

Économie circulaire : un exercice de prospective pour identifier les enjeux en santé et sécurité au travail

EN RÉSUMÉ

AUTEURS :

M. Héry, M. Malenfer, Mission Veille et prospective, INRS
C. Montagnon, Direction générale, INRS

De plus en plus largement remis en cause, le modèle économique linéaire consiste à extraire des matières premières, produire des biens, les consommer, puis les jeter. L'économie circulaire vise à augmenter l'efficacité de l'utilisation des ressources et à diminuer l'impact de l'activité humaine sur l'environnement, tout en développant le bien-être des individus. Un exercice de prospective consacré aux conséquences sur le travail et à la prévention des risques professionnels liées à son développement a identifié cinq enjeux majeurs : 1) une nouvelle façon de concevoir les produits, opportunité pour y intégrer la prévention ; 2) la maintenance, métier à rénover et à réinventer ; 3) des matériaux connus lorsqu'ils sont neufs et à réévaluer après plusieurs cycles d'usage ; 4) Les impacts en santé et sécurité du travail dans une logistique circulaire ; 5) assurer la traçabilité pour maîtriser les risques.

MOTS CLÉS

Santé au travail /
Organisation du
travail

L'INRS a organisé une journée de restitution d'un exercice de prospective consacré à « *Économie circulaire en 2040. Quels impacts en sécurité et santé au travail ? Quelle prévention ?* » le 17 avril 2019 au Conseil économique, social et environnemental (CÉSE). L'objectif était de s'interroger sur les implications possibles de ce modèle économique amené à se développer dans les prochaines années. L'aire géographique considérée était celle de la France, et plus largement de l'Union européenne. Cette journée a été l'occasion de présenter des réalisations concrètes en matière de prévention, déjà mises en œuvre dans des secteurs d'activité engagés, partiellement pour la plupart, dans la transition d'une économie linéaire vers une économie circulaire.

LES PRINCIPES DE L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE

Le modèle économique linéaire consistant à extraire des matières premières, produire des biens, les consommer, puis les jeter est aujourd'hui de plus en plus largement remis en cause. Il apparaît, en effet, comme un des principaux responsables des phénomènes de réchauffement climatique, de pollution des milieux et des difficultés prévisibles d'approvisionnement en certaines ressources (même si, dans la zone géographique considérée dans cet exercice, ces problèmes de pénurie n'apparaissent pas aujourd'hui comme majeurs, en dépit du fait qu'ils génèrent de temps à autres des tensions). L'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME)

Économie circulaire : un exercice de prospective pour identifier les enjeux en santé et sécurité au travail

définit l'économie circulaire comme un système économique d'échange et de production qui, à tous les stades du cycle de vie des produits (biens et services), vise à augmenter l'efficacité de l'utilisation des ressources et à diminuer l'impact sur l'environnement, tout en développant le bien-être des individus [1]. Les principes sur lesquels elle repose sont synthétisés en figure 1. Sont concernés notamment le recyclage, la conception des biens pour prolonger leur durée et faciliter leur réparabilité, leur réutilisation et leur recyclage, l'organisation territoriale de la production (écologie industrielle et territoriale), mais aussi les habitudes de consommation avec le partage de l'usage des biens. D'ores et déjà, des acteurs s'engagent dans cette transformation, souvent de manière concertée : services de

l'État, collectivités territoriales, entreprises privées, acteurs de l'économie sociale et solidaire (ESS). Ils questionnent leur modèle de développement et innovent pour le modifier.

Le passage vers une économie plus circulaire engendre ainsi le développement de nouvelles activités en lien avec les économies de ressources, créant des emplois. Selon France Stratégie, en avril 2016, l'économie circulaire concernait 800 000 emplois en équivalent temps plein [3].

En matière de santé et de sécurité au travail, l'enjeu est important. L'économie circulaire offre avant tout l'opportunité d'une meilleure intégration (préconisée depuis longtemps dans l'économie linéaire, avec des succès variables) de la prévention en amont de la création de nouveaux modes de pro-

duction, de nouveaux services, de nouveaux produits. Mais elle peut aussi se traduire par des effets négatifs si le souci de la préservation de la santé des travailleurs n'est pas présent, occulté par les impératifs environnementaux. Car les risques potentiels sont importants lorsqu'il s'agit de revoir les processus de production, de déployer de nouvelles technologies, de recourir à d'autres matières premières (notamment issues du recyclage), de développer des activités de réemploi et de réparation, de transformer des déchets pour les valoriser... On voit bien aussi, en termes de conditions de travail, la grande diversité des métiers potentiellement impactés et les nombreux risques professionnels concernés. C'est à ces aspects que l'exercice de prospective de l'Institut national de recherche et de sécurité pour la

Figure 1 : L'économie circulaire (d'après [2]).

L'économie circulaire
3 domaines, 7 piliers



prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles (INRS) a été consacré.

