

# Le réemploi des déchets de production

- 13. Quand les déchets deviennent une ressource
- 15. La seconde vie du lave-glace
- 16. De la bonne aspiration à la bonne valorisation
- 18. L'anticipation, maître-mot pour limiter les risques
- 20. Redorer l'image du plastique
- 22. Des excréments pour chauffer le zoo

# Quand les déchets deviennent une ressource

*Ils sont communément nommés déchets, mais, réinjectés dans des circuits de production, ils peuvent devenir nouvelle matière première. Les rebuts de procédés de transformation de matériaux sont de plus en plus utilisés comme une ressource, et des entreprises réussissent même à recycler leurs propres déchets. Des bonnes pratiques sur le plan environnemental et d'un point de vue économique qui ne sont pas sans poser à ces structures de nouvelles questions en matière de santé et sécurité au travail.*

« **LE RECYCLAGE** de la matière présente de multiples atouts: en évitant l'extraction et la transformation inutiles de ressources naturelles, il réduit la consommation d'énergie, les émissions de gaz à effet de serre et les autres impacts environnementaux des filières industrielles. » L'Ademe, Agence de la transition écologique, affiche clairement les avantages pour une entreprise de réduire ses déchets de production, soit en réinjectant dans sa propre production ses rebuts, pièces non conformes ou coproduits – en tant que matières premières de recyclage (MPR) –, soit en exploitant cette matière pour de nouveaux usages.

Sur un plan économique, cela présente l'avantage de réduire les coûts d'achat de matières premières et, sur un plan environnemental, celui de diminuer le recours à des ressources naturelles. À titre d'exemple, les drèches, résidus de céréales issus du processus de fabrication de la bière, constituent un déchet pour les brasseurs, mais peuvent être exploitées comme base pour fabriquer des aliments (biscuits, pain, pâtes, barres de céréales...), des produits cosmétiques, ou des aliments pour animaux. Elles peuvent aussi servir de substrats de culture pour champignons, de biocarburants ou encore être transformées en éléments de mobilier comme des tabourets. Une entreprise japonaise s'est même lancée dans la fabrication de jeans à partir de drèches.

Ces pratiques de réemploi et d'« upcycling » peuvent se rencontrer dans de multiples sec-

teurs d'activité. Dans la plasturgie ou la boulangerie, réinjecter de la matière première dans la production est déjà répandue. Par exemple, les chutes de pâtes des boulangers peuvent être réacheminées vers les pétrins pour être incorporées à une nouvelle fabrication. Dans l'agroalimentaire, il n'est pas rare de voir des entreprises se doter d'une unité de méthanisation alimentée par des biodéchets issus de leur production. Le biogaz obtenu aboutit ensuite à la production d'électricité, de chaleur ou d'engrais. Dans les travaux publics, les grands groupes s'orientent de plus en plus vers du réemploi de matériaux *in situ*.

« La question de la collecte et de la gestion des déchets est déjà bien intégrée dans les pratiques des entreprises, grâce notam-



© Gaël Kerbool/INRS/2022

📷 Au zoo de Beauval, les déchets issus des enclos des animaux, foin et déjections, sont transformés sur place pour produire engrais et énergie.

ment au principe de responsabilité élargie des producteurs (REP)<sup>1</sup>, explique Anita Romero-Hariot, experte d'assistance-conseil à l'INRS. Les entreprises concernées doivent mettre en place le tri cinq flux – verre, papier-carton, bois, métaux, plastiques – auxquels s'ajoutent deux flux pour le secteur du BTP – plâtres et fractions minérales, et bientôt les textiles. » Les entreprises peuvent se limiter à cette mission de tri en amont, et confier leurs déchets à des prestataires externes. Des filières professionnelles s'organisent en créant des éco-organismes dédiés selon la nature des déchets à collecter. Mais, certaines entreprises décident de prendre elles-mêmes en charge, en interne, une partie des déchets qu'elles produisent. S'orienter vers de telles pratiques constitue des sources d'économies, en optimisant l'organisation et les procédés, et en réduisant le recours à des matières premières >>>

## ZOOM



### UNE ÉCONOMIE CIRCULAIRE ET VERTUEUSE

L'économie circulaire est un modèle économique qui consiste à limiter le gaspillage des ressources et à réduire la part des déchets produits lors de la fabrication des biens et des services. Pour atteindre ces objectifs, il faut donc réduire l'utilisation des matières premières et énergies en augmentant la part du réemploi, du recyclage, puis de la valorisation – matière et énergétique – des déchets. À toutes les étapes de la vie d'un produit, un réemploi ou un recyclage peut être envisagé. Au final, n'est plus que déchet la fraction non valorisable, la forme ultime des matières dont rien ne peut être exploité dans les conditions techniques et économiques du moment, et qui peuvent s'avérer toxiques. La loi Agec (anti-gaspillage pour une économie circulaire), adoptée en février 2020, vise à lutter contre le gaspillage et l'obsolescence programmée, à favoriser le réemploi ou encore incite à aller vers plus de réparation, réutilisation et écoconception des produits.

vierges. C'est aussi un bon moyen de rentabiliser une installation existante. Par exemple dans le cas des menuiseries qui récupèrent les copeaux et poussières de bois à partir de leur système d'aspiration centralisée pour ensuite utiliser ces résidus dans leur système de chauffage: « Cela présente une double vertu, en cherchant à capter le plus de poussières dans l'ate-

**La récupération par les menuiseries des résidus de bois issus de leur production et l'utilisation de cette matière dans leur système de chauffage est un parfait exemple de bonnes pratiques de valorisation de ses propres déchets par une entreprise.**

net de conseil en conception et aménagement des postes et situations de travail.

De telles initiatives réduisent également l'empreinte environnementale de l'activité, et participent à l'image de l'entreprise. Du fait de la préoccupation croissante des questions écologiques, une telle approche peut également atténuer une préoccupation qui se

tion dès qu'un tel projet commence à voir le jour au sein d'une entreprise. Et ce d'autant plus qu'il ne s'agit pas de son cœur de métier.

## Une approche vertueuse

Parmi les intervenants en prévention des risques professionnels, les services prévention des Carsat peuvent conseiller et accompa-



© Gaël Kerbaol/INRS/2022

lier, en optimisant l'installation et en rentabilisant le contenu des rejets », commente Éric Silvente, expert d'assistance-conseil à l'INRS.

