



VEILLE PROSPECTIVE

BULLETIN #1
Avril 2017

ÉDITO

L’Ineris, Institut national de l’environnement industriel et des risques, développe, depuis fin 2015, une activité de veille prospective.

L’objectif de cette veille est de contribuer à l’identification et à une meilleure anticipation des risques environnementaux émergents qui sont susceptibles de constituer des enjeux clés dans les années à venir.

Au-delà de son utilité pour l’Institut, cette démarche de veille a de fait vocation à être partagée avec les pouvoirs publics, les industriels et, plus généralement, l’ensemble des parties prenantes concernées.

Ce bulletin #1 restitue les résultats du premier exercice mené sur l’année 2016. Il est accompagné du bulletin #0 qui présente la démarche de veille prospective.

www.ineris.fr

22 SUJETS EMERGENTS IDENTIFIÉS SUR LA BASE DE SIGNAUX FAIBLES

Dans le cadre d’un premier exercice, construit comme une « phase pilote », la démarche de veille prospective a été appliquée à trois thématiques : nouvelles énergies, économie circulaire et technologies de l’usine du futur.

De l’analyse sont sortis 22 sujets (Figure 1) qui ont fait l’objet de l’élaboration de fiches détaillant les principaux enjeux associés.

Quelques résumés de ces fiches sont présentés dans ce bulletin afin d’illustrer les perspectives et les principaux enjeux de sécurité de quelques-uns des sujets investigués.

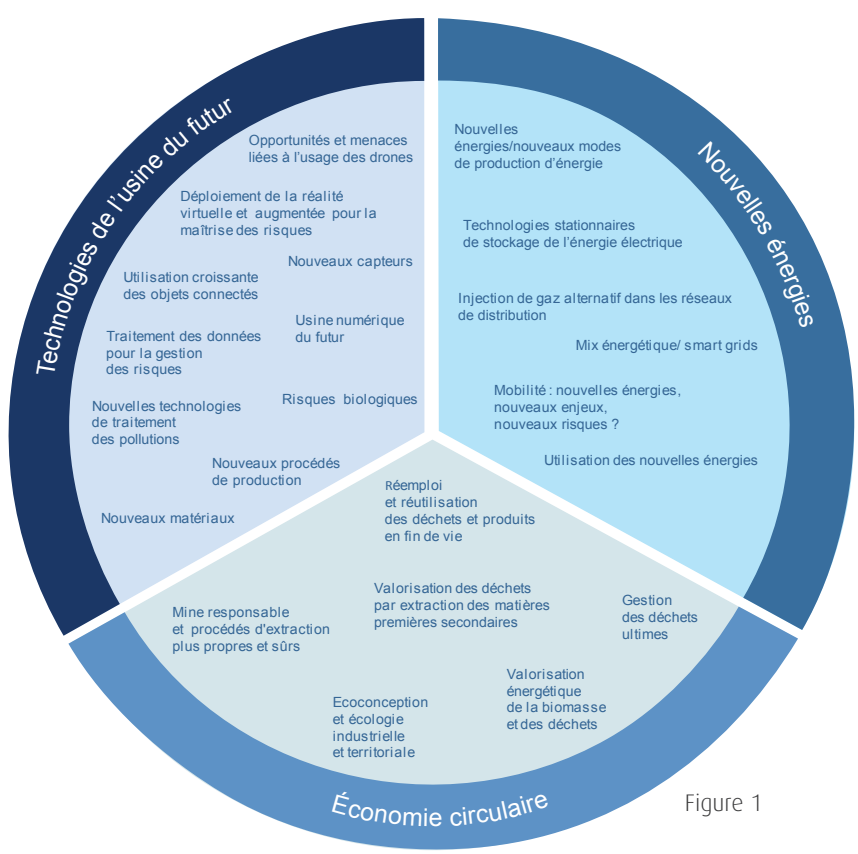


Figure 1

DEUX SUJETS RETENUS POUR UNE ANALYSE SIMPLIFIÉE DES ENJEUX

Sur la base de ces fiches, les instances de gouvernance de l'INERIS regroupant des élus, des académiques ainsi que des représentants des pouvoirs publics, d'ONG et d'industriels ont été consultées. Ce travail a permis d'identifier deux sujets prioritaires en vue d'une investigation plus poussée :