LA MÉTHODE DE TRAVAIL UTILISÉE

Un exercice de prospective consiste à établir des scénarios de déroulement de différents futurs possibles. Ici, la méthode de travail utilisée était celle dite des scénarios contrastés, s'appuyant sur des variables et leurs hypothèses d'évolution. Ce mode opératoire classique en prospective peut être résumé en quatre étapes :

L'identification des variables du système considéré (ici l'économie circulaire), c'est-à-dire les principaux paramètres qui sont susceptibles d'avoir une influence sur l'évolution du sujet. Bien qu'en nombre limité (une quinzaine), ces variables vont servir à identifier les principales évolutions à venir, qu'elles s'inscrivent dans la prolongation des tendances dominantes du passé ou, au contraire, qu'elles marquent des discontinuités, pouvant aller jusqu'à des ruptures.

La description de chaque variable, formalisée sous la forme d'une « fiche variable » qui comprend dans la mesure du possible :

- la définition et les indicateurs (quantitatifs ou qualitatifs) permettant d'estimer l'évolution de la variable au cours du temps ;
- la description rétrospective des principales évolutions enregistrées au cours d'une période à peu près égale à celle pendant laquelle on souhaite se projeter. Dans le cas de cet exercice dont la cible était 2040, il s'agissait donc de revenir une vingtaine d'années en arrière ;

- une réflexion sur les évolutions possibles selon les principes décrits précédemment : continuité et rupture ;

- une élaboration d'hypothèses de développement possibles. Elles doivent être aussi variées que possible, tout en restant dans les limites du plausible. Cette vraisemblance ne doit cependant pas être un frein à l'imagination et à la créativité. En outre, ces hypothèses doivent s'exclure mutuellement et être suffisamment variées pour décrire le champ des possibles.

L'élaboration de scénarios : en combinant ces hypothèses, on aboutit à des scénarios globaux destinés à illustrer le futur du sujet étudié. Avec une quinzaine de variables et entre trois et cinq hypothèses pour chacune d'entre elles, le nombre potentiel de scénarios est évidemment très élevé. En réalité, compte tenu du fait que certaines hypothèses de différentes variables sont incompatibles entre elles, il se révèle assez simple de limiter le nombre de scénarios à quatre (comme dans l'exercice présenté ici) ou cinq. Ce nombre permet généralement de présenter avec une finesse raisonnable les différentes trajectoires possibles. Il est également suffisant pour mettre en évidence les moteurs dont le suivi permet d'identifier de façon précoce les modifications en passe d'intervenir.

L'utilisation des scénarios pour la santé et la sécurité au travail (SST) : au final, ces scénarios et les moteurs sont utilisés pour organiser la réflexion sur les évolutions des conditions de travail, celles des risques professionnels associés et sur les politiques de prévention à mettre en œuvre. Pour la réalisation de cet exercice

(en particulier pour le choix des variables, leur description et la création des scénarios), un groupe-projet a été constitué. Il associait une quinzaine de personnes, choisies pour leur connaissance du sujet, mais aussi pour la diversité de leurs approches. C'est cette diversité des points de vue (liée en particulier aux disciplines des uns et des autres et à leurs modes d'intervention professionnels) qui assure la richesse de l'approche et qui permet d'associer imagination et rigueur. Un tiers environ des participants étaient issus de l'INRS, les deux tiers de partenaires extérieurs. Un groupe constitué de spécialistes de l'INRS a également contribué à l'identification des principaux enjeux de santé et sécurité au travail.

LES SCÉNARIOS

Quatre scénarios ont été construits pour cet exercice. On en trouvera un résumé ci-dessous, l'intégralité du document étant disponible sur le site de l'INRS [2].

ÉCONOMIE CIRCULAIRE PORTÉE PAR LA MONDIALISATION

Dans ce scénario, l'initiative est clairement du côté des grandes entreprises multinationales, tant des secteurs traditionnels que des secteurs technologiques. L'alliance de la créativité des nouvelles technologies et de l'expérience industrielle, ainsi que la mobilisation de capitaux énormes, ont permis le développement de technologies innovantes, utilisables en particulier dans le domaine de l'économie circulaire. Celles-ci permettent une sobriété nouvelle dans la consommation des ressources et de l'énergie : on

Économie circulaire : un exercice de prospective pour identifier les enjeux en santé et sécurité au travail

assiste donc à un découplage entre croissance économique et consommation de matières premières. Un certain nombre des pratiques de cette nouvelle économie sont portées par des réseaux locaux dans un maillage national et local complexe, associant les consommateurs, des petites et moyennes entreprises (PME) et l'ESS. La dépendance de ces derniers vis-à-vis des grands donneurs d'ordres est forte dans une économie de plus en plus mondialisée où les produits circulent régulièrement pour être réparés, réutilisés, recyclés. Le paysage de l'emploi est également impacté : les formes « atypiques » (travail à temps partiel, contrats à durée déterminée, contrats à durée de chantiers ou de projets, auto-entrepreneuriat...) se développent, dans un contexte où les multinationales dominent l'économie de façon écrasante. Les pouvoirs publics soutiennent l'économie libérale et se contentent d'accompagner une économie circulaire portée par les entreprises.

