



DÉPOLLUTION

L'innovation se déploie, facilitant l'arrivée de nouveaux entrants sur un marché dominé par les grands groupes

DÉPOLLUTION

L'innovation se déploie, facilitant l'arrivée de nouveaux entrants sur un marché dominé par les grands groupes

La question écologique remet au centre de l'attention les conséquences sanitaires de la dégradation de l'environnement. Imprégnation d'hydrocarbures dans les sols, rejets de composés chimiques dans les eaux, infiltration de polluants dans les nappes phréatiques, maladies respiratoires dues aux particules fines : la situation est critique et conduit à la mise en place de diverses mesures gouvernementales pour enrayer le phénomène.

Segments matures où les grands acteurs historiques affichent une place prépondérante, la dépollution des sols et des eaux voit l'émergence d'un écosystème de start-up apportant de nouvelles solutions à la problématique de la pollution. De son côté, celui de la dépollution de l'air se structure petit à petit. Le renouveau des opportunités et les progrès technologiques ravivent l'attractivité du marché, où la concurrence demeure globalement modérée mais progresse sur certains créneaux.

Se positionner dans la dépollution comporte néanmoins des risques : investissement dans la technologie, marchés publics parfois verrouillés, coûts de dépollution potentiellement complexes à évaluer... Dans un contexte financier incertain, les nouveaux acteurs doivent parvenir à capter les projets les plus solvables pour pérenniser leur activité et assurer un partage de la valeur qui leur soit favorable.



DANS CE DOSSIER

POINTS-CLÉS ET ENJEUX	4
UN MARCHÉ PROTÉIFORME AMENÉ À SE DÉVELOPPER	8
Dépolluer, une activité au large périmètre.....	8
Le ZAN remet en lumière l'intérêt de la restauration des friches.....	9
La pollution de l'air et de l'eau, des enjeux majeurs de plus en plus pris en compte...	13
Un contexte réglementaire favorable aux opérations de dépollution	15
Des initiatives pour innover dans le secteur.....	16
DÉPOLLUER LES SOLS : OPPORTUNITÉS DE MARCHÉ ET D'INNOVATION	17
Des promesses de croissance attractives	17
Les projets de réhabilitation se multiplient	19
L'innovation se développe sur le segment de la dépollution des sols.....	21
LA DÉPOLLUTION DE L'EAU, UN ENJEU AUX MULTIPLES FACETTES	27
La réutilisation des eaux usées, thématique croissante au sein des réseaux.....	27
Dépolluer les eaux émanant de l'industrie	31
La dépollution des océans et cours d'eau attire les start-up	35
LA DÉPOLLUTION DE L'AIR SE DÉVELOPPE PETIT À PETIT	40
La purification de l'air intérieur en plein essor	40
Dépolluer l'air extérieur, une tâche complexe	44
FORCES EN PRÉSENCE	48
Acteurs français positionnés dans la dépollution des sols.....	48
Acteurs français positionnés dans la dépollution de l'eau.....	49
Acteurs français positionnés dans la dépollution de l'air	51
Axes et phénomènes notables	52
LISTE DES ENTREPRISES CITÉES DANS L'ÉTUDE	53
LEXIQUE	55
SOURCES UTILISÉES	56

POINTS-CLÉS

Ce qu'il faut retenir

CHIFFRES-CLÉS

514

(2022)

millions d'euros

Chiffre d'affaires des entreprises adhérentes de l'UPDS (dépollution des sites)

10 %

(2030)

Objectif gouvernemental de réutilisation des eaux usées

185

(2021)

milliards de dollars

Marché mondial du traitement de l'eau

15,4

(2020)

milliards d'euros

Dépenses engagées contre la pollution des eaux en France

eaux superficielles et souterraines

17

(2023)

milliards de dollars

Marché mondial de la dépollution de l'air



26

(2026)

milliards de dollars

MOTEURS

POLITIQUE ENVIRONNEMENTALE

- ZAN et besoin accru de réhabiliter les friches
- Actions de lutte contre la pollution des eaux
- ZFE et attention croissante aux dégâts liés à la pollution de l'air

RÉGLEMENTATION SECTORIELLE

- Extension des obligations administratives et de la nécessité de recourir à des sociétés de dépollution
- Facilitation des opérations (tiers demandeur, souscriptions financières...)

INNOVATION

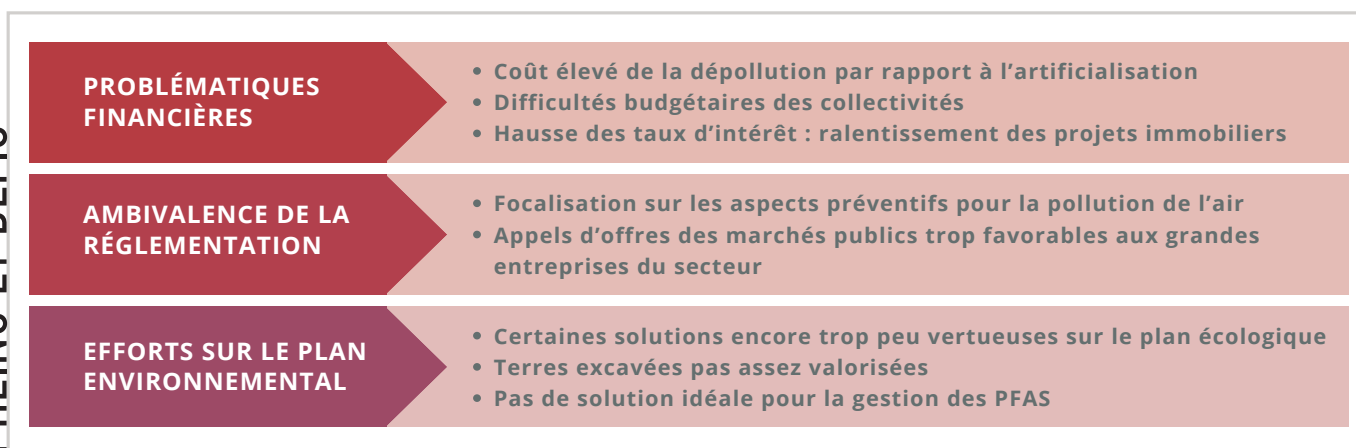
- Déploiement plus avancé de technologies numériques au sens large : capteurs, logiciels, spatial, robotique...
- Solutions basées sur la nature : biomimétisme, phytoremédiation...

POINTS-CLÉS

Ce qu'il faut retenir



FREINS ET DÉFIS



Se différencier par l'innovation, prérequis incontournable

Sur un marché mature, dominé par des acteurs établis depuis longtemps, les nouveaux entrants n'ont d'autre choix que de **proposer des innovations fortes** pour parvenir à se positionner. Deux voies principales émergent dans ce contexte : **les solutions bioinspirées**, c'est-à-dire basées sur la nature, ou **les innovations technologiques**, procédés mécaniques ou solutions numériques.

Au niveau de la dépollution des sols, **faciliter l'analyse des terres, la rendre plus rapide, plus fiable et moins coûteuse**, constitue une opportunité de développement intéressante. Celle-ci passe par la mise au point d'outils spécifiques et novateurs. Les opérations de dépollution peuvent aussi être conduites grâce à **un recours aux plantes et aux champignons** : il s'agit d'une seconde approche prisée de divers acteurs. **L'identification de végétaux absorbants des polluants précis** demeure un vaste chantier, laissant une place pour de nouveaux entrants et permettant de se démarquer. **De nouvelles techniques pour extraire et valoriser** les polluants absorbés par les plantes restent également à développer, tandis que **le segment**

des solutions biosourcées pour capter la pollution offre encore une multitude d'opportunités.

Cette distinction entre les types d'innovations s'opère aussi dans le domaine de la pollution de l'eau. Les acteurs peuvent déployer **des solutions de filtrage mécanique**, mettre en place des capteurs analysant la qualité de l'eau ou encore concevoir des robots aquatiques afin de **recupérer les déchets**, notamment plastiques, en mer, dans les cours d'eau ou les zones portuaires. **Les solutions basées sur les plantes ou les algues** ne manquent pas non plus, limitant le recours à la chimie de synthèse ou à des procédés énergivores.

Quant à la dépollution de l'air, **la concurrence demeure faible sur le segment extérieur** mais se renforce sur celui de l'air intérieur. **Capteurs, plateformes de suivi et solutions de filtrage** sont mises en avant dans le domaine mécanique et numérique. **Les végétaux dépolluants** cherchent également à s'imposer et peuvent adopter **un positionnement hybride**, entre santé et bien-être.

Les grands groupes, partenaires ou concurrents ?

La plupart des segments du marché de la dépollution sont **investis par de grands groupes**. Gestionnaires des réseaux d'eau et des déchets, acteurs historiques de la dépollution ou encore groupes du BTP, ces intervenants affichent souvent une ancienneté et des moyens pouvant **décourager l'arrivée de nouveaux entrants**. Les exigences réglementaires tendent de surcroît à favoriser ces grands acteurs, qui peuvent **capter l'essentiel des marchés** auprès des collectivités.

Une question cruciale pour les potentielles entreprises émergentes du secteur réside donc dans **leur positionnement vis-à-vis des acteurs historiques**. Deux approches principales se dessinent : **la concurrence**, et donc l'évitement par des stratégies de différenciation, ou **le partenariat** au sens large. De l'efficacité de ce positionnement dépend **le partage de la valeur**, la croissance du marché risquant de ne bénéficier qu'aux acteurs historiques.

Dans le premier cas, il s'agit pour les start-up de trouver une voie pour **se développer sans engager une concurrence frontale** à l'issue

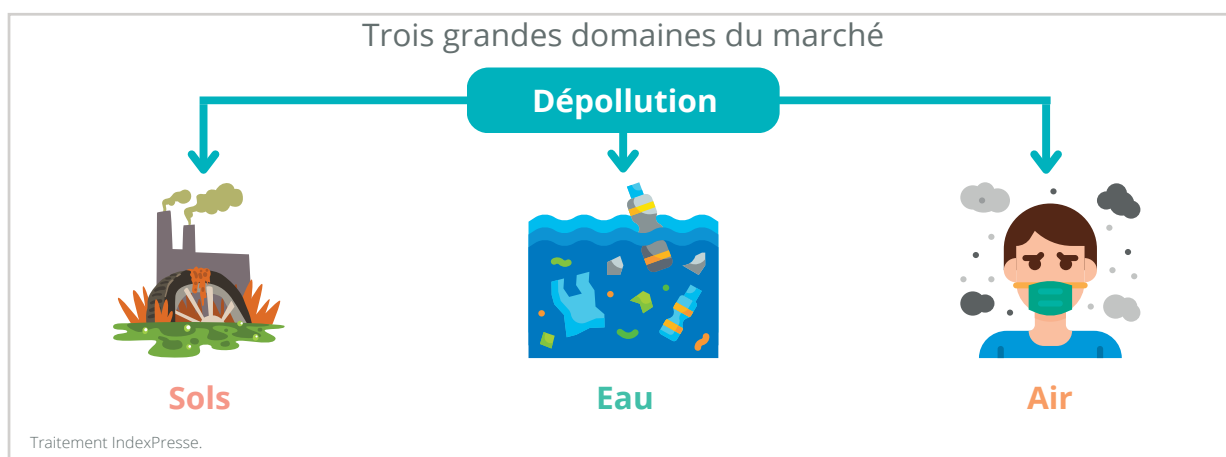
vraisemblablement défavorable. Une méthode peut consister à **cibler une clientèle différente**, par exemple les industriels de secteurs spécifiques. En visant dans un premier temps une cible resserrée, un acteur émergent pourra éventuellement mettre au point **une solution dédiée plus compétitive** que les propositions plus généralistes des grands acteurs. Dépendants de l'obtention de subventions, les projets des collectivités peuvent en outre présenter **des délais plus longs et une incertitude plus grande** sur leur faisabilité. Certains produits, notamment dans la dépollution de l'air, peuvent même se destiner à une clientèle de particuliers.

Une seconde voie s'incarne dans **une collaboration avec les acteurs historiques**, ce qui peut prendre la forme de partenariats, avec par exemple des offres communes, ou une relation client-fournisseur. Les grands groupes représentent **une clientèle intéressante**, et peuvent ouvrir aux start-up leur portefeuille de clients et leurs capacités de commercialisation. Ce choix peut en outre **faciliter une internationalisation**.

UN MARCHÉ PROTÉIFORME AMENÉ À SE DÉVELOPPER

Dépolluer, une activité au large périmètre

- La dépollution constitue **un ensemble de secteurs distincts**, ne recourant pas aux mêmes méthodes et faisant intervenir des acteurs variés.
- Trois principaux domaines émergent : **la dépollution des sols, de l'eau et de l'air**. Ces derniers font chacun face à des problématiques spécifiques.
- Ils sont toutefois tous concernés par **une thématique commune**, à savoir la nécessité de traiter la pollution engendrée par les activités humaines.
- Le segment de **la dépollution des sols** porte sur la réhabilitation de terrains industriels, d'interventions pré ou post-chantiers de construction, ou encore la lutte contre la dégradation des terres agricoles.
- Celui de **la dépollution de l'eau** concerne notamment le traitement des eaux pour la consommation humaine, avant le rejet dans les rivières, au niveau des installations industrielles, ou encore la récolte des déchets en mer.
- Quant au segment de **la dépollution de l'air**, il s'agit à la fois du traitement de l'air extérieur, par exemple au sein des aires urbaines, que de l'air intérieur, en habitation ou sur les lieux de travail.
- Les activités de dépollution rassemblent donc **des interventions ponctuelles** et des systèmes de traitement opérant **de façon continue**, dans une logique de long terme.
- Elles voient **différentes catégories d'acteurs** se positionner dans le secteur : grandes entreprises de la gestion de l'eau et des déchets, groupes du BTP, généralistes des risques industriels, start-up et développeurs de solutions technologiques, bureaux d'étude...
- Les techniques de dépollution sont donc **mises au service de diverses parties prenantes**, de façon directe ou indirecte : collectivités locales, entreprises industrielles, porteurs de projets fonciers, acteurs de l'agriculture...
- Cette étude se concentre sur les acteurs disposant de solutions de dépollution et non **pas sur les segments amont**.



Le ZAN remet en lumière l'intérêt de la restauration des friches

La nécessité de limiter l'artificialisation des sols

Une trop grande consommation de terres agricoles

Le territoire français est de plus en plus artificialisé, en majorité à cause de l'étalement urbain. Cette expansion de l'habitat conduit à **une perte importante de zones naturelles ou agricoles**. L'artificialisation nuit à la biodiversité en dégradant les milieux, et entraîne également **d'autres conséquences néfastes** au niveau environnemental : perte de zones absorbant le carbone et permettant l'infiltration des eaux de pluie, ce

qui **accroît le réchauffement climatique** et les risques d'inondation ; captation de la chaleur par les espaces artificialisés, au détriment du rafraîchissement opéré par les zones naturelles ; **réduction des aires dédiées à l'agriculture**, limitant les possibilités d'adopter un modèle agricole moins intensif et donc moindre utilisateur d'intrants chimiques. Cette situation est notamment **le fait d'incitations économiques en faveur de l'étalement urbain**, tels que des droits de mutation pénalisant le logement ancien et "des disparités de taxe foncière qui favorisent la périphé-

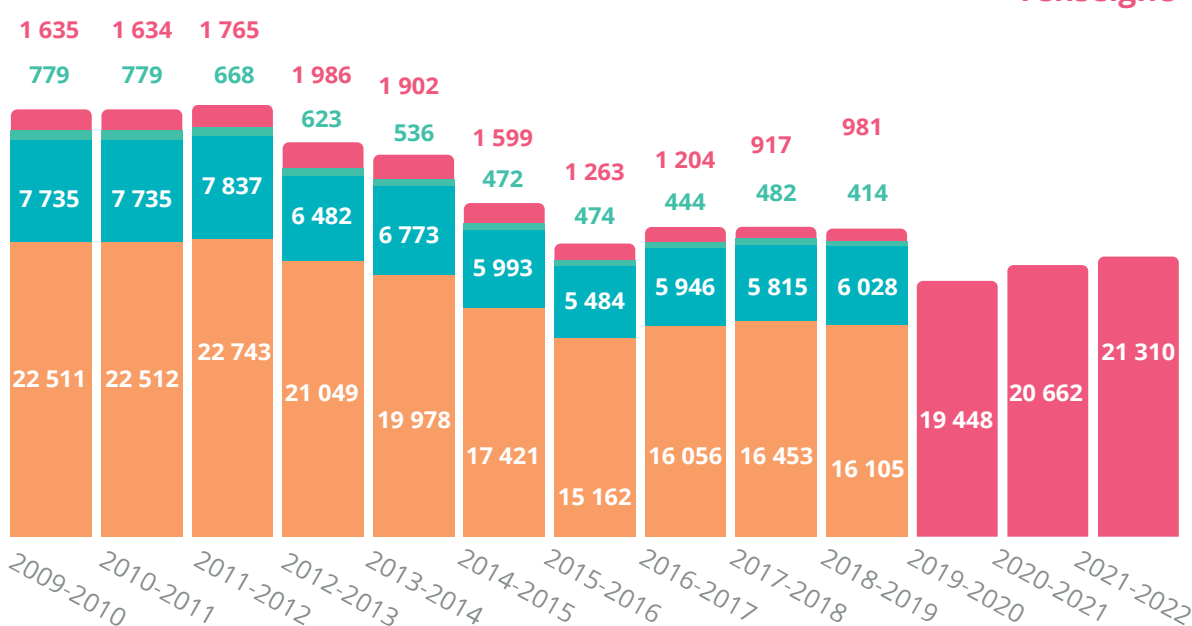
Une artificialisation des terres encore importante, mais en baisse depuis 2012

Consommation d'espaces naturels, agricoles et forestiers en France, en hectares

Destination (usage) des espaces artificialisés



- Habitat
- Activité économique
- Mixte
- Non renseigné



Traitement IndexPressé. Sources : Le Moniteur des travaux publics et du bâtiment, Portail de l'artificialisation des sols

rie”, selon la directrice de la Fédération nationale des schémas de cohésion territoriale, Stella Gass. D’autres facteurs viennent également renforcer ce phénomène, tant au niveau financier que liés à la culture des opérateurs immobiliers : “Quand on a le choix, **le neuf est toujours plus simple et coûte en moyenne 30 % moins cher** que la rénovation lourde. Le promoteur préfère la feuille blanche : c’est son vrai métier”, souligne ainsi Pascal Boulanger, président de la Fédération des promoteurs immobiliers (FPI), dans *Le Moniteur des travaux publics et du bâtiment*. La dynamique de l’artificialisation se déroule par ailleurs **de façon très disparate**, avec un suivi et des méthodes hétérogènes selon les acteurs.

Des besoins en logements et pour réindustrialiser la France

Freiner l’artificialisation se révèle d’autant plus complexe que cette tendance est liée à des besoins économiques et des aspirations des Français. Plus de 60 % des espaces naturels artificialisés le sont **dans des communes au marché immobilier peu tendu**, souvent rurales ou périurbaines. La décohabitation (plus de ménages composés de faible taille) et **l’envie de s’éloigner des grandes villes** favorisent la construction de maisons individuelles et de zones pavillonnaires. Ce type d’habitat peu dense génère un important étalement urbain. **La crise sanitaire de Covid-19 a accentué cette tendance**, avec des mouvements en particulier vers les périphéries de villes moyennes. La consommation d’espaces naturels se concentre surtout sur le littoral atlantique et sur la Côte d’Azur, ainsi qu’en Bretagne et dans les pays de la Loire : **seulement 5 % des communes rassemblent 39 % des surfaces artificialisées** durant la dernière décennie, selon le ministère de la Transition écologique. Pour Joseph Pascual, de l’Ordre des géomètres-experts, il faut “concilier la nécessité d’économiser le foncier avec le souhait de 80 % des Français de vivre en maison individuelle”.

En parallèle, la France cherche à se réindustrialiser, ce qui requiert **l’utilisation de grandes étendues de terres agricoles pour y implanter des usines**. Outre les aspects économiques (foncier

“La loi a bien prévu la carotte, avec le fonds friche qui encourage à reconstruire la ville sur elle-même... mais elle a oublié le bâton qui dissuaderait d’urbaniser les zones vierges.”

Alain Garès, consultant en aménagement urbain

abordable) et éventuellement de sécurité (éloignement des habitations), la question du maillage territorial s’avère importante, le monde politique souhaitant **redynamiser les campagnes grâce au retour de l’industrie**. La problématique de la disponibilité du terrain se pose alors et entre **en concurrence avec les impératifs écologiques**. L’installation de grandes usines comme les *gigafactories* pour la fabrication de batteries se révèle dans ce cadre très complexe. L’usine Verkor de Dunkerque prévoit par exemple une surface totale du site d’environ 150 hectares. **Moins de 3 % des intercommunalités** disposent de terrains d’une surface supérieure à 100 hectares, d’après une étude d’Intercommunalités de France et du Cerema (Centre d’études sur l’environnement et l’aménagement du territoire rattaché au Ministère de la Transition écologique). En 2025, **41 % des parcs industriels seront saturés**, et 93 % en 2023. Les projets industriels peuvent donc être freinés par ce manque d’accès au foncier, d’autant plus dans le cadre de la nouvelle politique de lutte contre l’étalement urbain.

Freiner la bétonnisation grâce au ZAN

La politique du “zéro artificialisation nette” (ZAN) a été pensée à partir de 2018 et instaurée en 2021, et fixe **divers objectifs afin de lutter contre l’artificialisation** des espaces naturels.

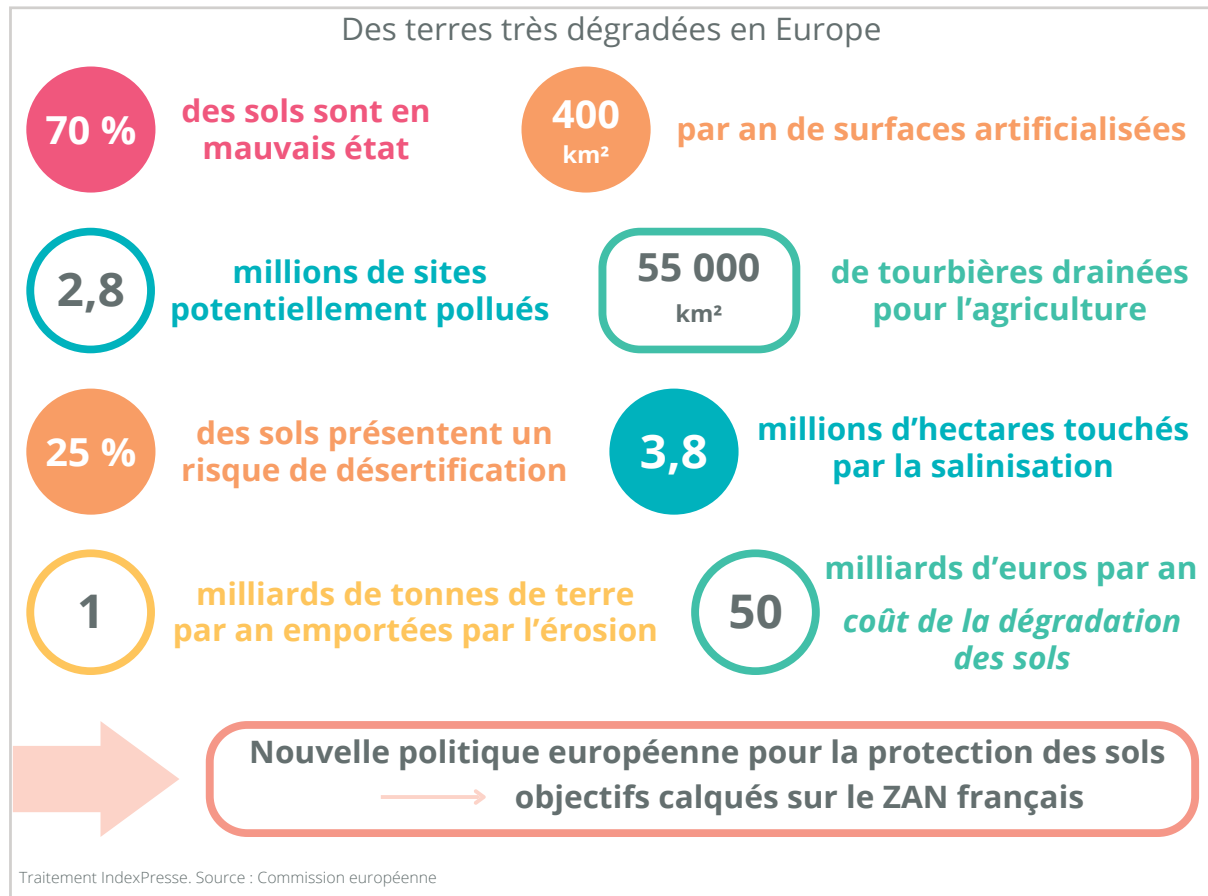
UN MARCHÉ PROTÉIFORME AMENÉ À SE DÉVELOPPER

Le ZAN vise ainsi à :

- **réduire de moitié l'artificialisation** sur la période 2021-2031 par rapport au rythme observé entre 2011 et 2021 ;
- **atteindre le zéro artificialisation** nette des sols à l'horizon 2050.