## Redonner vie aux déchets

« Quand on voit des entreprises qui se fixent comme objectif de baisser de 10% leur facture énergétique, et qui ont entre les mains de la matière à valoriser en l'exploitant différemment – par exemple, les eaux de cuisson dans l'agro-alimentaire sont jetées à l'égout alors que les calories pourraient être récupérées pour chauffer les bâtiments –, on constate qu'il y a une bonne marge de progrès », observe Cyril Joubert, ingénieur ergonomiste chez Novergo, un cabi-

## BTP ET DÉCHETS

Dans le secteur du BTP, la réglementation impose une gestion encadrée des déchets : réemploi sur chantiers, réemploi en ressourceries, valorisation des matières, valorisation énergétique, enfouissement/incinération des déchets dangereux. Dans le secteur des déchets du bâtiment, les objectifs sont clairement annoncés : le taux de collecte pour valorisation devra atteindre 82% en 2024 et 93% en 2027 pour les matériaux minéraux, 53% en 2024 et 62% en 2027 pour les autres types de matériaux (métal, bois, plâtre, verre...). En 2018, selon l'Ademe, 12,2 millions de tonnes de déchets du second œuvre ont été produites, pour un total de 240 millions de tonnes de déchets dans le secteur du BTP.

développe chez certains: le conflit éthique environnemental au travail, à savoir la conscience écologique de certains salariés qui peut être mise à mal, voire se trouver en contradiction avec les pratiques de leur entreprise.

Ces nouveaux modes d'exploitation des déchets entraînent de nouvelles activités, avec de nouveaux flux, de nouveaux process, de nouvelles tâches, parfois la création de nouveaux postes ou l'emploi de nouvelles machines dans les entreprises. Cela peut donc générer l'apparition de nouveaux risques professionnels: manutentions, gestion des flux, risque chimique, risque machine, risque routier, nuisances sonores, troubles musculosquelettiques... qui doivent être évalués. Il est important de faire cette évalu-

gnier techniquement et financièrement les entreprises dans la conception d'un espace ou d'une activité en lien avec la réintégration d'une partie de leurs déchets. L'Ademe propose également des financements pour accompagner les entreprises souhaitant se doter d'équipements d'utilisation de matières premières issues du recyclage adaptés à l'unité de production concernée, pour encourager l'installation d'équipements neufs d'incorporation des MPR, mais aussi pour étendre ou adapter une installation existante.

Après des décennies à négliger le potentiel des déchets, les technologies et les machines permettent aujourd'hui de plus en plus de récupérer les matières de manière fine et ciblée. Cette nouvelle façon de considérer les déchets et l'usage qui peut en être fait impliquent des changements culturels, techniques et organisationnels dans les entreprises. Mais les mentalités changent et un mouvement durable s'installe. ■ C. R.

## En savoir plus

- « Tri et traitement des déchets. Prévenir les risques professionnels », page métiers web INRS. À lire sur [www.inrs.fr](http://www.inrs.fr).
- « Déchets », dossier web de l'Ademe. À lire sur [www.agirpoulatransition.ademe.fr](http://www.agirpoulatransition.ademe.fr).
- « Tri des déchets », outils et recommandations pour les entreprises du Centre de ressources économie circulaire et déchets. À lire sur [www.optigede.ademe.fr](http://www.optigede.ademe.fr).

1. La responsabilité élargie du producteur (REP), dispositif inspiré du principe « pollueur-payeur », implique que les acteurs économiques (fabricants, distributeurs, importateurs) sont responsables de l'ensemble du cycle de vie des produits qu'ils mettent sur le marché, de leur conception jusqu'à leur fin de vie (source: Ademe).

# La seconde vie du lave-glace

Les entreprises ne savent pas toujours quoi faire de leurs déchets et, pourtant, des aides extérieures existent. Exemple avec l'entreprise de démantèlement et de recyclage automobile GPA 26, basée dans la Drôme, qui s'interroge sur la façon de revaloriser les liquides lave-glace. Entretien avec Olivier Dierckx, responsable QSE de l'entreprise.

**Travail & Sécurité.** Parmi tous les composants d'une automobile qui peuvent se recycler, vous travaillez actuellement sur le réemploi des liquides lave-glace. Pourquoi cette approche ?

**Olivier Dierckx.** Encore récemment, c'était un liquide considéré comme un déchet, qui était expédié dans une usine de collecte et de traitement de déchets industriels. Or, d'un côté, on récupère ce produit sur les véhicules en fin de vie pour l'évacuer, de l'autre, on achète ce même produit en tant que matière vierge. C'est pourquoi nous cherchons comment nous pouvons réemployer directement les lave-glace encore présents sur les véhicules qui nous arrivent, que ce soit pour alimenter nos propres camions de transport mais aussi pour les proposer à prix réduit aux entreprises de transport de notre région.

**Existe-t-il des blocages techniques ?**

**O. D.** Sur le principe, il est possible de les récupérer à l'aide de systèmes de filtration. De la même façon, les carburants font déjà l'objet d'une filtration pour être réutilisés en interne. Par exemple, nous utilisons le gasoil issu de la dépollution pour nos chariots (hybrides) sur le parc et dans la chaudière de



## REPÈRES

**DIAGECO-FLUX est un programme d'accompagnement de l'Ademe, destiné aux entreprises, ayant pour objectif d'optimiser les coûts et de réaliser des économies durables en réduisant leurs pertes en énergie, matière, déchets et eau.**

notre usine. Mais il existe deux types de liquide lave-glace, un pour l'été et un pour l'hiver, qui n'ont pas les mêmes teneurs, ni les mêmes effets. Si la base d'un lave-glace est composée d'eau déminéralisée, d'alcool et d'éthylène glycol, ceux utilisés en hiver contiennent une plus grande teneur en alcool. Or, pour l'heure, on ne sait pas faire la distinction entre les deux et ainsi garantir la qualité de ce qu'on souhaite vendre à nos clients.

**Comment menez-vous les recherches pour déterminer les compositions ?**

**O. D.** Dans le cadre de la démarche DiagEco-Flux, de l'Ademe, et par l'intermédiaire d'une société de conseil qui nous accompagne, nous avons été mis en contact avec le lycée Galilée de Vienne, qui propose un BTS métiers de la chimie. Une réflexion est en cours sur un process test, qui reste à développer à partir d'un volume de 1000 litres. C'est encore en phase d'avant-projet et nous espérons que cela deviendra un sujet d'étude avec les étudiants à la rentrée 2023.

