel (ex. : complémentarité entre les 4 700 flotteurs Argo installés et les solutions satellitaires).

Chimie du végétal - Produits biosourcés

La filière du biosourcé n'est pas nouvelle en soi : Il existe déjà un écosystème dédié avec un pôle de compétitivité, des événements ciblés, et des entreprises spécialisées dont le marché représenterait 38 M€ en Europe, dont 7,5 M€ en France. Cependant, là-encore, la tendance est à l'accélération. D'une part, l'avenant du contrat de filière Chimie et Matériaux signé début octobre 2021 prévoit de « développer la filière chimie biosourcée et issue des biotechnologies pour renforcer la compétitivité et la souveraineté de l'industrie chimique ». D'autre part, le gouvernement a lancé en décembre une stratégie d'accélération « Produits biosourcés et biotechnologies industrielles - Carburants durables » dotée de 420 M€ de soutiens publics du PIA pour mener des appels à projets régionaux ou nationaux, comme l'AAP 'Produits biosourcés et biotechnologies industrielles' de janvier 2022. En parallèle, la RE2020 intègre l'obligation d'augmenter la part de matériaux biosourcés dans le bâtiment. Le Cerema et Biobuild Concept travaillent d'ailleurs ensemble à « développer les filières de matériaux bio- et géo-sourcés dans les bâtiments et proposer des offres de services conjointes » en application d'une convention-cadre de partenariat signée en septembre. Car il ne s'agit pas seulement de développer des produits mais il faut aussi faire en sorte qu'ils soient utilisés. Plusieurs filières sont en émergence comme celle des bioplastiques à base de PHA ou celle destinée à valoriser le CO₂ en nouvelles molécules avec des projets qui commencent à dépasser le stade académique.



Gestion des risques

Globalement, la gestion des risques reste au cœur de l'actualité. Pour mieux les évaluer et quantifier leurs impacts, les solutions d'analyse, de mesure et de contrôle gagnent en précision. Au niveau industriel, la prévention passe par une connaissance accrue des risques sur les sites selon les matières et substances traitées. Un dispositif de vigilance renforcée a été mis en place en juillet 2021 pour certaines ICPE et l'obligation de tenir à jour l'état des matières stockées est entrée en vigueur au 1^{er} janvier 2022. Des développements portent aussi sur la cybersécurité des sites (ex. : certification Quali-SIL).

De nouveaux risques apparaissent. Certains sont liés à la mise en œuvre de la transition énergétique (ex. : composants des batteries, hydrogène...) ou de l'économie circulaire (ex. : incendie dans les installations de déchets). D'autres se situent plus à la croisée des risques industriels et naturels comme le risque NaTech qui désigne l'impact des événements météorologiques tels que pluies, inondations, tempêtes ou fortes chaleurs sur les installations industrielles.

Les risques sanitaires couvrent les risques liés aux pollutions chimiques des milieux (air, eaux, sols), ceux liés aux agents physiques (champs, ondes) et les risques microbiologiques (virus, bactéries, parasites). Les risques liés aux plastiques continuent de prendre de l'importance au fur et à mesure de la découverte de l'ampleur des pollutions (micro- et nanopolluants).

Les risques naturels et climatiques pèsent de plus en plus sur la société. En 2021, le coût des catastrophes naturelles dans le monde serait de 250 milliards de dollars selon Swiss Re, un spécialiste de la réassurance. L'appel à projets AMITER « Mieux aménager les territoires en mutation exposés aux risques naturels » lancé en 2021 par le ministère de l'Ecologie a retenu 18 projets d'aménagement sur 64 dossiers candidats. Par ailleurs, un projet de loi portant sur la réforme de la gestion des risques climatiques en agriculture était encore à l'étude début 2022. Dans tous ces domaines, les systèmes d'alerte se font toujours plus innovants, rapides et précis et des solutions curatives continuent de voir le jour.



Coup de booster sur le risque microbiologique

La réflexion sur les risques microbiologiques n'est pas la résultante de la pandémie du Covid-19, mais incontestablement la sensibilité plus largement partagée sur le sujet change la donne. Elle offre aux acteurs actifs sur les questions de santé-environnement une chambre d'écho pour accélérer le développement de solutions novatrices, tant en détection précoce et rapide de risques microbiologiques qu'en traitement. Ce mouvement de fond touche ainsi les moyens d'analyse rapide et précise des microorganismes pathogènes (bactéries, virus, champignons) dans diverses matrices (eau, air, aliments, sols...). La compétition est animée au plan européen (avec une belle présence française), avec des technologies très novatrices et souvent faciles à mettre en œuvre. Au-delà de la RT-PCR très démocratisée par la crise sanitaire, ce sont des solutions de PCR-Digitale, de cytométrie, d'ATPmétrie, de RT-Lamp, de biomarqueurs, de microfluidique, d'empreintes moléculaires et autres approches spécifiques qui sont disponibles pour couvrir de nombreux cas de figure de suivi microbiologique en industrie, dans les eaux ou dans l'air. A cela s'ajoute une accélération dans la conception de dispositifs de désinfection ou de protection contre ces risques. Nombre de solutions de traitement non chimique, basées sur les UVc ou d'autres approches d'oxydation avancée innovantes (plasma froid ou d'autres formes d'ionisation, photochimie...), parfois en combinaison, ont ainsi dopé ce marché, en complément des solutions de multi-filtration, voire de solutions biologiques. De même, l'innovation est active dans le champ des matériaux, des revêtements ou de molécules durables présentant des effets bactéricides, virucides ou fongicides.

Aménagement urbain & construction durable

La France a lancé une stratégie d'accélération « Solutions pour la ville durable et les bâtiments innovants » en juin 2021. Financée à hauteur de 675 M€ par le Plan de Relance et le PIA4, cette stratégie comprend notamment un AMI Programme de recherche sur la ville durable et les bâtiments innovants (40 M€), des démonstrateurs de la ville durable (305 M€), le développement de compétences (70 M€) et les territoires numériques durables (30 M€).

Parmi les thématiques clés figurent la numérisation et la décarbonation des mobilités (ex. : transport par câble), les solutions d'adaptation (ex. : dispositifs de lutte contre les îlots de chaleur, autres solutions identifiées sur la plateforme Adaptaville) et la logistique urbaine durable. Domaine en plein essor (cf. +12,6 % en volume de colis pour 2020 et +8 % par an prévus jusqu'à 2025), la logistique urbaine fait d'ailleurs l'objet d'une stratégie dédiée, d'appels à projets ou encore de diverses 'solutions du dernier km...'). L'aménagement paysager connaît également des avancées, dans un contexte à la fois de lutte

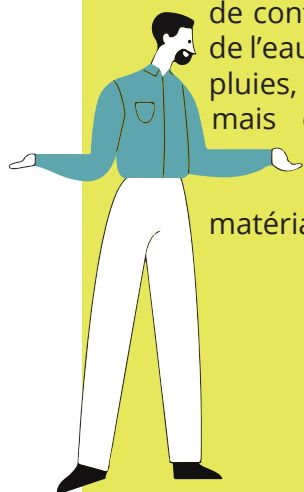
contre le changement climatique, de maîtrise de l'utilisation des ressources et de développement de la nature en ville.