Outre différentes exemptions, la loi ne cherche pas à empêcher toute consommation d'espace naturel, un objectif reflété dans le "net". **Des mesures de compensation** peuvent ainsi être mises en œuvre afin d'**équilibrer l'artificialisation et la renaturation** des sols. Une surface polluée ou dégradée par l'activité humaine peut ainsi être rendue à la nature afin qu'elle puisse **à nouveau remplir son rôle écologique** (captation du carbone, infiltration des eaux, préservation de la biodiversité). Les obligations de renaturation ne s'appliquant qu'à partir de 2050, il s'agit dans un premier temps de **limiter l'artificialisation de nouveaux espaces naturels**. C'est dans ce cadre

que le ZAN entraîne **un intérêt renouvelé pour les friches industrielles**. Ces zones déjà artificialisées permettent à la ville de se transformer et de se reconstruire sur elle-même, sans étendre sa périphérie. Les obligations imposées par le ZAN se montrent d'autant plus cruciales que **l'artificialisation est financièrement avantageuse par rapport à la dépollution** d'une friche, ce qui désincite à recourir à ce type d'opération sans l'aiguillon de la contrainte réglementaire. Conseiller industrie d'Intercommunalités de France, Lucas Chevrier confirme cette situation : "Avant même la suppression de la CVAE [cotisation sur la valeur ajoutée des entreprises, impôt dont la suppression définitive est prévue pour 2027], on estimait qu'il fallait **dix ans pour rentabiliser la dépollution** et les études nécessaires à rendre un terrain 'prêt à l'emploi'. Requalifier une friche, c'est selon nos estimations **dix fois plus cher qu'une artificialisation**". Le ZAN devrait ainsi massifier les approches basées sur les opérations de dépollution.



Dépolluer les friches, un gisement de foncier considérable

Le recours à la dépollution et à la réhabilitation des friches pour des projets d'habitation ou à vocation économique apparaît d'autant plus prometteur que **les surfaces considérées s'avèrent conséquentes**. Le territoire compterait ainsi jusqu'à 170 000 hectares de friches. Toutes ne sont toutefois pas susceptibles d'accueillir de tels projets. Les friches peuvent également être remises en état afin d'**accueillir des espaces verts** et lutter contre les îlots de chaleur urbains.

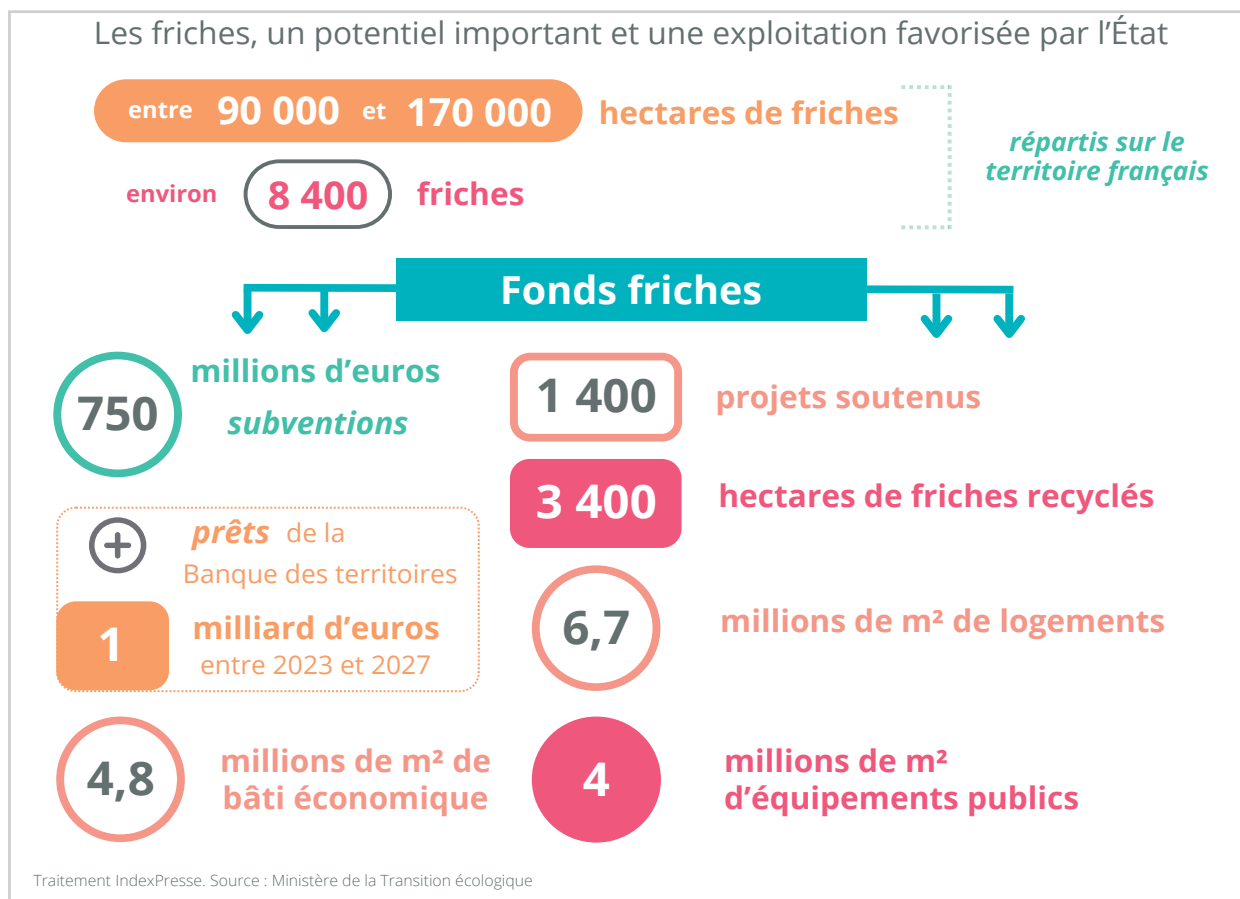
Afin de promouvoir cette réutilisation du foncier, l'État a lancé **un programme de soutien à la dépollution des friches**, principalement via deux canaux :

- un dispositif géré par la Banque des territoires, doté d'un milliard d'euros et prenant la

forme de prêts pour financer des opérations de dépollution ;

- un "fonds friches" fournissant des subventions pour un montant total de 750 millions d'euros.

Jugé positivement par la profession, **le fonds a toutefois reçu quelques critiques**, notamment au sujet de son manque de prévisibilité dans le lancement des appels d'offres et dans son soutien trop important aux grandes entreprises. **Les frais de dépollution restent en outre élevés** pour les collectivités, comme le souligne dans *Les Échos* Antoine Jouffineau, qui a porté un projet à Port-Brillet (Mayenne) : "La dépollution a coûté 2,6 millions d'euros. Avec le fonds friches, 1,5 million reste à la charge de Laval Agglomération".

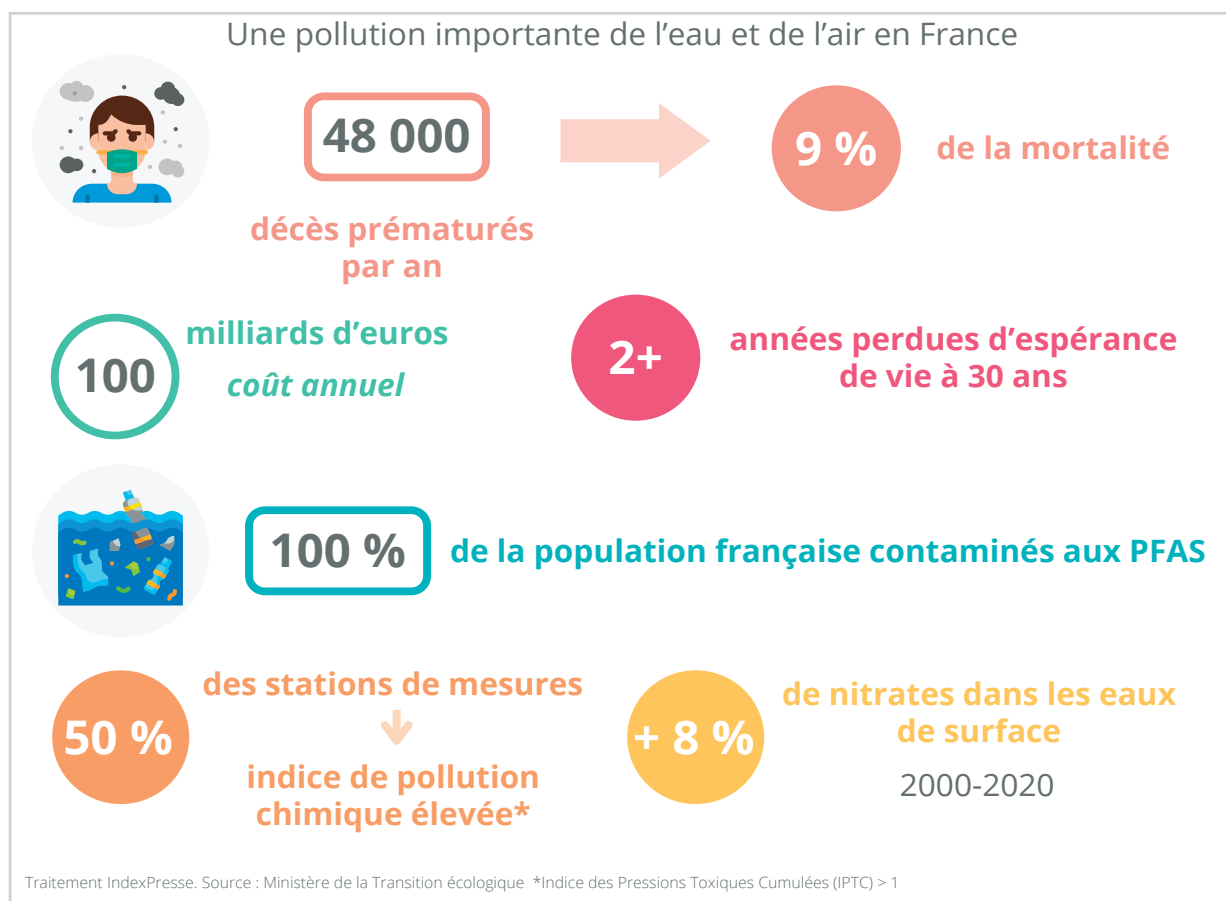


La pollution de l'air et de l'eau, des enjeux majeurs de plus en plus pris en compte

Un environnement dégradé qui altère la santé des Français

Une multitude de sources de pollution affectent la qualité de vie de la population, celles liées à l'eau et à l'air ayant un impact quotidien. Dans les aires urbaines les plus denses, **les particules fines et les gaz d'échappement émis par la circulation autoroutière** constitue une cause majeure de mortalité, provoquant une variété de pathologies respiratoires. **Les activités industrielles et l'agriculture intensive** génèrent de leur côté une importante pollution des nappes phréatiques, conduisant à une dégradation de la qualité de l'eau consommée par les Français. En 2023, **plus d'un tiers de l'eau distribuée en France serait non**

conforme à la réglementation, selon une étude de l'Anses (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail). Certains polluants sont même **présents à une plus grande échelle**, tels que des métabolites de pesticides ou les PFAS (polyfluoroalkylées), parfois aussi appelés "polluants éternels". **Les rejets massifs de produits en plastique dans les océans** sont par ailleurs largement documentés, on parle ainsi d'un "continent de plastique" dans le Pacifique Nord. Malgré des décisions parfois contradictoires, cette omniprésence de substances nocives **conduit peu à peu les autorités à réagir** afin d'améliorer la qualité de l'air et de l'eau, ce qui peut passer par **des investissements accrus dans les solutions de dépollution**.



LES PFAS, DES POLLUANTS D'AVANTAGE ÉTUDIÉS

Il existe des milliers de per- et polyfluoroalkylées (PFAS), des substances présentes dans de nombreux procédés industriels et rejetées dans les sols et les cours d'eaux. Des dizaines de milliers de sites sont pollués par des PFAS en Europe tandis que des estimations tablent sur une contamination de l'ensemble de la population française par au moins un composé. Très peu détectés jusqu'ici car très peu recherchés et analysés, les PFAS font l'objet d'une attention croissante du fait de leur forte toxicité (cancers, perturbation endocrinienne, baisse de fertilité...). Un suivi de 20 PFAS dans certaines zones a été mis en place à partir de l'été 2022 par les agences régionales de santé (ARS), et un texte européen de 2023 prévoit d'introduire des seuils de qualité de l'eau pour ces derniers. Ces analyses seront intégrées de façon globale et pérenne dans l'activité des ARS à partir de 2026. S'il n'existe pour l'instant aucune technique pour détruire les PFAS dans les nappes, divers procédés de filtration peuvent être employés, mais chacun présente des inconvénients (renouvellement des charbons actifs, consommation énergétique, gestion de nouveaux déchets...).

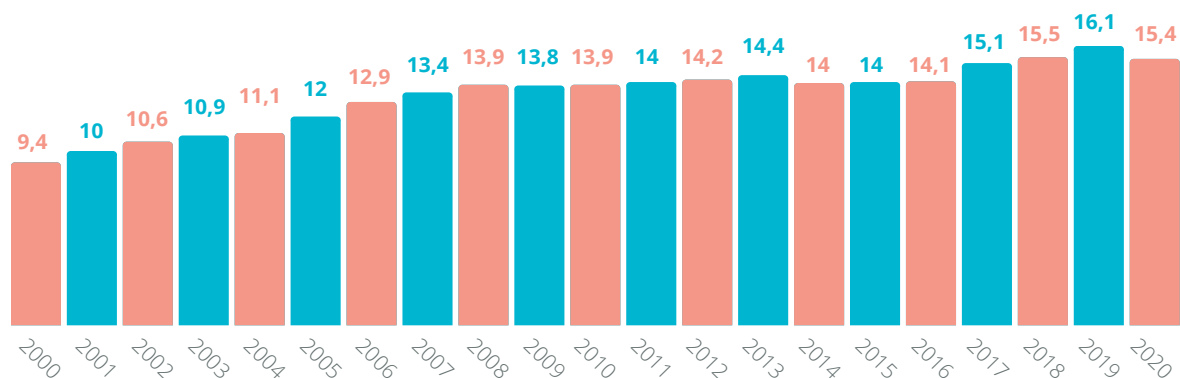
Des coûts de dépollution de plus en plus élevés

Malgré des efforts réalisés sur certaines substances, les eaux demeurent polluées par une diversité de produits chimiques. **La recherche de composés jusqu'ici non analysés** par les pouvoirs publics tels que les PFAS permet d'entrevoir une pollution encore plus importante. Combinée à la lenteur des interdictions des pesticides les plus nocifs, cette situation conduit à **une augmentation tendancielle des dépenses liées à la dépollution des eaux** depuis le début des années 2000. En 20 ans, celles-ci ont ainsi grimpé de plus de moitié pour **dépasser les 15 milliards d'euros**

par an, un montant qui par ailleurs n'inclut pas les frais relatifs aux eaux marines. **La répartition des dépenses à engager** est susceptible de générer des polémiques, alors que les pollutions proviennent avant tout du monde économique (agricole et industriel). "Cette contamination [des PFAS] se retrouve partout. Il n'est pas normal que ce soit **les collectivités, les abonnés qui payent pour ces rejets**", souligne Christophe Montvernay, directeur du Syndicat mixte des eaux des monts du Lyonnais. Quant à la pollution de l'air, les solutions portent pour l'instant surtout sur **la réduction du trafic en ville** et des voitures les plus polluantes.

La dépollution des eaux nécessite des moyens croissants

Dépenses engagées contre la pollution des eaux superficielles et souterraines, en milliards d'euros



Traitement IndexPressé. Source : Service des données et études statistiques

Un contexte réglementaire favorable aux opérations de dépollution

Plusieurs mesures mises en place progressivement sont de nature à encourager les interventions de dépollution, en particulier concernant les sols, et donc à dynamiser le marché.

La loi ASAP introduit de nouvelles obligations

Promulguée en fin d'année 2020, la loi d'accélération et de simplification de l'action publique (ASAP) impose, dans le domaine de la dépollution, **une nouvelle attestation à fournir** par une société certifiée. Il s'agit de **faire valider la réhabilitation d'un site ou d'un sol pollué** dans le cadre d'une cessation d'activité d'une installation classée pour la protection de l'environnement (ICPE).

Des évolutions pour les SIS

Les terrains faisant l'objet d'une connaissance préalable en matière de pollution sont soumis à la réglementation des "secteurs d'information sur les sols" (SIS). Un décret de 2017 est venu **élargir le périmètre des SIS** avec l'introduction d'un encadrement concernant les rayonnements ionisants (c'est-à-dire **les activités générant des dé-**

chets radioactifs). Un autre décret paru l'année précédente a quant à lui **levé l'obligation de souscriptions de garanties financières** lors des opérations de réhabilitation, ce qui facilite la conduite de telles interventions.

Le transfert de responsabilité à un autre tiers demandeur

En 2015, la possibilité de transférer la responsabilité de la réhabilitation d'un site pollué constitue également un point positif pour le secteur. Un industriel cessant ses activités dans une zone pouvait être **dissuadé de valoriser cette dernière du fait des frais importants** à engager pour la dépollution et de son éventuelle responsabilité en cas de problème. **La prescription en cas de découverte d'une pollution** postérieure à la vente du terrain s'élevant à trente ans, la réglementation pouvait conduire à la création de friches industrielles. La nouvelle mesure introduite par la loi Alur et son décret de 2015 **permet ainsi au dernier exploitant du site de transférer la responsabilité** à un autre acteur, qui pourra se charger des opérations sans que l'industriel soit menacé par de potentielles complications.

LES ZFE ET LA CLASSIFICATION CRIT'AIR, SIGNES D'UNE ATTENTION ACCRUE POUR LA QUALITÉ DE L'AIR

Les pouvoirs publics ont commencé à réagir face aux conséquences néfastes de la pollution de l'air, un sujet particulièrement critique au sein des grandes agglomérations. En 2015 a été introduit le concept de zone à faible émissions (ZFE), aire régulant le trafic en interdisant le passage des véhicules les plus polluants. En 2021, une obligation d'instauration des ZFE a été mise en place pour les localités les plus importantes : les 43 agglomérations de plus de 150 000 habitants devront disposer d'une ZFE au plus tard en 2025. Ces mesures se combinent avec la classification Crit'Air, qui évalue le degré de pollution émise par les véhicules. Ceux ayant les notes les plus basses sont progressivement interdits de circulation dans les ZFE. Cette méthode préventive peut prendre du temps à produire des effets, d'autant plus que se pose la question du contrôle de véhicules circulants. Il existe donc une place pour une approche curative développée en parallèle, axée sur le traitement de l'air.

Des initiatives pour innover dans le secteur

Le projet européen Promisces

Coordonné par le Bureau de recherches géologiques et minière (BRGM), ce projet rassemble 27 partenaires répartis dans neuf pays. Il vise à tester plusieurs méthodes de destruction des PFAS afin d'évaluer leur performance et leur faisabilité sur les plans technique et économique. L'idée principale est de parvenir à **traiter les polluants lorsqu'ils sont encore dans les sols**, avant qu'ils ne s'infiltrent dans les nappes phréatiques. **Mieux mesurer la concentration des polluants** dans la terre constitue également un préalable et un objectif du projet. Les résultats sont attendus pour 2024. Un autre axe de travail concerne le **développement d'un outil numérique** pour apporter des informations et des conseils sur les PFAS. La cheffe de projet de Promisces au BRGM, Julie Lions, explique dans *Actu Environnement* que l'outil "regroupera, pour les PFAS et plus largement les produits mobiles et persistants, **des informations sur les propriétés** de ces composés et leurs sources potentielles. Il permettra d'**orienter l'utilisateur vers les meilleures solutions** de gestion : les techniques de traitement ou la substitution." Alimenté par les résultats de Promisces et des bases de données européennes, le projet devrait voir le jour en 2025. Au total, Promisces est doté d'un budget de 12 millions d'euros.

D'autres projets ont été lancés à l'échelle de l'Europe **sur le sujet des polluants mobiles** et persistants, tels que ZeroPM, qui combine des aspects préventifs et curatifs, et Scenarios, piloté par l'université du Piémont oriental (Italie).

Divers projets dans le numérique

Le développement d'outils pour le suivi des friches industrielles connaît un intérêt croissant, **l'identification du foncier disponible et la coordination des acteurs** représentant des facteurs cruciaux pour le succès de la lutte contre l'étalement urbain.

C'est dans ce cadre qu'a été conçu **la plateforme Cartofriches**, financée par le fonds Friches. Elle recense une multitude de friches disponibles sur

"Les solutions que nous allons développer avec Promisces pourront trouver des applications dans la reconversion des friches. (...) Nos recherches visent notamment à traiter directement les sources de pollution présentes dans les sols."

Dominique Guyonnet, directeur de programme au BRGM

le territoire français. En libre accès, **elle s'appuie sur plusieurs bases de données, sur des observatoires locaux**, sur les appels à projets du fonds Friches et sur des informations fournies par les utilisateurs. **Lancée par le Cerema** (ministères de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires), la plateforme est enrichie régulièrement afin d'aider les collectivités et les porteurs de projets dans l'utilisation des friches.

Un autre projet du Cerema est incarné par **UrbanVitaliz**, qui permet d'**accélérer les procédures** (financières, juridiques, administratives) pour les projets de recyclage du foncier. Cet outil est lui aussi soutenu par le fonds Friches. **Il indique par exemple les financements disponibles** correspondant au type de projet mis en place.

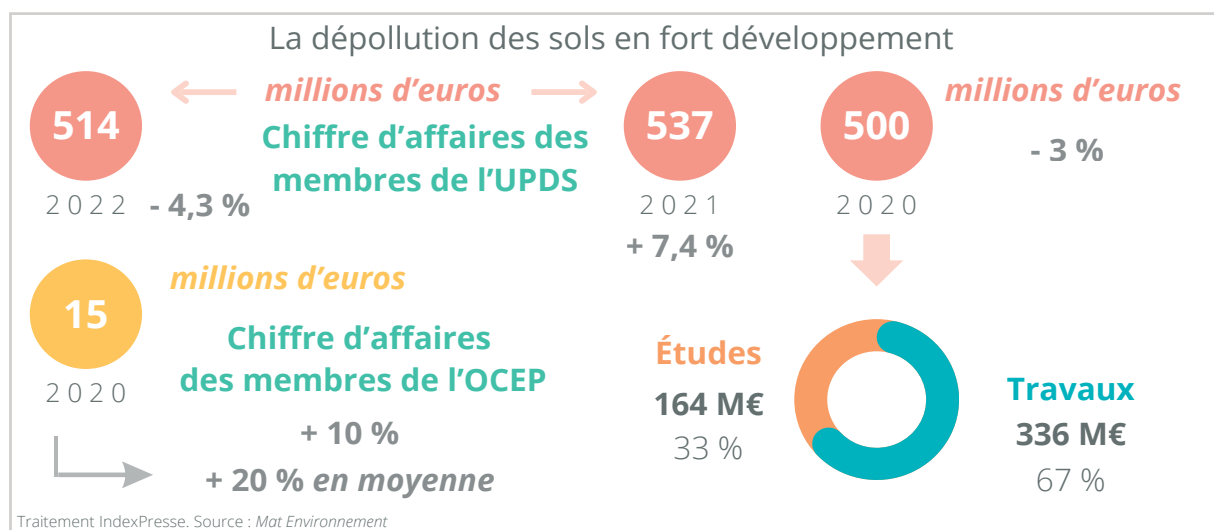
Bénéfriches représente un autre outil numérique pour l'emploi des friches. Il calcule **les bénéfices d'un recours à une friche** plutôt que l'artificialisation d'un terrain. Le projet est mené notamment par la société d'ingénierie Arcadis. Le responsable des études, Maximilien Piquant, constate l'attrait de la solution : "Le recours à Bénéfriches figure dans **un nombre croissant de réponses à des appels d'offres**, et nous voyons des opérateurs privés puiser leur argumentation dans cet outil".

DÉPOLLUER LES SOLS : OPPORTUNITÉS DE MARCHÉ ET D'INNOVATION

Des promesses de croissance attractives

Le marché de la dépollution des sites est **éclaté entre divers acteurs**, entre spécialistes et généralistes, entre le BTP, la gestion de projets et les études, chacun pouvant être présent sur plusieurs segments de la chaîne de valeur. Selon *Mat Environnement*, il pourrait **s'approcher du milliard d'euros**. Les estimations peuvent

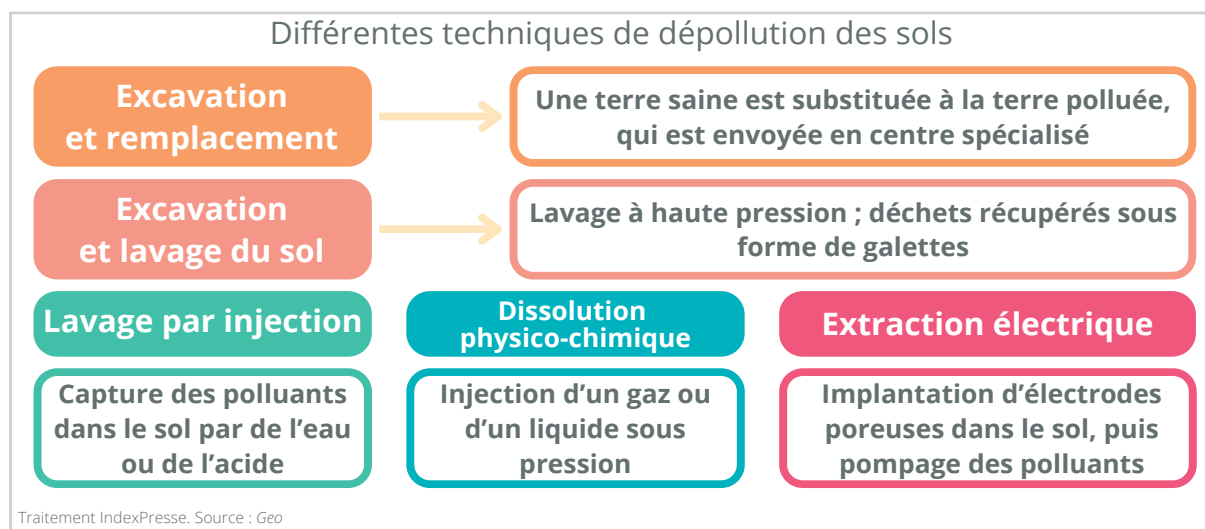
varier en fonction du périmètre retenu. Quoi qu'il en soit, **le dynamisme du secteur ne fait aucun doute** : le syndicat UPDS (Union professionnelle des dépollueurs de sites) affiche une croissance du chiffre d'affaires de ses adhérents de **4,5 % par an depuis 2007**. Le phénomène est encore plus marqué chez l'OCEP, la fédération



UN MARCHÉ FAVORABLE AUX GRANDES STRUCTURES HISTORIQUES ?