VOLONTARISME POLITIQUE EUROPÉEN

Confrontés à la survenue de plus en plus fréquente de phénomènes climatiques extrêmes, de crises géopolitiques et migratoires, les pays du Nord de l'Europe (et quelques autres comme le Canada) décident de se prémunir face aux risques associés à la mondialisation, de s'assurer un maximum d'indépendance dans la gestion de leurs ressources et de limiter les échanges de données numériques avec le reste du monde. Ce repli s'effectue progressivement durant deux décennies. Dans un tel contexte, l'économie circulaire devient un mode de fonctionnement presque obligatoire. La relocalisation industrielle qui l'accompagne s'effectue par l'implantation d'usines du

futur qui induit une montée en puissance de la robotisation et des échanges de données protégées. Elle correspond aussi à une montée en compétences des travailleurs. Pour autant, une telle mutation, même organisée et accompagnée à tous les niveaux (Europe, nation, local) ne peut pas intervenir sans perturbations : un nombre important de citoyens associent le développement de l'économie circulaire à une perte de pouvoir d'achat et à une déstabilisation du monde du travail. Et de fait, la période a aussi vu le développement d'une économie plus informelle, reposant sur la débrouille, l'échange de services et l'achat-vente d'occasion entre particuliers.

MONDIALISATION LINÉAIRE

Au début de la période, le constat est fait que les possibilités de développement dans de nombreux pays d'Asie et d'Afrique sont encore énormes. Le développement de classes moyennes dans ces pays crée, en effet, des marchés considérables et toutes les capacités d'innovation sont mobilisées pour produire toujours plus, le moins cher possible (grâce aux phénomènes de massification), dans une logique de bénéfices à court terme. La mondialisation de l'économie s'accroît encore et les transports de matières et de marchandises n'ont jamais été aussi importants. Face aux pénuries, à l'aggravation des tensions sociales, économiques et politiques liées à cette surchauffe de l'économie, les États se recentrent de plus en plus sur les tâches régaliennes. Ils confient à des structures privées le soin de réguler les flux physiques et techniques, en particulier à travers la normalisation. En résumé, la croissance économique reste une priorité, même si, dans le même

temps, les progrès technologiques permettent de supprimer certains emplois pénibles dans les pays riches et d'y limiter, dans une certaine mesure, les impacts environnementaux. Le monde du travail se fragmente avec, en particulier, un accroissement du fossé entre les plus qualifiés et une part importante des travailleurs exclus des circuits classiques et qui vivent d'emplois de proximité, faiblement qualifiés et rémunérés.

UNE TRANSITION GÉRÉE LOCALEMENT

Les impacts du changement climatique et des pollutions environnementales se font de plus en plus prégnants, poussant les citoyens à faire pression sur les pouvoirs publics. Mais les États ne parviennent pas à s'accorder sur des objectifs ambitieux assortis de plans d'action coordonnés. La réponse la plus adaptée à ces demandes vient de certaines entreprises (indépendamment de leur taille) et de collectivités qui intègrent localement les principes de l'économie circulaire. L'économie locale favorise les plus petites entreprises, plus aptes à s'adapter à une nouvelle demande, tandis que la robotisation des procédés et la mise en place de techniques assurant la traçabilité des produits et de leurs composants se développent dans les nouvelles usines de quelques grands groupes. Ces derniers ont fait le choix de la relocalisation de leurs activités : ils conçoivent et fabriquent différemment. Les consommateurs, voyant leur pouvoir d'achat diminuer, s'engagent massivement dans ces évolutions qui permettent une plus grande sobriété et une meilleure visibilité sur les circuits de matières et de biens. Des disparités s'accroissent entre les territoires selon leur situation et le niveau d'implication

des citoyens. Les formes d'emploi et de rémunération évoluent avec une augmentation de la pluriactivité et de l'ESS, mixant salariat, travail indépendant et bénévolat.