**Au-delà de la technique, comment prenez-vous en compte les risques associés à ces nouvelles approches ?**

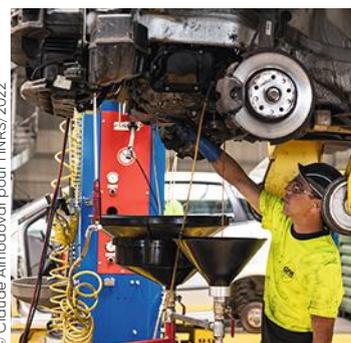
**O. D.** L'organisation des postes de

travail est une préoccupation constante: l'ergonomie des postes est toujours étudiée, mais aussi les manutentions ou l'exposition au risque chimique par exemple. Les systèmes d'aspiration et de récupération des fluides sont conçus notamment pour qu'il n'y ait aucun contact direct et aucune exposition des opérateurs. Les ventouses créent l'étanchéité autour du produit. Au poste de dépollution, le seul fluide visible est l'huile de vidange. Mais c'est un liquide épais qui, par sa densité, ne se répand pas partout.

**Est-ce facile d'innover sur ces sujets de valorisation et de réemploi ?**

**O. D.** C'est notre ADN, notre raison d'être depuis 60 ans. On travaille sur tous les sujets en lien avec le recyclage et la valorisation des déchets. Et quand on parvient à allier écologie et économie, les projets avancent beaucoup plus vite. Avoir cette double approche est gagnant pour l'entreprise. Nous avons un autre avant-projet en cours sur l'utilisation du GPL de récupération. Actuellement nous détruisons le GPL via une torchère, mais nous étudions l'achat d'un véhicule GPL pour utiliser ce gaz de récupération. ■

Propos recueillis par C. R.



© Claude Almodovar pour TIRRS/2022

## DÉPOLLUER UN VÉHICULE

L'entreprise GPA 26 valorise les véhicules hors d'usage ou accidentés, qui sont considérés comme des déchets à leur arrivée. Elle cherche constamment des pistes pour valoriser les différents constituants d'un véhicule. Aujourd'hui, la réglementation impose de réutiliser et valoriser 95 % du poids d'un véhicule. Tous ces composants peuvent être valorisés sous forme de pièces détachées d'occasion, de matières réemployables (aluminium, polypropylène...), et une partie, comme les fluides (carburants, huiles, liquides de refroidissement, lave-glace...), peut être réutilisée.

Lire sur la même entreprise l'article « Déconstruction automobile. Casser l'image de la casse », paru dans Travail & Sécurité n° 842, novembre 2022. À retrouver sur [travail-et-securite.fr](http://travail-et-securite.fr).

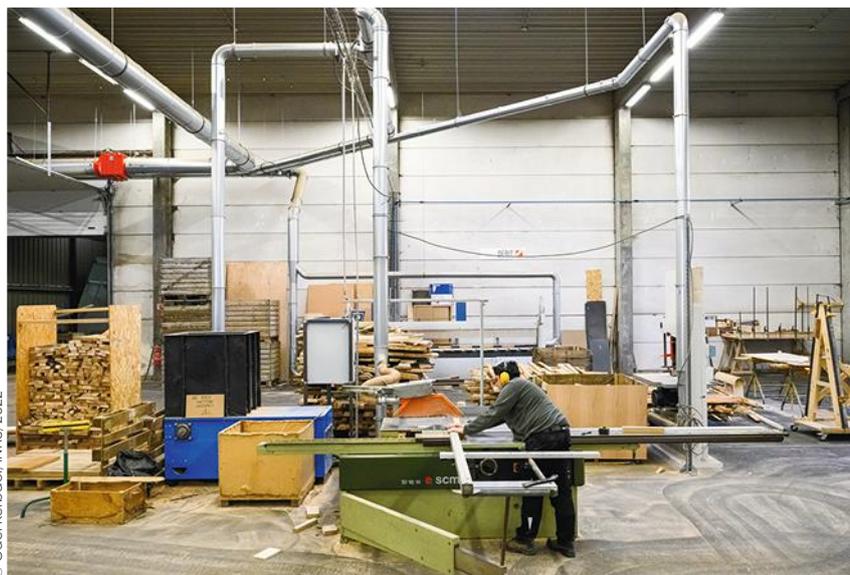
# De la bonne aspiration à la bonne valorisation

*La menuiserie Delalleau fait l'objet depuis deux ans d'une modernisation de son outil de production tout en améliorant les conditions de travail à tous les postes. Cela inclut une prise en compte en interne de la gestion des déchets de production.*

**L'ENTREPRISE DELALLEAU** est installée depuis 2020 dans la commune d'Aix-Noulette, en périphérie de Lens, dans un ancien entrepôt logistique. Le voisinage immédiat de coronas, ces quartiers d'habitations ouvrières typiques, confirme que nous sommes dans l'ancien bassin minier du Nord-Pas-de-Calais. L'entreprise, spécialisée dans la construction d'escaliers architecturaux sur mesure en bois et en acier, a été reprise en 2016 par l'actuel gérant, Antoine Breux.

« Nous avons emménagé ici en grande partie pour améliorer la sécurité du personnel, qui n'était plus suffisamment assurée dans l'ancien atelier, relate-t-il. À l'époque, le local de 500 m<sup>2</sup> dans lequel travaillaient cinq salariés était en zone inondable, l'outil de production n'avait pas été modernisé, il n'y avait pas de bennes de tri, les livraisons se faisaient à même le trottoir, les copeaux étaient stockés dans un silo positionné à l'intérieur de l'atelier et le béton par endroits était fissuré. » L'espace de travail était éga-

À l'occasion du déménagement, une aspiration centralisée a été mise en place, à laquelle chaque machine est raccordée. Le réseau converge vers un silo positionné à l'extérieur du local, où sont stockées toutes les poussières et particules fines de bois.



lement très exigü pour les cinq salariés d'alors. Les conditions de travail exigeaient des améliorations rapides: « Ça ne collait pas avec ma conception de l'entreprise, j'avais envie d'offrir un cadre de travail agréable », poursuit le gérant.

Le déménagement a été l'occasion de tout repenser dans l'entreprise: achat d'un nouveau parc machines, aménagement de l'espace de travail, réorganisation des tâches, des flux... et gestion des déchets de production. Jusqu'alors, les déchets – principalement des copeaux de bois – étaient revendus à une entreprise qui les prenait en charge pour les déposer en déchèterie. En met-

tant dans la balance le volume de copeaux et de poussières de bois généré quotidiennement d'un côté et, de l'autre, le besoin de chauffer son atelier, Antoine Breux a décidé d'opter pour une valorisation en interne de ses déchets de production.

