



Pollutec 2012 : les tendances de l'innovation*

Novembre 2012

**Tendance réalisée par Green News Techno pour le salon Pollutec sur la base des innovations déclarées par les exposants, du programme des conférences, de certains prix et trophées.*

Eco-Innovations : concilier performance technique et défis économiques

Cette édition 2012 de Pollutec est particulièrement riche en innovations. Rien d'étonnant à cela quand on analyse la situation actuelle des marchés. Les éco-industries sont non seulement un élément moteur de l'économie mais leur développement prometteur ne peut être confirmé, du fait même de la crise économique, que par une position très compétitive des solutions technologiques proposées et donc par une innovation audacieuse.

Jusqu'à une période récente, l'environnement était considéré comme un coût pour les entreprises. On pouvait certes amortir pour partie les investissements environnementaux par l'image en communication et quelques éléments de différenciation commerciale mais cela restait un effort conséquent relativement peu productif. L'évolution a été progressive pour aboutir aujourd'hui à une situation clairement différente. Les réglementations se sont durcies et continuent d'être plus exigeantes. Cela impose des changements et crée - et entretient - de ce fait un marché florissant pour les éco-industries. Et c'est tant mieux puisqu'en période de forte crise économique, les filières environnementales constituent indéniablement une source potentielle d'emploi et d'activité à ne pas négliger. Néanmoins, du fait aussi de la crise, le regard des entreprises sur les solutions à mettre en œuvre a lui-aussi évolué et le niveau d'exigence a progressé. Il ne s'agit plus simplement de répondre à une problématique donnée pour être en conformité mais aussi de faire en sorte qu'un nouvel objectif environnemental (volontaire ou réglementaire) devienne une source de progrès économique. Pour réussir à développer les éco-activités, il est donc impératif aujourd'hui que les solutions proposées s'intègrent économiquement et participent à une amélioration de la compétitivité. C'est la notion même de durabilité : durable pour l'environnement mais supportable, donc durable au plan économique. Les innovations présentées cette année sur Pollutec illustrent très bien cette tendance forte du marché d'une « industrie durable » et d'une « ville durable », les deux axes forts de cette édition, qui vise à concilier des performances environnementales élevées, conformes aux attentes du public et de la réglementation, avec des performances économiques afin que l'environnement devienne un réel atout économique pour les entreprises et la société.

Comment tout cela s'illustre-t-il sur Pollutec ?

Tout cela se traduit sur le salon par des approches confirmées de diversification des ressources (recherche de nouveaux gisements, séparation améliorée des matériaux, valorisation toujours plus poussée), par une recherche systématique de gains de performance des procédés, d'efficacité énergétique, d'éco-conception, d'usage rationnel (notamment par récupération d'énergie), de prévention des gâchis et des fuites ainsi que par le couplage de procédés et le développement des approches multifonctions (cf. « 2 en 1 », voire « 3 en 1 ») avec, toujours, un accent soutenu porté à la simplicité d'utilisation, la réduction des contraintes de maintenance et la sécurité.

1/ Diversification des ressources d'approvisionnement

Premier élément visible, la **diversification des ressources d'approvisionnement** des marchés est une source d'innovation qui se confirme plus que jamais. Les pressions économiques qui pèsent sur un certain nombre de matières premières modifient la donne économique. Cela ouvre toujours plus de marchés au recyclage et à la recherche de nouveaux gisements, notamment naturels. Tout comme dans l'édition 2011, Pollutec met en exergue nombre de ces innovations.

Côté recyclage, la recherche de valorisation de gisements plus complexes ou moins concentrés est très intense et très diversifiée. On peut citer, dans le domaine des polymères, la présentation d'un procédé de valorisation de déchets plastiques difficilement recyclables par des processus traditionnels sous forme de base pétrolière (Agilyx) mais aussi de nouveaux broyeurs dont un broyeur extrudeur conçu pour recycler des rebuts de production caoutchouc dans la fabrication (dévulcanisation) (Plymouth France) et un broyeur granulateur (Molinari) qui améliore la séparation du fer et du caoutchouc des pneus (d'où une valorisation à plus forte valeur ajoutée) avec un rendement énergétique très intéressant (2,5 tonnes traitées avec 200 kW). Pour les métaux, on relève une innovation sur des séparateurs à courant de Foucault adaptés aux fines particules (Goudsmit France) qui rend intéressante la récupération de fines particules de cuivre tout en assainissant le gisement résiduel, mais aussi une technologie de recyclage de coproduits sidérurgiques par hydrométallurgie (Rvx). On peut également citer un équipement de dissociation des matières premières de pots catalytiques permettant d'en extraire les particules et matières précieuses et une nouvelle ligne de recyclage des câbles usagés (Projac). Certains vont même chercher des gisements très spécifiques, voire originaux. On le voit par exemple au travers d'un travail de recherche récompensé au prix des Techniques innovantes de l'environnement Ademe-Pollutec sur l'extraction de chitine contenue dans les déchets de crustacés (Ifremer Nantes).