LES ENJEUX DES CHANGEMENTS À VENIR

Les travaux du groupe projet et du groupe de soutien pour la déclinaison en termes de conséquences SST ont abouti à la détermination de cinq enjeux principaux en termes de conditions de travail et de risques professionnels :

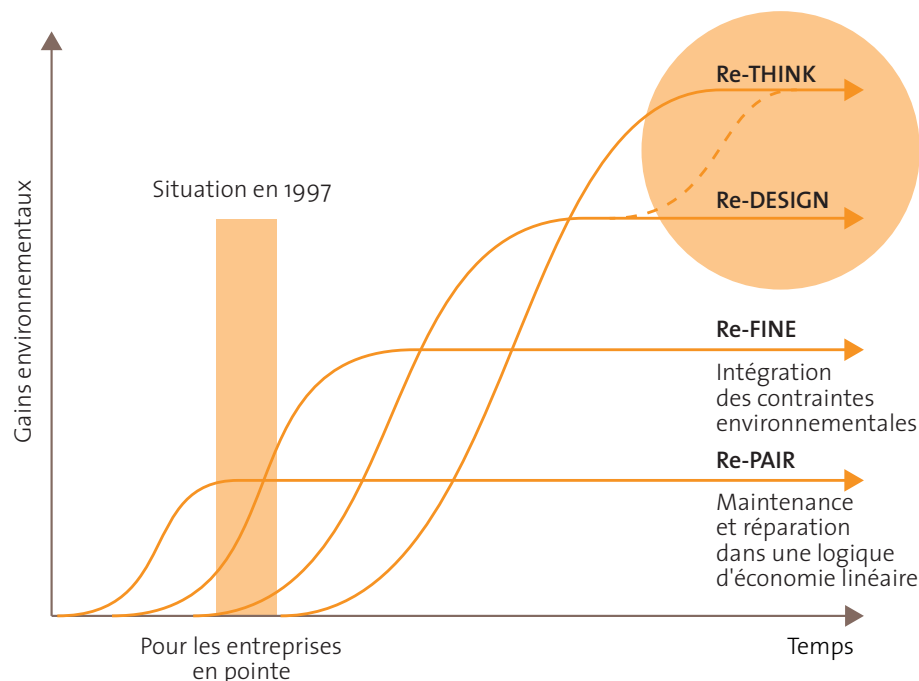
- 1 une nouvelle façon de concevoir les produits : une opportunité pour y intégrer la prévention ;
- 2 la maintenance : un métier à rénover et à réinventer ;
- 3 des matériaux connus lorsqu'ils sont neufs ; à reconsidérer/réévaluer après plusieurs cycles d'usage ;
- 4 quels impacts SST dans une logistique circulaire ? ;
- 5 assurer la traçabilité pour pouvoir maîtriser les risques.

Ces enjeux n'épuisent évidemment pas la question de la SST dans un contexte d'économie circulaire. Ils ont pour objectif d'illustrer des évolutions à envisager dans le domaine de la prévention des risques professionnels.

UNE NOUVELLE FAÇON DE CONCEVOIR LES PRODUITS : UNE OPPORTUNITÉ POUR Y INTÉGRER LA PRÉVENTION

Dès la fin des années 1990, Charter et Chick ont proposé un modèle en quatre étapes pour rendre compte des progrès à accomplir par les entreprises pour s'insérer dans une économie durable [4]. À gauche du schéma présenté sur la figure 2, sont représentées les entreprises

Figure 2 : Quatre niveaux dans l'apprentissage d'une conception efficace d'un point de vue écologique (d'après [4]).



les plus avancées dans l'appropriation des notions de développement durable (c'est-à-dire un nombre relativement limité d'entreprises). Selon les auteurs, la majorité des entreprises se situent encore au niveau du *Re-Pair*, c'est-à-dire dans une logique de prolonger pour une durée limitée la vie de biens en fin d'utilisation. Un nombre plus limité a atteint le niveau du *Re-Fine* qui leur permet de mieux prendre en compte les contraintes environnementales et de diminuer les externalités négatives correspondantes. L'étape du *Re-Design* implique une parfaite maîtrise des facteurs qui permettent d'améliorer l'adaptabilité à plusieurs usages et la maintenabilité du produit fabriqué. Le passage à l'économie circulaire impliquera un passage à l'étape *Re-Think* qui pourra imposer un changement total dans la conception du produit, mais aussi dans son utilisation. Il ne s'agit pas seu-

lement de repenser la conception et la fabrication du produit, mais aussi éventuellement toute son insertion dans l'environnement dans lequel il sera utilisé pour qu'il intègre toutes les exigences de l'économie circulaire.

Dès lors, c'est l'ensemble de l'organisation de l'entreprise et des méthodes de travail utilisées qui est susceptible d'être remis en cause. C'est bien sûr une opportunité en matière de SST, puisque cette façon de concevoir différemment doit être l'occasion de l'intégrer à tous les niveaux : dans l'entreprise qui conçoit et/ou qui fabrique, mais aussi en réfléchissant au cycle de vie entier des biens produits pour qu'à toutes les étapes, la prévention des risques professionnels puisse être mise en œuvre sans difficulté particulière liée à la conception du produit. Cette dernière devrait d'ailleurs faciliter la mise en œuvre des mesures de prévention.