De par la maturité du marché et le poids de grands acteurs du BTP ou au profil plus généraliste (car présents dans une diversité de services environnementaux ou de gestion des déchets), les spécialistes de la dépollution apparaissent en retrait. La réglementation jouerait toutefois également un rôle en défaveur des petites structures : "La norme de certification favorise de façon abusive les grosses structures et freine l'arrivée de nouveaux acteurs sur le marché", juge dans *Mat Environnement* Hubert Bonin, président de l'Organisation des consultants en environnement et pollution (OCEP). Cette concentration n'empêche pourtant pas une certaine dynamique entrepreneuriale, selon Christel de la Hougue, déléguée générale de l'UPDS : "Beaucoup de petites structures se créent en études et en travaux".

DÉPOLLUER LES SOLS : OPPORTUNITÉS DE MARCHÉ ET D'INNOVATION



des consultants en environnement et pollution : “Nous sommes depuis plusieurs années sur un niveau de croissance de près de 20 % par an”, souligne son président, Hubert Bonin. La crise sanitaire a eu **des répercussions négatives sur le secteur**, mais l'impact global n'a été que de courte durée. Des difficultés plus grandes peuvent toutefois persister pour les plus petits acteurs. “Le Covid a énormément ralenti les chantiers de type ‘pelle/camion’ (chantiers hors site)”, indique Jonathan Sénéchaud de l'UPDS. La forte croissance du marché en 2021 tient donc **pour partie à un effet de rattrapage**, mais devrait néanmoins se poursuivre à un rythme relativement soutenu dans les prochaines années. “Dès qu'il y a une vente, les promoteurs savent maintenant bien qu'il faut étudier les terrains, même s'il s'agit de terrains agricoles”, affirme Hubert Bonin. “L'acquéreur veut savoir ce que ça pourrait lui coûter en dépollution. Et aujourd'hui,

les études sont beaucoup plus poussées.” Si le secteur peut valoriser une technicité accrue, il doit cependant parvenir à **réduire son empreinte environnementale**. L'activité de dépollution des sols a **majoritairement recours à l'excavation** comme méthode de gestion des terres polluées, ces dernières étant envoyées ensuite dans des centres de traitement et de stockage, notamment à l'étranger. Les techniques actuelles de **gestion des opérations de dépollution sur site** peuvent présenter des inconvénients. Il peut ainsi être nécessaire, par exemple, d'installer une unité industrielle temporaire à proximité afin d'effectuer les traitements. Une autre inconnue pour le secteur réside dans **l'impact qu'aura la hausse des taux d'intérêt sur la construction** dans les prochaines années. Un fort ralentissement au niveau des projets affectera tant l'artificialisation des zones vierges que la réhabilitation des friches.

LA VALORISATION DES TERRES EXCAVÉES, UN ENJEU POUR LE SECTEUR

Représentant 70 % des déchets du BTP, soit environ 160 000 tonnes en 2020, les terres excavées ne sont pas encore suffisamment valorisées par le secteur. “Le marché lié à la valorisation des terres est relativement récent, mais c'est un marché sur lequel nos clients sont de plus en plus axés”, confirme Florient Myrope de chez Bergerat Monnoyeur, distributeur des engins de chantier Cat, interrogé dans *Mat Environnement*. Des évolutions réglementaires tendent à favoriser ce développement. Depuis 2021, les terres excavées ne sont plus considérées comme des déchets. La loi Agec (anti-gaspillage et économie circulaire) a également renforcé leur traçabilité en 2020. L'année précédente, les fédérations des acteurs du recyclage (FEDE-REC) et de la déconstruction, dépollution et recyclage (SEDDRe) ont lancé le label Recyterre portant sur la valorisation et la traçabilité.

Les projets de réhabilitation se multiplient

Les collectivités, les groupes du BTP et les industriels lancent divers projets de dépollution de friches afin d'y installer des logements, de nouvelles activités ou des espaces verts.

Projet Euromed (1 et 2)

Ce vaste programme d'aménagement urbain situé à Marseille doit permettre la construction de logements, de commerces, de bureaux et d'espaces végétalisés. La première tranche du projet Euromed 2 doit **s'achever à l'horizon 2025**. Euromed 1, lancé en 1995, avait permis la **réhabilitation de 480 hectares** au cœur de la ville. Euromed 2 porte quant à lui sur plus de **170 000 m² de logements** et plusieurs dizaines de milliers de m² de bureaux, de commerces et d'autres équipements tertiaires (écoles, centres de formation...). Les chantiers se situent majoritairement au nord de la ville. **La société Soler Environnement** a notamment participé à la dépollution des sols.

Dépôt TBM de la Jallère

Au nord de Bordeaux, ce terrain de 8 hectares, dont 3 d'espaces verts, a abrité une ancienne décharge et s'avère par conséquent **pollué aux métaux lourds**. Une opération de plantation d'arbres a ainsi été mise en œuvre en 2022 sous l'égide de Keolis, qui gère le site. Au total, **450 arbres seront plantés** au dépôt pour la fin d'année 2023. "C'est la phytoremédiation", explique sur *Actu.fr* Vincent Dugarry, prestataire de Keolis Bordeaux Métropole sur le projet. "**Cela évite que les métaux lourds s'enfoncent** vers les nappes phréatiques et les polluent." Les essences choisies (notamment 100 peupliers et 100 saules des vanniers) ont été sélectionnées pour leurs capacités en la matière.

Ford Aquitaine Industries

La fermeture du site de Blanquefort (Gironde) en 2019 de l'entreprise Ford Aquitaine Industries,

fabricante de boîtes de vitesse, a conduit à **une opération de remise en état du terrain**. Le sol et les eaux doivent en effet être dépollués, et **un consortium a été sélectionné en 2021** pour mener ce chantier. Celui-ci se compose des sociétés Suez, via sa filiale Recyclage & Valorisation, Spie batignolles valérian et Valgan. La déconstruction de l'usine avait **déjà généré plus de 5 000 m³ de déchets** divers, dont de l'amiante.

Usine Thomson (Seine-et-Marne)

Le groupe Essor, spécialiste de l'immobilier, a été sélectionné en 2023 pour mener **un projet de réhabilitation du site de l'ancienne usine Thomson** de Bagnaux-sur-Loing (Seine-et-Marne). Abandonné depuis une dizaine d'années, il fabriquait des tubes cathodiques pour téléviseurs. Essor a créé **un pôle "friches et reconversions"** en 2019 lui permettant d'acquérir une expertise pour ce type de projet. **Le site de quatre hectares** doit accueillir des logements, une résidence senior et des activités artisanales. Sur un coût global d'aménagement de 20 millions d'euros, **la dépollution devrait en représenter 20 % à 25 %**. La friche est polluée au phénol, à l'amiante et au plomb. **Un recours à la phytoremédiation** devrait permettre d'éviter leur propagation.

Clair de Ville

Ce projet porté par le promoteur Atland Résidentiel se situe à Drancy, en Seine-Saint-Denis. Il vise à construire 83 logements. Le site de 3 000 m² est **pollué aux solvants et aux métaux**. "Les études ont pris un certain temps. Nous savions que ces parcelles, achetées à la ville et à des particuliers, avaient été **polluées par une ancienne activité de blanchisserie**", explique dans *Les Échos* le directeur général délégué d'Atland, Charles Toulat. "Les sondages ont montré une pollution plus profonde et étendue que prévu." **Le coût de la dépollution, d'un million d'euros**, devenait conséquent pour une opération d'un montant total de 20 millions d'euros (dont quatre pour le foncier). L'Ademe a

fini par **prendre en charge la quasi-totalité des frais de dépollution**. Les terres doivent être excavées sous tente afin d'éviter la dispersion des polluants dans l'air. Elles sont ensuite transportées dans des centres spécialisés pour subir les traitements adéquats. **“Le financement de la dépollution est une problématique que nous rencontrons de plus en plus dans le Grand Paris”**, souligne Charles Toulat. “Une grande part du foncier disponible est composée de friches industrielles polluées. **Sans subvention, les projets perdent toute rentabilité.**” L'achèvement de Clair de ville est prévu pour 2024.

Oxygène

Le promoteur immobilier nantais LSH a démarré en 2023 un projet de dépollution de **l'ancien site de l'industriel S20** situé à La-Roche-sur-Yon (Vendée). L'objectif est de créer sur ce terrain de 20 hectares, abandonné depuis 2019, **un parc industriel et logistique**, avec une fin de chantier prévue en 2024. Le coût total du projet s'élève à 30 millions d'euros. Chef de projet chez LSH, Martin Sambron explique : “Nous avons fait le choix d'une valorisation environnementale. **Une option 10 % plus onéreuse, mais plus rapide** compte tenu des contraintes administratives liées au zéro artificialisation nette et à la présence de l'aéroport.” La société doit d'abord **évacuer 650 tonnes de déchets** avant de procéder à la dépollution du site. Le maire de La-Roche-sur-Yon, Luc Bouard, se félicite de cette “aubaine économique” alors que la ville ne dispose plus d'assez d'espace pour accueillir des entreprises.

Friche Engie (Aurillac)

Un projet de réhabilitation de l'ancien site EDF-GFD d'Aurillac (Cantal) a été initié en 2021, dans le cadre d'**une réflexion plus globale datant de 2017 sur 7,5 hectares de friches** situées dans le centre-ville. La municipalité souhaiterait y **implanter plusieurs infrastructures touristiques** (musées, office de tourisme) ainsi que des espaces de restauration et des logements afin de redynamiser les quartiers centraux. **La friche Engie, d'une surface de 9 000 m²**, a accueilli une usine de gaz de houille depuis le XIX^e siècle jusqu'aux années 1960. **La zone est donc effectivement polluée**, à hauteur de plusieurs milliers de m³ de terre, parfois mélangée à du goudron. En tant qu'exploitant historique, Engie prévoit un budget de **2,8 millions d'euros pour dépolluer** le site. Le changement de fonction du site, de l'industriel vers les services et le résidentiel, nécessite une réhabilitation plus poussée conduisant à **un surcoût de 3,5 millions d'euros** à la charge de la commune. La viabilité du projet n'était pas assurée lors de son lancement, la mairie d'Aurillac a donc candidaté pour l'octroi de subventions. Le fonds Friches a ainsi **apporté près de 1,3 million d'euros**, tandis que l'Ademe (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie) pourrait **fournir entre 1,3 et 1,8 million d'euros**. Ces aides diminuent considérablement les frais à engager par la ville, permettant le lancement du projet. La dépollution complète du site devrait avoir lieu au plus tard à la fin 2024, selon le site Internet Actus.

D'autres friches prévues pour être dépolluées

Friche Ameco
(Kingersheim, Alsace)

Habitat, commerces
et services divers

Friche GOSS
(Montataire, Oise)

Village d'entreprise

Friche de Legré Mante
(Marseille, Bouches-du-Rhône)

Friche SOLOMAT
(Oucques, Loir-et-Cher)

Friche Adonial
Château-Gontier,
Mayenne

Chaufferie bois

Habitat et
équipements
publics

Locaux associatifs et
centre d'hébergement
d'urgence

Ancienne usine à gaz
(Avranche, Manche)

Zone paysagère

Traitement IndexPresse.

L'innovation se développe sur le segment de la dépollution des sols

Un intérêt croissant pour le recours aux plantes

De plus en plus de sociétés s'intéressent à la **phytoremédiation**, soit l'utilisation des végétaux dans un objectif de dépollution d'un sol. Elle permet en effet de **limiter le besoin d'infrastructures plus lourdes** pour le traitement des terres polluées, et affichent également **un bilan environnemental bien plus favorable**. Il est même parfois possible de combiner cette technique avec la **phytoextraction**, qui consiste à récupérer, par exemple grâce aux feuilles de la plante, les éléments absorbés du sol afin de les réutiliser dans d'autres processus industriels.

Biomede

Cette société fondée en 2018 s'appuie sur les plantes phytoextractrices pour dépolluer les sols. Elle a développé sa recherche **grâce un programme de l'Ademe** lui ayant apporté 740 000 euros de subventions. "Nous avons identifié **un millier de plantes intéressantes**, dont 75 % peuvent s'attaquer aux métaux que nous ciblons en priorité : le cuivre, le cadmium et le plomb", explique aux *Échos* Ludovic Vincent, le président de Biomede.

DES EXPÉRIMENTATIONS DANS LA PHYTOREMÉDIATION

Le secteur public et universitaire accorde lui aussi une plus grande attention aux capacités de dépollution des plantes. L'Université de Lorraine a ainsi mis en place entre 2022 et 2023 un test de phytoremédiation sur la friche U4 à Uckange (Moselle). Elle a notamment établi un partenariat avec la start-up Econick, spécialisée dans la phytoextraction de métaux. Des plants d'Alyssum murale (une sorte de chou des Balkans) ont ainsi été mis en terre, cette plante pouvant "absorber de façon naturelle jusqu'à 2 % de nickel dans ses feuilles, soit de 200 à 400 fois plus qu'une autre plante", selon le chargé de recherche Guillaume Echevarria.

Dans le cadre de la création de la voie verte "la Végétale", dans le Val-de-Marne, l'Agence des Espaces Verts a noué un partenariat avec le CNRS (Centre national de la recherche scientifique) et Sorbonne Université afin de déterminer les espèces de plantes adéquates pour dépolluer les sols. L'expérimentation va durer une décennie sur une partie du tracé interdite au public, et va concerner des plantes telles que le colza, la luzerne ou encore le tournesol.

Le Bureau de recherche géologique et minière (BRGM) a de son côté mis au point en 2020 un prototype permettant d'expérimenter des techniques de dépollution des sols, notamment les plantes. Il prend la forme d'un caisson en acier de 150 m³ doté de nombreux capteurs. L'appareil peut mesurer la pollution et permet d'observer l'évolution des polluants et leur impact environnemental. Financé à hauteur de 5,5 millions d'euros par la région Centre Val-de-Loire et le fonds européen Feder, le dispositif peut intéresser des industriels, des collectivités et des fabricants de capteurs.

Après un rapide diagnostic, une radiographie du sol est effectuée afin d'analyser ses spécificités et de **choisir les plantes les plus adéquates** pour le traitement. Ne nécessitant pas d'irrigation ni de soin particulier, ces dernières vont, en plus de dépolluer la parcelle, **apporter des bénéfices agronomiques et environnementaux** : rendements améliorés, retour de la biodiversité, lutte contre l'érosion des sols... En une année, les végétaux de Biomedes peuvent capter d'un à trois kilos de métaux par hectare. **Le coût reste pour l'instant élevé**, de l'ordre de 1 000 euros par hectare, ce qui s'avère néanmoins inférieur aux traitements classiques. **Biomedes travaille fortement avec les agriculteurs**, qui représentent 70 % de son chiffre d'affaires (environ 200 000 euros en 2022).

La société cherche à **se diversifier vers les friches industrielles** et les projets des collectivités, et à **constituer une filière de métaux recyclés**. "Nous avons des contacts avec différents laboratoires spécialistes de l'extraction du cuivre végétal, pour revendre ensuite ce métal **utilisé dans certains pigments ou dans le secteur cosmétique**", explique Ludovic Vincent aux *Échos*. Dans ce but, la start-up a réalisé **une levée de fonds de 2 millions d'euros** fin 2022. Elle a également reçu une aide de 200 000 euros de Bpifrance et une autre de 25 000 euros de l'Agence spatiale européenne (ESA). Biomedes développe en effet une technologie s'appuyant sur l'IA pour **diagnostiquer les sols depuis l'espace**. "Ce diagnostic sera possible grâce à une intelligence artificielle que nous allons entraîner. Nous allons collecter des données terrains, beaucoup de données, que nous allons injecter dans le système pour **les croiser avec des images satellites**", indique ainsi le cofondateur de Biomedes sur le site *Le Politique*. La plateforme numérique qui accueillera les cartes des sols pollués devrait voir le jour à l'horizon 2025 et sera accessible au grand public. À cette date, l'entreprise vise **un doublement de son effectif** (aujourd'hui autour d'une dizaine de collaborateurs) et **une multiplication par dix de son chiffre d'affaires**, à deux millions d'euros. Début 2023, elle prévoyait de procéder à **une nouvelle levée de fonds** pour un montant d'un million d'euros. Cette montée en puissance pourrait lui permettre de **réduire le coût de son programme**, voire d'offrir des compensations aux agriculteurs, pour qui la dépollution représente un investissement conséquent.

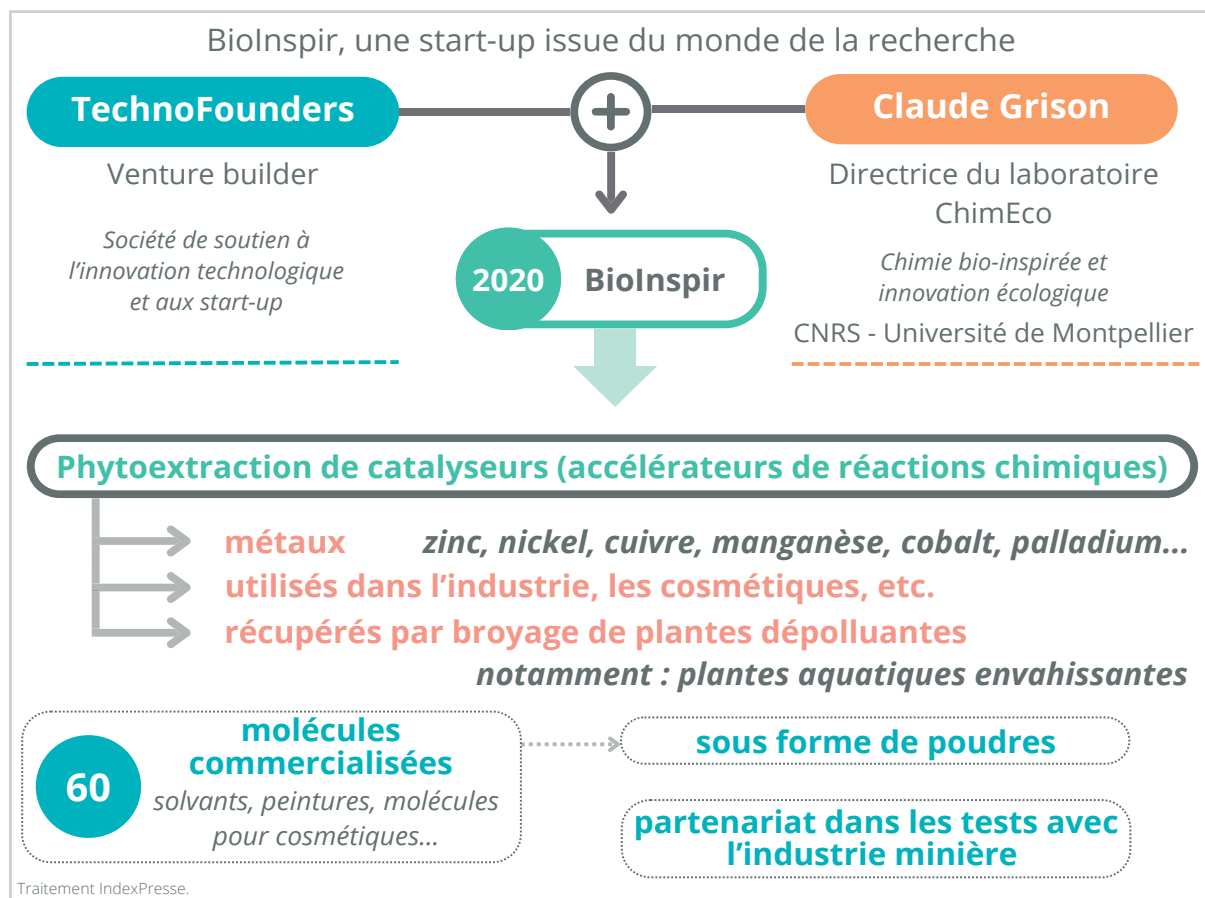
Yphen

Fondée en 2018, cette société se spécialise elle aussi dans la dépollution des sols, mais en utilisant pour sa part **les propriétés des champignons**. Elle détenait fin 2022 environ 25 souches pouvant être utilisées pour ses opérations de traitement. Les champignons (qui sont avant tout de vastes réseaux de filaments souterrains) peuvent notamment être **plantés dans le sol grâce à des billes** faites à base d'algues. Ils absorbent ensuite pendant plusieurs mois les polluants comme les hydrocarbures. "Certains champignons **se nourrissent d'énergies fossiles** comme d'autres se nourrissent de bois", explique à *France 24* le fondateur, Gil Burban. "En moyenne, une dizaine de kilos de nos billes de champignons suffisent à dépolluer un hectare de terre souillée".

La société a pu **tester son procédé sur des chantiers** des entreprises de BTP Colas et Eiffage. Elle s'est depuis **développée commercialement** avec des contrats auprès de Suez, de la société de construction suisse Induni ou encore du spécialiste de la prévention des feux Phumus. Yphen se focalise dans un premier temps sur une clientèle d'industriels et d'acteurs du BTP, mais souhaiterait par la suite **se déployer sur le segment de l'agriculture** avec la remise en état de terres inexploitable.

La start-up a reçu le soutien de divers acteurs, comme le CIC et le Réseau Entreprendre. Détenue par la holding suisse Edaphos, elle a **levé 2,3 millions d'euros** en 2021, dont 600 000 euros apportés par Bpifrance. Elle avait auparavant rassemblé 300 000 euros en phase d'amorçage. Fin 2022, elle cherchait par ailleurs à réaliser **une opération de financement à hauteur de 8 millions d'euros afin de construire sa première usine** et de passer ainsi à une production à échelle industrielle. Yphen a été récompensé à plusieurs reprises avec l'obtention d'un CIC Business Awards en 2021 et du Prix Eco-Tremplin l'année suivante.

L'entreprise s'intéresse en outre à **la production de biocarburants à base de champignons** : un substrat à base de déchets végétaux est décomposé et absorbé, puis transformé en éthanol. Cette solution permettrait de **limiter la pollution émise** avec une réduction de "80 à 90 % sur le bilan gaz à effet de serre par rapport à l'essence", selon le fondateur de Yphen.



Des solutions de dépollution biosourcées

Le secteur développe des produits basés sur des actifs naturels afin de dépolluer les sites. Ces solutions peuvent prendre des formes diverses, comme des poudres ou des plaquettes.

Colas Environnement

Filiale du groupe de BTP Colas spécialisée dans les questions environnementales, cette société a mis au point en 2022 **une solution de dépollution basée sur le marc de café**. Baptisé EspresSoil, le procédé se veut écoresponsable et favorise la biodégradabilité des polluants dans la terre. Le système nécessite la mise en place de **plusieurs étapes**.

- Le sol est excavé et les terres sont disposées en tertres sur une aire dédiée.
- L'un des tertres contient la solution Espres-

Soil. Ce dernier est **humidifié en circuit fermé** ; des nutriments sont éventuellement ajoutés à l'ensemble.

- Le terte est aéré afin d'**alimenter le milieu en oxygène** et de récupérer les polluants volatils. La méthode employée est alors par aérobie, mais le groupe maîtrise également la voie anaérobie (sans dioxygène).
- Différents appareils (turbine, dévésiculateur) procèdent à l'élimination des polluants.
- L'air pollué est filtré à l'aide d'un charbon actif.

Cette solution de biotraitement est censée être particulièrement efficace, selon le groupe Colas. "Les rendements épuratoires et les abattements obtenus avec ce procédé sont meilleurs que pour 'les biotraitements classiques' avec **plus de 83 % sur les fractions hydrocarburées** les plus lourdes", indique-t-il dans *Environnement Magazine*.