La nouvelle réglementation RE2020 est finalement entrée en vigueur le 1^{er} janvier 2022. Visant surtout à prioriser la sobriété énergétique et la décarbonation et à réduire l'impact carbone de la construction des bâtiments tout en garantissant le confort en cas de forte chaleur, elle devrait voir ses exigences renforcées tous les trois ans jusqu'à 2031. A noter également : le Plan Bâtiment Durable a lancé en janvier 2022 un appel à contributions en vue de « rendre les projets immobiliers et urbains plus vertueux ».

De son côté, le CSF « Industries pour la construction » a signé mi-novembre l'avenant de son contrat de filière afin, notamment, d'accélérer sur la décarbonation, l'économie circulaire et la numérisation. Construction bois, utilisation de biosourcé, préfabrication et massification de la rénovation constituent les principaux points d'évolution.

Ilots de chaleur et perméabilité : même combat

Avec 8 personnes sur 10 résidant en zone urbaine en France, les épisodes de surchauffe urbaine qui deviennent récurrents ont des répercussions considérables sur la santé et le confort des populations mais aussi des impacts certains en termes d'énergie (climatisation). En plus de mobiliser les centres de recherche nationaux, le sujet est désormais investi par des entreprises innovantes proposant des outils de diagnostic, d'évaluation ou de modélisation de ces phénomènes qui sont autant d'aides à la décision pour les aménageurs, privés et publics, pour choisir de manière objective les aménagements et architectures ainsi que les techniques d'atténuation les plus efficaces dans une configuration donnée. Car ces îlots de chaleur ne sont pas une fatalité et de multiples leviers d'action sont possibles, comme le montre l'offre grandissante de solutions. Cela passe par des peintures réfléchissantes et non absorbantes dont l'offre s'étoffe rapidement (en toiture mais aussi désormais au sol), des revêtements de sols minéraux drainants et rétenteurs d'eau qui permettent à la fois de contribuer à atténuer les effets de la chaleur (évaporation de l'eau contenue) tout en assurant une parade lors des fortes pluies, des solutions de surfaces végétalisées sur bâtiment mais également dans les aménagements de parkings (voire désormais de voies piétonnes), ou encore des innovations plus en rupture telle que la conception de matériaux structurels auto-rafraîchissants.



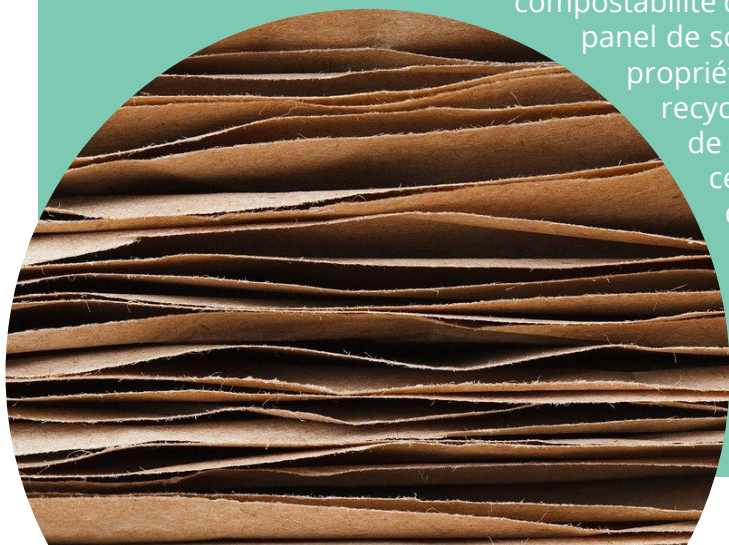
Ecoconception

Aujourd'hui, la moitié des émissions de GES et plus de 90 % de la perte de biodiversité et du stress hydrique sont liés à l'extraction et la transformation des ressources. Selon le Parlement européen, jusqu'à 80 % des impacts des produits sur l'environnement sont déterminés lors de leur phase de conception. Mais en parallèle, la consommation mondiale de matières et la production de déchets devraient continuer de croître à l'échelle globale. Face à cela, l'écoconception commence à prendre son essor (ACV, intégration de matières recyclées, performance énergétique, réduction des substances chimiques nocives, gestion de fin de vie des produits...). Selon le Baromètre Ecoconception - édition 2020 de l'ADEME, le sujet progresse dans les entreprises, analyse confirmée depuis par une étude du déploiement de l'écoconception réalisée par l'association Record. L'ADEME propose différents outils dans son pack Ecoconception qui associe l'appel à projets Perfecto, des aides aux pré-diagnostics et à la communication et un soutien aux études et investissements. Et France Relance a prévu un soutien à l'écoconception pour trois secteurs spécifiques : numérique, mode et alimentation. Dans le cadre de l'initiative européenne relative aux produits durables, la directive Ecoconception de 2009 est en révision et devrait aboutir en 2022.

En France, le nouveau contrat du CSF « Transformation et valorisation des déchets » (avenant du 24 juin) prévoit de progresser sur la recyclabilité des produits et emballages mis sur le marché. De son côté, le Conseil national de l'économie circulaire (institué en novembre 2021 à la place du Conseil national des déchets) intègre l'écoconception des produits, l'économie de la fonctionnalité, la réparation et le réemploi. A noter également, l'approche biomimétique continue son essor avec un nombre croissant d'acteurs. Dans une note scientifique publiée en décembre 2021, l'OPECST appelle d'ailleurs à l'élaboration d'une feuille de route de la filière et incite à référencer précisément les projets bio-inspirés dans les appels à projets.