## Environnement et sécurité, un couple incertain

L'installation sur le nouveau site s'est faite courant 2020, en pleine pandémie de Covid-19. Elle a fait l'objet d'un accompagnement technique et financier par la Carsat Hauts-de-France. Le parc machines a été modernisé. Parallèlement, la question des

## 12 m<sup>3</sup>

de déchets de bois sont récupérés chaque mois. Les chutes les plus volumineuses, qui ne peuvent être aspirées par le système centralisé, passent dans un broyeur. Ce dernier étant très bruyant, il est mis en service le soir, lorsque l'atelier est vide.

## 16 000 m<sup>3</sup>/h,

c'est le débit d'air moyen, qui permet de renouveler le volume d'air (aspiration des copeaux par la centrale d'aspiration + aspiration de la cabine de peinture). L'aspiration d'air se fait toujours à la même vitesse, garantissant ainsi une circulation d'air constante dans le bâtiment.

## 19

salariés, dont 15 CDI et 4 apprentis, sont aujourd'hui employés par l'entreprise Delalleau. L'activité a pu se développer grâce à la modernisation de l'outil de production et des conditions de travail.

poussières de bois dans l'environnement a été prise en compte pour garantir une bonne qualité de l'air intérieur. Une aspiration centralisée a été mise en place, à laquelle chaque machine est raccordée. L'installation a volontairement été surdimensionnée sur les centres d'usinage, qui génèrent de gros volumes de copeaux. Le réseau converge vers un silo positionné à l'extérieur du local, où sont stockées toutes les poussières et particules fines de bois. « Le recyclage d'air est fortement déconseillé en présence de CMR. On recommande de renouveler l'air intérieur avec apport d'air extérieur », souligne Laurent Trébuchet, contrôleur de sécurité à la Carsat Hauts-de-France.

Mais, comme le constate Antoine Breux, « il est parfois difficile de faire de l'environnement et de la sécurité conjointement. Par exemple, nous pouvions opter pour installer des filtres, mais ceux-ci s'avèrent impropres vis-à-vis du risque incendie et de la qualité de l'air dans le bâtiment. Donc nous avons suivi les consignes : pas de recyclage ! » C'est ainsi que l'entreprise a fait le choix d'un apport d'air extérieur : en une heure, le volume d'air du hall principal d'une superficie de 1500 m<sup>2</sup> est intégralement renouvelé.

Pour organiser la gestion des déchets, il a fallu s'orienter vers de nouvelles machines. « Nous devons trouver un système adapté, qui nous évite d'avoir de trop gros volumes de copeaux et de poussières à stocker, poursuit Antoine Breux. Car si le volume stocké augmentait trop, nous allions être classés en tant qu'ICPE (NDLR : Installations classées protection de l'environnement), avec de nouvelles contraintes régle-

mentaires. » Le gérant a pris le parti de compacter les copeaux, avec une presse à briquettes. Il trouve alors un modèle de presse en Allemagne.

## Adoption

En parallèle, il identifie en Italie un modèle de chaudière pour les brûler. « Il était parfaitement adapté à nos besoins, mais ça n'a pas été simple, commente-t-il. Beaucoup de modèles présentaient des solutions trop techniques, donc trop chères. Le modèle italien s'est avéré la seule solution automatique avec échangeur simple d'air chaud. Sa technologie est très fiable : pas de carte électronique complexe, une simple tablette pour piloter à distance. Je peux activer la chaudière depuis mon domicile pour que les ateliers soient suffisamment chauds à l'arrivée des salariés. »

Son installation effective a eu lieu en 2021. Depuis, le dispositif apporte satisfaction à tout le monde et est bien adopté par les équipes. « Au début, il y a eu quelques remarques après l'installation. Mais aujourd'hui, ça ne fait plus l'objet d'un seul commentaire », se satisfait le gérant. Une vis sans fin alimente depuis la presse, en continu, la chaudière, qui peut consommer jusqu'à 1 m<sup>3</sup> par jour. Au quotidien, elle demande peu d'entretien, si ce n'est d'être vidée de ses cendres et ramonée régulièrement. « La dernière fois que j'ai vidé les cendres du four, c'était il y a plus de quinze jours », commente Maxime Vandal, débiteur qui s'occupe de l'installation. Au total, près de 30 % de l'ensemble du projet d'emménagement ont été financés par la

Carsat dans le cadre d'un contrat de prévention. « Les conditions se sont vraiment améliorées, il y a moins de poussières dans l'atelier, observe Ludovic Dumetz, chef d'atelier, qui a connu le précédent site. Avant, l'atelier et les machines étaient envahis de copeaux, ce n'est désormais plus le cas. Avoir des trappes automatiques sur le réseau d'aspiration, c'est super aussi. Avant, elles étaient manuelles et restaient le plus souvent ouvertes. S'il n'y avait pas eu tous ces aménagements, on n'existerait peut-être plus. »

Et le gérant ne va pas s'arrêter là. De prochains chantiers sont déjà prévus, à commencer par l'installation d'un déstratificateur pour abaisser l'air chaud vers le sol. La rénovation de la toiture sera également l'occasion d'augmenter l'apport de lumière naturelle pour un meilleur confort. Des marquages au sol seront effectués en tenant compte des pratiques dans l'espace de travail. ■ C. R.

Les copeaux de bois sont compactés en briquettes qui viennent ensuite alimenter en continu la chaudière grâce à une vis sans fin.



© Gael Kerbaol/INRS/2022



© Gael Kerbaol/INRS/2022

## POUR SUIVRE...

L'entreprise Delalleau mène également des recherches pour la mise en place d'un cycle de valorisation de déchets issus d'autres produits, et à travers d'autres circuits. « Nous déposons un à deux escaliers par jour en moyenne, explique Antoine Breux, gérant de l'entreprise. Les anciens modèles sont encore parfois en bon état, mais ils comportent des vernis, des résines ou des colles non compatibles avec des systèmes de compactage. Nous menons des études pour établir des partenariats avec des entreprises de valorisation sur ces sujets. »

Depuis quatre ans, les travaux de la ZAC Bastide-Niel, sur la rive droite de Bordeaux, privilégient la dépollution ciblée et la revalorisation des sols existants. Les études et analyses menées en amont permettent de limiter de nombreux risques.