Capillum

Cette start-up, lancée en 2019, se présente comme une filière de recyclage du cheveu. Grâce à **un réseau de 90 points de collecte**, de 20 entrepôts et d'un partenariat avec La Poste, elle peut collecter les cheveux auprès de **plus de 3 200 coiffeurs**. Le gisement est important puisque 4 000 tonnes de cheveux coupés sont générées chaque année en France. Capillum utilise les cheveux pour **une variété de domaines**. Elle s'est d'abord lancée dans **la confection de tapis de paillage** pour les agriculteurs, leur permettant de limiter l'arrosage et le désherbage avec une offre écoresponsable. La start-up a ensuite déployé ses activités dans **la dépollution des sols et des océans**. Les cheveux affichent des propriétés absorbantes et peuvent donc **capturer les hydrocarbures, jusqu'à huit fois leur poids**. Ils sont placés dans des tubes en nylon avant d'être insérés dans le sol ou immergés dans l'eau. Les tubes peuvent en outre **être lavés et réutilisés**, entre six et dix fois. Ils remplacent ainsi les produits absorbants issus de dérivés de l'industrie pétrolière. La kératine, qui compose à 95 % les cheveux, revêt également **des atouts dans le domaine médical**, prochaine cible de Capillum. La société a ainsi **déposé quatre brevets** sur l'extraction de la kératine et sur la valorisation des propriétés des cheveux. "Le cheveu est considéré comme une ordure ménagère, donc on rentre dans l'objectif gouvernemental de réduction des déchets", explique le cofondateur, James Taylor, sur le site de Bpifrance. "**Les villes ont tout intérêt à favoriser la démarche** Capillum auprès de leurs coiffeurs, dans une optique d'économie circulaire et de transition écologique".

Capillum propose **trois formules différentes** aux coiffeurs. **La première, gratuite**, leur permet d'apporter les cheveux issus de leur activité dans les points de collecte dédiés. Une seconde, payante, inclut un kit de recyclage des cheveux et **un référencement en tant que coiffeur écoresponsable** sur la carte numérique de Capillum. La dernière offre, la plus chère, fournit **un service de collecte** des cheveux directement chez le coiffeur par Urby, filiale logistique de La Poste.

La société s'est notamment **appuyée sur le financement participatif** pour lancer son activité, parvenant à collecter plus de 18 000 euros sur la plateforme KissKissBankBank. "Auparavant, nous avons **gagné une dizaine de concours nationaux et internationaux** pour lancer notre entreprise", précise le cofondateur, Clément Baldellou. La start-up avait ainsi **remporté le trophée des É lanceurs** en 2019, un prix offert par La Poste pour récompenser les innovations écologiques et sociales. Capillum a également été soutenu par l'incubateur Le Village By CA. En 2021, les deux cofondateurs ont réalisé **une levée de fonds de 1,3 million d'euros**. L'international représente en outre un objectif majeur de Capillum : **la société s'est déployée en Italie** en 2021 et souhaitait s'implanter au Canada, une opération finalement repoussée. L'entreprise voulait alors **se doter d'un outil industriel spécialisé** dans le recyclage du cheveu. Une importante levée de fonds devait être initiée en 2023 afin de servir ce but. Le développement de Capillum se montre soutenu, avec **150 à 200 demandes de salons de coiffure par mois**. Après un chiffre d'affaires de 52 000 euros en 2021, ce dernier devrait s'élever à 300 000 euros pour l'année 2022.

CRISALID, UNE INITIATIVE DE LABORATOIRE COOPÉRATIF

Lancé en 2020 et installé sur la friche Becker à Pont-de-Claix (Isère), ce centre d'analyse réunit divers acteurs de l'écosystème de la dépollution des sols et de la réhabilitation des friches. Il a été créé à l'origine par la rencontre du secteur privé (le bureau d'études Envisol) et le secteur public, avec l'Établissement public foncier local du Dauphiné. Incubateur pour start-up, laboratoire de recherche et d'expérimentation, réseau d'expertises, pôle de sensibilisation pour le grand public : Crisalid déploie une variété de modes d'action. Ses compétences vont de la dépollution à la régénération des sols en passant par l'agropédologie (formation) et l'écologie urbaine. Crisalid coordonne le projet européen Tellus, qui vise à créer un réseau international de centres d'expertise sur la réhabilitation des friches.

Le renouveau de l'offre passe aussi par le numérique

Les outils digitaux peuvent se montrer pertinents pour la gestion des projets de dépollution. Leur intérêt peut résider dans l'analyse des sols à dépolluer ou encore dans l'organisation logistique du transfert des terres excavées.

Tellux

Cette société a été fondée en 2019 par un docteur en géologie spécialisée dans l'imagerie hyperspectrale, Antonin Van Exem. Tellux a mis au point **la technologie HyberLab, basée sur la chimie analytique et sur l'intelligence artificielle**. Elle a déposé plusieurs brevets en ce sens. Sa solution vise à **analyser les sédiments directement sur site**, répondant à des problématiques posées par les méthodes conventionnelles. Habituellement, des échantillons de terre sont envoyés en laboratoire, ce qui **augmente les coûts et allonge les délais**. Le manque potentiel de représentativité des échantillons peut en outre conduire à **une perte de précision** sur le traitement effectué. Doté d'une caméra hyperspectrale, le dispositif constitue une sorte de laboratoire d'analyse mobile, déployable sur le site à dépolluer. Les algorithmes peuvent **analyser les carottes (échantillons de terres) de façon très précise**. "Sur chaque millimètre de la carotte, on connaît le type d'hydrocarbure présent. On peut donc venir traiter chirurgicalement", souligne dans *Mat Environnement* Pierre-Antoine Fourier, directeur de projet chez Tellux. **Les algorithmes ayant encore besoin d'être entraînés**, les résultats des analyses sont pour l'instant encore comparés avec ceux obtenus par un laboratoire, ce qui génère quelques retards. L'entreprise poursuit en parallèle ses recherches afin de couvrir un plus grand nombre de polluants.

Tellux s'adresse à une variété de clients, des foreurs aux promoteurs et aux bureaux d'études. "Nous accompagnons différents clients, du diagnostic de pré-étude jusqu'aux phases de travaux de dépollution", confirme dans *Mat Environnement* Maxime Lhoir, directeur du développement commercial. "Notre solution est aussi **adaptée aux projets basés sur les services écosystémiques**

tels que les restaurations écologiques des fontiers dégradés".

La société a par exemple reçu **une demande de prestation de la part de la métropole de Rouen** dans le but d'analyser les sédiments d'un chenal situé près d'une ancienne raffinerie. Le projet de restauration de ce dernier nécessitait de connaître les polluants qui s'y étaient déposés. Tellux a ainsi effectué **des forages jusqu'à trois mètres de profondeur** afin de procéder aux analyses. "Personne n'avait pu proposer une solution satisfaisante à la Métropole, nous leur avons donc proposé nos services", indique Maxime Lhoir. Tellux a également **travaillé avec la société Colas Environnement** sur le projet de dépollution de la friche ayant accueilli la raffinerie de Dunkerque. Le coût du recours à la solution de Tellux se montre variable en fonction des besoins, oscillant entre 30 000 et 50 000 euros. **Ce modèle économique devrait toutefois évoluer**, comme l'explique le fondateur, Antonin Van Exem, sur le site Internet *Paris-Normandie* : "Pour l'instant, on fait les mesures nous-même. Le but c'est de commercialiser l'outil. Aujourd'hui on fait du service, notre objectif c'est de confier l'outil aux opérateurs".

L'entreprise a été soutenue par les incubateurs Normandie Incubation et Le Village By CA ainsi que Bpifrance, qui lui a notamment apporté une bourse French Tech Émergence de 90 000 euros. Tellux a par ailleurs réalisé **une levée de fonds de 1,3 million d'euros** en 2021. Deux ans plus tard, elle a également **accueilli à son capital le groupe de construction Lhotellier**, qui a pris une participation minoritaire (15 %) et a injecté 340 000 euros dans la société. Fort de 1 600 salariés et d'un chiffre d'affaires dépassant les 300 millions d'euros, le groupe constitue **un partenaire solide pour assurer le développement** de Tellux. "Lhotellier nous apporte une expérience de terrain", explique Maxime Lhoir dans *Les Échos*. "Lorsque l'on développe une nouvelle technologie, il y a un risque qu'elle ne réponde pas totalement à un marché. Grâce à eux, **nous comprenons mieux les problématiques et les règles de la filière**". L'accès facilité à une multitude de friches peut

ainsi guider les choix d'investissement et permet aussi d'**améliorer les algorithmes** utilisés dans les technologies de Tellux.

La société souhaite se développer à l'international et poursuit également ses recherches, notamment dans **une optique de segmentation plus poussée de son offre**. Elle espère mettre au point une version miniaturisée de son système d'analyse afin de le rendre transportable à la main par un opérateur. Une autre innovation réside dans **un dispositif de tri des terres** en fonction de leur état en termes de pollution. "La présence de pollution dans le sol est hétérogène, ce qui fait que **30 % de la terre envoyée en filière de dépollution ne nécessite en réalité pas de traitement**", justifie Maxime Lhoir aux *Échos*. L'outil doit cependant être **adapté aux contraintes d'un chantier** : il doit être pratique afin de ne pas ralentir l'activité ; il ne doit pas être gêné par la poussière, des lumières ou des vibrations, ce qui est le cas pour la caméra. Tellux cherche par conséquent à **développer un caisson** spécifiquement pour ce type d'environnement, avec un premier prototype pour la fin d'année 2023.

Yterres

Fondée en 2019, cette société est **une filiale de l'entreprise Yprema**, spécialisée dans l'économie circulaire pour les activités de BTP. Au départ axée sur l'évacuation des terres standards, Yterres s'est diversifiée vers les terres polluées. Elle propose en outre **un outil numérique de planification de la logistique** pour l'évacuation des

terres excavées vers les centres de dépollution.

Yterres offre ainsi **un meilleur suivi en termes de traçabilité des terres excavées**, et rend sa gestion plus simple du fait de la dématérialisation. Une première estimation du coût du chantier est par ailleurs proposée en ligne.

La société ne s'occupe pas elle-même des traitements sur les terres polluées, mais intègre ce segment dans le service par le biais de partenaires. Elle peut **s'appuyer en outre sur sa maison-mère** pour profiter de ses compétences et de son expérience, et réaliser des synergies.

L'entreprise est **positionnée sur le chantier du Grand Paris**, qui comprend de nombreuses zones d'aménagement et de nouvelles lignes de transport public. Le tracé du projet traverse une multitude d'anciennes friches industrielles, dynamisant le marché de la dépollution.

"Compte tenu des volumes générés par le Grand Paris, il est indéniable que chacune des filières de traitement des terres est plus sollicitée, et notamment celle des terres polluées."

Karl Sache, ingénieur géologue chez Yterres

GINGKO, LA FINANCE SPÉCIALISÉE DANS LA DÉPOLLUTION

Créée en 2010 par la Caisse des dépôts, la Banque européenne d'investissement, la Compagnie Benjamin de Rothschild et des investisseurs belges, la plateforme Gingko a jusqu'ici lancé trois fonds dédiés au financement de la dépollution des friches : un premier lors de sa création, un second en 2016 et un autre en 2021. Ce dernier avait rassemblé 180 millions d'euros lors son premier closing, visant à terme 350 millions d'euros de souscriptions, lui permettant d'investir dans une quinzaine de friches. Le fonds cible des terrains situés à proximité des grandes métropoles, en France comme en Europe. Gingko a notamment investi en Suisse, en Espagne et en Belgique. L'opérateur financier ne s'appuie sur aucune aide publique. Il a par exemple financé en 2016 un projet sur un site de 2,6 hectares à Vénisseux (près de Lyon) ayant accueilli une fonderie, la réhabilitation d'une friche de 17 hectares (ancienne usine) à Marseille en 2017, ou encore des projets d'un hectare à Fontainebleau et à Saint-Denis, en périphérie de Paris.

LA DÉPOLLUTION DE L'EAU, UN ENJEU AUX MULTIPLES FACETTES

La dépollution de l'eau s'inscrit dans **le marché plus large du traitement de l'eau**. Celui-ci regroupe les activités de captage, de traitement, de distribution, d'assainissement et de dépollution de l'eau. Ces deux derniers segments s'avèrent les plus dynamiques en raison d'un **"durcissement réglementaire"** et du **"développement de nouvelles solutions"**, souligne le cabinet Made in FR. "Les ressources en eau sont sans cesse plus menacées par des pics de sécheresse, les entreprises et les pouvoirs publics multiplient les initiatives", poursuit-il.

La nécessité de dépolluer davantage les eaux regroupe donc **des enjeux sociaux et environnementaux**. Il s'agit à la fois de **ne pas mettre en péril le fonctionnement des réseaux d'eaux potable et usées**, mis sous pression par les évolutions climatiques et démographiques ; et de

protéger la nature, la biodiversité et le cycle de l'eau, en limitant les rejets de déchets et matières polluantes dans les cours d'eau, l'océan, etc.

**185 milliards
de dollars**

La valeur du marché
mondial du traitement
de l'eau.

Source: Les Échos, 2021
(calcul IndexPresse)

La réutilisation des eaux usées, thématique croissante au sein des réseaux

La France veut accélérer sur la "Reut"

La réutilisation d'eaux usées, abrégée en "Reut" ou "Reuse", vise à traiter et dépolluer les eaux usées pour qu'elles **réintègrent les circuits d'irrigation, d'arrosage ou de lavage**, au lieu d'être simplement relâchées. En août 2023, le gouvernement français a dévoilé son plan pour accélérer sur ce sujet. Il **assouplit notamment les procédures administratives et réduit les délais d'instruction des projets**. "Il s'agit de développer davantage de projets, tout en maintenant une protection

totale de la santé des populations", indique un conseiller du ministre de la Transition écologique auprès des *Échos*. L'objectif affiché est d'**atteindre 10 % d'eaux usées réutilisées d'ici 2030, contre à peine 0,8 % actuellement**. Un total très faible par rapport à d'autres pays : l'Italie exploite déjà 8 % de ses eaux usées, l'Espagne 15 % et Israël grimpe même à 80 %, rappelle *L'Usine Nouvelle*.

Cette volonté étatique et ces premières mesures réglementaires donnent **un nouvel élan au secteur de l'assainissement et de la dépollution**. "Nombre d'entreprises ou de collectivités locales sont dans les starting-blocks. Selon les acteurs du

LA DÉPOLLUTION DE L'EAU, UN ENJEU AUX MULTIPLES FACETTES

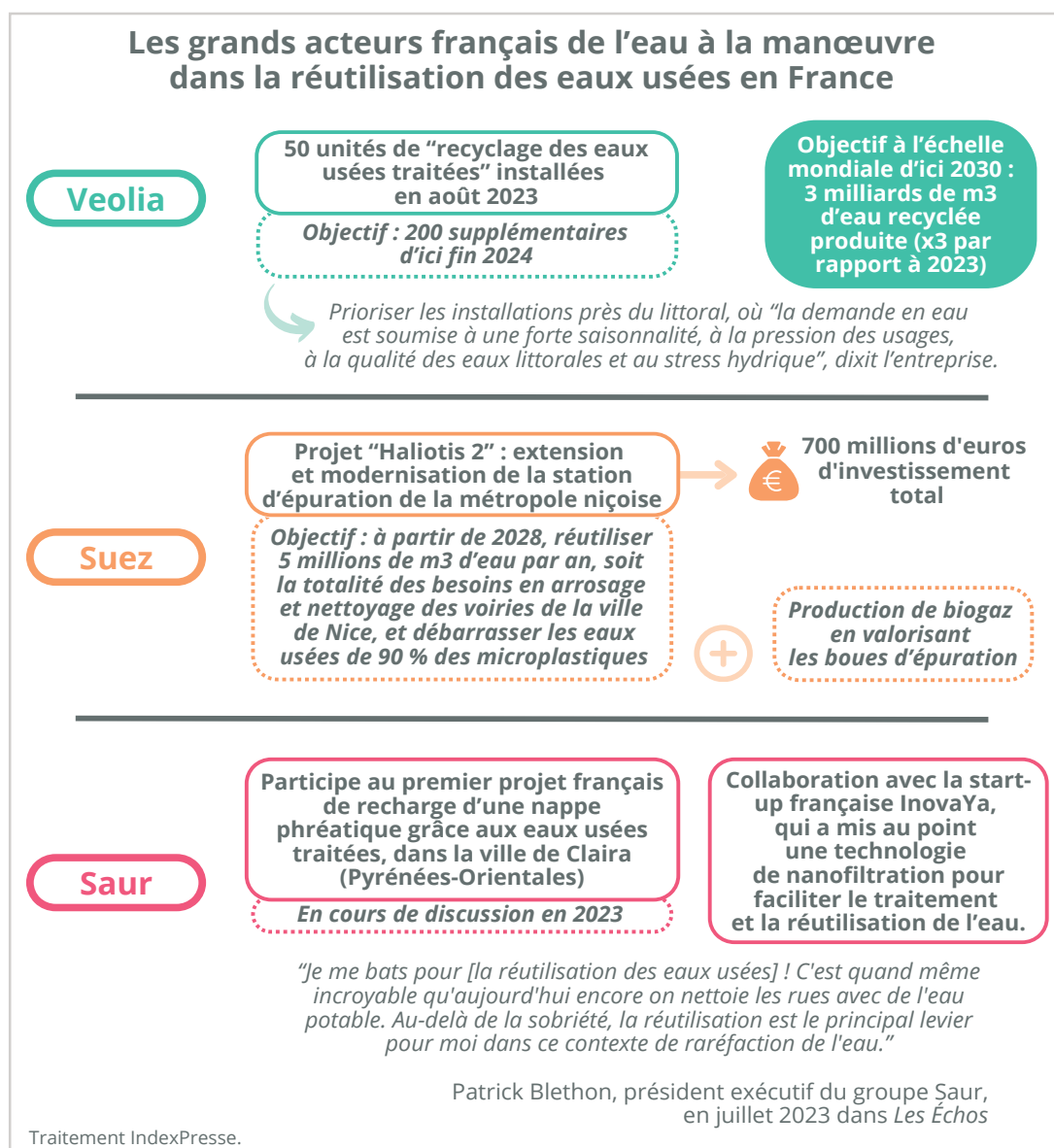
secteur, chez Veolia, Suez ou Saur, les demandes se multiplient : la Fédération professionnelle des entreprises de l'eau a recensé une centaine de nouveaux projets engagés cet été", relaie le journal *Les Échos*.

Des leaders français prêts à agir dans l'Hexagone

Limités par le cadre français, les grands acteurs nationaux du traitement de l'eau se sont **exer-cés à la réutilisation à l'étranger**. Veolia recycle déjà la majeure partie des eaux usées collectées

à Agbar (Espagne) ou Aguas Andinas (Chili). Suez compte plusieurs installations actives à Milan (Italie) ou Shanghai (Chine). Saur a fait de la station de Vathia-Gonia, basée à Nicosie (Chypre), sa référence européenne en la matière. "La réutilisation des eaux usées traitées est **une avancée considérable que nous continuerons à développer**", indiquait Patrick Blethon, président exécutif du groupe, en 2022, lors de la reconduction du contrat liant Saur au Sewerage Board of Nicosia.

Conséquence de ce développement avancé à l'étranger, **les technologies sont donc matures** : il s'agit d'ajouter un traitement en sortie de sta-



tion d'épuration, où plus de 80 % du travail est déjà fait, au lieu de rejeter l'eau dans la nature", explique *L'Usine Nouvelle*. Maintenant que le cadre français se montre plus propice à la réutilisation, **les projets portés par ces multinationales devraient donc se multiplier dans l'Hexagone**, alors que moins de cent stations d'épuration sont actuellement équipées des infrastructures nécessaires, rappelle *Les Échos*. "Il y a dix ans, qui eut cru qu'on allait manquer d'eau ? L'Espagne, l'Italie, Israël avaient déjà un problème de ressource. Ils ont bougé par nécessité comme nous allons le faire", estime Pierre Ribaute, directeur général Eau France chez Veolia.

Des start-up investissent le secteur

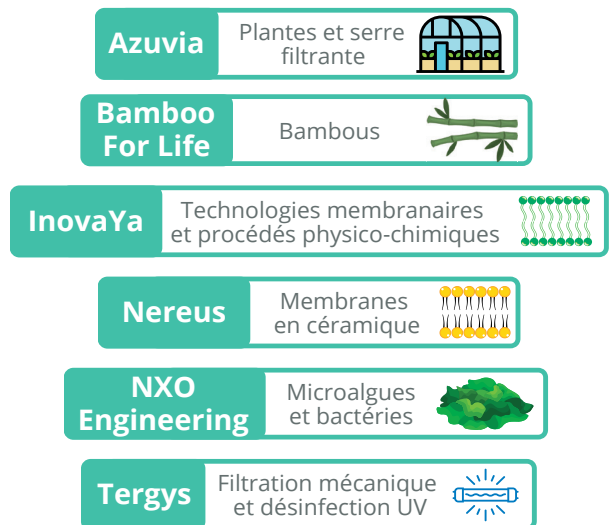
Le traitement et la dépollution des eaux usées constituent **l'un des segments de la WaterTech, soit les innovations appliquées au secteur de l'eau**. "Plusieurs start-up s'attellent à recycler et traiter la ressource", confirme *Les Échos*, qui souligne néanmoins que **ce marché reste encore modeste en France, avec des levées de fonds restreintes**. Quelques augmentations de capital sont toutefois à relever :

- 3 millions d'euros pour InovaYa en 2022 ;
- 750 000 euros pour Azuvia en 2021 ;
- 300 000 euros pour Tergys en 2019.

Les jeunes pousses tricolores tentent de se démarquer en proposant **de nouveaux moyens de filtrer et de dépolluer les eaux usées**. Ils peuvent être naturels (plantes, algues, etc.) ou, au contraire, reposer sur de nouvelles technologies. L'enjeu est également d'éviter une concurrence frontale avec les grands groupes, qui trustent le public des collectivités. **S'adresser à d'autres cibles** (industriels, PME, acteurs de l'immobilier, etc.) maximise les chances de se faire une place.



Différentes méthodes de filtration, d'épuration et de dépollution de l'eau pour les start-up françaises



Traitement IndexPresse.

Nereus vise un large public

Pour recycler les eaux usées, Nereus s'appuie sur sa **technologie de filtration membranaire dynamique**, qui permet de retenir les micropolluants, les bactéries et les virus, pour une consommation énergétique moindre. "Nous ne sommes pas des traiteurs d'eau, mais des extracteurs d'eau. Nous le faisons avec **cinq à dix fois moins d'énergie que l'industrie classique**", indique Emmanuel Trouvé, directeur de la start-up née en 2013.

Nereus s'adresse à des cibles variées : industriels, agriculteurs, promoteurs immobiliers... La société veut **faire émerger un nouveau modèle, moins basé sur la quantité d'eau que sur la qualité** : "Les revenus des grands opérateurs, publics ou privés, sont couplés au volume d'eau livré dans les réseaux. Plus je livre d'eau, plus j'ai des revenus. Introduire un système qui permet à n'importe quel immeuble, par exemple, de recycler 60 % de son eau et de demander aux réseaux d'émettre seulement 40 % de ce qu'ils émettaient avant, intrinsèquement, cela leur enlève des revenus. Le modèle n'est pas situé sur l'efficacité hydrique", détaille Emmanuel Trouvé dans *Les Échos*.

En 2024, les technologies de Nereus seront présentes dans le village olympique, afin de recycler les eaux grises d'un immeuble et d'intercepter une partie des eaux usées des égouts pour arroser les espaces verts. D'ici l'événement, elle souhaite lever 15 millions d'euros pour **agrandir son usine et industrialiser sa production**. En 2022, la start-up avait réalisé 4 millions d'euros de chiffre d'affaires.

NXO Engineering développe une station d'épuration à énergie positive

Grâce à la synergie générée par les microalgues et les bactéries présentes dans ses bioréacteurs, NXO Engineering a mis au point une station d'épuration à énergie positive, qui **traite l'eau tout en séquestrant du CO₂**. Opérationnel depuis 2020 dans l'Hérault, son premier prototype, élaboré avec le CNRS et l'INRA de Narbonne, a montré des résultats "très prometteurs".

En 2022, la start-up s'est dotée de ses propres locaux et a investi 1,2 million d'euros dans un nouveau démonstrateur de plus grande capacité. "Le démonstrateur va garder les bénéfices de la valorisation intégrale mais pour le rendre viable pour les grandes collectivités, il nous faut lever les contraintes foncières de la solution. Nous travaillons donc sur **des bioréacteurs verticaux**", indiquait en juin 2022 dans *La Tribune* César Narvaez, cofondateur de l'entreprise. Cela lui permettra aussi de collaborer avec des industriels.

Après avoir réalisé 240 000 euros de chiffre d'affaires en 2021, NXO Engineering assurait avoir signé pour 1,8 million d'euros de contrats en 2022. La jeune pousse veut **accélérer ses investissements en R&D et débiter son expansion internationale**, notamment au Moyen-Orient, en Amérique du Sud et en Afrique du Nord, **des territoires ensoleillés où ses bioréacteurs bénéficieront de conditions favorables**. À l'été 2022, la société dévoilait aussi son souhait de réaliser une levée de fonds de 30 millions d'euros pour renforcer ses effectifs et passer un cap supplémentaire.

Le traitement des boues d'épuration, un segment à développer

Les boues d'épuration regroupent les éléments séparés de l'eau lors de l'étape de dépollution : matières organiques, minéraux, éléments polluants, etc. En France, sept à huit millions de tonnes de boues brutes sont produites chaque année par les stations d'épuration urbaine selon Hydroplus, ensuite transformées en un million de tonnes de matière sèche. Pendant longtemps, ces résidus ont majoritairement été épandus sur les terres agricoles, seuls ou mélangés avec des déchets verts. Mais depuis 2018, la réglementation tend à limiter cet usage, pour des questions environnementales. Or, en dehors de l'incinération et de l'enfouissement, deux autres méthodes présentant de nombreuses limites, peu de solutions existent pour traiter ces boues. Pour les acteurs du marché de la dépollution, ce segment des boues offre donc **des opportunités en cas de proposition alternative pertinente.**

Suez a opté pour **la voie de la valorisation énergétique, en générant du biogaz à partir des boues.** Le groupe a inauguré plusieurs unités de méthanisation de ce type ces dernières années,

notamment aux Mureaux (Yvelines), à Marseille (Bouches-du-Rhône) et à Sausheim (Haut-Rhin). "En créant des boucles d'économie circulaire locales à partir des eaux usées et des déchets, et en récupérant le phosphore, **nous accompagnons au mieux les collectivités dans leur transition énergétique**", déclarait en 2022 Maximilien Pellegrini, directeur général adjoint de Suez en charge de la France.