L'essor de pistes alternatives aux plastiques pétrosourcés

Que ce soit pour les produits à usage unique ou pour l'emballage, contraints par des échéances réglementaires ou une attente du marché, les solutions alternatives aux plastiques traditionnels se multiplient. Elles parviennent surtout désormais à conjuguer des propriétés de biodégradabilité et compostabilité avec de fortes exigences techniques (effets barrières aux gaz, à l'eau, aux graisses, imprimabilité, transparence, processabilité, souplesse, résistance mécanique, etc.). Portée autant par des groupes installés que par des TPE et PME innovantes, la gamme de matériaux alternatifs est très diverse : des biopolymères aux propriétés grandissantes (tenue mécanique, biodégradabilité et compostabilité domestique, hydrosolubilité, etc.) mais surtout un large panel de solutions cellulosiques qui défient le plastique dans ses propriétés tout en conservant ses atouts intrinsèques de recyclabilité et de biodégradabilité. Illustrée par la création de la chaire industrielle à Grenoble « Cellulose Valley », cette tendance inclut de multiples axes de travail tels que de nouveaux revêtements biodégradables de couches cellulosiques, des additifs biosourcés modifiant les propriétés des papiers, des fonctionnalisations moléculaires de la cellulose, des formulations intégrant des poudres céramiques ou encore des expertises en microfibrilles de cellulose.



Responsable de 30 % des émissions de GES en France, le secteur des transports constitue un des leviers majeurs pour décarboner l'économie (transport de marchandises et déplacement des personnes). La France a lancé une stratégie d'accélération pour la « digitalisation et la décarbonation des mobilités » en octobre 2021. Dans ce cadre, 570 M€ du PIA4 seront consacrés à trois domaines spécifiques : le ferroviaire, la mobilité routière automatisée, connectée et bas carbone (y compris le potentiel des autoroutes électriques ou ERS) et la logistique dont la logistique urbaine fluviale. De même, 150 M€ iront au verdissement de la propulsion maritime et 50 M€ contribueront à rendre les aéroports plus intelligents. Le domaine de la mobilité des personnes est aujourd'hui marqué par le renouvellement des flottes de bus, le développement de nouvelles mobilités (électromobilité surtout), la mise en place de voies réservées ou de carrefours intelligents, la mobilité individuelle à la demande (robots-taxis) ou collective (navettes), le transport par câble et, plus largement, par l'amélioration de l'espace public pour un usage multimodal, accueillant les mobilités douces. En plus de l'offre croissante de véhicules - hybrides ou 100 % électriques - et du développement des infrastructures de recharge (près de 50 000 points de recharge ouverts au public à fin octobre 2021 et nouvelle aide de la Banque des Territoires pour en financer dans les copropriétés privées), l'essor de l'électromobilité passe aussi par le développement d'applis et autres solutions connectées permettant de modéliser les déplacements, de faciliter le stationnement, de favoriser le covoiturage, etc.

Le défi des points de distribution des « nouvelles énergies »

Avec la décarbonation massive attendue, via l'électrification des flottes (directe ou via l'hydrogène) ou les motorisations utilisant du GNV (et donc du bioGNV en version décarbonée), se pose le défi du maillage du territoire en stations et bornes de distribution de ces nouvelles énergies. Ce domaine fourmille de nouveaux acteurs, apportant des briques technologiques multiples pouvant répondre à des contraintes et conditions d'usage très diverses. Outre l'accélération des offres dans les bornes électriques ultra-rapides, on voit fleurir des offres de stations-services « clés en main » (électrique, hydrogène, GNV/BioGNV) et des expertises industrielles pour répondre aux besoins de stations de distribution d'hydrogène décentralisées (diverses tailles et pressions de service). On constate aussi l'avènement de solutions techniques ou de « Business Models » spécifiquement pensés pour des co-propriétés, des commerces ou encore des parkings (mobilité des chargeurs par exemple), voire pour permettre des partages de prises entre particuliers. La tendance est aussi aux premières expérimentations de charge sur route par induction mais surtout à l'émergence de la bidirectionnalité pour permettre les intégrations « Vehicle to grid » et pour offrir la possibilité de piloter la charge des véhicules de manière intelligente (voire la décharge) dans un contexte de microgrids.



Efficacité énergétique

L'UE a pour objectif de devenir le premier continent neutre en carbone d'ici 2050 (cf. package « Fit for 55 » et révision des directives concernées). Atteindre cet objectif suppose avant tout de renforcer les ambitions en matière d'efficacité énergétique, i.e. en gros de moins consommer d'énergie pour un même usage (transports, bâtiment, industrie, NTIC...). La France a lancé en avril 2021 un plan national de rénovation énergétique des bâtiments dans une optique de massification et de lutte contre la précarité énergétique : près de 14 Md€ seront alloués au financement des travaux auxquels s'ajoutent 5 Md€ de CEE. En parallèle, la RE2020 s'attache à prioriser la sobriété énergétique et la décarbonation et à réduire l'impact carbone des constructions neuves. A noter : on parle de plus en plus de « primauté à l'efficacité énergétique » alors que, pendant longtemps, l'accent a été mis sur les seules énergies renouvelables. Particulièrement vaste puisqu'il concerne tous les secteurs et pas seulement l'énergie et le bâtiment, le domaine de l'efficacité énergétique voit une forte émergence de nouveaux acteurs proposant des solutions de matériaux innovants et des technologies toujours plus appuyées sur le numérique et la gestion de données, complémentaires à l'isolation thermique et la production énergétique locale. Autre aspect fondamental, l'optimisation des gains de rendement voit elle aussi croître le nombre d'offres intéressantes. Sans oublier la nécessité de mieux dimensionner les réseaux et de les rendre plus flexibles ou encore le développement des réseaux de chaleur ou de froid. Enfin, notons que, à l'échelle territoriale, les boucles locales énergétiques commencent à se déployer, permettant ainsi de favoriser à la fois l'autonomie, la résilience des réseaux, la réduction des pertes et les nouveaux services.

Vers un « froid » plus efficient et durable

Les problématiques de production de froid, que ce soit pour des besoins industriels, commerciaux, de transport ou de climatisation, constituent un enjeu majeur pour la transition écologique et énergétique, du fait d'un besoin grandissant de ce service, intrinsèquement énergivore. A cela s'ajoute le défi de s'affranchir ou substituer des fluides réfrigérants prochainement interdits. D'où une émulation très forte sur le marché, en France et tout autant en Europe, pour développer des solutions qui réduisent drastiquement l'empreinte carbone de ces filières et répondent aux enjeux des fluides frigorigènes. De ce fait, les technologies se diversifient pour répondre aux différents usages : du froid magnétique à la thermoacoustique, en passant par l'optimisation des approches de rafraîchissement adiabatique, des machines à adsorption, le froid solaire, des techniques mettant en œuvre des cryopompes efficaces et de nouvelles approches de coulis de glace. Sans compter le développement de nouveaux fluides frigorigènes plus respectueux de l'environnement, de solutions spécifiques pour le transport en froid dirigé, de matériaux novateurs, de solutions de stockage massives et innovantes et même de solutions de climatisation sans consommation d'énergie.