# L'anticipation, maître-mot pour limiter les risques

**EN PÉRIPHÉRIE** de la ZAC Bastide-Niel, à Bordeaux, en Gironde, des immeubles sont en cours de construction, tandis que, plus au cœur du futur quartier qui accueillera 10 000 habitants, des écoles et des entreprises, des terrains sont en voie de viabilisation. Sur l'une des parcelles, des stocks de terre de 200 m<sup>3</sup> jouxtent un chantier de réseaux d'assainissement. « C'est une zone où nous stockons tous les matériaux que nous avons décaissés. Certains viennent d'être prélevés pour analyse par notre laboratoire. D'autres sont déjà étiquetés et prêts à être utilisés, selon leur nature, pour des remblais de tranchée, en enrobage de tuyaux ou en constitution des couches de forme des voiries publiques », explique Thomas Villesange, chef de secteur pour l'entreprise de voirie et réseaux Moter.

Le choix de Bordeaux Métropole Aménagement (BMA), la société anonyme d'économie mixte locale en charge de l'aménagement, a en effet été de privilégier la dépollution ciblée et la revalorisation sur site des sols existants. Sur les 35 hectares de la ZAC, 25 correspondent à une friche ferroviaire. La pollution des sols générée par l'ancienne

📷 Dès la conception, la question des sols pollués a été intégrée et des recommandations accompagnées de notices d'hygiène et de sécurité ont été rédigées selon les zones et la nature des matériaux.

activité s'est superposée à une pollution provenant de résidus de hauts fourneaux utilisés il y a plus de 100 ans pour remblayer les terrains de la rive droite de la Garonne, constitués alors d'anciens marécages.

La terre a dû être creusée jusqu'à 1,5 m de profondeur. Plutôt que de l'évacuer, elle est traitée, si nécessaire, et réutilisée sur site. « Les matériaux naturels et pollués,

inertes et non inertes, sont réemployés en fonction d'une gestion des risques et de l'adaptation aux usages d'aménagement. Les matériaux pollués entrent quant à eux dans la catégorie des risques chimiques. Concernant la pollution des sols, les risques environnementaux ont été anticipés et pris en compte dès la réalisation des études préalables. Sur ce chantier d'aménagement de



© Rodolphe Escher pour l'INRS/2022

## THIERRY MAUBOUSSIN, dirigeant d'ArcaGée, cabinet d'expertise et de conseil opérationnel en intelligence et décision environnementales

« Nous distinguons les pollutions génériques et spécifiques. Les premières sont présentes dans tous les sols des bords de Garonne et correspondent à d'anciens résidus de combustion et métaux, incorporés aux remblais historiques d'aménagement. Nos analyses ont permis d'identifier leur localisation et les notices hygiène et sécurité les mentionnent. Les secondes sont liées à des activités industrielles (cuves de fioul, blanchisseries...). Elles nécessitent l'utilisation

d'équipements de protection collective puis individuelle. Nous accompagnons les entreprises dans les mesures simples de protection si la surface de pollution est très limitée et nous avons mis en place une procédure d'alerte qui nous permet de nous rendre sur place très rapidement. Sinon, nous faisons intervenir une entreprise spécialisée dans la dépollution, avec des gens formés et qui bénéficient d'un suivi médical adapté. »

ZAC, il y a aussi une gestion du risque chimique pour les salariés en contact des terres polluées », commente Marc Kimel, contrôleur à la Carsat Aquitaine.

D'ores et déjà, 1200 m<sup>2</sup> de pavés Napoléon ont été trouvés, lavés et stockés, avant de leur trouver un usage. 7000 tonnes de ballast ont également été récupérées, nettoyées puis criblées avant réutilisation. Les traverses des voies ferrées ont quant à elle été traitées dans une filière externe par désorption thermique, permettant d'extraire les polluants, puis recyclées en copeaux de bois. Les massifs de béton récupérés par l'entreprise Moter seront, eux, concassés dans un atelier de recyclage externe qui dispose d'un concasseur fixe. « À cette étape, il y a un risque lié à l'exposition aux poussières alvéolaires de silice cristalline qui doit être maîtrisée », fait observer Marc Kimel.

### Des notices d'hygiène et de sécurité

Identifier en amont la nature des sols a donc été primordial. « Une étude historique des activités précédentes a été menée, plus de 200 sondages et plusieurs dizaines de carottages ont été entrepris pour identifier les pollutions et anticiper les risques », détaille Joël Davril, directeur technique de BMA. Pour ce faire, l'aménageur s'est associé les services de la société ArcaGée, spécialisée dans l'expertise et le conseil opérationnel en intelligence et décision environnementales. D'abord comme assistant à maîtrise d'ouvrage, puis intégré dès la deuxième tranche de travaux à l'équipe de maîtrise d'œuvre technique des espaces publics de la ZAC.



© Rodolphe Escher pour l'INRS/2022

La pollution des sols générée par l'ancienne activité ferroviaire s'est superposée à une pollution provenant de résidus de hauts fourneaux utilisés il y a plus de 100 ans.

« Dès la conception, notre approche des sites et sols pollués a été intégrée dans le plan de gestion "pollution" des voiries et espaces publics, qui définit dans les grandes lignes les matériaux à réutiliser et l'usage qui peut en être fait. Pour chaque îlot, une déclinaison opérationnelle est proposée, avec une description de chaque parcelle et des recommandations selon les zones et la nature des matériaux, ainsi que des notices d'hygiène et de sécurité », précise Thierry Mauboussin, dirigeant d'ArcaGée. Pour plus de pédagogie et cibler l'intégralité des intervenants, les recommandations en matière de dépollution des sols sont répétées dans divers documents, eux-mêmes annexés à l'acte de vente. « Une démarche exemplaire pour éviter toute une série de risques », souligne Marc Kimel.

Des critères très techniques de dépollution ont d'ailleurs été

intégrés dès l'appel d'offres. « Ils représentent une part importante de la note technique. Notre spécificité est de nous couler dans l'exigence des marchés publics tout en étant tenus par les règles des marchés privés: le règlement nous autorise à écarter l'offre la moins chère pour éviter un candidat moins-disant », souligne Joël Davril. Pour Marc Kimel, le suivi très pointilleux du chantier réalisé par le maître d'ouvrage exclut également des démarches qui ne seraient vertueuses qu'en théorie, sans être appliquées sur le terrain.