De son côté, la start-up Orège a développé un procédé **réduisant le volume et améliorant la qualité des boues**, ce qui pourrait favoriser leur épandage ou compostage. Mais ses projets ont été retardés par les problématiques d'approvisionnement post-Covid-19. À l'automne 2022, le journal *Les Échos* relayait une perte de 2,9 millions d'euros pour la société au premier semestre de l'année en cours, ainsi qu'un cours de Bourse en net repli. "Il ne suffit pas d'avoir **une technologie innovante, qui de surcroît cadre parfaitement avec les enjeux et priorités actuelles de dépollution de l'eau et de responsabilité sociale des entreprises**, encore faut-il la vendre", selon le quotidien. Orège reste toutefois soutenue par son principal actionnaire, le spécialiste luxembourgeois des énergies renouvelables Eren Groupe, au moins jusqu'à la fin de l'année 2023.

Dépolluer les eaux émanant de l'industrie

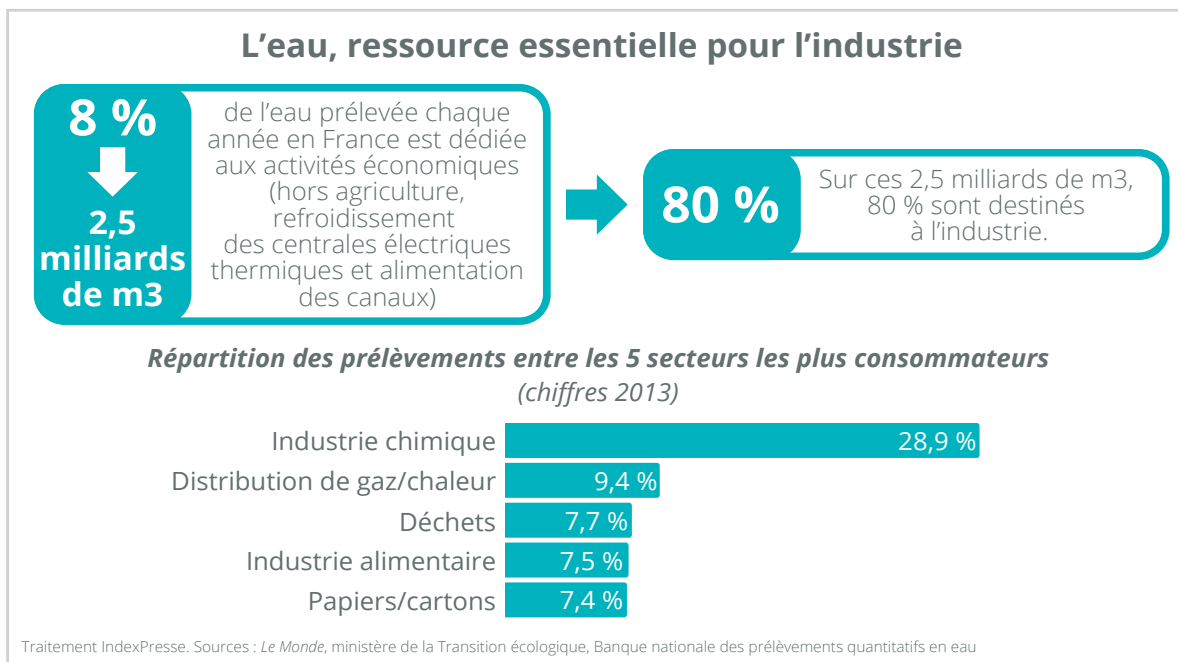
Une nécessité pour les industriels

L'industrie française prélève chaque année environ 2 milliards de m³ d'eau, selon les données de la Banque nationale des prélèvements quantitatifs en eau. "Dans les usines, l'eau peut être utilisée pour nettoyer, refroidir ou laver, bien sûr, mais aussi comme matière première ou solvant", expose *Le Monde*. Au final, **la majorité de l'eau prélevée est ensuite restituée dans le milieu naturel.** C'est ici qu'intervient l'étape de dépollution, dans les cas où l'eau a été contaminée par des matières et substances polluantes.

Si de nombreux industriels se contentent de reverser leurs eaux dans une station d'épuration

collective, certains décident de **se doter de leur propre système, en cas de volumes trop importants à gérer ou de présence de polluants spécifiques.** En Isère, l'usine du fabricant de semi-conducteurs STMicroelectronics possède ainsi son propre système d'épuration afin de traiter puis rejeter l'eau ayant servi aux opérations de rinçage. "Il est probable que l'eau rejetée dans la rivière soit plus propre que celle qui y coule naturellement", estime Guy Dubois, ancien manager de l'entreprise. Dans le Rhône, l'usine Teintures et Impressions de Lyon a franchi le pas en 2022, en se dotant de "sa propre station d'épuration, adaptée aux seuls rejets de son usine : urée, colorants, soude, micropolluants...", indique

LA DÉPOLLUTION DE L'EAU, UN ENJEU AUX MULTIPLES FACETTES



Actu Environnement. L'installation initiale a coûté 3 millions d'euros et la gestion annuelle s'élève à 500 000 euros, versés à Veolia, sélectionné pour prendre en charge le dispositif. "Ce n'est en rien rentable d'investir dans sa propre station d'épuration. L'idée, c'est davantage de **changer de paradigme en gérant le plus possible sa propre pollution**", explique Jean-Michel Bertrand, directeur de l'usine.

L'offre de solutions s'enrichit

Face à une réglementation de plus en plus stricte, un nombre croissant d'industriels doivent accélérer sur le volet du traitement et de la dépollution des eaux rejetées. Afin de répondre à cette demande, **les fournisseurs de solutions multiplient les investissements et les innovations**. Cette dynamique s'observe du côté des grands groupes et des PME mais également des start-up, qui commencent à investir le segment.

- **Séché Environnement confirme son statut d'acteur majeur**

Spécialiste français du traitement des déchets au chiffre d'affaires de 895 millions d'euros en 2022, Séché Environnement s'impose comme l'un des piliers de la dépollution de l'eau en France. En mai 2022, le groupe s'est renforcé en **rachetant une centaine de contrats de gestion d'eaux indus-**

trielles ainsi qu'une vingtaine d'agences à Veolia.

La transaction, conclue à 40 millions d'euros, a eu lieu dans le cadre des cessions réalisées par Veolia pour se conformer aux exigences de la Commission européenne suite à son acquisition de Suez. "Le nouvel ensemble ainsi constitué confèrera à notre groupe une position renforcée sur un marché récurrent et à fort potentiel. Tout l'enjeu pour Séché Environnement est de **peser sur ce marché en France pour pouvoir l'exporter à l'international**", exposait début 2023 Nicolas Rogeau, directeur des opérations en charge du pôle services et du pôle chimie de Séché.

- **Semeo investit pour répondre à la demande**

Propriété du groupe français Semosia, Semeo va bénéficier d'un investissement de 7 millions d'euros sur la période 2023-2027. La filiale est centrée sur la gestion des eaux usées, boues et rejets industriels, via des unités mobiles de traitement. Or, depuis l'été 2022, elle constate une "**forte demande d'industriels souhaitant réutiliser leurs eaux usées**", indique Philippe Hardoin, président de Semosia, dans *Les Échos*. L'entreprise va donc **investir dans ses équipements et en R&D pour mettre au point de nouvelles solutions de dépollution**. Selon *Les Échos*, Semeo pourrait ainsi doubler son chiffre d'affaires, pour atteindre 11 millions d'euros, dès 2026.

LA RECHERCHE SE PENCHE SUR LA PROBLÉMATIQUE

Plusieurs laboratoires et programmes de recherche se concentrent sur l'amélioration des procédés de dépollution des eaux industrielles. En 2020, le laboratoire Moltech-Anjou, qui regroupe le CNRS et l'université d'Angers, a dévoilé une pince moléculaire, contrôlée par transfert d'électrons, capable de piéger des molécules pour les transporter ailleurs. "Elle pourrait être utilisée pour dépolluer, par exemple, de l'eau", indique *Les Échos*. Trois ans plus tard, le laboratoire Chrono-environnement, dépendant de l'université de Franche-Comté, mettait au point une technique renouvelable et durable reposant sur le chanvre. "La feutrine de chanvre agit comme un filtre, et les copeaux optimisent le processus. Les substances chimiques contenues dans l'eau (notamment les métaux) se trouvent piégées", détaille Grégorio Crini, chimiste au sein du laboratoire.

Le projet européen Promiscues, qui implique notamment le Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM), se concentre de son côté sur l'amélioration de la détection aquatique des PFAS, ces "polluants éternels" émis par l'industrie. "Nous souhaitons arriver à une méthode analytique ciblée capable de couvrir le maximum de composés, en dégradant le moins possible ses performances analytiques", déclare Julie Lions, chef du projet Promiscues au BRGM. Le programme tente également de trouver de nouvelles méthodes pour détruire ces PFAS, en étudiant par exemple la pyrolyse, le plasma par induction ou la réduction chimique, relaie *Actu Environnement* en janvier 2023.

• BIO-UV Group et UV Germi s'appuient sur les ultraviolets

Ces deux PME françaises, toutes deux cotées en Bourse, ont adopté **une approche similaire en pariant sur les rayons ultraviolets**, capables de dépolluer l'eau. Longtemps orienté autour de l'eau potable et des piscines, UV Germi a connu une **nette hausse de la demande provenant des industriels au cours des années 2010**. Ce volet assure désormais 35 à 40 % de son activité, estime Willy Fortunato, directeur général. Les papetiers, chimistes et acteurs de l'agroalimentaire représentent ses principaux clients.

Forte d'un chiffre d'affaires de 7 millions d'euros en 2022 et de deux filiales internationales, à Dubaï et Ryad, UV Germi compte accélérer son développement. Elle a levé 3 millions d'euros début 2022 pour **se diversifier dans la désinfection de l'air et des surfaces**, toujours grâce aux UV. Ses arguments commerciaux demeurent similaires, note *Challenges* : **des produits durables et fabriqués en France**, en Corrèze. "Tout est assemblé à la main, réparable et recyclable. Nous avons du stock. Il y a des années, nous étions vus comme des illuminés, aujourd'hui on est des pionniers", s'enthousiasme Willy Fortunato.

Principal concurrent d'UV Germi, Bio-UV Group pèse plus lourd que son rival puisque la société a dépassé les 50 millions d'euros de chiffre d'affaires en 2022. Sa solution basée sur les UV est déployée dans des piscines, des usines ou sur des navires, afin de traiter les eaux de ballasts.

Pour étoffer son offre destinée à l'industrie et à l'aquaculture, Bio-UV Group s'est **diversifié vers les technologies d'ozone en acquérant en 2019 la société écossaise Triogen**. "Avec une empreinte environnementale réduite, l'ozone permet d'oxyder les contaminants organiques et inorganiques, éliminant ainsi les maladies d'origine hydrique", indique *Environnement Magazine*. Bio-UV Group a ensuite investi 1 million d'euros en R&D dans ce segment, pour dévoiler en 2023 de nouveaux générateurs d'ozone.

Selon *Investir*, cette diversification **renforce le potentiel de la société, qui devrait maintenir ses niveaux de croissance soutenus** (+ 16 % en 2022). "L'accent est mis sur de nouveaux débouchés, mais sans oublier les activités pour les piscines et eaux de ballast, où le marché du remplacement d'équipements anciens ira croissant", estime l'hebdomadaire économique.

Valgo prend le virage de l'eau en luttant contre les PFAS

Historiquement centrée sur la dépollution des sols, la société Valgo s'est diversifiée dans la dépollution de l'eau en **brevetant en juin 2023 sa solution d'extraction des PFAS** (substances per- et polyfluoroalkylées), très utilisées dans diverses industries. Celle-ci aura nécessité quatre ans et 2 millions d'euros d'investissement en R&D, ainsi que des collaborations avec des laboratoires nord-américains. "Pour l'étape d'extraction, nous travaillons sur un additif innovant qui utilise des procédés biomimétiques. Pour l'étape de dégradation, nous avons signé des protocoles de partenariat avec une unité de recherche mixte CNRS-CEA spécialisée dans la sonolyse, qui utilise des ultrasons pour générer des cavitations dans l'eau et dégrader les PFAS", explique Hugo Carronnier, chef de projet, auprès d'*Actu Environnement* en janvier 2023.

Valgo veut imposer sa technique comme **alternative aux membranes traditionnelles, "onéreuses et consommatrices d'énergie"**, indique Alexandre Bertuzzi, responsable du développement de l'entreprise. "Notre solution permet de traiter de gros volumes d'eau avec des temps de traitement très courts", poursuit-il. La société, qui a réalisé 130 millions d'euros de chiffre d'affaires en 2022, compte **s'adresser principalement aux collectivités** à partir de la fin d'année 2023 afin d'équiper les stations d'épuration.

Des solutions portées par des start-up et susceptibles d'intéresser les industriels

Watchfrog
2005

Mesure des effets de perturbation endocrinienne dans les effluents industriels

1,5 million d'euros levés en 2015

Hébergée au Genopole de Limoges

PearL
2006

Biosorb, système de dépollution des eaux contaminées par des métaux

Veut étendre les applications au piégeage de molécules organiques (pesticides, herbicides, médicaments)

Cartouches filtrantes élaborées à partir de matériaux biosourcés (sous-produits des filières bois et lin)

Performance Process
2019

Solutions de gestion et de dépollution des effluents industriels

Une quarantaine de clients en 2023

A construit et emménagé dans ses propres bureaux en 2023

Diamsens
2022

Capteurs électrochimiques en diamant de synthèse surveillant la qualité de l'eau

1,7 million d'euros reçus dans le cadre du programme I-Nov 2023, dont elle est lauréate

Incubée au Tarmac, en région grenobloise

Traitement IndexPresse.

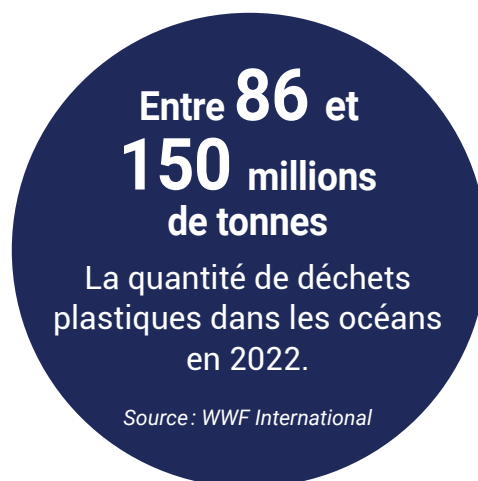
La dépollution des océans et cours d'eau attire les start-up

La pollution océanique constitue un sujet environnemental majeur. La quantité de déchets présente dans les écosystèmes marins ne cesse d'augmenter. Le service de recherche du Parlement européen estime qu'au moins 4,8 millions de tonnes de plastique terminent chaque année dans l'océan. **730 tonnes de déchets sont déversées tous les jours dans la Méditerranée.** Face à ce constat, des start-up font émerger de nouvelles solutions afin de collecter ces déchets.




Des bateaux pensés pour la collecte de déchets

Certains navires sont conçus spécifiquement pour récupérer les déchets en mer. Efinor Sea Cleaner est l'une des entreprises spécialisées dans ce domaine. Filiale du chantier naval breton Efinor, elle a mis au point des bateaux "tous équipés d'un système breveté de ramassage des déchets solides et liquides en mer. Trois gammes de bateaux existent. Les plus grosses unités sont actives sur le canal de Suez et à Taïwan", explique la chargée de communication de la société. En 2021, la start-up française MareCorsica a fait appel à elle pour commander un navire chargé de nettoyer les alentours de la Corse. La jeune pousse a réussi à convaincre plusieurs villes de l'île et a signé des contrats avec elles. "L'entretien des plages est une compétence communale, il nous a donc paru logique d'y inclure le littoral marin. Comme nous n'avons pas forcément les moyens de nous équiper pour assurer ce nettoyage, cette proposition nous a convenu", explique Pierre-Paul de Pianelli, le maire d'Ota-Porto. Pour Efinor Sea Cleaner, cette commande confirme que "la Méditerranée est un marché porteur", dicit *Corse Matin*. En 2023, le fabricant a d'ailleurs livré un autre de ses navires à la base navale de Toulon (Var).

De son côté, V2O Marine a mis au point un système nommé MPS, Marine Pollution Solution.



Il ne s'agit pas d'un navire, mais d'un **équipement à installer sur un bateau pour optimiser la collecte des déchets.** MPS prend la forme d'une voile sous-marine attachée à la poupe. La solution "a nécessité trois ans de calculs mécaniques et d'études hydrodynamiques pour concevoir la forme convexe du dispositif, bio-inspirée de l'efficacité des fanons de baleine pour filtrer le plancton", précise Rémi Allain, fondateur de

Des fabricants français de bateaux de dépollution peu nombreux	
 Ecotank	Bateaux multiservices, équipements et services maritimes
 Efinor Sea Cleaner	Filiale spécialisée du chantier naval Efinor, lancée en 2018 suite au rachat des actifs de la société française Ecocéane
 JC France Industrie	Bateaux dépollueurs, équipements pour le traitement des eaux usées

Traitement IndexPresse.

I Clean My Sea compte sur la géolocalisation des déchets

Aymeric Jouon, docteur en océanographie, a fondé cette start-up en 2019. La société a mis au point une application permettant de **géolocaliser les déchets à partir d'une photo**. Un bateau de dépollution est ensuite alerté pour aller les collecter. I Clean My Sea possède son propre catamaran, ou utilise les modèles "Collector" de la fondation Race for Water. "D'un côté, les collectivités veulent nettoyer leur plan d'eau, de l'autre, des milliers de citoyens sont désireux de participer. **En choisissant un mode de détection participatif et ciblé, nous optimisons chaque sortie**", indique Aymeric Jouon. L'entreprise valorise également les données récoltées pour mettre au point des algorithmes visant à faciliter la détection et la modélisation de la trajectoire de dérive des déchets.

I Clean My Sea **s'adresse principalement aux collectivités**. Elle a par exemple remporté un appel d'offres de la ville de Biarritz en 2022. L'entreprise participe également à plusieurs programmes financés par l'Union européenne, concernant notamment l'optimisation de la collecte et la valorisation des déchets récupérés.

la société, dans *Les Échos*. Incubée depuis sa création en 2021 chez Marseille Innovation, V2O Marine travaille en 2023 sur la commercialisation de son produit. La start-up **visé l'ensemble des acteurs de la dépollution maritime (collectivités, ports, Marine nationale, etc.)**.

La lutte contre les déchets passe par la robotique

La robotique constitue une piste prisée pour réduire la pollution marine. Les innovations proposées limitent généralement **leur périmètre d'action aux ports et aux littoraux**, là où la demande de la part des collectivités et des acteurs privés s'avère la plus forte. Le segment s'illustre par une grande diversité d'acteurs engagés.

- **Un industriel : Poralu Marine**

Numéro un mondial des pontons nautiques en aluminium, le groupe français Poralu Marine **se diversifie depuis 2017 dans la fabrication de robots de nettoyage du littoral**. Nommée "Searial Cleaners", sa gamme contient quatre appareils, tous élaborés avec des partenaires : Pixie Drone pour la collecte des déchets dans l'eau ; Col-

lec'Thor destiné à être fixé en bord de mer ou de ponton ; BeBot pour ramasser les débris sur la plage ; InvisiBubble, posé au fond de l'eau et qui émet une barrière de bulles pour capter les déchets. Selon *Les Échos*, un bateau collecteur de déchets pourrait enrichir cette collection à l'avenir.

- **Un chantier naval : Francqueville (Dpol)**

Basé dans les Bouches-du-Rhône, le chantier naval de Francqueville a mis à l'eau Dpol, un robot chargé de nettoyer les déchets et les hydrocarbures de surface dans les zones portuaires. Il fonctionne sur un modèle assez simple : une pompe crée un courant autour du robot, ce qui permet d'attirer les débris. La société a volontairement conçu **un robot peu sophistiqué afin qu'il soit plus abordable que les autres solutions de dépollution disponibles**. "Les alternatives proposées ne sont pas toujours accessibles, ni en termes de prix, ni en termes de facilité de gestion et de personnel requis dans leur utilisation. Mais aujourd'hui, Dpol est prêt et nous espérons que notre action permettra enfin à tous les acteurs – ports, pompiers, parcs marins... – de dépolluer. Il y a urgence !", concluait la société en 2020.

LA DÉPOLLUTION DE L'EAU, UN ENJEU AUX MULTIPLES FACETTES

• Des start-up : Recyclamer, IADYS et SubSea Tech

Fondée en 2018, Recyclamer a convaincu les ports de La Rochelle et ceux de Palma de Majorque et Ibiza, en Espagne, de tester son robot ramasseur de déchets dans les espaces aquatiques. Nommé Geneseas, ce dernier est autonome et **fonctionne à l'énergie solaire**. "Il estime son temps de travail, envoie des notifications sur la plateforme ou sur un portable quand le panier est plein, quand il rentre à la base ou quand la batterie est déchargée. En plus, il **assure le suivi en temps réel de la qualité de l'eau** grâce aux données sur la température, le PH, l'oxygène dissous, etc.", expose Aline Varinot, cheffe de produit. Recyclamer fabrique son engin à Saint-Junien (Haute-Vienne), en étant accompagné par des partenaires locaux pour la recherche-développement. **L'Espagne constitue un marché prioritaire** puisque "la plupart des concessions sont privées, du coup, la prise de décision est plus rapide. En France, 85 % des ports sont publics. Les délais sont très longs", explique Alan d'Alfonso Peral, fondateur de Recyclamer. La start-up s'est dotée d'une filiale espagnole fin 2021 et prévoit de mener un projet d'ampleur sur les Îles Baléares, dans le cadre d'une initiative "marinas zéro carbone". Ses ventes progressent aussi en France, avec une installation conclue à Brest et des démonstrations organisées à Antibes et Saint-Raphaël.

IADYS se positionne également sur ce segment avec son Jellyfishbot. Depuis sa création en 2016, l'entreprise a réussi à **implanter son robot nettoyeur dans plusieurs ports et chantiers navals** comme Le Havre, Saint-Nazaire ou La Ciotat.

Télécommandé à ses débuts, le robot est ensuite **devenu autonome afin de satisfaire les besoins des clients industriels**. Il est capable de gérer des tâches d'entretien, de dépollution, de surveillance et de préservation de l'eau. À l'été 2021, IADYS a levé 1,5 million d'euros pour accélérer son développement commercial, aussi bien dans l'Hexagone qu'à l'étranger. Déjà présent dans des installations à Singapour, au Japon et en Norvège, le robot pourrait investir les États-Unis, l'Australie, l'Asie du Sud-Est et le Moyen-Orient à l'avenir.

Quant à SubSea Tech, spécialisée dans les technologies sous-marines, elle travaille depuis plusieurs années sur son projet SeaClear. Celui-ci regroupe **quatre appareils travaillant simultanément** : un drone aérien, deux robots sous-marins chargés de détecter et collecter les déchets, et un petit bateau chargé de les ramener sur terre. Tout est pilotable à distance jusqu'à trois kilomètres, même si SubSea Tech souhaite **autonomiser l'ensemble à terme**. Soutenue à hauteur de 900 000 euros par des fonds européens, la start-up a déjà reçu des commandes de la part des ports de Hambourg (Allemagne) et Dubrovnik (Croatie). Elle compte également commercialiser ses robots auprès des ports et des collectivités locales.

• Une initiative étudiante : ESTACA (Green Turtle)

À contre-courant des robots nettoyeurs qui restent en surface, des étudiants de l'ESTACA (École supérieure des techniques aéronautiques et de construction automobile) ont imaginé **un appareil capable de plonger pour aller collecter les déchets en profondeur** au sein des zones portuaires.

ENDER OCEAN SOLLICITE LES JOUEURS DE JEUX VIDÉO

Fondée en 2020 en Gironde, Ender Ocean est une entreprise à mission développant "des solutions innovantes, ouvertes, répliquables, capables de nettoyer les rivières et les littoraux des déchets plastiques ou issus de la pêche dans l'intérêt collectif". En 2022, elle a lancé un jeu vidéo où les participants peuvent contrôler un robot sous-marin et lui indiquer où se trouvent les déchets alentour. Si les premiers niveaux ont lieu dans des simulateurs 3D, les joueurs les plus à l'aise pourront ensuite apprendre à diriger de réels engins en temps réel. Ender Ocean veut ainsi collecter 10 tonnes de déchets par an, tout en sensibilisant un jeune public à la problématique de la pollution marine.

LA DÉPOLLUTION DE L'EAU, UN ENJEU AUX MULTIPLES FACETTES

“S’il repère un plastique, il sort du mode nage aléatoire pour entrer dans la phase de traque : il se rapproche du déchet, l’ingurgite puis revient à la phase de nage. Une fois plein, il revient à son point de départ, déverse ses déchets et recharge ses batteries”, détaille Baptiste Jagoury, l’un des initiateurs du projet. Baptisé Green Turtle en raison de **son design inspiré de la tortue marine**, le robot est **fabriqué en plastique biosourcé et biodégradable**. Lancée en 2020, l’initiative n’a pas encore débouché sur la création d’une entreprise, mais est perpétuée par les nouvelles promotions d’étudiants. À terme, le but est de lancer un prototype construit avec des partenaires publics ou privés (entreprises, instituts de recherche, associations, etc.).