Energies renouvelables et de récupération

En plus d'optimiser l'efficacité énergétique et l'usage des énergies, le nouveau contrat de filière « Systèmes énergétiques » signé début novembre 2021 vise à développer une offre d'énergie renouvelable et décarbonée compétitive. A début 2022, la stratégie d'accélération pour les technologies avancées des systèmes énergétiques prévue dans le cadre de France 2030 était toujours en cours d'élaboration. Elle doit porter sur l'éolien, le solaire, les réseaux électriques ainsi que l'intégration sectorielle et le socle numérique.

En matière de gaz renouvelables, l'hydrogène constitue une filière phare avec l'accent mis sur l'hydrogène décarboné pour « faire de la France le leader dans le domaine ». Au-delà des efforts massifs sur l'électrolyse, de nouvelles voies de production et d'usages sont explorées. De son côté, le secteur du biogaz et de la méthanisation continue son essor. D'autres enregistrent des évolutions notables. C'est le cas des énergies marines (éolien offshore, hydrolien, houlomoteur, énergie thermique des mers (ETM)...) mais aussi de la chaleur renouvelable et de récupération. A titre d'exemple, une accélération pour le développement de la filière CSR a été annoncée lors du CSF « Transformation et Valorisation des Déchets » en juin 2021. Au final, c'est toute une économie circulaire des énergies bas-carbone qui est en train de se développer.

Relais de croissance pour le photovoltaïsme

Au-delà des progrès qui continuent de s'opérer sur les technologies photovoltaïques pour gagner en rendement, en durabilité et en coûts de production, la filière photovoltaïque s'épanouit avec des modes d'intégration et d'installation alternatifs aux bâtiments ou aux centrales au sol. On note en particulier une accélération de l'agrivoltaïsme, avec une activité qui se fédère (France Agrivoltaïsme), qui définit un référentiel normatif et qui démontre la synergie entre production photovoltaïque et production agricole, réduisant notamment les risques climatiques (stress hydrique et gel). Les modes d'intégration sont multiples (en serre, en couverture de culture, avec des trackers mais aussi des solutions d'intégration verticale sur de longs linaires en bordures de pâturage) et les outils intelligents gérant données agronomiques et solaires s'affinent. L'agrivoltaïsme s'inscrit aussi dans une logique d'optimisation économique de la filière solaire, réduisant la pression économique sur les friches et terrains dégradés, très convoités par les développeurs. On retrouve la même logique dans les démarches en émergence d'intégration en vertical de panneaux bifaces sur de longs linéaires (berges, axes routiers, etc.) et dans l'accélération des projets de solaire flottant, approche pour laquelle des ambitions sont très clairement affichées par les développeurs sur le territoire français, mais également où on note l'émergence de nouvelles offres techniques visant à gagner en robustesse et durabilité.

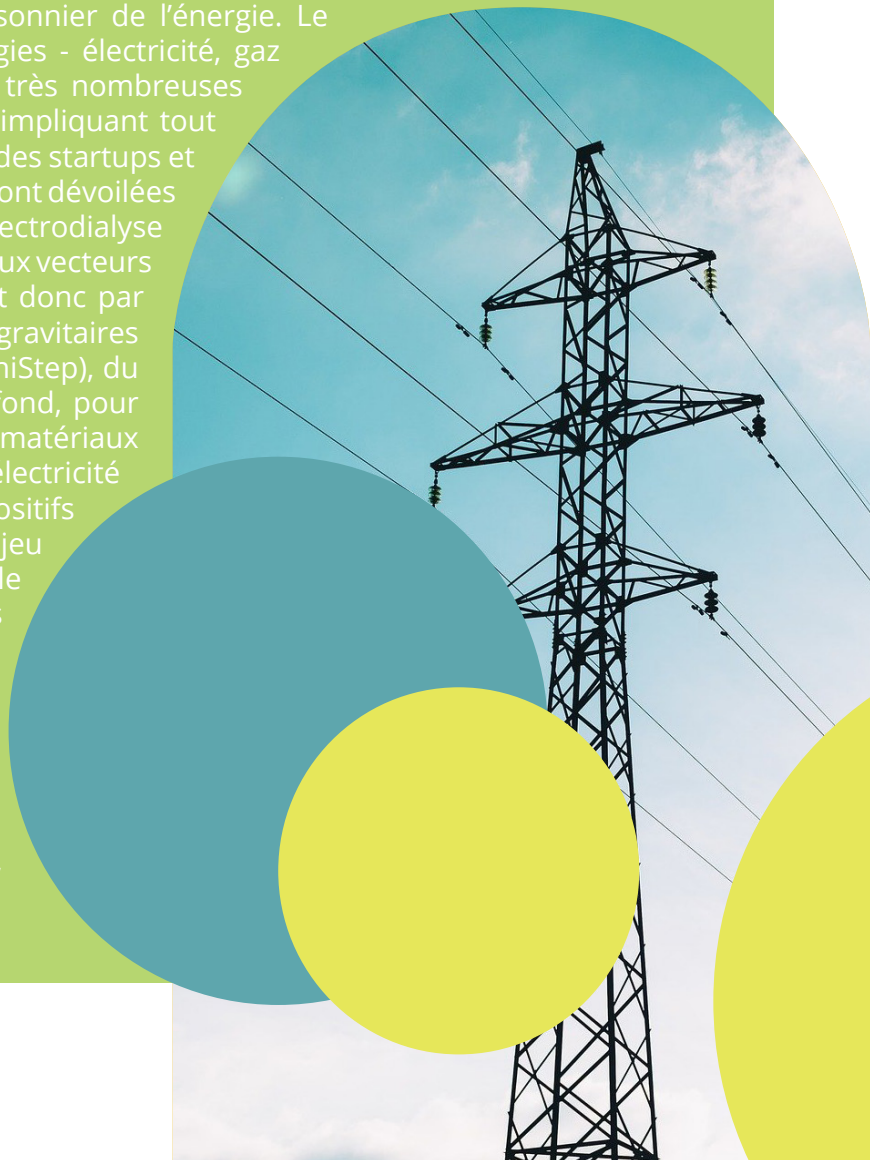


Stockage de l'énergie

Que ce soit pour l'électricité, la chaleur ou le gaz, le stockage connaît un essor considérable et les technologies continuent d'évoluer et de se diversifier (stockage gravitaire de masse d'eau, stockage dynamique ou électrochimique pour l'électricité, stockage de chaleur latente ou sensible, sous forme chimique ou avec production d'hydrogène, etc.). Selon Bloomberg, le marché pourrait se multiplier par 20 entre 2020 et 2030, passant ainsi de 17 GW à 358 GW sur la période. Si le stockage embarqué est déjà mature (cf. batteries lithium ou autre), des évolutions sont encore attendues sur le stockage stationnaire, en particulier dans le domaine des réseaux, avec des atouts majeurs dans la conception, le dimensionnement et le pilotage des smart grids ou microgrids. Une question émergente en corollaire est celle du recyclage ou de la réutilisation des batteries qui voit une filière se structurer. Par ailleurs, face aux besoins croissants de métaux critiques et de sécurisation des approvisionnements, plusieurs acteurs se positionnent dans la récupération de lithium. Le projet de production de lithium à partir de saumure géothermale qui a été testé et validé fin 2021 sur le site de Soultz (Bas-Rhin) pourrait être répliqué dans d'autres régions.