Économie circulaire : un exercice de prospective pour identifier les enjeux en santé et sécurité au travail

Une telle révolution n'ira pas sans modifications profondes des métiers. Certains d'entre eux se verront profondément remis en cause, non seulement dans leurs pratiques mais aussi dans leurs finalités. La transition sera sûrement très progressive, mais dans un tel contexte de mutations profondes, un certain nombre de travailleurs auront certainement besoin d'un accompagnement. Au-delà des risques physiques ou d'exposition à des produits chimiques qui peuvent être maîtrisés, la survenue de risques psychosociaux (RPS) liés au contexte professionnel devra être surveillée.

Au cours de la restitution du 17 avril, un exemple particulièrement parlant d'une utilisation des Technologies de l'information et de la communication (TIC) a été présenté par O. Gaudeau de la société Indra. Cette entreprise est spécialisée dans la déconstruction des véhicules automobiles en fin de vie. La gamme de produits traités est donc très large et les modes opératoires doivent pouvoir être adaptés à cette diversité pour permettre d'atteindre l'objectif réglementaire de 95 % de valorisation (en masse) et notamment la récupération des pièces réutilisables. Chaque travailleur dispose donc d'une aide sur écran décrivant le protocole spécifique à utiliser pour le modèle qui lui est confié. Un gros travail de cobotisation a également été effectué qui a diminué très fortement les manipulations et les contraintes posturales. Ce n'est plus le travailleur qui doit s'adapter à la configuration de la voiture, c'est la voiture qui est manipulée par des automates pour que les travaux soient facilités, y compris en assistant les gestes des opérateurs. Leur contribution s'exprime principalement par leur

habileté et leur intelligence situationnelle.

LA MAINTENANCE : UN MÉTIER À RÉNOVER ET À RÉINVENTER

Les activités de maintenance vont changer d'échelle. Les biens seront conçus pour avoir une durée de vie prolongée par rapport à aujourd'hui. Leur utilisation ne sera plus majoritairement individuelle, mais partagée. Ils devront donc être plus robustes et facilement réparables. En fin de cycle de vie, certains éléments pourront être démontés et réutilisés tels quels, tandis que d'autres entreront dans une filière de recyclage de la matière. Il ne s'agit donc pas seulement d'un changement d'échelle mais aussi de finalité.

Selon les scénarios présentés précédemment, on voit que le schéma général d'organisation de cette maintenance peut varier : il peut être organisé à l'échelle mondiale par des grands groupes multinationaux et décliné localement en fonction de leurs prescriptions, ou bien, à l'autre extrémité du spectre des possibles, s'inscrire dans un schéma d'« économie de la débrouille » dans un contexte d'auto-organisation locale. Dans ce cas, l'initiative pourra s'inscrire dans une logique collective d'aide sociale à travers notamment des entreprises de l'ESS, mais aussi résulter de logiques de survie individuelles.

Dans tous les cas, la prévention des risques professionnels va devoir être repensée en s'assurant de la pertinence des réponses apportées à des paramètres assez divers. Les liens de dépendance entre les fournisseurs des biens (et des services qui leur sont associés dans le cadre de l'économie de la fonctionnalité) et les acteurs de la maintenance

devront être équilibrés afin que les prestataires de la maintenance ne se voient pas confier des activités à risques sans disposer des moyens permettant d'y faire face dans de bonnes conditions. Le dialogue entre les producteurs d'équipement et ceux chargés d'en assurer la réparation, la récupération ou le démontage nécessite des efforts d'organisation pour qu'il soit efficace dans les deux sens : s'assurer que les acteurs disséminés sur le terrain disposent de toutes les informations dont ils ont besoin pour intervenir dans de bonnes conditions (composition des produits par exemple, notices...) et leur permettre de faire remonter les difficultés rencontrées au cours de leurs interventions.

Il s'agit, en outre, d'activités qui n'ont pas été au centre des préoccupations des préventeurs au cours des dernières décennies puisqu'elles étaient en déclin, voire éteintes (ce n'est évidemment pas le cas des maintenances industrielle ou immobilière ou de la réparation automobile). Il y aura donc besoin d'acquérir tout un ensemble de connaissances qui puissent s'adapter à la diversité des situations rencontrées, notamment concernant l'hétérogénéité des lieux d'intervention (sur le terrain ou en atelier), la nécessité de développer des techniques et des outillages adaptés aux différentes situations, l'assistance pour l'élaboration de protocoles d'intervention parfaitement adaptés, le développement de la polyvalence des travailleurs pour leur permettre d'adopter les bonnes pratiques nécessaires. Tout cela devrait être largement facilité par les modifications dans les logiques de conception évoquées dans la partie précédente. Cependant, il faut garder à l'esprit que des biens peuvent être

conçus pour pouvoir être réutilisables ou recyclables plus aisément sans qu'une attention particulière soit portée aux conditions de travail : il n'y a pas d'automatisme à ce que des performances environnementales améliorées se traduisent par des conditions de travail convenables. Il convient donc de rester vigilant.