Se concentrer sur les cours d’eau pour dépolluer avant l’océan

Plutôt que de récolter les déchets dans l’océan, certaines start-up privilégient **un positionnement en amont, pour empêcher les débris de rejoindre la mer**. Selon la start-up H2OPE, 80 % des déchets se trouvant dans l’océan sont en effet charriés par les cours d’eau. “La solution pour limiter la pollution des rivières, des fleuves et pour endiguer l’extension des océans de plastique doit donc se trouver en amont des embouchures”, assure la société. Si elle se focalise sur la dépollution des cours d’eau, d’autres sociétés privilégient **des systèmes à installer sur les exutoires et déversoirs**, à l’image de Green City Organisation ou Vertuoso.

Vertuoso et Green City Organisation, deux start-up françaises au positionnement proche



Vertuoso

Création

2019

Réceptacle métallique à placer sur les déversoirs des cours d’eau, pour intercepter les déchets avant qu’ils n’aillent dans l’océan



Capteur pour prévenir lorsque le réceptacle est plein

Première installation en 2021 à Draguignan (Var)

Intégrée à l’accélérateur Le Village by CA de Sophia-Antipolis



Green City Organisation

Création

2020

Filets à placer à la sortie des exutoires d’eaux pluviales pour retenir les déchets provenant du “lessivage des sols”



Capteur pour prévenir lorsque le filet est plein

Première installation en 2021 à Marseille (Bouches-du-Rhône)

Cofinancée par l’Agence de l’eau Rhône Méditerranée Corse et TotalEnergies Développement Régional

Ambition : devenir leader des solutions de captage de déchets en Méditerranée d’ici 2027 (projets au Maroc et en Tunisie)

Traitement IndexPresse.

Née en 2019, la jeune entreprise Sapiens remonte encore plus haut dans le cycle de l'eau en **se concentrant sur les eaux de pluie**. Spécialisée dans les solutions environnementales pour la construction, elle a mis au point **un géotextile contenant des principes actifs naturels, chargés de dépolluer les eaux** : charbons actifs, champignons, nutriments, etc. "1m2 de place de parking

contaminée au chrome par exemple est dépolluée en 11 minutes, en 22 minutes pour l'arsenic et en 24 minutes pour le cuivre. La durée de vie est de 50 ans qu'il est possible de prolonger en réensemencant", assure Patrice Cheval, créateur de la société, dans *La Tribune*. Sapiens a lancé la commercialisation de son géotextile en 2023. Celui-ci est fabriqué dans son usine drômoise.

H2OPE, la low tech au service de la dépollution des cours d'eau

En constatant que la dépollution des rivières avait souvent lieu à l'aide de filets pouvant endommager la faune et la flore, les trois fondateurs de H2OPE ont voulu mettre au point un système plus sain. En 2017, ils créent leur start-up et collaborent avec l'Insa afin de développer le River Whale, un collecteur de déchets inspiré de fanons de baleine. **La société revendique une approche low tech** afin que leur produit ne coûte pas trop cher, ne pollue pas lors de sa fabrication, soit respectueux de l'environnement et puisse être utilisé dans toutes les conditions climatiques, liste *Les Échos*. L'offre de H2OPE inclut également **la collecte des déchets récupérés et l'installation de centres de tri temporaires pour les recycler**.

La start-up commercialise sa solution auprès des gestionnaires de cours d'eau, en prenant en charge l'ensemble des tâches ou en louant son collecteur au personnel formé au préalable. En 2021, Sébastien Marchal, l'un des trois fondateurs, déplorait cependant **"une certaine frilosité en France, sur le fait d'investir dans de nouvelles manières de faire"**. H2OPE a donc **rapidement débuté son internationalisation**, rencontrant par exemple une demande plus forte en Turquie.

LES JEUX OLYMPIQUES DE PARIS 2024 FAVORISENT LA DÉPOLLUTION DE LA SEINE ET DE LA MARNE

Interdite depuis 1923 dans la Seine et 1970 dans la Marne, la baignade pourrait redevenir autorisée dans ces deux cours d'eau suite aux Jeux olympiques de Paris 2024. L'événement prévoit en effet d'organiser les épreuves de triathlon et de nage en eau libre dans la Seine, ce qui nécessite d'améliorer la qualité de l'eau du fleuve et de son affluent. La ville de Paris prévoit un budget de 1,5 milliard d'euros pour assainir ces deux cours d'eau. Plusieurs collectivités et établissements publics territoriaux sont associés à ce projet, dont le Syndicat interdépartemental pour l'assainissement de l'agglomération parisienne, qui porte une enveloppe de plus de 500 millions d'euros de projets selon *Les Échos*.

Plusieurs chantiers massifs ont déjà débuté : 315 millions d'euros sont dédiés à la construction de nouveaux collecteurs d'eau, 90 millions à la mise en place d'un réservoir souterrain dans le quartier Austerlitz, 40 millions à l'édification d'une station de station de dépollution des eaux pluviales à Champigny-sur-Marne (Val-de-Marne), etc. La ministre des Sports, Amélie Oudéa-Castéra, veut faire du retour de la baignade l'un "des plus beaux marqueurs de l'héritage des Jeux".

LA DÉPOLLUTION DE L'AIR SE DÉVELOPPE PETIT À PETIT

Problème majeur de santé publique, responsable du décès de près de 40 000 personnes dans l'Hexagone chaque année selon Santé Publique France, la pollution atmosphérique représente un fléau à combattre. La lutte contre les particules fines "nécessite **des actions ambitieuses, au niveau international comme au niveau local, dans tous les secteurs d'activité**", estimait le ministère de la Transition écologique à l'été 2023. Le Covid-19, dont le virus circulait principalement par voie aérienne et dont le taux de mortalité s'est révélé plus élevé dans les villes polluées, a renforcé la prise de conscience.

Ce phénomène **joue en faveur du marché de la dépollution de l'air, amené à prendre de l'ampleur**. Selon Diane Galbe, directrice générale adjointe de Suez en charge de la stratégie, le secteur pourrait peser **26 milliards de dollars à l'échelle internationale d'ici 2026, contre 17 milliards en 2023, suivant une croissance annuelle de 8 %**. Si le marché français compte quelques acteurs historiques, principalement positionnés sur la dépollution de l'air dans les installations industrielles (neutralisation des odeurs et des gaz corrosifs, respect des normes de rejet, etc.), **l'innovation émane surtout des start-up**. Celles-ci se concentrent principalement sur le traitement de l'air intérieur, un segment en plein essor, particulière-

"Dans les villes les plus polluées, on constate une augmentation par cinq de la mortalité [liée au Covid-19] lorsque les concentrations en PM 2,5 [particules fines de 2,5 microns] atteignent les 45 microgrammes par m³, soit une augmentation d'environ 10 % de la mortalité par microgramme de particules fines supplémentaire."

Jean-Baptiste Renard, directeur de recherche au sein du Laboratoire de physique et de chimie de l'environnement et de l'espace au CNRS d'Orléans

ment depuis la crise de Covid-19. L'air extérieur bénéficie d'une dynamique moindre en termes de dépollution, mais attire cependant de nouveaux entrants en matière de mesure et de cartographie de la pollution atmosphérique.

La purification de l'air intérieur en plein essor

Un nouvel élan lié au Covid-19

Le marché français des purificateurs d'air intérieur pourrait **atteindre 500 millions d'euros en 2030, soit cinq fois plus qu'en 2020**, d'après les chiffres d'Uniclima et de la Fédération interprofession-

nelle des métiers de l'environnement atmosphérique. Pour *Les Échos*, le purificateur d'air s'est imposé comme "l'un des produits vedette de la crise sanitaire", alors que **la qualité de l'air intérieur, jusqu'à dix fois plus pollué que l'air extérieur, est**

devenu un sujet de préoccupation majeure, tant dans les entreprises que chez les particuliers. «La qualité de l'air est du domaine du non palpable, or beaucoup de substances nocives circulent. La crise sanitaire a clairement **accélééré l'information de la population sur les organismes aéroportés**», confirme Tiphaine de Reals, directrice marketing chez Fellowes, spécialiste américain des équipements de bureau et distributeur de purificateurs.

Une concurrence conséquente

Porté par une demande en hausse, observable dans les entreprises, les collectivités et chez les particuliers, le secteur met aux prises un nombre croissant d'acteurs. En 2021, *L'Usine Nouvelle* estimait qu'**une cinquantaine de fabricants de purificateurs cohabitaient en France**. L'industriel SEB apparaît comme l'un des poids lourds grâce à sa filiale Rowenta, qui propose une dizaine de références. Elle rivalise avec d'autres fabricants à l'aura internationale tels que le néerlandais Philips, le britannique Dyson ou le japonais Daikin.

Derrière, **plusieurs PME et ETI françaises tentent de se démarquer en misant sur plusieurs critères de différenciation** : type de traitement (UV, ozone, catalyse, ionisation, etc.), multiples fonctionnalités de l'appareil, niveau sonore réduit, etc. Le ciblage d'une clientèle particulière peut également représenter un levier pour se distinguer. Les spécialistes, installés sur le marché depuis

plusieurs années, côtoient des fabricants arrivés plus récemment dans le secteur, qui profitent du contexte porteur post-crise sanitaire. Parmi les principaux noms, on retrouve par exemple :

- **Air et santé**, qui possède une gamme pour particuliers, une pour professionnels, et présente également un purificateur destiné à l'intérieur des automobiles.
- **Airinspace**, qui s'adresse surtout au monde professionnel et notamment aux environnements critiques (hôpitaux, maisons de retraite, usines, etc.).
- **Barrisol-Normalu**, historiquement positionnée sur les plafonds tendus, qui s'est orientée vers la purification d'air en 2020 en améliorant ses systèmes de climatisation.
- **Frio**, spécialiste du froid et notamment des caves à vins, a accéléré sur le segment de la purification d'air depuis 2020, notamment à travers ses filiales Médifroid et Climadiff.
- **JVD**, centré sur les produits d'hygiène à destination de l'hôtellerie, qui compte deux purificateurs d'air à son catalogue.
- **NatéoSanté**, qui s'adresse au segment professionnel via ses purificateurs et moniteurs de suivi de la qualité de l'air.
- **Teqoya**, dont le portefeuille de produits repose sur ses sept brevets d'épuration de l'air par ionisation.
- etc.

Une activité en plein développement chez Atlantic

Géant français du génie climatique avec ses 3 milliards d'euros de chiffre d'affaires réalisés en 2022, le groupe Atlantic a pris le virage de l'épuration d'air intérieur en 2021. Interrogé par *Les Échos*, Thierry de Roquemaurel, directeur général, estime que **«le sujet de la purification est indissociable de la ventilation»**, dont l'entreprise est spécialiste.

Nommé Novabso, l'épurateur d'air d'Atlantic est fabriqué à Meyzieux (Rhône) et permet de capturer 99,95 % des particules fines et des virus. Selon la société, il est également **l'un des appareils les plus discrets du marché**, avec un niveau sonore inférieur à 35 décibels. «[Il] s'adresse en premier lieu au tertiaire mais sera proposé assez vite au logement», indiquait Thierry de Roquemaurel en 2021. Atlantic a également créé un nouveau laboratoire interne dédié à l'analyse de la qualité de l'air intérieur.

L'innovation, indispensable aux start-up pour se distinguer

Face à une concurrence organisée autour de grands fabricants et de PME, il peut s'avérer délicat pour de jeunes entreprises d'investir le marché. Les start-up proposant des solutions de dépollution de l'air intérieur doivent donc adopter des approches innovantes, qui s'éloignent des standards du secteur.

Le recours au végétal et au biomimétisme constitue une stratégie prisée par plusieurs entrants. Plutôt que de miser sur une nouveauté technologique, ils privilégient une innovation plus en accord avec la nature, une autre préoccupation en vogue dans la société. "Nous avons fait le rapprochement entre deux données : l'omniprésence des plantes dans les appartements ou les bureaux et la forte pollution intérieure. Nous nous sommes dit qu'il y avait quelque chose à tenter", raconte ainsi Patrick Torbey, cofondateur de Neoplants, une start-up qui travaille sur des végétaux génétiquement modifiés chargés de purifier l'air intérieur. PowerOfMoss s'appuie de son côté sur le pouvoir filtrant de la mousse pour développer

des murs végétaux dépolluants, tandis que PureNat a conçu un matériau textile biomimétique optimisant le processus de photocatalyse, qui permet de décomposer et dégrader des polluants.

WE PROTECT COMBAT LA POLLUTION ÉLECTRO-MAGNÉTIQUE

Née en 2019, We Protect se présente comme un bureau d'études proposant des diagnostics de dépollution de l'air incluant la dépollution électromagnétique. Cette dernière a fait l'objet d'un décret national en 2016, qui oblige les entreprises à l'évaluer et à protéger leurs salariés de ses effets. We Protect se charge d'évaluer les effets des ondes sur les personnes, et de mettre en place des dispositifs de protection au besoin. "We Protect comble ainsi un vide juridique en France", indique le journal *Les Échos*.

Des solutions basées sur le végétal et le biomimétisme pour les start-up françaises

Neoplants
2018

Végétaux génétiquement modifiés capables de purifier l'air intérieur

20 million d'euros levés depuis sa création

Possède son propre laboratoire de recherche à Saint-Ouen (Seine-Saint-Denis)

Début de la commercialisation aux États-Unis fin 2023

Réglementation sur les OGM plus stricte dans l'Union européenne, qui retarde la commercialisation

PowerOfMoss
2019

Cloisons végétales en mousse, chargées de filtrer l'air et dépolluer l'atmosphère

1 million d'euros levé en 2022

Mousses cultivées dans l'Est de la France et panneaux de chêne fabriqués à Tourcoing (Nord)

Modèle économique basé sur l'abonnement, qui comprend la cloison de mousse et sa maintenance. En 2022, une centaine de bureaux d'entreprises étaient équipés, dont ceux de Bouygues, Vinci ou Decathlon

PureNat
2020

Matériau textile biomimétique détruisant les particules polluantes dans l'air

1,1 million d'euros levé en 2022

Veut construire son propre site industriel en 2024 au Pays Basque, sa région natale

Début de la commercialisation en 2024, en visant plusieurs cibles : fabricants de purificateurs d'air, industriels, acteurs du BTP, etc.

Traitement IndexPresse.

En amont de la dépollution, la mesure et le suivi de la pollution atmosphérique intérieure représentent une autre manière de se démarquer. Certaines start-up mettent au point **des capteurs et les combinent généralement à des plateformes d'analyse**, afin d'indiquer aux usagers la qualité de leur air, les polluants les plus présents, etc. Ces outils aiguillent ensuite les utilisateurs vers les actions à entreprendre pour améliorer la qualité de l'air intérieur. "L'émergence des microcapteurs, combinée à la prise de conscience du citoyen de l'impact majeur de la pollution de l'air sur sa santé, à laquelle s'ajoute l'expansion forte de l'usage d'objets connectés, ont initié **depuis une dizaine d'années une vague de démocratisation**", indiquait l'Anses dans un rapport de 2022. Selon l'organisme, qui s'appuie sur des chiffres du cabinet Market Research Future, ces micro-capteurs pourraient représenter **un marché mondial de 8,5 milliards de dollars en 2027, en croissance de 10,5 % par an**.

Plusieurs start-up françaises développent leurs solutions sur cette activité. Elles valorisent **la complémentarité entre leurs capteurs et leur plateforme de suivi**, la possibilité de connecter les

VEOLIA DÉPLOIE SON OFFRE DE SURVEILLANCE INTÉRIEURE

Depuis 2019, Veolia propose une offre combinant capteurs et centrales de traitement de l'air afin de surveiller et d'améliorer la qualité de l'air intérieur des bâtiments. Le groupe exploite notamment les travaux menés au sein de l'accélérateur d'innovations Airlab, dont il a été l'un des membres fondateurs en 2017. La solution de Veolia a déjà été déployée dans plusieurs crèches et écoles françaises.

capteurs au système CVC (chauffage, ventilation, climatisation) des bâtiments, ou encore **la profondeur de leur analyse**. "En version de base, notre capteur phare – Lucie – mesure température, humidité et concentration en CO². Mais nous proposons aussi, en option, la mesure d'autres paramètres de qualité de l'air, comme les particules fines, le formaldéhyde ou les COV [composés organiques volatils]. Nous avons aussi un capteur flaire, le plus complet, qui s'appelle Max", détaille

Plusieurs start-up françaises positionnées sur les capteurs et les plateformes d'analyse de la qualité de l'air intérieur

Start-up	Capteurs	Plateforme d'analyse et de suivi	Fonds levés
Cozy Air (2017)	X	X	2,35 M€
Octopus Lab (2017)	X	X	3,35 M€
QuosAir (2017)	X	X	500 000 €
Pando2 (2018)		X	1 M€
Istya (2021)	X	X	-
Le Capteur Français (2021)	X		-

Traitement IndexPresse.

ainsi Younès Benjelloun, directeur commercial de QuosAir, auprès d'*Environnement Magazine*.

L'aspect écologique de la production constitue également un atout de plus en plus important, alors que nombre de capteurs vendus en ligne sur de grandes plateformes sont fabriqués en Asie.

Le Capteur Français met en avant sa fabrication basée dans les Hauts-de-France, alors que Cozy Air fabrique ses capteurs à Courtrai (Belgique) et les assemble à Tourcoing (Nord). Quant à QuosAir, son modèle de capteur Lucie possède une cellule photovoltaïque qui lui permet d'être autonome en énergie.

Octopus Lab anticipe la qualité de l'air intérieur

Afin de proposer une offre unique sur un marché de plus en plus concurrentiel, Octopus Lab **se positionne sur la prévision de la qualité de l'air**. Pour savoir, 24 heures à l'avance, le futur état de l'air intérieur, la start-up française se base sur les datas provenant de ses capteurs ou ceux d'autres fabricants déjà en place, celles de l'air extérieur, les prévisions météo et les données techniques du bâtiment. Ensuite, son logiciel de modélisation "combine des calculs de réactivité chimique, d'intelligence artificielle et d'optimisation énergétique" pour prévoir la qualité de l'air du lendemain, indique *Les Échos*. "Si elle a des concurrents, **la société est la seule à faire de la prévision**", souligne le quotidien économique. Selon Octopus Lab, un tel système permet également d'**éviter la surventilation et de réduire la consommation énergétique**. Son logiciel peut d'ailleurs être relié directement aux équipements de chauffage, de ventilation et de climatisation des bâtiments.

Cinq après sa création en 2017, la jeune pousse a levé 3 millions d'euros pour accélérer son développement. Cet apport devait notamment lui permettre de recruter plusieurs commerciaux pour conquérir de nouveaux clients. Au printemps 2023, **son dispositif était installé dans près de 300 bâtiments**, dont le musée du Louvre-Lens. Octopus Lab vise 4,5 millions d'euros de chiffre d'affaires fin 2024. Elle compte aussi **se diversifier vers le marché de l'eau** : début 2023, elle a annoncé une nouvelle offre mesurant la trichloramine, un agent irritant, dans les piscines.

Dépolluer l'air extérieur, une tâche complexe

Réduire la pollution à la source plutôt que dépolluer

Principalement générée par les rejets émanant des activités humaines (transports, industrie, agriculture, production d'énergie, etc.), **la pollution atmosphérique extérieure demeure difficile à appréhender**. Le principal moyen de réduire cette

pollution se trouve **à la source, en limitant les rejets provenant des activités concernées**. Ainsi, si "depuis le début des années 2000, les rejets de polluants dans l'air extérieur par les activités humaines ont globalement baissé", notait le portail gouvernemental *Notre-environnement* en 2021, cela résulte de **changements réglementaires et d'améliorations technologiques** :

- développement des énergies renouvelables, qui rejettent moins de dioxyde de soufre (SO₂) que les combustibles et carburants fossiles ;
- progrès dans le secteur des transports pour réduire les émissions d'oxyde d'azote (NO_x) ;
- optimisation des techniques de dépoussiérage dans l'industrie et des performances des chauffages à bois afin de diminuer les émissions de particules fines ;
- meilleure gestion des éléments émettant de l'ammoniac (NH₃) en agriculture ;
- etc.

Dépolluer l'air extérieur passe donc principalement par de larges mesures, se déployant à l'échelle globale d'une ou plusieurs industries. Ainsi, **peu d'entreprises se positionnent sur le segment de la dépollution directe**, malgré quelques exceptions comme Aerophile, pour qui ce n'est cependant pas son cœur de métier.

Spécialiste de la production d'algues, la société Kyanos Biotechnologies avait installé **un arbre al-**

gal expérimental à Toulouse en 2020. Ce dernier devait permettre de **purifier jusqu'à 200 000 m³ d'air par an**, ce qui correspond à la capacité d'une centaine d'arbres en termes de séquestration de carbone. Afin de **mesurer les nuisances** sur le plan environnemental, le projet a été mené **en partenariat avec la société Rubix S&I**, spécialiste du domaine. Deux capteurs ont ainsi été placés par cette dernière sur le dispositif, tandis qu'un autre a été installé à proximité. L'ensemble a permis de **collecter des données** sur la qualité de l'air et d'évaluer la performance de l'arbre algal.

Les sociétés luttant contre la pollution atmosphérique cherchent plutôt à **accompagner les changements à l'œuvre**. C'est par exemple le cas de la start-up française Tallano Technologies, qui conçoit un système aspirant les particules fines émises par les roues des véhicules, notamment lors du freinage. Elle a levé 17,7 millions d'euros en 2021 afin d'accélérer son développement commercial et de convaincre davantage d'opérateurs routiers et ferroviaires d'adopter sa solution.

Aerophile veut éliminer les particules fines directement dans l'air

Spécialiste du ballon captif depuis sa création dans les années 1990, Aerophile a installé un ballon au sein du parc parisien André-Citroën. "On avait remarqué que le ballon se salissait en raison des particules fines qui s'y collaient. On a étudié ce phénomène électrostatique et imaginé **un appareil qui capture les particules**", expose Matthieu Gobbi, cofondateur de l'entreprise. Nommée "Para-PM", leur innovation "repose sur un procédé breveté d'ionisation et de filtration électrostatique, qui lui confère la capacité **d'éliminer jusqu'à 95 % des particules fines**, selon des résultats validés par le Bureau Veritas", relate *Les Échos*. Dix années de R&D, en partenariat avec le CNRS, la mairie de Paris et l'assureur Generali, ont été nécessaires. "C'est **un exemple réussi de partenariat public-privé**", souligne Matthieu Gobbi.

Aerophile compte industrialiser la production de ses modules Para-PM, fabriqués dans son usine de Montceau-les-Mines (Saône-et-Loire). Début 2023, **la société a levé 11 millions d'euros pour suivre ses ambitions**. Plusieurs installations tests sont déjà programmées, à Paris et à Lyon. Aerophile déploiera également l'Aerophiltre, son modèle de mobilier urbain dépolluant reposant sur la même technologie, dans le village des athlètes lors des Jeux olympiques de Paris 2024.

Surveiller, mesurer et cartographier, des missions plus propices aux initiatives

Si la dépollution atmosphérique demeure complexe, la mesure, la surveillance et la restitution de données concernant la qualité de l'air extérieur représentent **des activités plus prisées pour s'implanter sur le marché**. Cette dynamique s'observe au travers des innovations proposées par certaines start-up françaises, ou de **l'intérêt croissant porté par les grands groupes à cette thématique**, illustré entre autres par les rachats d'Aria Technologies et de Plume Labs.

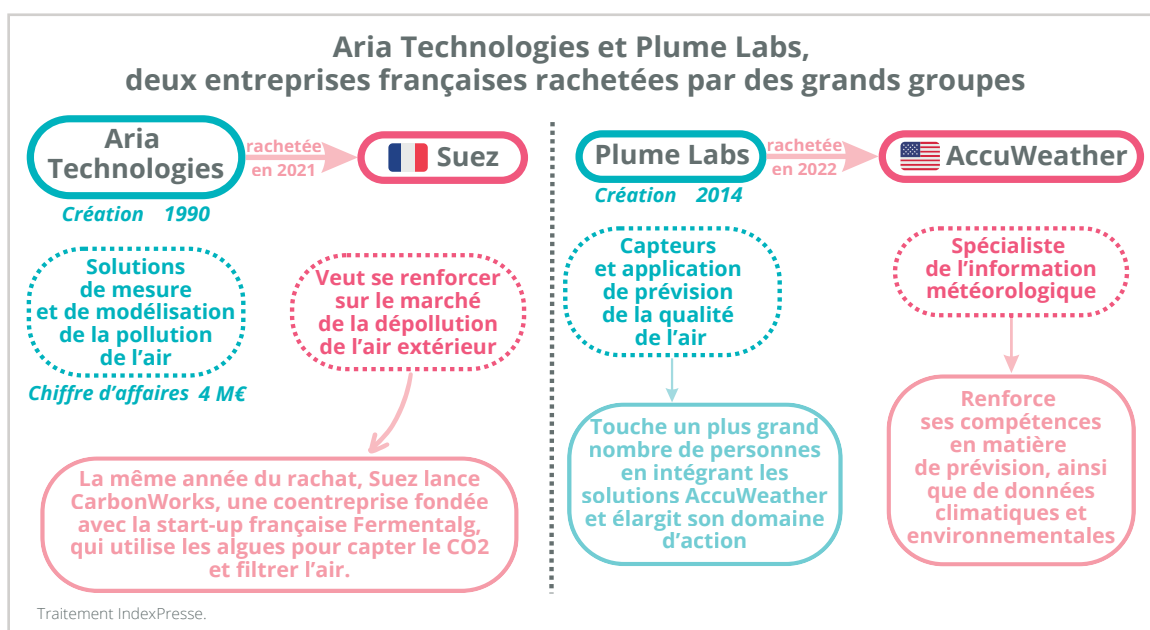
• WaltR, données spatiales et cartographie 3D

WaltR se démarque par l'utilisation d'une technologie de mesure optique issue du domaine spatial. Elle lui permet de **cartographier les émissions polluantes avec "une précision inédite"**, souligne le site spécialisé *Techniques de l'ingénieur*. L'entreprise, née en 2018, combine des données spatiales avec des datas obtenues à partir de caméras multispectrales, disposées autour de la zone à analyser. "Nous fournissons de la haute résolution : des cartographies de l'air en 3D mises à jour toutes les heures – voire demain tous les quarts d'heure – qui fournissent des données sur une zone étendue (toute une ville ou tout un site industriel) à quelques dizaines de mètres de résolution", explique Éric Péquignot, CEO de WaltR.