Stockage massif et/ou saisonnier d'énergie : des voies alternatives

Parallèlement à une dynamique persistante d'innovations et de développements industriels autour du stockage électrochimique de l'électricité et en particulier le développement de nouvelles électrochimies, nouveaux composants, hybridations et pilotages intelligents (voir le cahier des tendances 2021), se pose la question plus spécifique du stockage massif et/ou saisonnier de l'énergie. Le sujet concerne toutes les formes d'énergies - électricité, gaz renouvelables et chaleur - et suscite de très nombreuses initiatives et innovations technologiques impliquant tout autant de grands groupes industriels que des startups et PME innovantes. De multiples approches sont dévoilées et explorées : des batteries rédox, de l'électrodialyse réversible, des volants d'inertie, de nouveaux vecteurs liquides de stockage d'hydrogène vert (et donc par ricochet d'électricité), diverses solutions gravitaires (solides ou liquide comme les Step ou miniStep), du stockage géologique (plus ou moins profond, pour la chaleur ou les gaz renouvelables), des matériaux massifs pour la chaleur, du stockage d'électricité par voie cryogénique, des nouveaux dispositifs de stockage en air comprimé... Enjeu majeur de la transition énergétique, le stockage de toutes les formes d'énergie bénéficie ainsi d'un large panel d'expertises et de pistes de progrès et d'innovation, très souvent complémentaires car répondant à des configurations et à des besoins différents (durée de stockage, densité, capacité, puissance, réactivité, coût).



Sites & Sols

Le secteur Sites & Sols reste fondamentalement axé sur les questions de sobriété foncière et de lutte contre l'étalement urbain. La protection des sols est également au cœur de l'actualité avec, essentiellement, la stratégie adoptée par l'UE en novembre qui, outre une loi 'santé des sols', met l'accent sur la gestion durable, l'économie circulaire, la restauration des terres dégradées, les actions contre la désertification et l'augmentation de la teneur en carbone des sols agricoles.

La France entend re-fonctionnaliser les milieux (cf. Fonds Friches démarré à 300 M€ dans France Relance mais revu à la hausse depuis, ou encore l'AMI « Territoires Zéro Artificialisation Nette »).

La réutilisation des terres excavées (au potentiel estimé à 50 % par l'étude GeoBaPa), les polluants émergents et leurs transferts (projet Ipanema) ou encore la valorisation des sédiments restent au cœur de l'actualité, sans oublier les avancées en matière de mesure (ex. : nouvelles technologies de mesure pour l'analyse rapide des sols).



Des efforts concentrés sur la refonctionnalisation des sols

La recherche de moyens de restaurer des fonctionnalités aux sols dégradés est un axe large qui concerne tout autant les sols urbains et industriels que certains territoires agricoles, ouvrant la voie à des solutions très diverses. Dans le monde urbain, le terme de « Technosols » vient couvrir tout un pan d'activités d'entreprises innovantes capables de traiter et organiser des sols ou des terres excavées, parfois avec des matériaux recyclés voire des déchets et avec l'apport d'une expertise biologique (plantes, microorganismes, matières fertilisantes, mycorhizes, etc.). Et aussi approches de phyto-remédiation qui permettent de leur redonner une bonne fertilité, une bonne perméabilité et une capacité à abriter de la biodiversité. Cette réflexion n'est pas sans lien avec le monde agricole, via parfois un usage pertinent et maîtrisé de terres excavées dans des projets agronomiques, mais aussi avec des offres spécifiques au monde agricole, dans une logique d'agro-écologie visant à revitaliser des sols abîmés par des pratiques culturelles agressives pour les sols sur le long terme (polluants métalliques ou organiques, structuration des sols, biodiversité, etc.).





Métrologie environnementale

Elément clé dans l'ensemble des domaines environnementaux (énergie, climat, pollution, biodiversité...), la métrologie couvre des instruments toujours plus intelligents, autonomes, connectés qui permettent de piloter, surveiller, analyser les milieux et émissions mais aussi de gérer les données produites par les flux de mesures. Toujours plus compacts et précis, ces instruments deviennent moins consommateurs en énergie et/ou réactifs, en particulier grâce aux approches d'écoconception. Au-delà des capteurs intelligents et de l'intelligence artificielle (IA), d'autres technologies clés se confirment comme la blockchain ou les technologies quantiques. Enfin, la recherche de nouveaux débouchés constitue un des enjeux du secteur, à côté de l'optimisation des instruments et procédés et de leur numérisation. En parallèle aux mesures chimiques et aux techniques analytiques, la biosurveillance (i.e. détection des polluants dans un milieu par l'observation de leurs effets sur un organisme) continue son essor, en parallèle à la structuration de la filière.

Du contrôle à l'optimisation industrielle

Si le marché de l'analyse est toujours fortement porté par des exigences de contrôles réglementaires, les évolutions technologiques engagées depuis plusieurs années allant vers plus de rapidité, de précision et fiabilité, de compacité, de suivi en continu et de réduction des coûts ouvrent très largement le champ des usages des outils d'analyse et des données générées. A cela s'ajoutent les fonctionnalités de connectivité et d'efficacité énergétique qui contribuent à ce que ces innovations analytiques et métrologiques, très largement initiées par des startups et PME innovantes en parallèle des grands acteurs du secteur, soient intégrées sur de très nombreux points de monitoring au plus près des process et non plus seulement en fin de cycle (dans les zones d'émissions). Ces multiples données (valorisées en outre par des nouveaux outils d'intelligence artificielle et de « data analytics ») ouvrent alors la possibilité de détecter très tôt des dérives, d'éviter des gaspillages de matières premières (ex : via le contrôle qualité automatisé), de faciliter une maintenance prédictive et au final d'affiner les pilotages, induisant alors une réduction de consommation d'énergie, d'eau ou de réactifs sans oublier une réduction des risques. L'analyse et la métrologie tendent ainsi à devenir des outils productifs au service de la durabilité et de la compétitivité des activités industrielles.