- Le sujet « risques biologiques/micro-biologiques » est directement connecté à l'essor des biotechnologies. Il intègre les risques environnementaux susceptibles de résulter de l'utilisation de matières, ressources ou substances vivantes dans les activités industrielles : impacts sur la sécurité des procédés, émissions chroniques ou accidentelles de substances dans l'environnement et conséquences associées pour la santé humaine et les écosystèmes.
- Le sujet « écologie industrielle » renvoie notamment à la constitution de groupements d'entreprises ou d'activités sur un même secteur géographique pour optimiser la valorisation des filières, raccourcir le transport des flux et réduire la production de déchets. En s'appuyant sur le principe d'écosystèmes naturels, l'idée est de privilégier les interactions favorisant un fonctionnement cyclique (les déchets des uns pouvant par exemple être utilisés comme ressources pour les autres).

Une telle démarche, bien que vertueuse, peut, si elle est mal anticipée, générer des risques de diverses natures : interdépendance et interaction de systèmes à risques sur un petit territoire, réutilisation de substances « non pures » comme ressources (l'interaction d'impuretés pouvant altérer la sécurité de certains procédés).

Une démarche d'analyse simplifiée des enjeux sera initiée sur le sujet « risques biologiques » en 2017.

Un nouveau cycle de veille portant sur le thème santé/environnement sera lancé en 2017. Il suivra les mêmes étapes : l'identification d'une liste de sujets émergents, l'élaboration de fiches synthétiques permettant la priorisation des sujets, et enfin la réalisation d'analyses simplifiées des enjeux sur les sujets jugés prioritaires.

THÉMATIQUE TECHNOLOGIES DE L'USINE DU FUTUR

/ Usine numérique du futur



Perspectives

Comme plusieurs autres secteurs de la société, la production industrielle s'apprête à vivre une profonde mutation que certains caractérisent même de révolution. L'« Industrie 4.0 » constitue la quatrième révolution du domaine après l'invention de la machine à vapeur, l'avènement de l'électricité et le début de l'automatisation/robotisation.

L'usine du futur devrait être profondément marquée par le recours au numérique et à l'intelligence artificielle. En mêlant étroitement les outils de production aux technologies de l'information, l'objectif est de développer une industrie plus souple et flexible qui sera capable de s'adapter à la demande de ses clients (réactivité, personnalisation) tout en produisant plus rapidement et de manière plus durable et responsable.

L'usine du futur se veut en effet un espace d'innovation technologique sûr et attractif, porteur de valeurs et d'emplois et résolument exemplaire en termes de protection de l'environnement.

Enjeux de sécurité

Pour permettre à l'usine du futur de porter ses fruits dans les domaines économique, social et environnemental, plusieurs enjeux de sécurité méritent d'être investigués. Il s'agit d'accompagner, dans les meilleures conditions, la mutation envisagée des outils de production. Deux aspects sont particulièrement porteurs d'enjeux de sécurité.

Le premier relève de la dimension « ultra-connectée » de l'usine du futur et de son usage des progrès réalisés dans le domaine de l'intelligence artificielle. Si une plus grande autonomie des équipements peut être porteuse d'optimisation des procédés, elle pose également la question de la « gestion numérique des risques ». Il conviendra d'analyser, pour mieux prévenir, les modes de défaillance d'un système toujours plus automatisé mais également interdépendant (barrières de sécurité elles-aussi assujetties au réseau numérique centralisé). Dans ce contexte, la question de la cybersécurité constituera, à n'en pas douter, un autre enjeu de sécurité majeur pour les nouvelles installations de production.

Le second relève de l'aspect organisationnel et humain. Dans une structure de plus en plus automatisée, l'interface homme/machines soulève des enjeux non encore pleinement maîtrisés. Elle intègre notamment la nécessité, et le défi, pour les opérateurs de maintenir une connaissance efficace d'un système de plus en plus complexe et multifonctionnel.

Il s'agira de détecter d'éventuelles dérives et de pouvoir « reprendre la main » en cas de dysfonctionnement avéré. Le développement d'organisations en réseaux, responsables chacune d'un segment de compétences et de responsabilité, ainsi que le déplacement de la « zone de pouvoir » vers les fonctions de programmation numérique mériteront, là-aussi, une réflexion approfondie. Autre point clé : le maintien d'une interface efficiente entre les différents acteurs du système, plus autonomes mais qui devront continuer à partager un objectif commun de sécurité.