Émanation du CNES (Centre national d'études spatiales), qui a travaillé sur ces technologies, la start-up a déjà collaboré avec l'aéroport parisien Roissy-Charles-de-Gaulle, le port de Nice ou Toulouse Métropole. "Nous avons d'autres projets dans les tuyaux, pas seulement en France... L'objectif pour nous est bien sûr de **conquérir le marché européen, puis le monde, d'ici quelques années**", indiquait en 2022 Arnaud Dedieu, responsable du développement de WaltR.

• PlanetWatch, capteurs et blockchain

Spin-off du CERN (Organisation européenne pour la recherche nucléaire) fondée en 2020, PlanetWatch ambitionne de **bâtir un réseau mondial de surveillance de la qualité de l'air**. Ce réseau repose sur des capteurs déployés par les habitants, ainsi que la blockchain Algorand, afin de privilégier un fonctionnement décentralisé. Début 2023, l'entreprise recensait plus de 20 000 capteurs actifs sur la planète. Ce développement lui a permis de lever 3 millions d'euros auprès de la fondation Algorand et du fonds Borderless Capital afin de poursuivre son projet. "À une époque difficile pour les sociétés blockchain, PlanetWatch est approuvé comme un projet blockchain du monde réel avec **un cas d'utilisation convaincant et apte à conclure des accords avec des entreprises et des entités gouvernementales**", estime Claudio Parrinello, PDG de la start-up.



Le bel essor du Groupe Tera

Spécialiste des capteurs et solutions numériques d'analyse de la qualité de l'air depuis 2012, le Groupe Tera connaît **une progression constante**. En 2022, il a enregistré 20 % de croissance, à 14,1 millions d'euros de chiffre d'affaires. Son pôle capteurs a progressé de 62 % sur l'exercice, tandis que **le marché américain représente désormais 30 % de son activité**.

Introduit en Bourse en 2019, le Groupe Tera multiplie les projets : entrée au capital de la start-up lyonnaise VirexpR, centrée sur la virologie et la microbiologie, afin de **travailler sur de nouveaux capteurs biologiques spécialisés** ; collaboration avec Flowbird, spécialiste du stationnement, pour intégrer des capteurs de mesure de la qualité de l'air dans des horodateurs, etc. "Nous sommes dans ce contexte pleinement confiants dans les perspectives de croissance rentable du groupe positionné sur des secteurs structurellement porteurs, **compte tenu des préoccupations environnementales et de santé, sans cesse renforcées**", indiquait Pascal Kaluzny, PDG de la société, lors de la publication des résultats 2022.

Pour améliorer sa rentabilité, Groupe Tera a également procédé, en septembre 2023, à la liquidation de son laboratoire Tera Contrôle, chargé des analyses chimiques de la qualité de l'air. Cette filiale générait des pertes financières et sa fermeture permettra à l'entreprise de se concentrer sur ses activités porteuses.

L'épineux sujet du CO₂

"Le dioxyde de carbone [CO₂] n'est pas considéré comme un polluant atmosphérique, car il est naturellement présent dans l'air", rappelle la start-up Merseens, spécialisée dans l'évaluation des impacts environnementaux sur la santé. Néanmoins, **le rôle du CO₂ dans le réchauffement climatique est établi** et pousse à chercher des solutions pour réduire sa concentration dans l'atmosphère. Selon une étude publiée en 2022 par l'Agence américaine d'observation océanique et atmosphérique, **"le dioxyde de carbone est à des niveaux que notre espèce n'a jamais connus par le passé"**. Le taux mesuré atteint désormais 420 ppm (parties par million), contre 280 avant la révolution industrielle.

Les politiques et réglementations environnementales poussent les différentes industries et secteurs émetteurs à réduire leurs émissions de CO₂. Une fois de plus, la principale solution consiste à remonter à la source, en modifiant la manière de produire, de circuler, de générer de l'énergie, etc. Dans le même temps, **le marché de la capture et du stockage du CO₂ se développe**. Il s'agit d'extraire le dioxyde de carbone rejeté dans l'atmosphère pour le séquestrer, sous terre ou dans des cavités sous-marines, et réduire ainsi ses effets néfastes pour la planète. Plusieurs projets

ont déjà vu le jour, portés par des start-up ou des industriels, en Norvège ou en Islande. À l'été 2023, les États-Unis déclaraient vouloir investir 1,2 milliard de dollars dans deux installations géantes de captage. Quelques semaines plus tard, **la France dévoilait sa propre stratégie dans ce domaine émergent**. L'objectif est de mettre en route la capture au sein de grandes zones industrielles dès 2026, pour atteindre 4 à 8,5 millions de tonnes de CO₂ captées en 2030, en **priorisant cette solution pour traiter les émissions jugées "incompressibles"**. Il faudra ensuite accélérer le rythme pour viser la barre des 15 à 30 millions de tonnes récupérées chaque année à l'horizon 2050.

Ces technologies sont toutefois **loin de faire l'unanimité**. "Au mieux, elles ne seraient pas matures. Au pire, ce serait un permis de polluer", relate *L'Usine Nouvelle* en septembre 2023. Alors que la priorité absolue devrait être de réduire les émissions de CO₂, la capture et le stockage pourraient détourner les industriels de cette voie pour **valoriser une alternative qui n'a pas encore fait ses preuves**. "[Son] bénéfice climatique réel reste encore à prouver", estimait *Industrie et technologies* au printemps 2022. Il semble donc **y avoir de la marge avant que ce segment ne devienne un pilier du marché de la dépollution atmosphérique**.

FORCES EN PRÉSENCE

Cette partie est consacrée à la présentation et à l'analyse transversale des sociétés spécialisées du secteur évoquées dans l'étude.

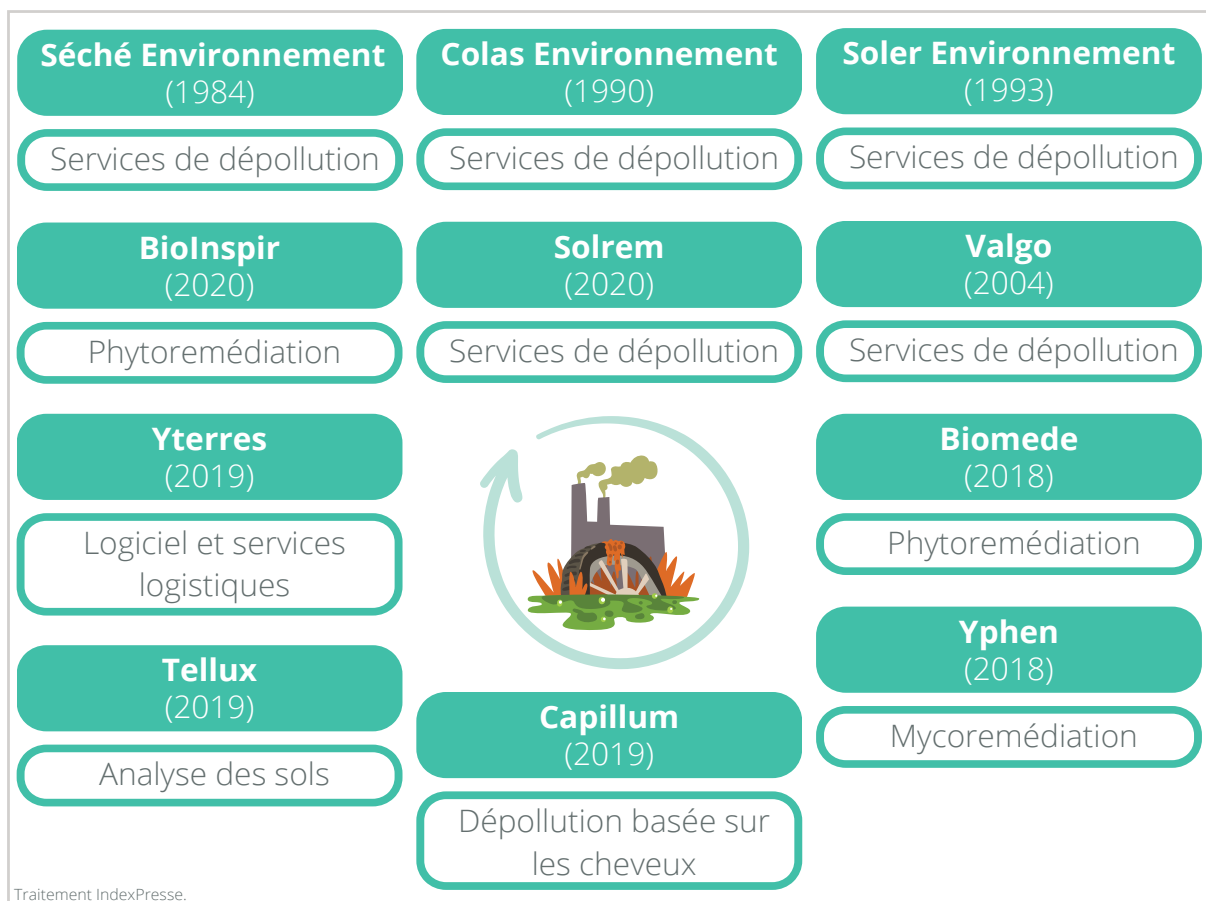
Elle vise d'une part à dresser une liste des acteurs positionnés sur le marché, focalisée en général sur les start-up. Le cas échéant, ce panorama est complété par l'ajout de sociétés non mentionnées dans l'étude.

La liste est scindée en plusieurs parties, selon une segmentation pouvant être basée sur les solutions développées ou les modèles d'affaires adoptés. Cette dernière est adaptée à la structure du tissu d'entreprises étudié.

Sans chercher à être exhaustive, cette liste offre une vision représentative des acteurs émergents du secteur, en couvrant l'essentiel des profils présents : diversités des positionnements, tailles d'entreprise et maturités variables, fonds levés...


D'autre part, cette partie met en évidence des axes marquants et des caractéristiques communes chez plusieurs sociétés du secteur. Elle offre ainsi un autre regard en présentant des phénomènes évoqués de façon différente dans le corps de l'étude.

Acteurs français positionnés dans la dépollution des sols



Traitement IndexPresse.

Acteurs français positionnés dans la dépollution de l'eau

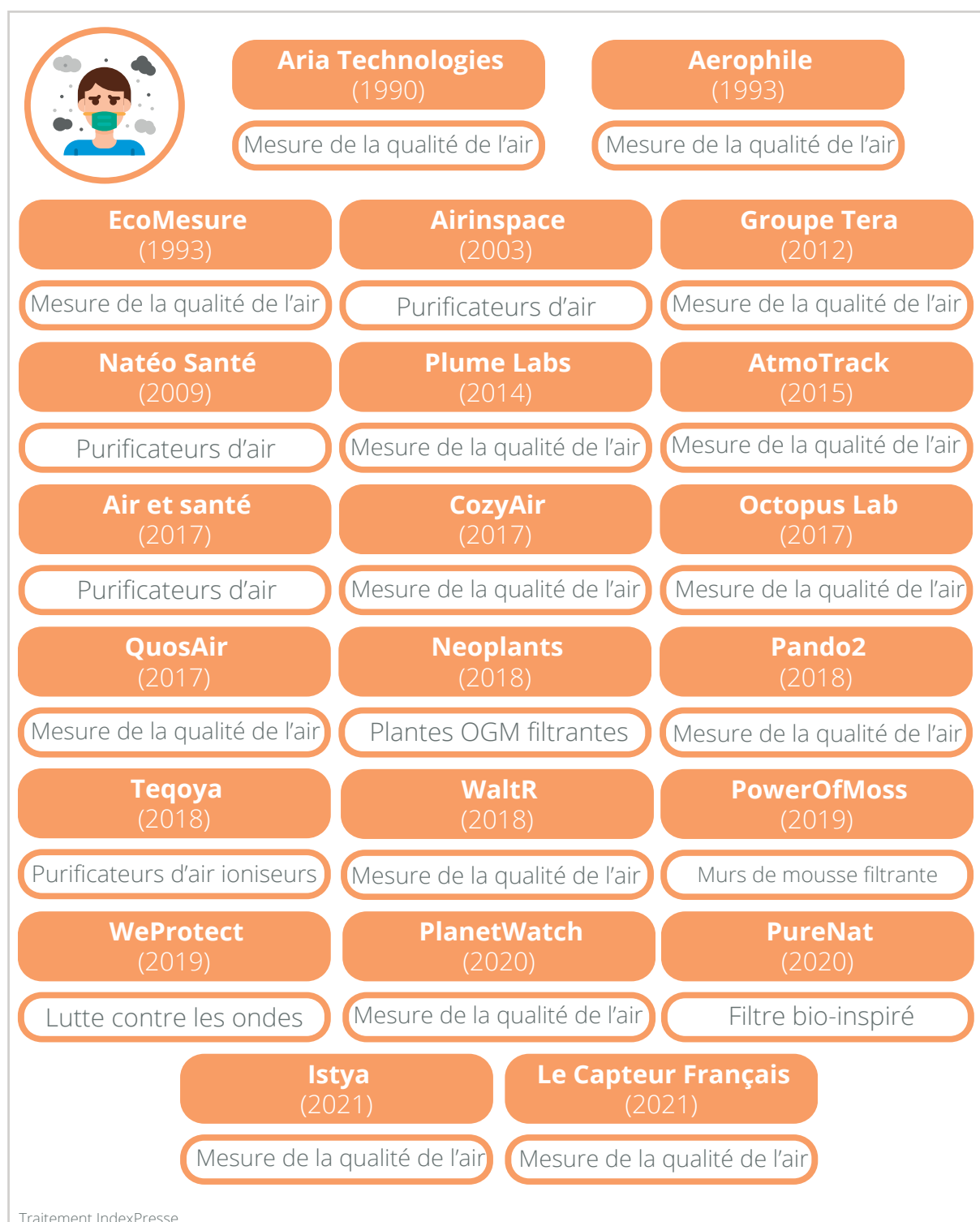
	Veolia (1853) Gestionnaire de réseau	Suez (1958) Gestionnaire de réseau
Saur (1933) Gestionnaire de réseau	Acqua.écologie (2000) Réutilisation des eaux usées	Orège (2004) Traitement des boues
SubSea Tech (2005) Robotique sous-marine	Watchfrog (2005) Mesure les effets des polluants	PearL (2006) Solutions biomimétiques
JC France Industrie (2009) Matériel de traitement	UV Germi (2009) Traitement par rayons UV	Bio UV Group (2010) Traitement par rayons UV
Firmus Grey Water Recycling System (2011) Recyclage des eaux grises	Semeo (2011) Services de dépollution	Nereus (2013) Services de dépollution
IADYS (2016) Robotique et services	NXO Engineering (2016) Bioremédiation algale	H2OPE (2017) Collecte de déchets en rivière
Tergys (2017) Réutilisation des eaux usées	AquaTech Innovation (2018) Solutions biologiques	Bamboo For Life (2018) Bambous dépolluants
Efinor Sea Cleaner (2018) Navires de dépollution	InovaYa (2018) Systèmes de filtration	Mantra Innovation (2018) Dépollution plastique

Traitement IndexPresse.

Recycler (2018)	Azuvia (2019)	I Clean My Sea (2019)
Robot en zone portuaire	Serres dépolluantes	Dépollution participative
Performance Process (2019)	Sapiens (2019)	SimpleAUment (2019)
Gestion des eaux industrielles	Géotextile à bioactifs	Solutions biologiques
Vertuoso (2019)	Ender Ocean (2020)	Green City Organisation (2020)
Traitement de l'eau de pluie	Robotique sous-marine	Collecte en rivière et en mer
V20 Marine (2021)	Diamsens (2022)	MareCorsica (2022)
Collecte des déchets en mer	Capteurs électrochimiques	Dépollution en mer
	KitoSphere (2023)	
	Kits et billes de filtration	

Traitement IndexPresse.

Acteurs français positionnés dans la dépollution de l'air



Axes et phénomènes notables

Quelques opérations d'acquisition

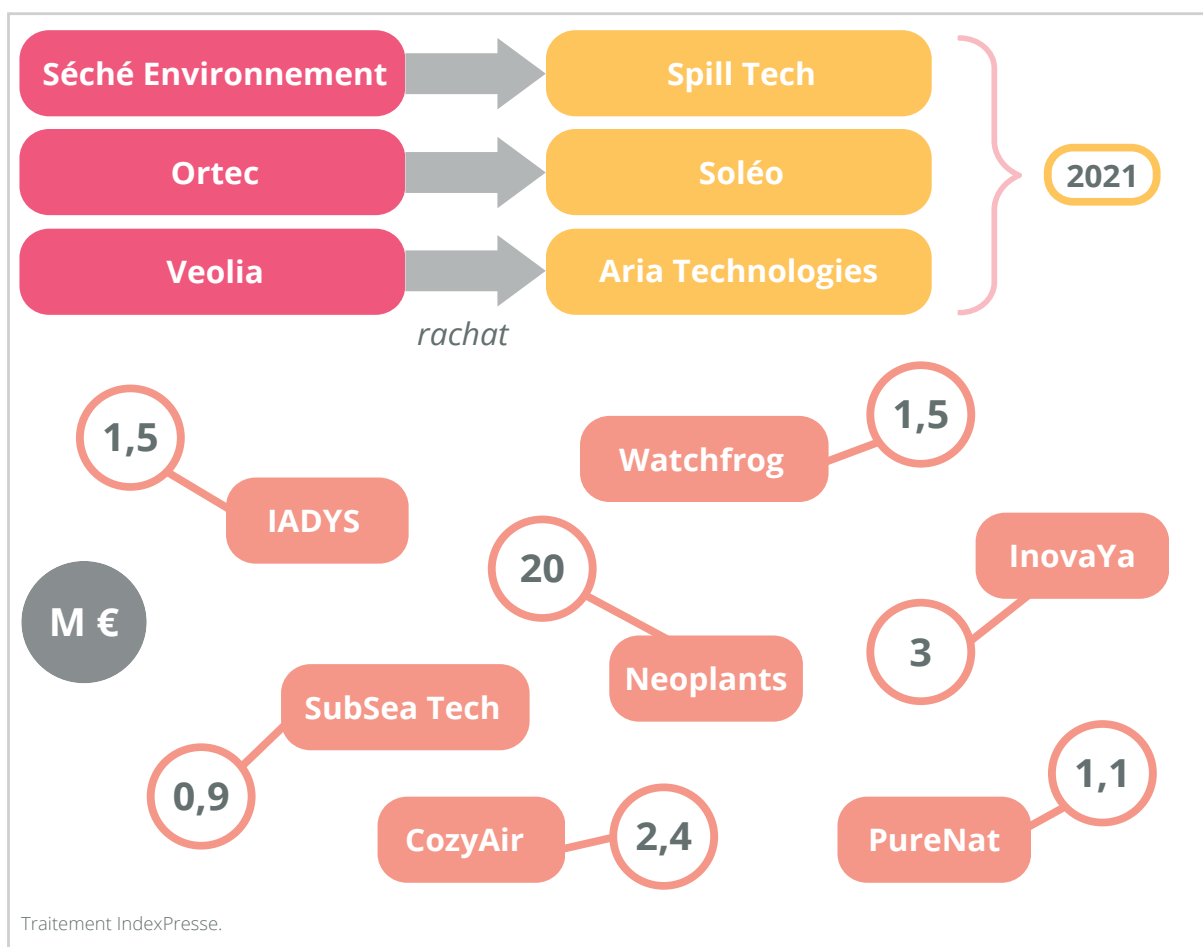
Certains acteurs se sont lancés dans la croissance externe, avec une logique similaire dans la conduite de ces opérations. Les cibles affichaient en effet **un positionnement différent en termes, soit de marché, soit de technologie**, les deux pouvant se combiner.

- Veolia se diversifie dans la dépollution avec Aria Technologies, spécialiste de la mesure de la qualité de l'air.
- Ortec, acteur traditionnel de la dépollution des sols, rachète Soléo, une entreprise disposant d'une technologie différente lui permettant de cibler des marchés de plus petite taille.

- Séché Environnement poursuit son implantation en Afrique du Sud avec Spill Tech, axé sur le marché fortement rémunérateur des interventions d'urgence et des déchets dangereux.

Des levées de fonds

Plus concurrentiels et dynamiques sur le plan entrepreneurial, les segments de la dépollution de l'eau et de l'air voient davantage de sociétés lever des fonds pour leur développement. Globalement, **les montants demeurent modestes**, et peuvent être le fait de start-up comme de sociétés plus anciennes.



LISTE DES ENTREPRISES CITÉES DANS L'ÉTUDE

Société	Nature de l'entreprise	Pays d'origine
Acqua.écologie	Entreprise axée sur la réutilisation des eaux usées	France
Aerophile	Spécialiste de la mesure de la pollution de l'air	France
Air et santé	Fabricant de purificateurs d'air	France
Airinspace	Fabricant de purificateurs d'air	France
AquaTech Innovation	Entreprise axée sur la réutilisation des eaux usées	France
Aria Technologies	Spécialiste de la mesure de la pollution de l'air	France
Atlantic	Fabricant d'équipements de chauffage et de climatisation	France
AtmoTrack	Spécialiste de la mesure de la pollution de l'air	France
Azuvia	Serres de dépollution des eaux	France
Bamboo For Life	Traitement des eaux par le bambou	France
Barrisol-Normalu	Fabricant de climatiseurs et de purificateurs d'air	France
Bio UV Group	Entreprise de traitement des eaux par rayons UV	France
Biolnspir	Société de phytoremédiation	France
Biomedé	Société de phytoremédiation	France
Borderless Capital	Fonds d'investissement	États-Unis
Capillum	Solutions de dépollution basée sur les cheveux	France
Colas Environnement	Fournisseur de services de dépollution	France
CozyAir	Spécialiste de la mesure de la pollution de l'air	France
Daikin	Groupe électroménager	Japon
Diamsens	Capteurs électrochimiques pour la dépollution des eaux	France
Dyson	Groupe électroménager	Royaume-Uni
EcoMesure	Spécialiste de la mesure de la pollution de l'air	France
Econick	Société de phytoextraction	France
Ecotank	Fabriquant de navires	France
Edaphos	Société holding	Suisse
Efinor Sea Cleaner	Fabricant de navires de dépollution	France
Eiffage	Entreprise de construction	France
Ender Ocean	Robotique marine	France
Engie	Énergéticien	France
Envisol	Bureau d'études en dépollution	France
Fellowes	Spécialiste des équipements de bureau	États-Unis
Firmus Grey Water Recycling System	Spécialiste du recyclage des eaux grises	France
Frio	Spécialiste des systèmes de froid	France
Gingko	Fonds d'investissement	France
Green City Organisation	Système de collecte des déchets plastiques en rivière et en mer	France
Groupe Tera	Spécialiste de la mesure de la pollution de l'air	France
H2OPE	Solution de collecte de déchets dans les rivières	France
I Clean My Sea	Solution de dépollution plastique basée sur la participation des utilisateurs	France
IADYS	Robotique marine	France
Induni	Entreprise de construction	Suisse
InovaYa	Fabricant de systèmes de filtration des eaux	France
Istya	Spécialiste de la mesure de la pollution de l'air	France
JC France Industrie	Fournisseur de matériel de traitement pour les eaux polluées	France
JVD	Entreprise axée sur les produits d'hygiène pour l'hôtellerie	France
KissKissBankBank	Plateforme de financement participatif	France
KitoSphere	Fabricant de kits et de billes de dépollution de l'eau	France
Le Capteur Français	Spécialiste de la mesure de la pollution de l'air	France
Mantra Innovation	Navire et autres solutions de dépollution plastique	France
MareCorsica	Services de dépollution en mer	France
Merseens	Société spécialisée dans la mesure des nuisances environnementales	France
Natéo Santé	Fabricant de purificateurs d'air	France
Neoplants	Plantes génétiquement modifiées purificatrices d'air	France
Nereus	Services de dépollution des eaux	France
NXO Engineering	Entreprise axée sur la bioremédiation par les algues	France
Octopus Lab	Spécialiste de la mesure de la pollution de l'air	France
Orège	Spécialiste du traitement des boues industrielles	France
Ortec	Fournisseur de services de dépollution	France
Pando2	Spécialiste de la mesure de la pollution de l'air	France
PearL	Solutions biomimétiques pour la dépollution des eaux	France

LISTE DES ENTREPRISES CITÉES DANS L'ÉTUDE

Société	Nature de l'entreprise	Pays d'origine
Performance Process	Spécialiste de la gestion des eaux industrielles	France
Philips	Groupe électroménager	Pays-Bas
Phumus	Entreprise axée sur la prévention des feux	Monaco
PlanetWatch	Spécialiste de la mesure de la pollution de l'air	France
Plume Labs	Spécialiste de la mesure de la pollution de l'air	France
Poralu Marine	Fabricant de pontons nautiques en aluminium	France
PowerOfMoss	Murs de mousse filtrant l'air intérieur	France
PureNat	Filtre bio-inspiré à installer sur les systèmes de purification d'air	France
QuosAir	Spécialiste de la mesure de la pollution de l'air	France
Recyclamer	Robotique en zone portuaire pour la dépollution plastique	France
Rowenta	Spécialiste des produits d'aspiration et de nettoyage	France
Rubix S&I	Société spécialisée dans la mesure des nuisances environnementales	France
Sapiens	Fabricant de géotextiles à bioactifs pour la dépollution des eaux de pluie	France
Saur	Gestionnaire de réseaux d'eau et de déchets	France
SEB	Groupe électroménager	France
Séché Environnement	Fournisseur de services de dépollution	France
Semeo	Fournisseur de services de dépollution des eaux	France
Semosia	Gestionnaire de réseaux d'eau et de déchets	France
SimpleAUment	Solutions biologiques de dépollution des eaux	France
Soléo	Fournisseur de services de dépollution	France
Soler Environnement	Fournisseur de services de dépollution	France
Solrem	Fournisseur de services de dépollution	France
Spill Tech	Spécialiste de la dépollution d'urgence et des déchets dangereux	Afrique du Sud
STMicroelectronics	Fabricant de semi-conducteurs	France
SubSea Tech	Robotique marine	France
Suez	Gestionnaire de réseaux d'eau et de déchets	France
Tellux	Concepteur d'un système d'analyse des sols	France
Teqoya	Fabricant de purificateurs d'air ioniseurs	France
Tergys	Entreprise axée sur la réutilisation des eaux usées	France
UV Germi	Entreprise de traitement des eaux par rayons UV	France
V20 Marine	Service de collecte des déchets en mer	France
Valgo	Fournisseur de services de dépollution	France
Veolia	Gestionnaire de réseaux d'eau et de déchets	France
Vertuoso	Spécialiste du traitement de l'eau de pluie	France
VirexpR	Start-up spécialiste de la virologie et de la microbiologie	France
WaltR	Spécialiste de la mesure de la pollution de l'air	France
Watchfrog	Société spécialisée dans la détection des perturbateurs endocriniens	France
We Protect	Dépollution des ondes électromagnétiques	France
Yphen	Spécialiste de la mycoremédiation	France
Yterres	Services et logiciel de gestion de la logistique d'évacuation des terres excavées	France

Traitement IndexPresse.