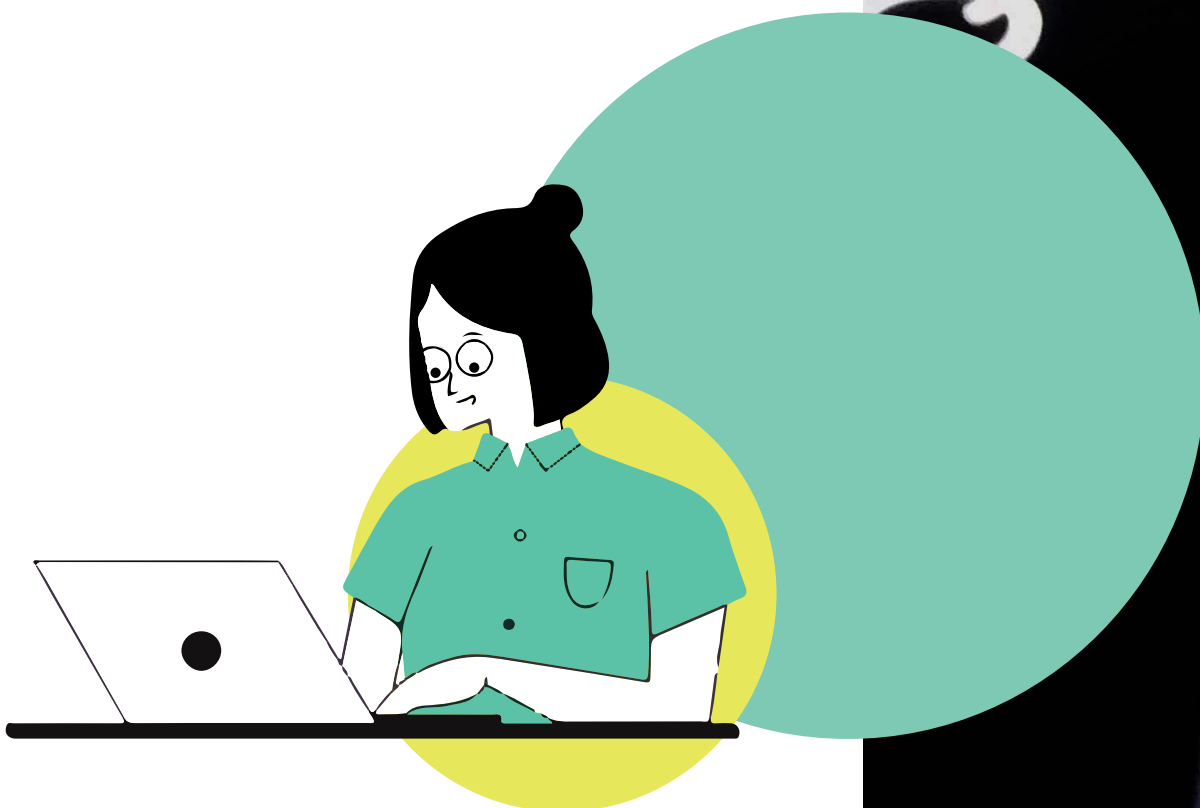


Nouveaux marchés

Changement de braquet pour le GreenIT

Avec un poids énergétique estimé à 6 % de la consommation d'énergie primaire (et le double d'ici 2025), le numérique est face à un défi de sobriété dont la filière s'est largement saisie, avec une accélération constatée des développements de solutions de GreenIT aux multiples facettes. De nouveaux acteurs se spécialisent dans l'évaluation et le diagnostic des pratiques et équipements numériques, dans l'optimisation logicielle et la conception de systèmes d'information sobres en énergie ou dans le développement d'outils logiciels et de services réduisant cette empreinte (ex : messageries instantanées écoresponsables, emailing optimisé, etc.).

Le monde de datacenters poursuit sa mue énergétique et continue de faire l'objet de nombreuses innovations (en particulier sur les problématiques de refroidissement et valorisation de la chaleur), tout comme le marché du reconditionnement enregistre une croissance exponentielle. Il faut aussi intégrer à cette mouvance l'accélération massive de la conception des composants électriques et électroniques qui, par de multiples voies, permettent de gagner en sobriété et efficacité (énergie et matériaux) à l'image de nouveaux moyens de stockage de données plus denses limitant la consommation d'énergie et de matériaux ou la conception ou le traitement de semi-conducteurs à la fois plus robustes (durée de vie augmentée) et plus efficaces (plus petits, moins consommateurs). En ajoutant les solutions d'auto-alimentation pour l'IoT évitant le recours à des microbatteries ou des innovations sur les réseaux de télécoms, on comprend la diversité des initiatives possibles pour contrôler l'empreinte du numérique et conjuguer ainsi croissance numérique et écoresponsabilité.



Filières transverses

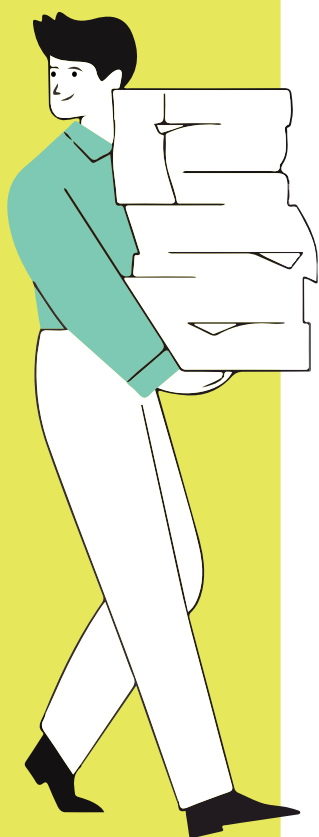
L'IA: un atout pour la transition écologique et énergétique

Les acteurs des écotechnologies ont toujours déployé des logiciels pour accompagner le pilotage de leurs activités. Mais avec l'avènement de nouveaux moyens de génération et collecte de données (dont l'IoT) s'est ouverte une nouvelle ère visant à mieux exploiter ces sources de connaissances, notamment via les outils d'intelligence artificielle et de data analytics. Ceux-ci investissent le paysage des écotechnologies en offrant l'opportunité de dépasser les analyses statistiques, les principes de seuils d'alerte et les modèles figés. L'IA peut ainsi apprendre du passé et détecter des dérives précocement, détecter des signaux faibles, anticiper des évolutions. Elle peut servir à comprendre des comportements, identifier des corrélations statistiquement non visibles entre données ou encore analyser des images et des sons ou aider à la construction de « jumeaux numériques ». Cette puissance d'interprétation est valorisée dans de multiples domaines environnementaux : maintenance prédictive, mobilité, aménagement urbain, collecte, tri et gestion des déchets, application anti-gaspillage, recherche de fuites, planification de travaux ou de tournées, pilotage optimisé de process, analyse industrielle, prévention des risques (pollutions, inondations, incendies...), suivi de biodiversité et agro-écologie et très largement tous les domaines de l'énergie et du bâtiment. Aujourd'hui très largement adoptée et à la source de multiples startups, l'expertise d'intelligence artificielle devient ainsi un outil d'efficacité et contribue à consolider le pont entre environnement et économie.