Une cartographie précise de la nature des sols réutilisés, concernant notamment les matériaux non inertes mis en œuvre à grande profondeur dans les emprises des voiries publiques, fournira par ailleurs un outil précieux aux services de la métropole de Bordeaux, lors de leurs opérations de maintenance prévisible à venir. Cette nécessité d'anticiper, dès la conception, la sécurité de futures opérations de maintenance a également concerné le travail en hauteur, notamment sur les toits à 45° conçus pour donner de la lumière à tous les étages malgré l'étroitesse des futures rues.

Certaines de ces artères se dessinent d'ailleurs déjà à travers les différents îlots. « Ces routes existantes sont provisoires, mais ont permis d'établir un plan de circulation, quasiment partout à sens unique, qui évite nombre de risques liés aux flux de transport », relève Marc Kimel. La réutilisation des matériaux sur site a aussi évité la circulation de plusieurs milliers de camions qui, sans cela, auraient évacué les matériaux décaissés et seraient arrivés chargés de matériaux d'apport. ■ G. G.

### 50 000 m<sup>3</sup>

de matériaux récupérés et réutilisés depuis le début du chantier. Parmi eux, 90 % des enrobés existants sont réemployés.

### 100 000 t

de matériaux valorisés, soit l'équivalent de 4 000 camions qui auraient été nécessaires pour évacuer ces matériaux et autant pour fournir des matériaux neufs.

### 7 000 t

de ballast récupérées, dont plus de 80 % réutilisables. Les fines de ballast issues de criblage, dans le cadre d'une expérience agronomique grandeur réelle sur la ZAC, ont été mélangées à de l'argile et du compost et réutilisées sur site en substitution de la terre végétale dans les fosses de plantations arbustives.

Le site d'injection plastique Velfor-Apira s'est équipé il y a deux ans d'un broyeur pour recycler une partie des pièces non conformes et des carottes d'injection résiduelles, afin de réemployer la matière dans la production. Les risques ont été pris en compte dans l'aménagement du poste.

## Redorer l'image du plastique

« **LE PLASTIQUE** souffre d'une mauvaise image. Plus que jamais il faut se renouveler et montrer ses capacités de recyclage. » Philippe Matter, directeur de l'entreprise Velfor-Apira (anciennement Apira plasturgie), spécialisée dans l'injection plastique et basée à Belmont-Tramonet, en Savoie, est conscient des enjeux autour de la matière plastique. L'établissement produit en tant que sous-traitant des références multiples et variées pour ses clients : raquettes à neige, éléments plastiques pour petits appareils électroménagers ou boîtiers de systèmes d'alarmes pour habitations, pour n'en citer que quelques-unes. « Nous sommes capables de faire n'importe quel type de pièces plastiques pour n'importe quel domaine et pour n'importe quel client », poursuit le directeur. Le site fabrique également quelques produits en propre.

Rachetée par le groupe Velfor au début de l'année 2022, l'usine connaît actuellement une phase de transition. Un parc de vingt presses à injecter, dont quinze presses électriques neuves, a été récemment installé pour développer très prochainement l'activité. Fondée dans les années 1970, Apira plasturgie a connu plusieurs rachats au cours de son existence, ainsi que des réorientations de sa



© Guillaume J. Plisson pour l'INRS/2022

production. Longtemps cantonnée à un fonctionnement artisanal, elle avait déjà franchi une étape vers une organisation plus industrielle à l'occasion de son précédent rachat il y a sept ans. Cela fait ainsi un certain nombre d'années que l'entreprise se préoccupe des perspectives de recyclage de la matière plastique. En témoigne la présence

Les granulats broyés sont reversés dans une trémie pour être réinjectés dans les presses puis incorporés à de la matière noble.

de plusieurs broyeurs à proximité des presses à injection. La matière thermoplastique injectée offre en effet, au contraire des plastiques thermodurcissables, la possibilité de recycler la matière première – après broyage – et de la réinjecter dans la production. Les broyeurs concassent les carottes d'injection, ces éléments plastiques nécessaires à la fabrica-



© Guillaume J. Plisson pour l'INRS/2022

### CAROLINE MEUNIER, responsable QSE du groupe Velfor

« Le groupe Velfor comprend 270 salariés répartis sur sept sites, ayant chacun ses spécificités de production. Apira est le dernier site en date ayant rejoint le groupe. Et c'est le seul à réaliser de l'injection plastique. Depuis mon arrivée en mars 2022, ma mission consiste à piloter à l'échelle du groupe la qualité, la sécurité et l'environnement, et à harmoniser et mutualiser les bonnes pratiques entre les sept sites. Un de mes rôles va être de favoriser les partages et échanges entre tous, et de structurer à l'échelle du groupe la gestion de ces sujets. Le site Apira sera certifié ISO 9001 en 2023, afin de s'aligner avec les autres entités du groupe. Nous allons bâtir ensemble une culture commune. »

tion mais qui sont perdus ensuite pour le produit fini et constituent un déchet. Ces carottes d'injection sont alors transformées en granulats, ramenant la matière à sa forme initiale.

Mais à une extrémité de l'atelier se situe un broyeur beaucoup plus imposant. Positionnée dans un local clos, la machine sert à broyer les pièces non conformes sortant des presses. L'entreprise a pris en compte les conditions d'intervention autour de celle-ci pour limiter les risques liés à cette activité annexe. Cela a d'ailleurs fait l'objet d'un contrat de prévention avec la Carsat Rhône-Alpes il y a deux ans. Selon les volumes à traiter, des campagnes de broyage de pièces non conformes sont régulièrement organisées, en fonction des teintes des produits.

« Le broyeur est installé dans un local clos, isolé, et est équipé d'un caisson insonorisant pour limiter les nuisances sonores dans l'atelier voisin, remarque Olivier Tompa, contrôleur de sécurité à la Carsat Rhône-Alpes. Et cela limite également les émissions de poussières. » Un système d'aspiration a été mis en place pour récupérer les particules de plastique les plus fines. « Les fines sont considérées comme une charge inerte, poursuit-il. Mais autant qu'elles ne se retrouvent pas dans les alvéoles pulmonaires. » Dernier risque à traiter autour de la machine : des fines résiduelles s'accumulent au sol et constituent un risque de glissade.