Lors de la restitution de l'exercice de prospective, la responsable sécurité des Ateliers du bocage a apporté son témoignage. Cette entreprise de l'ESS intégrée au réseau Emmaüs, exerce différentes activités dont le tri de cartouches d'imprimantes et de photocopieurs et la réparation de téléphones portables. Compte tenu de la diversité des modèles traités dans les deux ateliers, c'est la capacité d'adaptation des installations de travail et des dispositifs de prévention qui a été privilégiée. Ainsi, dans l'atelier cartouches, les tables de travail aspirantes utilisées pour capter les poussières ont été conçues sur mesure et sont réglables en hauteur. Ce « sur mesure » réglable est d'autant plus nécessaire qu'il s'agit d'une entreprise d'insertion dans laquelle un certain nombre de travailleurs n'a pas vocation à rester. Pour autant, les opérateurs ont été associés à la conception de l'installation. C'est le même principe d'un environnement de travail conçu pour s'adapter aux besoins qui a présidé à l'aménagement de l'atelier de téléphonie tant pour les opérations de pré-tri ou de démontage avant envoi vers des filières de recyclage que pour les opérations plus techniques de reconditionnement ou de réparation des téléphones. Les installations doivent être adaptables pour répondre aux besoins immédiats des opérateurs et en particulier éviter toute posture pénible.

DES MATÉRIAUX CONNUS LORSQU'ILS SONT NEUFS : À RECONSIDÉRER ET RÉÉVALUER APRÈS PLUSIEURS CYCLES D'USAGE

Alors que l'industrie a jusqu'à présent travaillé majoritairement avec des matières premières, la transition vers une économie circulaire impliquera un développement de l'utilisation de matières secondaires, issues du recyclage, ce qui ne constituera pas une problématique vraiment nouvelle, si ce n'est par son ampleur. Le choix qui existe actuellement est très probablement appelé à disparaître (ou au moins à se réduire fortement) au profit des matières recyclées. Ce qui peut fortement influencer sur les procédés et les équipements utilisés afin qu'ils puissent fonctionner avec des matières secondaires dont la composition sera probablement moins stable dans le temps que celle des matières premières traditionnelles. Cette variabilité ne doit pas être une source potentielle d'accidents du travail liés à des dysfonctionnements des installations. Le développement d'une écologie industrielle et territoriale qui vise à optimiser les flux des ressources peut également aboutir à ce que des matières secondaires de moindre qualité soient utilisées par certaines usines. Afin de limiter la consommation d'énergie liée aux transports, on préférera avoir recours à un approvisionnement de proximité immédiate plutôt qu'à des matières secondaires (ou primaires) de provenance plus éloignée, quitte à faire des concessions sur la qualité du gisement. Ce changement dans la qualité peut avoir des conséquences sur le processus et donc sur les conditions de travail. En termes d'expositions professionnelles à des produits chimiques, la question de l'évolution de la

composition des matériaux au fil du temps prend de l'importance. En effet, ces matières secondaires peuvent se charger en impuretés au fil des utilisations en raison des types de processus utilisés. De même, différents facteurs physiques (lumière, chaleur) ou physico-chimiques (dégradation naturelle des composés dans le temps) peuvent contribuer à cet enrichissement en impuretés. La décontamination des matières secondaires peut d'ailleurs être coûteuse en eau, en énergie, en investissement dans des installations dédiées. Ces questions d'enrichissement en impuretés ne sont pas nouvelles. Elles sont déjà bien connues dans le monde industriel où elles posent des problèmes pour le recyclage de l'acier (qui peut devenir impropre voire dangereux) pour certaines utilisations, comme pour celui des matières plastiques ou du verre. À titre d'exemple, dans certains produits, des composés carbonés se transforment en hydrocarbures aromatiques polycycliques, dont certains sont cancérigènes. Dans l'industrie chimique, des catalyseurs s'enrichissent en arsenic ou en vanadium. Dans la logique qui consiste à prolonger autant que possible le cycle de vie des matériaux, il conviendra de s'interroger systématiquement sur les conditions de la nouvelle mise en œuvre de ces produits secondaires, soit dans le même usage que précédemment, soit dans un autre procédé pour lequel une pureté inférieure est acceptable. Les éventuels procédés d'épuration devront aussi être considérés en termes d'expositions professionnelles potentielles. Par ailleurs, la tendance actuelle est au développement de matériaux composites : si logiquement cette tendance perdure, l'économie circulaire devra privilégier les composites recyclables en tant

Économie circulaire : un exercice de prospective pour identifier les enjeux en santé et sécurité au travail

que tels sans perte de propriétés ou bien mettant en œuvre des composants séparables. Pour autant, ces opérations de séparation peuvent être complexes et les procédés utilisés ne doivent pas se traduire par des risques supplémentaires pour les travailleurs : expositions respiratoires ou cutanées, mais aussi risques physiques ou mécaniques.