Le potentiel environnemental des satellites s'affirme

En dehors de la météorologie, le secteur spatial et des satellites a longtemps été réservé au monde des télécoms ou de la défense. Mais il investit progressivement celui de la transition écologique et énergétique. S'ouvrent ainsi de nouvelles activités avec des entreprises qui proposent d'exploiter les images et données satellites (parfois couplées à d'autres données) à des fins de tourisme durable, de gestion des risques (incendie, inondation, efflorescence de cyanobactéries ..), de gestion des actifs territoriaux et urbains (îlots de chaleur), en agro-écologie (pour déterminer le stockage de carbone, ajuster les intrants à leur juste niveau nécessaire selon les parcelles, irriguer mieux...), ou pour suivre des pollutions (CO₂, particules, méthane), détecter des fuites sur de grandes étendues, soutenir de nombreux services marins, maritimes ou côtiers... Ces exemples non exhaustifs sont amenés à s'élargir car le mouvement s'appuie à la fois sur le potentiel des outils numériques pour exploiter ces données spatiales mais aussi sur la structuration d'une offre de micro ou nano-satellites dont la vocation est de créer des constellations facilement déployables pour de multiples usages civils, ouvrant de nouvelles perspectives pour le monde des objets connectés, même dans des zones reculées.

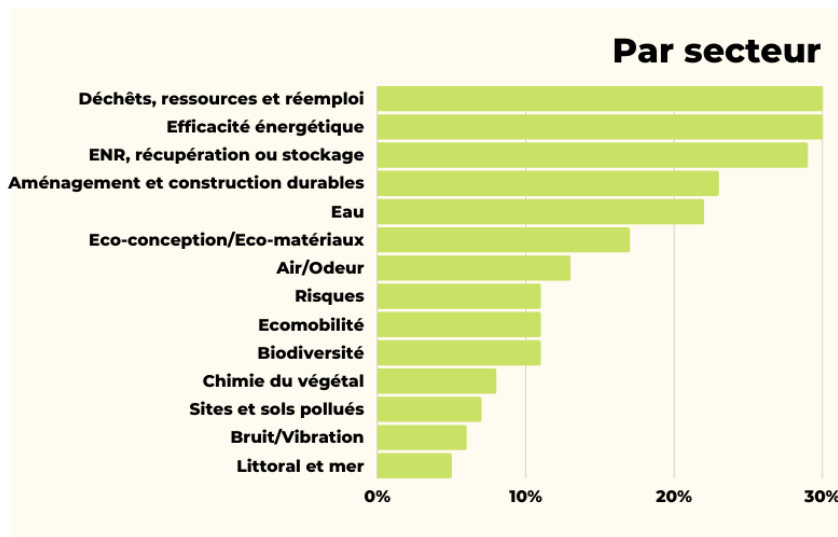
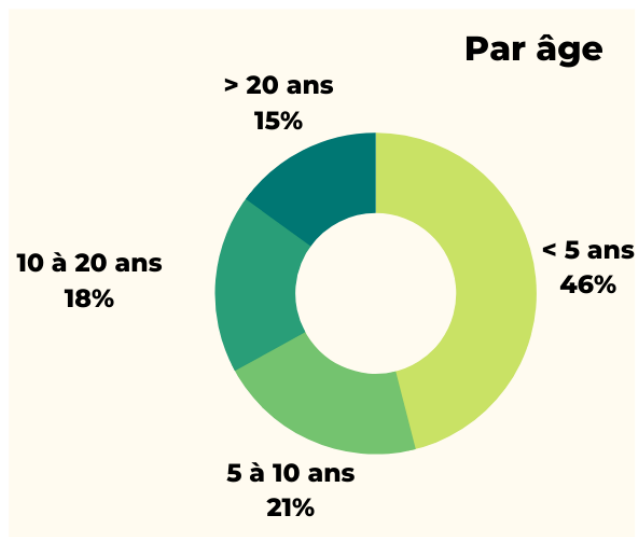


ECO-PME

Quel profil en 2022 ?

Il s'agit de petites entreprises avec **16 collaborateurs** en moyenne, dynamiques et innovantes, bien intégrées dans l'écosystème. 90% des entreprises veulent recruter dans les douze prochains mois. La majorité des profils en tension sont les ingénieurs et les commerciaux / technico-commerciaux.

PROFIL DES ENTREPRISES*



* Echantillon de 238 TPE-PME

Intégration dans l'écosystème et dynamisme des entreprises**

Ecosystème



78% ont indiqué appartenir à un réseau, cluster, un pôle de compétitivité, une fédération professionnelle

Reconnaisances



47% ont déclaré avoir un label ou une certification.

60% des entreprises ont déclaré être lauréates d'une reconnaissance en termes d'innovation.

Innovation



63% des éco-PME ont déclaré allouer une part de leur chiffre d'affaires à l'innovation. La part du CA consacré à l'innovation par ces entreprises est de 44% en moyenne. Ce chiffre est à relativiser car certaines jeunes start-ups consacrent 100% de leur CA aux activités R&D.

61% ont indiqué avoir déjà travaillé avec un laboratoire de recherche.



70% ont déclaré être éligibles au crédit impôt recherche

30% ont déclaré disposer du statut Jeune Entreprise Innovante (JEI).

International

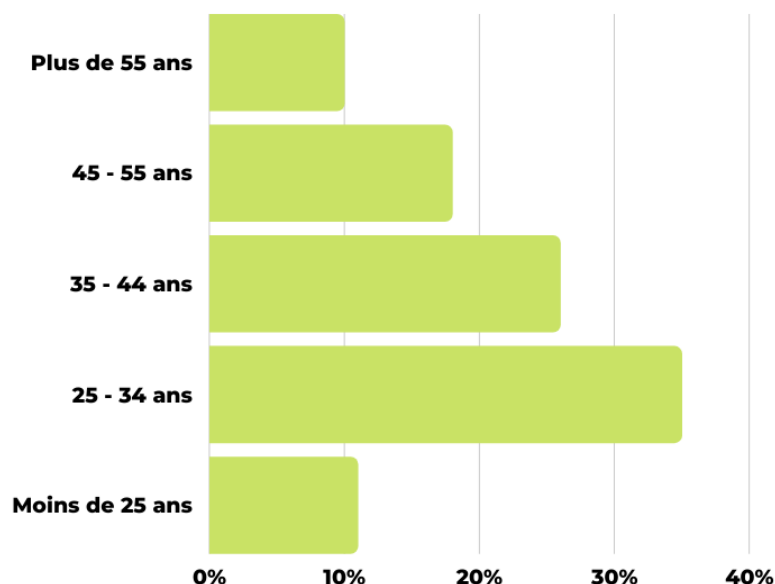


37% ont déclaré être actives à l'international. Le chiffre d'affaires moyen généré à partir de leurs activités à l'international est de **29%**. Ce sont les entreprises des secteurs énergie qui sont les plus présentes à l'international. Leurs zones prioritaires tous secteurs confondus sont l'Europe (88%), l'Afrique (37%) et l'Asie Pacifique (35%).