« L'ancien broyeur était dans l'atelier, et très bruyant. Celui-ci reste bruyant malgré une conception intégrant une insonorisation. Mais l'avantage est qu'une fois qu'on l'a alimenté, on n'est pas obligé de rester dans le local, commente

Corinne Coiret, une des opératrices à ce poste. Lorsqu'une campagne de broyage compte beaucoup de pièces, on les dispose sur une palette et on les apporte jusqu'ici à l'aide d'un transpalette. » Une récente campagne a représenté 75 kg de matière cumulée, avec des pièces présentant un poids unitaire de 120 g. « Le coût lié aux rebuts et aux pièces

« Dans la plasturgie, c'est aujourd'hui un passage obligé de gérer les rebuts et de les valoriser. »

non conformes est loin d'être négligeable », estime le directeur. L'acquisition prochaine d'un ERP (système informatique de gestion de l'ensemble des ressources de l'entreprise) permettra d'établir des bilans précis et d'anticiper des améliorations.

### Moins de bruit, moins de poussière

Les granulats broyés sont conditionnés dans des sacs de 25 kg. Ils sont ensuite reversés dans une trémie pour être réinjectés dans les presses en vue d'être mélangés avec de la matière noble, selon un pourcentage défini au préalable, en accord avec le client. Ceci sans que le produit final ait obligatoirement la même fonction. Le plastique perd en effet certaines caractéristiques physiques et mécaniques au fil des recyclages, ce qui peut réduire ses possibilités d'usage. « Certaines pièces sont produites à 100 % à partir de

matière rebroyée, souligne Fabrice Thévenin, responsable d'atelier. Si ce ne sont pas des pièces d'aspect et qu'elles ne nécessitent pas une résistance mécanique particulière, ça fait tout à fait l'affaire. » Une telle approche contribue à réduire les coûts et à économiser une part de matière première vierge. Elle limite également l'empreinte environnementale. Une préoccupation clairement affichée par la direction. La prise en compte des risques associés est donc dans le prolongement logique. « Dans la plasturgie, nous sommes obligés de nous remettre en question, c'est aujourd'hui un incontournable de gérer les rebuts de plastique et de les valoriser, insiste Philippe Matter. Il existe de nombreuses façons de les valoriser : les brûler, les recycler, les réutiliser en interne, comme ce que l'on est en train de faire. Il est d'ailleurs plus facile de recycler ses propres déchets que de trouver des entreprises pour les traiter. Ce qui montre parfaitement qu'il y a encore énormément de choses à inventer dans le domaine. » ■ C. R.

Le broyeur destiné aux pièces non conformes ou aux rebuts, situé à une extrémité de l'atelier, dans un local clos, a fait l'objet d'attentions particulières pour en limiter les nuisances sonores.



© Guillaume J. Plisson pour INRS/2022

## D'AUTRES AXES DE PRÉVENTION

Le contrat de prévention en cours avec la Carsat Rhône-Alpes porte sur le broyeur, mais également sur d'autres axes de prévention. Un poste de sertissage a ainsi fait l'objet d'un aménagement ergonomique. L'opération, qui se faisait auparavant avec une sertisseuse manuelle, est désormais mécanisée, à la grande satisfaction de Corinne Coiret, une opératrice. « Mes épaules sont contentes, il n'y a plus d'effort à faire au niveau des bras grâce à cette machine. On l'actionne au pied, en appuyant sur la pédale.

Et le poste est bien conçu, on peut l'adapter à la taille de chacun. » L'achat de presses électriques a aussi été encouragé. « Elles présentent beaucoup d'avantages par rapport aux presses hydrauliques, souligne Olivier Tompa : elles consomment moins d'énergie, gagnent en précision, sont moins bruyantes, exposent moins aux brûlures et les fuites d'huile ont disparu. De plus, la mise en œuvre de robots de préhension réduit les gestes répétitifs liés aux déchargements des pièces. »

# Des excréments pour chauffer le zoo

Depuis 2014, le ZooParc de Beauval, dans le Loir-et-Cher, recycle le fumier produit par les 35 000 animaux du site, dans sa propre unité de méthanisation. Une activité qui génère des risques spécifiques – incendie-explosion, gaz toxique, travailleur isolé... –, bien gérés depuis la conception.



© Gatel Kerbaol/INRS/2022

**AVEC DEUX MILLIONS** de visiteurs en 2022, le ZooParc de Beauval, à Saint-Aignan (Loir-et-Cher), se porte bien. Les clés de ce succès ? 35 000 animaux – soit 800 espèces – dont des jumelles pandas de 18 mois, stars des réseaux sociaux... Mais, accueillir cette Arche de Noé a une contrepartie : des milliers de tonnes d'excréments. Pour valoriser ces déchets, l'établissement s'est doté,

**📷 Dans le secteur des hippopotames, le travail de ramassage des excréments se fait à la pelle, mais toujours à deux, pour partager l'effort.**

dès 2014, d'une unité de méthanisation. « Nous récupérons, par an, 4 000 t de fumiers, mais aussi des déchets verts, non ligneux, du parc, et les huiles de friture de nos 18 restaurants, explique Cédric Joie, en charge du site de transformation. À cela s'ajoutent 3 000 t de fumiers et lisiers fournis par des agriculteurs et 3 000 t de matières provenant d'usines agroalimentaires, comme les résidus de pâtes d'une biscuiterie ou le vinaigre d'une fabrique de cornichons... Soit 10 000 t de déchets en tout. »

Chaque jour, en fonction des arrivées, une partie de ces matières est incorporée dans une première cuve en béton, recouverte d'une membrane hermétique : le digesteur. À l'intérieur, le milieu, chauffé à 40 °C et privé d'oxygène, favorise le développement de bactéries qui dégradent les déchets et produisent un mélange de gaz (méthane, dioxyde de carbone...). Le digestat (matière digérée) et le biogaz restent en moyenne 60 jours dans cette première cuve avant d'être progressivement transférés dans une seconde, où ils reposent à nouveau pendant environ un mois.

Le biogaz obtenu alimente un moteur de cogénération qui produit à la fois de l'électricité – rachetée par EDF et réinjectée dans le réseau – et de la chaleur, destinée aux serres des éléphants et des gorilles. « Quant au digestat, il est séparé en une partie solide et une liquide qui servent d'engrais aux agriculteurs », précise Cédric Joie. « Cette activité induit des risques, en particulier d'explosion, dus au méthane, très inflammable », complète Karine Aupère, la responsable du service santé et sécurité au travail (SST).