/ Les nouveaux capteurs de la surveillance environnementale



Perspectives

La capacité à surveiller efficacement la qualité des milieux (eau, air, sol et sous-sol) contribue à une meilleure gestion et à un meilleur suivi de l'état de l'environnement (détection de signaux émergents, efficacité des politiques de prévention...). La qualité d'une démarche de surveillance repose largement sur l'acquisition de données fiables et représentatives, donc de capteurs performants.

Ces nouveaux développements, qui constituent une opportunité, notamment pour l'Ineris, font l'objet d'une veille active. Une attention toute particulière est accordée au possible apport des drones au travers d'un programme exploratoire.

De nombreuses évolutions laissent augurer d'une évolution profonde et rapide des performances des nouveaux capteurs susceptibles d'être utilisés à des fins de surveillance environnementale. Certaines de ces innovations relèvent des capteurs en tant que tels : miniaturisation, augmentation de la précision, de l'autonomie, diminution des coûts de production associés, etc. D'autres touchent à leur déploiement (embarqués sur des drones autonomes ou télécommandés), à leur mise en réseau (« wireless multisensory systems ») ou encore à la capacité de démultiplier les points de mesures mobiles dans le temps et l'espace (applications via smartphones).

Enjeux de sécurité

Quelques points d'attention en lien avec le déploiement de ces technologies nouvelles méritent d'être étudiés. On en citera deux à titre d'exemple.

Le premier renvoie aux besoins de maîtrise des risques potentiels liés à l'usage de nouvelles technologies en évolution rapide. Les questions liées à la sûreté de fonctionnement, à la fiabilité des données (reproductibilité, seuil de détection, dérive) devront être attentivement étudiées de même que la sensibilité de la chaîne d'acquisition au risque de piratage.

Le second ne concerne pas directement la surveillance des compartiments environnementaux mais relève de la problématique « homme-capteur ». La miniaturisation, le développement des objets connectés et les attentes croissantes en termes de « biomonitoring » contribueront, selon toute vraisemblance, à une multiplication rapide de l'usage de capteurs en interface directe avec le corps humain. Les possibles risques sur la santé liés à la recrudescence des ondes électromagnétiques (pour assurer la connexion), l'exposition à des matériaux nanofabriqués par contact cutané, ou l'introduction de capteurs directement dans l'organisme, devront faire l'objet d'investigations spécifiques.

/ Les risques biologiques dans les procédés industriels du futur



Perspectives

Les risques biologiques sont définis par l'action néfaste sur la santé d'organismes vivants de certains agents biologiques : bactéries, virus, champignons microscopiques, prions... Certains procédés industriels utilisent des organismes vivants, souvent après modification de leurs caractéristiques génétiques, à des fins de production de connaissances, de biens ou de services. Ces biotechnologies connaissent un essor rapide sous l'effet conjugué du progrès des connaissances dans le domaine de la génétique et du développement d'outils biologiques performants (enzymes, catalyseurs...).

L'avenir de ces biotechnologies est particulièrement prometteur, du fait notamment des progrès qui s'ouvrent à nous dans le domaine des sciences biologiques. Plusieurs études estiment que le marché mondial de ces filières pourrait être multiplié par 5 d'ici la fin de la prochaine décennie. En complément de nombreuses autres

perspectives, ces innovations peuvent constituer des opportunités majeures pour la protection de l'environnement. Les procédés alternatifs qu'elles ambitionnent de déployer s'avèrent en effet souvent plus durables et moins carbonés que leurs équivalents, en particulier dans les domaines de la chimie industrielle et du génie énergétique. La notion de biotechnologies jaunes (dédiées à la protection de l'environnement) est d'ailleurs parfois évoquée, par exemple pour certaines techniques de dépollution des sols menées à l'aide de bio-organismes spécifiquement dédiés.

Enjeux de sécurité

Outre les sommes importantes requises pour un possible déploiement, les dimensions « sécurité » et « perception » peuvent constituer de possibles freins au développement de cette filière si les risques ne sont pas anticipés et maîtrisés dès l'amont. La multiplication de l'usage de substances vivantes dans un univers industriel est en effet de nature à soulever certaines questions, notamment en cas de mise en contact d'agents pathogènes ou génétiquement modifiés avec du personnel de production ou plus généralement en cas de diffusion dans l'environnement immédiat.