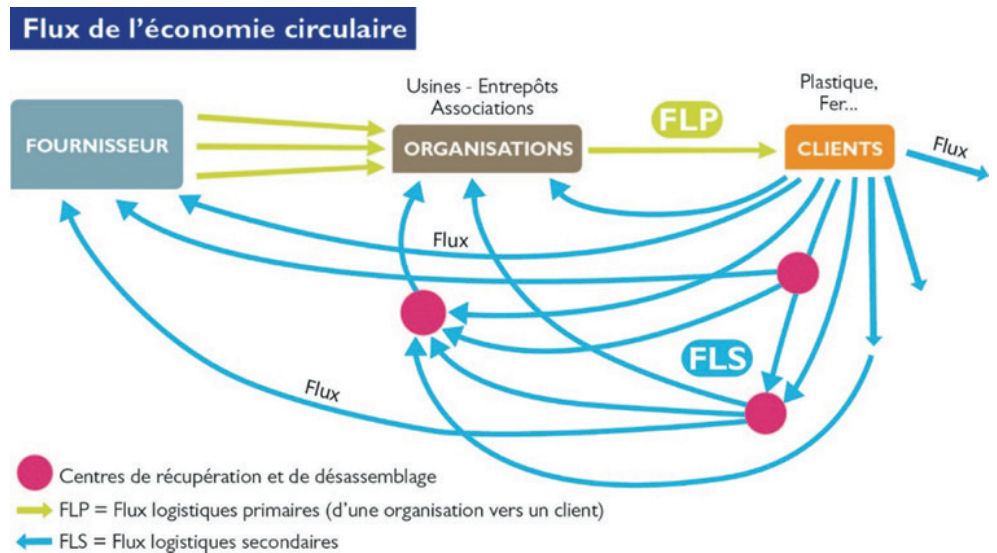
QUELS IMPACTS SST DANS UNE LOGISTIQUE CIRCULAIRE ?

De façon apparemment paradoxale, l'économie circulaire a plutôt pour effet d'augmenter les flux de transport plutôt que de les diminuer, même si la logique d'économie industrielle et territoriale vise à diminuer les distances parcourues par les marchandises. Cette situation est illustrée sur le schéma de la figure 3. C'est pour cela qu'il sera important d'agir sur des paramètres comme la capacité et le taux de remplissage des camions, ainsi que sur leur retour à plein, afin de diminuer les externalités négatives.

En effet, il faudra disposer d'une logistique « inverse » permettant de récupérer les produits chez l'utilisateur ou dans des points relais. Il s'agira ensuite de trier, de réparer, de reconditionner, de déconstruire pour récupérer certaines parties qui seront réutilisées, de recycler en tant que matière ou de déclasser en déchets ultimes certaines parties. Sur la base des pratiques actuelles, cette situation peut se traduire par un certain nombre de risques professionnels :

- ceux liés aux opérations déjà citées et à la collecte qui les précède : principalement des risques physiques tels que les lombalgies et les troubles musculosquelettiques, mais aussi des risques chimiques, biologiques et mécaniques ;

Figure 3 : Flux de l'économie circulaire (d'après [2]).



- ceux liés aux éventuelles transformations subies par les biens collectés, avec la plupart du temps une absence complète de traçabilité. À ce titre, le nettoyage des contenants utilisés pour les retours peut, par exemple, devenir un enjeu de prévention important.

Il y a donc besoin de développer de nouvelles organisations dans le domaine de la logistique et du transport. Ces transformations pourraient aboutir à la mise en œuvre opérationnelle du concept d'« internet physique ». Celui-ci se caractérise par un mode de circulation des produits physiques en « paquets » standardisés et routés via des hubs automatisés (comme le sont les données sur l'« internet numérique »). Cet internet physique peut présenter des opportunités d'amélioration en santé au travail. La standardisation des contenants, l'automatisation du chargement, du déchargement et des flux de containers dans les hubs permettront de diminuer les risques liés à la manutention. Parmi ces risques, on peut citer ceux

liés au port de charges lourdes, mais aussi au picking, opération qui consiste à prélever et à rassembler les articles dans la quantité spécifiée par la commande. De même, la création de ces hubs, géographiquement bien répartis, devrait permettre à tous les conducteurs d'éviter les découchés, améliorant leur qualité de vie. Mais les acteurs de la dernière étape, le dernier kilomètre, comme ceux de la première, seront confrontés à des risques potentiels liés en particulier à la manutention : chargements et déchargements, dégroupages, contrôles et rapports avec le destinataire final. Des solutions techniques, comme les robots d'assistance physique, devraient permettre de diminuer la pénibilité de ces postes [5].