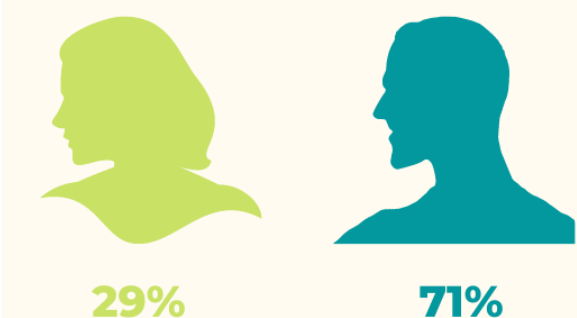
** Echantillon de 163 TPE-PME

PROFIL DES COLLABORATEURS

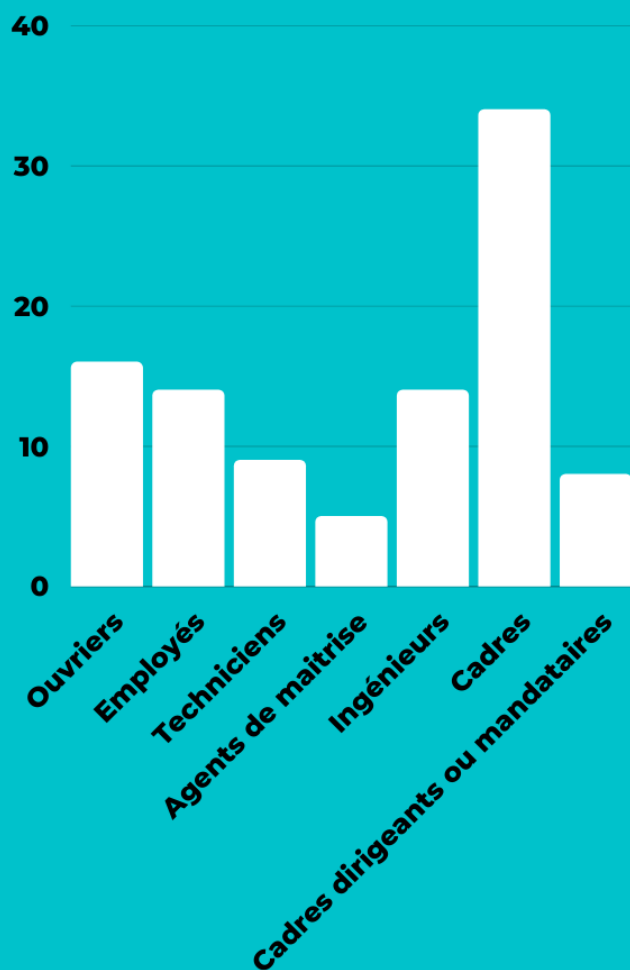
Répartition des collaborateurs par tranches d'âges



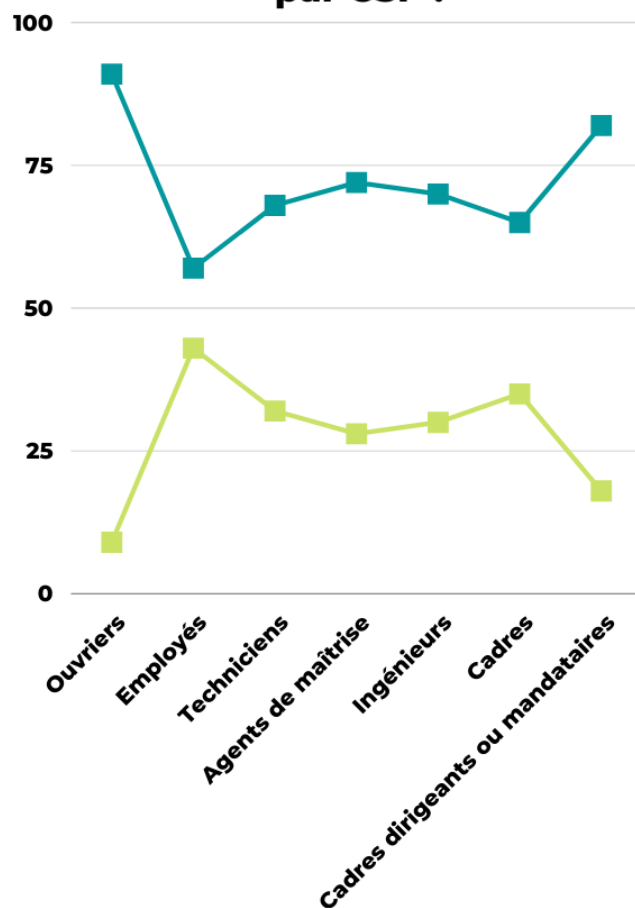
Répartition femmes / hommes



Répartition des salariés (CSP)



Répartition femmes/hommes par CSP :



90%
des entreprises
veulent recruter



LES MEMBRES DU PEXE



LES PARTENAIRES DU PEXE



Retrouvez les événements et annuaires du PEXE
pour valoriser les solutions françaises
et accélérer la transition écologique.

<https://www.ecoentreprises-france.fr/>



PEXE - LES ÉCO-ENTREPRISES DE FRANCE

**31 BIS, RUE DES LONGS PRÉS
92100 BOULOGNE-BILLANCOURT**

**COMMUNICATION@PEXE.FR
WWW.ECOENTREPRISES-FRANCE.FR**

Rédaction à la demande du PEXE avec l'appui de Cécile Cliquot de Mentque (Green News Techno) et Hélène Bouillon-Duparc, partenaires journalistes.

Comité de rédaction : Florence Jasmin, Sophie Gentils, Eloïse Briodin, Tiphaine Bocquet, Louise Ayné

Mise en page par Camille Ramaré - PEXE

Illustrations :

Photo by : dimitrisvetsikas1969, Shogun, jplenio, Ivan Bandura, xdigitalphotos, andreas160578, Engin_Akyurt, 652234, distelAPPArath, analogicus, jhenning, Pexels, Mareefe, PublicDomainPictures, marcinjozwiak, Andres Siimon, Ryan Riggins, Sam Albury, Markus Winkler, Scott Evans, Compare Fibre , Thibault Penin on Unsplash