## Montrer patte blanche

« Des crottes de pandas pour chauffer le ZooParc », résume une pancarte à l'entrée de l'unité de méthanisation. Passée la boutade, des pictogrammes – interdiction de fumer, de faire du feu... – enjoignent à la prudence et un plan indique les zones où des atmosphères explosives (Atex) sont présentes. Des mesures de sécurité ont été mises en place dès la conception : l'installation, entièrement clôturée, est située à distance des habitations ou locaux à fort potentiel calorifique. Le site,

## LA PRÉVENTION SE STRUCTURE

Responsable du service SST depuis 2021, Karine Aupère s'est entourée de trois animateurs prévention, chacun responsable d'un secteur du parc : animalier, hôtellerie-restauration et technique. « Entre les soigneurs, les vétérinaires, mais aussi les électriciens, les maçons, les vendeurs, le service marketing..., le ZooParc emploie 600 personnes – 1 200 en été –, ce qui représente 80 métiers différents avec des contraintes spécifiques, d'où l'importance d'avoir des référents adaptés »,

précise-t-elle. Régulièrement, des points sécurité sont organisés sur des thématiques particulières (protection des mains, risque chimique...). « Parmi les risques principaux, on retrouve ceux liés à la coactivité et tous ceux associés à la faune, précise la responsable du service SST : par exemple, lors de la conception des enclos, nous devons à la fois concilier les besoins des animaux – des sols souvent escarpés et irréguliers – et la sécurité des hommes en limitant les risques de chute de plain-pied. »

d'une superficie d'un hectare, est le fief de Cédric Joie ou, lorsqu'il est en congé, de son remplaçant Kévin Fauchon. Pour y entrer, il faut donc avoir son autorisation et, une fois dans la zone, emprunter le chemin délimité séparant les flux engins-piétons. « C'est indispensable car différents véhicules transitent ici : les camions des agriculteurs, ceux des soigneurs... », détaille Karine Aupère.

Au centre du site trône la salle de contrôle où le responsable passe un tiers de son temps : « J'ai accès, par ordinateur, à des données de sécurité à toutes les étapes du process : taux de remplissage du digesteur, pression, température, concentration en différents gaz... » Il se livre aussi à une ronde quotidienne pour vérifier les installations. Parmi elles, l'unité de cogénération, un local fermé et isolé phoniquement. Équipé d'un casque anti-bruit, Kévin procède à plusieurs contrôles (niveau d'huile, température...), avant de reprendre son chemin.

Accrochés à sa veste, deux appareils ne le quittent pas : un talkie-walkie équipé d'un dispositif « homme mort », fortement recommandé pour un travailleur isolé – en cas de perte de verticalité, signe potentiel de malaise, celui-ci contacte automatiquement le PC sécurité –, et un détecteur de gaz qui indique les taux d'oxygène, de dioxyde de carbone et de sulfure d'hydrogène, un gaz toxique émis lors de la fermentation de matière organique. À proximité de la préfosse à ciel ouvert, où les intrants sont broyés et mélangés avant d'être injectés dans le digesteur, l'odeur caractéristique d'œuf pourri du sulfure d'hydrogène saute aux narines. À forte concentration,



© Gael Kerbaol/INRS/2022

comme le curage ou le changement de pièce, nous faisons appel à du personnel qualifié », insiste Cédric Joie.

Une fois les contrôles terminés, Kévin s'attelle à alimenter le digesteur. À bord de sa pelle mécanique, il charge le fumier amoncelé sur l'aire de stockage des intrants, installée à l'air libre, et le déverse, grâce au bras télescopique, dans une trémie reliée à la préfosse, où il séjournera quelques heures avant de rejoindre le digesteur. Environ 30 tonnes de matières entrent et sortent des cuves chaque jour. Une opération rendue possible par le travail des soigneurs, qui récupèrent quotidiennement les déjections et le foin souillé des animaux du zoo.

De fait, toute la matinée, ceux-ci se succèdent, au volant de minitombereaux, pour déposer le fruit de leur récolte. « Pour limiter les maintenances manuelles dans les box des animaux, certains disposent d'une mini-pelle à chenille », remarque Karine Aupère. Pour les autres, comme dans le secteur des hippopotames, le travail se fait à la pelle, mais toujours à deux, pour partager l'effort. Les soigneurs suivent en outre des procédures de sécurité pour éviter les accidents avec les animaux. « Nous vérifions qu'aucun hippopotame ne se trouve dans le box, et, les enclos communiquant entre eux, on ne commence pas le nettoyage sans s'assurer que les targettes sont enclenchées et les cadenas fermés », explique Alexandre Dupin, un soigneur. Le sol récuré, cap sur l'unité de méthanisation pour déposer les 100 kg de fumier récupérés. Et le cercle vertueux du recyclage peut recommencer... ■ C. S.



## REPÈRES

► **Méthanisation de déchets issus de l'élevage, de l'agriculture et de l'agroalimentaire. Risques et prescriptions de sécurité, brochure INRS, ED 6153**

► **Mise en œuvre de la réglementation relative aux Atex. Guide méthodologique, INRS, ED 945**

À télécharger sur [www.inrs.fr](http://www.inrs.fr)

ce gaz est mortel. Par ailleurs, à proximité des bassins, les risques de chute et de noyade sont présents. Sur le site, tous les accès en hauteur et les fosses sont ainsi sécurisés par des barrières ou garde-corps.

### Un ramassage sécurisé

Concernant les zones Atex, Cédric Joie et son remplaçant ont reçu une formation et les installations intègrent des dispositifs de sécurité. En témoigne la fine cheminée qui s'élève au-dessus de la cuve. « C'est une soupape qui permet d'évacuer le méthane en cas de surpression », précise Kévin. « Et pour les interventions qui nécessitent de débâcher le digesteur,

## FLORIAN MARC, expert d'assistance-conseil risque incendie et explosion à l'INRS

« Une zone Atex (atmosphère explosive) se caractérise par la présence d'un combustible – poussière, vapeur ou gaz – en suspension dans l'air qui peut exploser, lorsque la concentration est suffisante, en présence d'une source d'inflammation. La réglementation impose à l'employeur d'évaluer les risques, de cartographier les zones dangereuses, de prévoir des mesures de prévention et de protection, et de consigner cela dans le DRPCE (document relatif à la protection contre les explosions)

annexé au document unique. En plus des traditionnelles mesures permettant de réduire l'Atex, les installations doivent être pourvues de systèmes de protection (évent d'explosion...) et tous les équipements, électriques ou non, susceptibles de constituer une source d'inflammation, doivent être placés hors de la zone quand c'est possible, ou être certifiés Atex. Pour les salariés qui travaillent dans ces zones, une formation est obligatoire. Mais il est important que les services connexes (maintenance, achats...) soient aussi sensibilisés. »