ASSURER LA TRAÇABILITÉ POUR POUVOIR MAÎTRISER LES RISQUES

De la même façon qu'il est important de connaître en permanence la composition des matières secondaires utilisées, la traçabilité doit être parfaite pour les biens récu-

pérés. Avant de réutiliser, dans un nouveau montage, une pièce récupérée lors de la déconstruction d'un équipement, il faut avoir la certitude qu'elle ne risque pas de se briser prématurément, mettant potentiellement en danger la santé du travailleur ou du consommateur. Il est donc nécessaire de disposer en permanence de l'historique et du cycle de vie de tout élément ou matériau utilisé, indépendamment de sa provenance : le système doit donc être universel. Dans l'idéal, ces informations devront être embarquées dans le produit lui-même (via une puce électronique ou une autre technologie). Cette traçabilité, bien pensée, devient un outil pour la prévention des risques professionnels : elle permet d'adapter les mesures de prévention à la nature et à l'état du produit. C'est aussi un moyen de protection contre les risques de produits non conformes qui font courir des risques aux travailleurs et aux consommateurs, en particulier les produits contrefaits qui peuvent générer des risques importants. Les différents scénarios auxquels a abouti l'exercice offrent des visions très différentes des rôles respectifs des États et du secteur privé. Le développement actuel des normes, y compris celles consacrées à l'économie circulaire, est l'objet de l'attention des gouvernements dans le monde entier. Dans le même temps, les États, en particulier l'Union européenne, mettent en place un socle réglementaire sur les questions environnementales. On ne peut préjuger des influences relatives des États et des entreprises dans le futur, mais quels que soient les rapports de force, la traçabilité apparaît comme un enjeu majeur sans lequel aucune prévention des risques professionnels ne peut être efficacement mise en œuvre.

CONCLUSION

Il est vraisemblable que le développement de l'économie circulaire sera progressif, concernant d'abord certains secteurs industriels et de services plutôt que d'autres, en fonction de multiples paramètres, notamment : la facilité technique à réaliser les changements, la limitation des ressources naturelles disponibles, la visibilité de l'impact de l'économie linéaire par rapport à celle de l'économie circulaire, les choix « marketing » d'une branche d'activité de mettre en avant comme argument de vente une politique écologiquement responsable, les demandes et l'acceptabilité des citoyens et consommateurs... Quelles que soient la rapidité et l'ampleur de ce déploiement, les travaux menés au cours de cet exercice concluent à la nécessité d'une prise en compte de la SST dès le début de la réflexion. Il n'a pas été identifié de dangers réellement nouveaux liés au déploiement de l'économie circulaire. En revanche, les modes d'organisation de la production pourraient être, dans certains cas, radicalement modifiés, à l'origine potentiellement de nouvelles situations d'exposition. Enfin, il convient de réaffirmer que les logiques de protection de l'environnement et des ressources ne sont pas automatiquement favorables au développement de la prévention des risques professionnels. Elles peuvent même, dans certains cas, être parfaitement antagoniques. Un effort de dialogue entre les acteurs de la sphère environnementale et ceux de la santé au travail est donc nécessaire. Il conviendra également d'être vigilant face au risque de hiérarchisation des priorités qui pourrait s'opérer au détriment de la santé des travailleurs.

Remerciements

Les auteurs remercient les membres du groupe projet constitué pour la réalisation de cet exercice : B. Courrier (INRS), F. Debil (ANSES), C. Desauvay (Futuribles), O. Gaudeau (Indra), F. Goetz (CNAM et Veolia), C. Gomy (Envie), L. Grégoire (Centrale-SupElec), L. Lambomez (Veolia), L. Laurent (INRS), P. Le Guirrinec (CNAM et CFTD), R. Le Moigne (Gate C), A.C. Richardot (CCI France), D. Schaeffner (CRAMIF), L. Thomasset (CARSAT Rhône-Alpes), A.S. Valladeau (INRS).

Ils remercient également les agents de l'INRS impliqués dans l'identification des principaux enjeux en santé et sécurité au travail : N. Bertrand, S. Brunet, P. Canetto, L. Claudon, C. David, F. Gérardin, N. Guillemy, P. Laine, J. Leichlé, S. Miraval, B. Siano, E. Silvente.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 | L'économie circulaire en 10 questions. Vers un modèle plus vertueux pour l'homme et la planète. Collection Clés pour agir. ADEME, 2019 (www.ademe.fr/leconomie-circulaire-10-questions).
- 2 | Économie circulaire en 2040. Quels impacts en santé et sécurité au travail ? Quelle prévention ? In: Prospective. Quel travail demain ? INRS, 2019 (www.inrs.fr/inrs/prospective-quel-travail-demain.html).
- 3 | L'économie circulaire, combien d'emplois ? France Stratégie, 2016 (www.strategie.gouv.fr/publications/leconomie-circulaire-combien-demplois).
- 4 | CHARTER M, CHICK A - Welcome to the first issue of The Journal of Sustainable Product Design. *J Sustain Prod Des.* 1997 : 1 : 5-6.
- 5 | Utilisation des robots d'assistance physique à l'horizon 2030 en France. In: Prospective. Quel travail demain ? INRS, 2015 (www.inrs.fr/inrs/prospective-quel-travail-demain.html).