Cette « mise en contact » peut résulter de phénomènes accidentels (fuites, ruptures de confinement...) ou de processus plus chroniques comme le transport et la diffusion de biens ou de vecteurs énergétiques porteurs de micro-organismes, parfois sous forme de simples traces mais potentiellement très réactifs avec les milieux vivants (espèces invasives, résistantes, pathogènes).

Cette évolution dans le domaine de l'activité industrielle nécessite de reconsidérer les démarches à mettre en œuvre pour mener à bien les études de dangers des sites de production. Il exigera également la conception et la validation de moyens et de procédures adaptées aux contraintes et dangers potentiels des organismes utilisés pour le développement de l'activité.

THÉMATIQUE NOUVELLES ÉNERGIES

/ Le déploiement du mix énergétique dans les territoires



Perspectives

Pour répondre aux enjeux climatiques et de sobriété d'exploitation des ressources naturelles, la transition énergétique exige

de passer progressivement d'un système basé principalement sur la consommation d'énergies fossiles vers un « mix » (ou bouquet) énergétique comprenant une part croissante d'énergies renouvelables. Dès lors, les unités de production et les réseaux de distribution, aujourd'hui très centralisés, sont amenés à se diversifier pour intégrer diverses filières renouvelables (éolien, photovoltaïque, biomasse...) et se tourner vers des modèles de production plus décentralisés (échelle régionale, intercommunale, voire individuelle).

Dans ce contexte multi-acteurs, multi-technologies et multi-échelles, la gestion de la chaîne intégrée « production-stockage-distribution » devra s'appuyer sur le déploiement de « réseaux intelligents » (également appelés « smart grids »). Capables de valoriser les nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication, ils permettront d'optimiser en temps réel l'exploitation des réseaux en fonction des capacités de production disponibles et des besoins de consommation des différents utilisateurs.

Enjeux de sécurité

Pour réussir cette transition, plusieurs enjeux de sécurité mériteront d'être investigués. La sûreté de fonctionnement de réseaux complexes mêlant plusieurs technologies et plusieurs vecteurs énergétiques représente un défi, notamment au regard des risques liés à la cybersécurité. D'autant que ces réseaux doivent faire preuve d'une grande souplesse (nombreux cycles de « démarrage-arrêt ») et sont fortement interconnectés (omniprésence du numérique, pilotage à distance).

Plus largement, le déploiement à l'échelle de territoires parfois fortement urbanisés de technologies encore en émergence nécessitera de s'assurer de leur capacité à respecter un degré d'exigences environnementales très élevé (bilan carbone du cycle de vie, besoins en matières premières notamment stratégiques, impact paysager et sur l'usage des sols, risques accidentels et sanitaires en situation stable ou dégradée...). La capacité d'accompagner la construction des mix énergétiques les plus adaptés aux contraintes et atouts spécifiques de chaque territoire nécessitera la construction d'une analyse environnementale intégrée des différentes filières.

Par ailleurs, l'intégration des dimensions économiques et sociétales pour l'accompagnement des différentes innovations ne devra surtout pas être négligée. À titre d'exemple, les aspects organisationnels et humains d'une filière en développement vouée à intégrer de multiples interfaces entre de nombreux acteurs - certains étant nouveaux dans le domaine et peu sensi-

bilités à la culture du risque - constituent à eux seuls une piste de recherche et d'expertise ambitieuse et porteuse d'enjeux.

/ Les nouvelles énergies de la mobilité



Perspectives

Dans une perspective de transition énergétique, les nouveaux modes de mobilité constitueront l'un des défis majeurs de la décennie à venir au regard des quantités importantes d'énergie consacrées au transport des personnes et des biens.

Outre la baisse de la consommation des véhicules « traditionnels », la limitation du recours aux énergies fossiles passera par le déploiement de nouveaux vecteurs énergétiques plus durables et respectueux de l'environnement. Le recours à des biocarburants de seconde génération (obtenus à partir de déchets de biomasse sans concurrence d'usage avec l'alimentaire), et à plus moyen terme de troisième génération (produits à l'aide de micro-algues), constitue une piste prometteuse.

Le déploiement de véhicules électriques ou fonctionnant à l'hydrogène contribuera également à atteindre les objectifs ambitieux fixés en termes de réduction des émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques. Parallèlement au transport individuel, les modes de transport collectifs ont également commencé à se transformer sous l'impulsion des progrès technologiques (flottes de bus, avion, navires...).