Ce concept de **recyclage de matières premières touche aussi pour partie le marché de l'eau**. C'est le cas notamment de l'innovation d'une start-up française capable d'aller extraire de façon compétitive et sélective des métaux à valeur ajoutée en faible concentration dans des effluents grâce à une résine novatrice (Magpie Polymers) mais aussi de l'un des nominés des EEP Awards présents sur le salon qui récupère le phosphore dans les étendues d'eau ou dans les eaux usées, pour éviter l'eutrophisation mais aussi pour valoriser le phosphore sur le marché (Ion - Portugal). On notera aussi à cette frontière entre les secteurs environnementaux, une solution consistant à récupérer et valoriser l'ammoniac issu de centres de compostage, de méthanisation ou de traitement d'eau, pour produire une solution ammoniacale et une solution de nitrate valorisables (Alcion Env).

Cette notion de **recyclage de gisements de matières premières prend aussi sens dans l'air** avec, par exemple, un procédé qui permet de récupérer, sur des effluents gazeux odorants, des huiles essentielles à haute valeur ajoutée pouvant être valorisées dans le process lui-même (Apc Aireco). Et elle est également prégnante dans le domaine des **déchets de masse**, à l'image d'une unité de traitement développée pour recycler les déchets de plâtre même associés à des complexes isolants ou issus de la déconstruction (Nantet Locabennes). On peut aussi citer une unité industrielle de traitement des sédiments fluviaux permettant d'obtenir cinq fractions granulométriques bien définies et correspondant chacune à des marchés de valorisation (Centre Terre & Pierre) ; un système de valorisation des fractions ultimes des résidus de broyage en hydrocarbures et carbone utilisables en sidérurgie qui fera l'objet d'une unité pilote prochainement (Certech) ou encore une nouvelle génération d'extracteurs favorisant le recyclage de déchets banals, et notamment la production de RDF (refuse derived fuel - combustibles issus de déchets) (Morillon).

Autre point intéressant, les **gisements dispersés** sont de plus en plus convoités, à l'image d'une

solution récente de collecte de déchets de boissons qui, déjà, diversifie le type de déchets collectés et compactés sur les sites de consommation et propose même un nouveau matériau recyclé (Canibal). Cette tendance à aller chercher de plus en plus de gisements dispersés impose des innovations dans la gestion et la logistique. Ainsi un nouvel équipement de compaction de déchets banals optimisé en place et en usage (plus accessible) d'une capacité de 24 m³, est lancé cette année : il est capable de remplacer, à emprise identique, une benne de 30 m³ non compactée donc peu éco-efficace ou un compacteur de 20 m³ (+ 20 % de matière stockée) (Gillard). Parallèlement à cela, toute une offre se développe en matière d'analyse et de prédiction des gisements avec, par exemple, un outil de caractérisation et de prévision en temps réel de la production de déchets, permettant de maîtriser autant l'organisation que les coûts de gestion de ces gisements (Datapole) ou encore un outil d'optimisation de la collecte (Ecobox).

La montée en puissance de la valeur des déchets s'exprime enfin assez fortement par la volonté de **favoriser la valorisation des déchets organiques**. De nombreuses innovations en témoignent comme ce nouveau composteur multi-compartiments (Emeraude Création) ou cette nouvelle machine de déconditionnement des déchets organiques emballés (Spiraltrans France) qui vient compléter une offre déjà riche, preuve du caractère porteur de la filière.