LEXIQUE

- **Boue d'épuration**

Ensemble des éléments séparés de l'eau lors de la phase de dépollution : matières organiques, produits chimiques...

- **Friche**

Zone abandonnée, n'ayant pas ou plus de fonction pour les activités humaines. Peut être polluée si elle a accueilli des activités industrielles.

- **PFAS**

Poly- et perfluoroalkylées, substances issues d'activités industrielles considérées comme des "polluants éternels" du fait de leur dégradation très difficile dans l'environnement.

- **Phytoextraction**

Ensemble de procédés visant à extraire des plantes des substances qu'elles ont absorbées, afin de les valoriser pour divers usages.

- **Phytoremédiation**

Ensemble de procédés s'appuyant sur les végétaux, et par extension sur les champignons, pour dépolluer une zone, en milieu terrestre comme aquatique.

- **ZAN**

Zéro artificialisation nette, politique visant à interdire la consommation d'espaces naturels sans compensation équivalente.

SOURCES UTILISÉES

- Allain Rémi, "Ingénieur, j'ai créé une entreprise spécialisée dans la dépollution des océans", *lesechos.fr*, 9 mars 2023
- André Jean-Baptiste, "Groupe Tera : liquidation judiciaire de Tera Contrôle", *boursier.com*, 21 septembre 2023
- Attigui Abdessamad, "Des boues d'épuration transformées en biogaz pour bus", *Environnement Magazine*, mars-avril 2022, p.38
- Attigui Abdessamad, "Le marc de café se met en terre pour réhabiliter les friches", *Environnement Magazine*, août-septembre 2022, p.32
- Barbaux Aurélie, "Enfin un plan de captage et de stockage de CO2", *L'Usine Nouvelle*, septembre 2023, p.44-45
- Bardet-Crougnaud Marie, "Ford Blanquefort : et maintenant, dépolluer les sols", *placeco.fr*, 25 août 2021
- Barla Jean-Christophe, "Suez veut faire de la station d'épuration Haliotis 2 de Nice une 'usine ressource' exemplaire", *usinenouvelle.com*, 21 avril 2023
- Bassi Olivia, "We Protect s'attaque à la pollution électromagnétique", *lesechos.fr*, 28 mars 2022
- Bassi Olivia, "À la Roche-sur-Yon LSH donne une seconde vie à la friche industrielle de S20 industries", *lesechos.fr*, 1^{er} février 2023
- Beaujon Agathe, "UV Germi étend son rayon d'action", *Challenges*, 23 juin 2022, p.52
- Berkovicus Christine, "Le BRGM expérimente une cuve XXL pour la dépollution des sols", *lesechos.fr*, 3 février 2020
- Bigot Jeanne, "Tellux et Lhotellier, associés pour identifier les terres polluées", *lesechos.fr*, 14 juin 2023
- Boudiba Malika, "Dépolluer les sols grâce aux plantes, cet ancien site industriel mène une expérience inédite", *francetvinfo.fr*, 1^{er} avril 2023
- Buyse Nicole, "Comment PowerOfMoss utilise la mousse végétale pour limiter la climatisation", *lesechos.fr*, 14 février 2022
- Buyse Nicole, "Octopus Lab lève 3 millions d'euros pour prévoir la qualité de l'intérieur", *lesechos.fr*, 4 juillet 2022
- Chaigneau Cécile, "Eau recyclée : Nereus va équiper le Village des athlètes construit pour les JO Paris 2024", *latribune.fr*, 10 juillet 2023
- Chandeze Aurélie, "Avec l'Aquaverse, Saur invite ses clients à co-construire des solutions aux défis de l'eau", *cio-online.com*, 4 avril 2023
- Chauveau Loïc, "La pollution de l'air favorise la mortalité liée au Covid-19", *sciencesetavenir.fr*, 13 octobre 2022
- Chauvot Myriam, "Comment Suez veut dépolluer l'air des villes", *lesechos.fr*, 16 juin 2021
- Clarke Baptiste, "Pollution de l'eau : comment l'industrie textile s'approprie le sujet", *actu-environnement.com*, 28 novembre 2022
- Cognasse Olivier, "Quand les eaux usées reviennent dans le circuit", *L'Usine Nouvelle*, octobre 2022, p.96-99
- Corot Léna, "AccuWeather s'empare de Plume Labs, le spécialiste français de la prévision de la qualité de l'air", *usine-digitale.fr*, 27 janvier 2022
- Crépin Benoît, "WaltR : une technologie spatiale au service de la qualité de l'air", *techniques-ingenieur.fr*, 8 mars 2022
- Crépin Benoît, "Pollution. Y a du capteur dans l'air", *Environnement Magazine*, mars-avril 2023, p.12-18
- Crépin Benoît, "Pollutions par les PFAS : comment y remédier ?", *Environnement Magazine*, mai-juin 2023, p.12-18

Crépin Benoît, "Déchets de chantier, terres excavées et dépollution. Des défis relevés, et d'autres qui s'annoncent", *Mat Environnement*, mars 2021, p.19-24

Crépin Benoît, "Les sols pollués sous l'œil de l'IA", *Mat Environnement*, juin 2022, p.39-43

Da Veiga Léo, "Délicate opération de dépollution pour Atland à Drancy", *lesechos.fr*, 15 juin 2022

Dagorn Gary Sanchez Léa, "Quelles quantités d'eau sont prélevées et consommées par la population, les usines et l'agriculture en France ?", *lemonde.fr*, 1^{er} avril 2023

De Jong Julien, "Le Collector, le bateau qui part à la pêche aux déchets plastiques à Biarritz", *francebleu.fr*, 1^{er} septembre 2023

Dekimpe Valérie, Bertsch Marina, "Le champignon, un allié hallucinant", *france24.com*, 21 janvier 2022

Delmolino Alexandra, "Boues d'épuration urbaines. Vers un enterrement du retour au sol", *Hydroplus*, avril-juin 2021, p.18-24

Delmolino Alexandra, "Pollution de l'air. Des capteurs à portée de main", *Environnement Magazine*, mars-avril 2022, p.22-29

Delpont Léa, "Recyclage : UV Germi dépollue les eaux usées avec des ultraviolets", *lesechos.fr*, 14 mars 2023

Delpont Léa, "Robots de plage, drones : Poralu Marine s'attaque au nettoyage du littoral", *lesechos.fr*, 13 août 2021

Delumeau Marie, "JO 2024 : dernière ligne droite pour la station de dépollution des eaux pluviales de Champigny", *lesechos.fr*, 23 février 2023

Delumeau Marie, "Un an avant les JO, le SIAAP met sa station d'épuration de Valenton en ordre de marche", *lesechos.fr*, 13 juillet 2023

Deluzarche Cécile, "Comment la start-up Vertuoso s'ingénie à évincer le plastique des océans", *futura-sciences.com*, 7 décembre 2021

Ducrot Valentine, "Traitement des eaux usées et décarbonation : les ambitions de NXO Engineering", *latribune.fr*, 20 juin 2022

Epitropakis Roman, "L'eldorado du marché des purificateurs d'air à l'heure du Covid-19", *usinouvelle.com*, 4 mai 2021

Feitz Anne, "Le gouvernement accélère sur la réutilisation des eaux usées", *lesechos.fr*, 18 août 2023

Feitz Anne, Guichard Guillaume, "Quand le manque de terrains menace la réindustrialisation de la France", *lesechos.fr*, 14 juin 2023

Ferraz Pauline, "Yphen, la dépollution des sols grâce aux champignons", *leshorizons.net*, 17 août 2022

Fortin Pierre, "H2OPE s'attaque à la dépollution des cours d'eau", *lesechos.fr*, 6 décembre 2021

Fortin Pierre, "La plante bionique arrive dans les bacs", *lesechos.fr*, 15 juin 2023

Fortin Pierre, "Biomedé dépollue les sols agricoles avec les plantes", *lesechos.fr*, 24 octobre 2022

Foucart Stéphane, "L'eau de millions de personnes en France redevient conforme aux normes de qualité après le relèvement des seuils réglementaires", *lemonde.fr*, 12 octobre 2022

Foucart Stéphane, "L'eau potable en France contaminée à vaste échelle par les métabolites du chlorothalonil, un pesticide interdit depuis 2009", *lemonde.fr*, 5 avril 2023

Gallo Triouleyre Stéphanie, "Sapiens, cette entreprise de la Drôme qui réussit à dépolluer les eaux de pluie", *latribune.fr*, 25 septembre 2023

Garnier Claire, "Valgo s'apprête à extraire les polluants perfluorés de l'eau", *lesechos.fr*, 30 août 2023

SOURCES UTILISÉES

- Gastal Nicolas, "Aurillac : des travaux pour la dépollution de l'ancien site d'EDF-GDF du cours d'Angoulême", *actu.fr*, 13 octobre 2021
- Gosselin Nicolas, "Bordeaux : au dépôt TBM de la Jallère, la dépollution des sols est confiée à des arbres", *actu.fr*, 29 novembre 2022
- Grelier Jonathan, "Du coiffeur au jardin, la start-up Capillum crée une filière de recyclage du cheveu", *lesechos.fr*, 16 décembre 2021
- Groizeleau Vincent, "Efinor Sea Cleaner livre une unité de dépollution à la base navale de Toulon", *meretmarine.com*, 8 juin 2023
- Guimard Emmanuel, "Covid-19 : les fabricants cherchent à crédibiliser les purificateurs d'air", *lesechos.fr*, 9 novembre 2021
- Guimard Emmanuel, "Frio innove sur les marchés porteurs des caves à vin et des purificateurs d'air", *agence-api.ouest-france.fr*, 29 octobre 2021
- Guimard Emmanuel, "Les friches industrielles, eldorado foncier des collectivités", *lesechos.fr*, 30 mai 2023
- Habchi Malik, "Poralu Marine mise sur des robots pour nettoyer les littoraux", *usinouvelle.com*, 25 septembre 2022
- Henno Jacques, "La pince moléculaire contrôlable qui pourrait assainir l'eau", *lesechos.fr*, 3 février 2020
- Houzelle Chantal, "Aerophile lève 11 millions pour révolutionner la dépollution de l'air extérieur", *lesechos.fr*, 1^{er} février 2023
- Juvé Mélanie, "Sécheresse : à Clairac, une expérimentation en cours pour réutiliser les eaux usées", *francebleu.fr*, 25 janvier 2023
- Kindermans Marion, "Dans le Val-de-Marne, la Tégéval veut tester la dépollution par les plantes", *lesechos.fr*, 5 septembre 2020
- Laperche Dorothée, "Les polluants éternels sous surveillance", *Actu Environnement*, janvier 2023, p.32-40, 42
- Laurent Pierre, "Du chanvre pour dépolluer les eaux industrielles", *estrepublikain.fr*, 29 juillet 2023
- Laurent Anthony, "Un robot flottant pour dépolluer les zones portuaires", *Mat Environnement*, octobre-novembre 2020, p.64-65
- Laurent Benjamin, "Quelles sont les différentes techniques de dépollution des sols ?", *geo.fr*, 3 juillet 2023
- Le Coz Cécile, "L'eau, un marché précieux et en croissance", *lesechos.fr*, 17 février 2021
- Le Coz Cécile, "Innover dans l'eau et les déchets pour une économie circulaire", *Investir - Le Journal des Finances*, 18 février 2023, p.22-23
- Le Coz Cécile, "BIO-UV Group. Le cap des 60 millions maintenu pour 2024", *Investir - Le Journal des Finances*, 10 avril 2021, p.15
- Le Fort Clara, "L'entrepreneur à impact : Aymeric Jouon, I Clean My Sea", *Les Échos week-end*, 2 septembre 2022, p.66
- Lesniak Isabelle, "Avec Aerophile, Matthieu Gobbi passe du ballon captif à la dépollution de l'air", *lesechos.fr*, 21 avril 2023
- Loukil Ridha, "Comment STMicrow tente de maîtriser sa soif", *L'Usine Nouvelle*, avril 2023, p.108-109
- Mallégo Florence, "Qui veut être mon associé ?", Capillum crée la surprise en refusant une offre après le tournage", *ouest-france.fr*, 2 février 2023.

Mandard Stéphane, "En France, la contamination des eaux de surface par les PFAS, 'polluants éternels', est 'largement sous-estimée', selon une association", *lemonde.fr*, 12 janvier 2023

Marchand Aurélien, "Bonne ou mauvaise idée ? Près de Perpignan, cette commune recycle les eaux usées pour recharger la nappe phréatique", *actu.fr*, 3 novembre 2022

Meeschaert Pascale, "Traitement des eaux industrielles : l'ambition de Séché est de peser sur le marché", *revue-ein.com*, 5 décembre 2022

Menuet Cédric, "Angers : le groupe Semosia muscle ses activités de traitement des eaux industrielles", *lesechos.fr*, 15 décembre 2022

Miguet Laurent, "Spécial collectivités. Aménager sans artificialiser", *Le Moniteur du bâtiment*, 12 novembre 2021, p.9-14, 16, 18-22, 24-26, 28-29

Molga Paul, "Green City Organisation évite le rejet des déchets en pleine mer", *lesechos.fr*, 10 janvier 2022

Mortgat Bruno, "Sites et sols pollués : un secteur épargné par la crise", *Mat Environnement*, février 2022, p.16-19

Niedercorn Frank, "Purificateurs d'air : Teqoya se transforme en équipementier pour le bâtiment", *lesechos.fr*, 3 mars 2023

Nippert Aline, "Captage de CO2. Chantier titanesque, gains incertains", *Industrie et technologies*, avril 2022, p.28-40, 42-43

On Dinhill, "Les start-up du Genopole innovent pour une industrie durable", *Infochimie Magazine*, mars 2022, p.60-61

Palierse Christophe, "En pleine forme, Séché Environnement prêt à faire des acquisitions en France", *lesechos.fr*, 6 mars 2023

Palierse Christophe, "Eau : le patron de Saur plade pour la création d'une autorité de régulation", *lesechos.fr*, 20 juillet 2023

Palierse Christophe, "Arboricultures, pelouses, nettoyage : comment Veolia valorise les eaux retraitées", *lesechos.fr*, 5 août 2023

Paschal Camille, "Séché Environnement, l'unique recycleur de brome au monde", *Infochimie Magazine*, octobre 2021, p.36-37

Picot David, "Pas de ZAN sans renaturation des sols", *La Gazette des communes, des départements et des régions*, 3 juillet 2023, p.50-52

Pogorzelski Stanislas, "Qualité de l'air : le réseau PlanetWatch lève 3 millions d'euros auprès d'Algorand", *coins.fr*, 27 janvier 2023

Quille Florence, "PowerOfMoss lance les cloisons végétales dépolluantes", *Le Moniteur du bâtiment*, 11 décembre 2020, p.33

Quiret Matthieu, "Le pari gagné du fonds de dépollution Gingko", *lesechos.fr*, 7 mai 2014

Radisson Laurent, "Le marché de la dépollution des sols a le vent en poupe", *Actu Environnement*, juillet-août 2022, p.44-45

Radisson Laurent, "L'Europe se dote d'une stratégie sur les sols", *Actu Environnement*, janvier 2022, p.14-16

Rauline Nicolas Vergne Ismérie, "Les États-Unis investissent dans deux projets géants de captage de CO2", *lesechos.fr*, 11 août 2023

SOURCES UTILISÉES

- Riberolles Vincent, "Réhabilitation des friches industrielles : le modèle collaboratif de Crisalid", *brefeco.com*, 7 novembre 2022
- Robert Hugo, "Val-d'Oise : à Bonneuil, 148 millions d'euros pour doubler les capacités de l'usine de dépollution d'eau", *lesechos.fr*, 9 décembre 2022
- Roupioz Alexane, "PearL commercialise une solution biosourcée pour piéger les métaux dissous", *Infchimie Magazine*, mai 2022, p.56-57
- Roupioz Alexane, "On repense la chimie en posant un nouveau regard sur la nature", *Industrie et technologies*, novembre 2022, p.6-9
- Roussel Florence, "Pollution plastique en mer, un problème de taille", *Actu Environnement*, avril 2021, p.32-42
- Simon-Rainaud Marion, "Capillum recycle vos cheveux pour protéger les plantes et nettoyer les océans", *lesechos.fr*, 18 octobre 2022
- Tortorici Julia, "Envoyer les terres polluées vers les bonnes filières", *Mat Environnement*, septembre 2021, p.38-39
- Wong Camille, "Les timides débuts des start-up de l'eau douce", *lesechos.fr*, 19 avril 2023
- "BIO-UV accroît son offre pour l'aquaculture et l'industrie", *environnement-magazine.fr*, 20 juillet 2023
- "Crolles : Tera affiche une croissance de 20 %", *mesinfos.fr*, 5 mai 2023
- "InovaYa : réinventer le monde de l'eau", *challenges.fr*, 19 septembre 2022
- "La future deuxième vie de l'ancienne usine Thomson en Seine-et-Marne", *Le Nouvel Économiste*, 10 mars 2023, p.17
- "La pollution de l'air extérieur", *notre-environnement.gouv.fr*, 18 novembre 2021
- "L'Agence spatiale européenne mise sur le lyonnais Biomedes pour diagnostiquer les sols pollués", *lepolitique.net*, 10 janvier 2023
- "L'entreprise héraultaise décroche deux chantiers pour les JO 2024", *francebleu.fr*, 29 août 2023
- "Les pertes s'accumulent pour la CleanTech Orège, au plus bas historique en Bourse", *lesechos.fr*, 31 octobre 2022
- "Les purificateurs d'air prêts à sortir du discours Covid", *Le Papetier de France*, septembre 2022, p.26-29
- "Les ZFE-m visent d'abord à protéger notre santé", *ADEME Mag*, avril 2023, p.2-3
- "MareCorsica : une société pour nettoyer le littoral corse depuis la mer", *corsematin.com*, 5 juin 2021
- "Niveau de CO2 dans l'air : une hausse de 50 % par rapport à l'ère pré-industrielle, alertent des chercheurs", *geo.fr*, 7 juin 2022
- "PureNat et son textile dépolluant lèvent 1,1 million d'euros", *frenchtechbordeaux.com*, 23 mars 2023
- "Saur conforte ses positions dans le domaine de la Reut", *revue-ein.com*, 2 février 2022
- "SeaClear, le robot intelligent qui collecte les déchets dans les fonds marins", *madeinmarseille.net*, 27 septembre 2022
- "Séché Environnement. Le virus des acquisitions en Afrique du Sud", *Investir - Le Journal des Finances*, 23 janvier 2021, p.12
- "Tallano Technologies accélère son développement avec une levée de fonds de plus de 17 millions d'euros", *bpiFrance.fr*, 25 octobre 2021
- "Tellux révolutionne pour dépolluer", *paris-normandie.fr*, 2 juillet 2021

La collection IndexPresse *Business Etude*

Comment accéder à des données fiables, pertinentes et surtout synthétisées, alors que l'information n'a jamais été aussi accessible en apparence ?

Voilà une question à laquelle sont confrontés quotidiennement les décideurs dans les entreprises lorsqu'il s'agit de prendre les bonnes décisions.

C'est pourquoi nous avons créé la collection **IndexPresse Business Etude**, des études sectorielles complètes, réalisées à partir des plus grands titres de la presse

économique et professionnelle. En s'appuyant sur des informations fiables et de qualité, les études d'IndexPresse offrent des synthèses analytiques et éclairées sur les secteurs d'activité émergents ou en mutation.

Vous aurez ainsi toutes les clés en main pour accompagner votre réflexion stratégique, en vous appuyant sur l'examen des enjeux de votre marché, afin d'anticiper ses évolutions et valider, ou modifier, votre positionnement dans le jeu concurrentiel.

IndexPresse *Business Etude*

Date de parution - octobre 2023.



Renaud HAMMAMY

renaud.hammy@indexpresse.fr

Auteur

Étude rédigée en collaboration avec **Samuel ARNAUD**

La pollution croissante des cours d'eau, intensifiée par le réchauffement climatique, la découverte de polluants anciens, les enjeux sanitaires en zone urbaine et la problématique de l'artificialisation des sols constituent autant de facteurs redonnant de l'importance aux opérations de dépollution. Ce secteur mature introduit de nouvelles technologies et procédés dans son activité, souvent du fait d'acteurs émergents. L'évolution de la réglementation devrait favoriser le marché, mais la question du partage de la valeur entre les différents acteurs reste entière.

En quoi le ZAN et les ZFE dynamisent-ils le marché ? Qu'est-ce que les PFAS ? Quel est le potentiel foncier des friches ? La phytoremédiation est-elle une solution pertinente ? De quelles façons l'innovation numérique peut-elle s'intégrer à l'analyse des sols ? Comment les nouveaux entrants peuvent-ils se faire une place sur le segment de la réutilisation des eaux usées ? En quoi les capteurs et la robotique peuvent-ils représenter une voie prometteuse pour la dépollution des eaux ? Les plateformes de suivi des polluants aériens ont-elles de vraies perspectives de développement ? Quelle place peut avoir la bioinspiration dans le secteur ?

Cette étude apporte des éléments de réponse et de réflexion pour comprendre les enjeux et les perspectives du secteur, décrypter les modèles de développement à potentiel et identifier les orientations stratégiques pour se positionner dans le jeu concurrentiel.

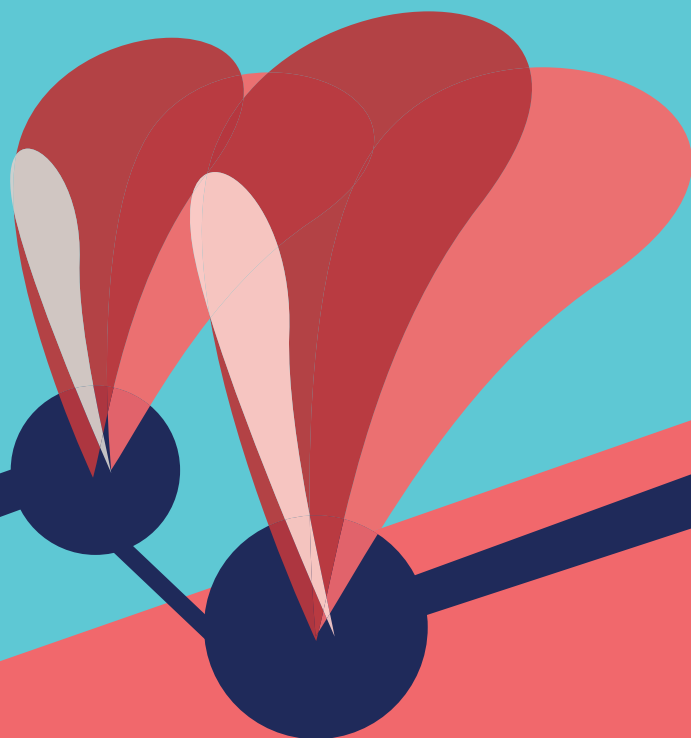


Photo de couverture : @Luba