Enjeux de sécurité

Ces innovations, aussi prometteuses soient-elles en termes de durabilité et de protection de l'environnement, méritent un accompagnement dans une optique d'anticipation et de maîtrise des risques accidentels ou sanitaires. La sécurité d'un véhicule impacte en effet directement celle de ses passagers et de son environnement immédiat.

À titre d'exemple, si le vecteur hydrogène présente de solides atouts en termes d'empreinte carbone et de potentialité d'autonomie des véhicules, les questions liées à la sécurité du stockage d'un gaz inflammable, notamment sous forte pression, et en situation potentiellement dégradée (choc, incendie...) méritent d'être investiguées.

Pour augmenter l'autonomie des véhicules électriques qui fonctionnent sur batteries, les pistes de recharge en roulage par l'intermédiaire de bobines à induction intégrées au réseau routier constituent également une piste d'innovation en cours d'investigation.

Sur ce sujet, les problématiques de l'exposition des personnes aux champs magnétiques induits et des dysfonctionnements possibles du système de management des batteries ont aussi vocation à être analysées en amont d'un possible déploiement.

Pour ce qui concerne les transports collectifs, les réflexions menant à un avion « plus électrique » sont déjà engagées. La possibilité d'exploiter à terme un avion « tout électrique » demeure, en l'état, nettement plus prospective. Dans les deux cas, la dimension sécurité et le degré d'exigence très élevé requis pour ce type de transport constituera un défi central en termes de faisabilité et d'acceptabilité de la technologie.

À plus courte échéance, l'utilisation de nouveaux carburants pour les navires devrait permettre de limiter les émissions, notamment de soufre. Le recours au GNL (Gaz Naturel Liquéfié) pourrait contribuer à atteindre cet objectif. Les conditions de transport, de stockage puis d'utilisation de ce carburant exigeront, là-encore, une analyse attentive des scénarios de risques ainsi qu'une évaluation de la fiabilité et de l'efficacité des barrières de sécurité envisagées.

THÉMATIQUE ECONOMIE CIRCULAIRE

/ Écologie industrielle et territoriale



Perspectives

L'écologie industrielle et territoriale découle directement des principes de l'économie circulaire appliqués aux systèmes industriels. Pour produire des biens et des services tout en limitant les consommations d'eau, d'énergie et de matières premières, l'une des pistes de progrès consiste à reproduire l'efficacité d'un écosystème naturel pour développer des « symbioses industrielles » vertueuses en termes de sobriété.

Pour ce faire, il convient de rassembler, sur un même territoire, différents acteurs économiques préalablement identifiés pour leurs capacités à favoriser les circuits courts (du producteur à l'utilisateur) et leur aptitude à mutualiser l'accès aux matières, aux biens et/ou aux infrastructures.

Ainsi, les déchets (ou « coproduits ») des uns peuvent servir d'intrants aux autres, en favorisant le recyclage et en limitant le gaspillage des ressources. Le développement du concept d'écologie industrielle a donc vocation à motiver autant les industriels (optimisation des coûts) que les collectivités et les acteurs publics (politiques de développement durable, développement d'activités tout en protégeant l'environnement).

Enjeux de sécurité

Pour accompagner le déploiement de ces futures zones de co-activités, quelques points liés à la sécurité mériteront d'être traités avec attention. Ceci peut concerner le transport de matières (notamment si celles-ci sont dangereuses) ou d'énergie (vapeur sous haute pression par exemple) dans une zone très peuplée et riche en activités.

L'emploi de substances recyclées, et donc potentiellement moins pures en tant que « matières premières secondaires », peut soulever des questions en termes de sûreté de fonctionnement, notamment quand les process n'ont pas été conçus pour tenir compte de la présence d'impuretés et encore moins de mélanges d'impuretés.

Enfin, l'interdépendance des entreprises dans un système interconnecté mérite une analyse préalable notamment sur le fonctionnement en situation dégradé.

Ainsi, il convient d'anticiper les impacts sur le fonctionnement en cas de déficit de l'apport de matière ou d'énergie (par exemple pour refroidir), ou à l'inverse au cas où l'entreprise utilisatrice du flux de déchets ne serait plus à même de l'absorber.



Pour toute question,
n'hésitez pas à contacter
l'équipe de veille :

veille@ineris.fr