Ces innovations dans le domaine des déchets organiques visent aussi à augmenter la valeur du déchet, en permettant d'en tirer le meilleur. Deux exemples illustrent cette tendance : une nouvelle technologie de broyage des matières organiques avant méthanisation, permettant une augmentation des productions de biogaz (Envitec) et un système de bio-augmentation (avec un consortium bactérien spécifique) pour stimuler la méthanogénèse et améliorer sensiblement la qualité du biogaz (Madep). Certains outils d'analyse rapide du potentiel de méthane, proposés par des start-ups, dont un disponible depuis cette année sous forme de kit d'utilisation simple, contribuent aussi à une monétarisation plus efficace des déchets organiques (Envolure). Cette volonté de valoriser au mieux les déchets organiques nécessite cependant d'aller chercher les gisements où ils sont. C'est ce que propose un nouveau composteur électromécanique qui permet de répondre à des gisements de volumes intermédiaires (300 kg à 1,2 tonnes / semaine, soit entre 800 et 2 000 repas quotidiens), pour lesquels les solutions du marché (plus petites et plus grandes) n'étaient pas optimisées (Vauché).

La notion de **recyclage s'élargit aussi aux sols** avec des opportunités d'usage des terres excavées qui s'expriment plus clairement. Pollutec 2012 est l'occasion de présenter une offre conforme au nouveau guide de réutilisation hors site de terres excavées, notamment en techniques routières et en aménagement et des procédures de traçabilité (Sita Remediation).

Enfin, la diversification des ressources se traduit par une montée en puissance de la substitution par des **matières premières naturelles et renouvelables**. Plusieurs pôles du Réseau Ecotech⁽¹⁾ accompagnent actuellement un grand nombre de projets sur cette problématique mais on peut aussi citer une innovation originale d'un sac fabriqué à partir de 80 % de poussière de pierre (calcaire pulvérisé) et de 20 % de bio-polyéthylène (issu de matières végétales) (GOVA).

La recherche contribue aussi à cette tendance, à l'image de résultats très pertinents obtenus sur la production de mousses alvéolaires hautes-performances aux applications multiples (notamment en isolation) à partir de tannins (travaux qui seront doublement primés à l'occasion de Pollutec) ou d'un procédé d'extraction de chitine par hydrolyse enzymatique, qui augmente le potentiel de valorisation de ressources marines à moindre impact environnemental (TIE). On peut aussi citer des résultats de travaux de recherche actuellement prêts pour un transfert technologique sur un herbicide bio-sourcé, ou un plastique biodégradable hydrosoluble très intéressant pour certaines applications de l'emballage (Université de Lyon).

(1) Le Réseau Ecotech regroupe les 14 pôles de compétitivité impliqués dans les écotechnologies. Il est à nouveau présent sur Pollutec dans le cadre d'un pavillon dédié.

Ces filières de valorisation de matières bio-sourcées se trouvent confortées par des moyens de valider cet usage, à l'image d'une méthodologie proposée par un exposant visant à labelliser le contenu bio-sourcé d'un produit (SGS). Enfin, il est intéressant de noter que la recherche de substitution de matières premières aujourd'hui coûteuses touche parfois de manière prospective des secteurs auxquels on ne penserait pas d'emblée : c'est le cas par exemple de travaux sur l'utilisation de fibres de cellulose dans la réalisation de batteries Lithium-ion (Prix TIE - INP Pagora) ou sur de nouveaux catalyseurs pour des bio-piles évitant l'emploi de catalyseurs à base de terres rares (Prix TIE - Université de Marseille).

2/ Gains en performance des procédés

Pour mettre à profit avec efficacité une approche de diversification des gisements de matières premières, des **gains en performance des procédés doivent être obtenus** permettant leur exploitation dans des conditions économiques acceptables et donc durables. Ceci a déjà été illustré avec quelques procédés de traitement de déchets organiques qui apportent plus de valeur aux déchets en optimisant, voire en dopant le fonctionnement d'une méthanisation ou d'un compostage. Mais cette tendance à optimiser les performances de procédés s'illustre aussi cette année très fortement dans le **domaine de l'eau** où les procédés de traitement (eau potable ou eaux usées) doivent être plus poussés pour autoriser l'utilisation des flux dépollués - point crucial dans une période où les épisodes de pénurie d'eau se multiplient - ou pour préserver les milieux naturels et donc les ressources futures. Dans le domaine de **l'eau potable** par exemple, une société présente un nouveau charbon actif qui améliore la cinétique d'adsorption et garantit de ce fait un abattement efficace des composés phytosanitaires (Chemviron). Grâce à cela, certaines nappes contaminées peuvent redevenir une ressource d'alimentation. De nombreuses avancées concernent aussi les **eaux usées** et les traitements plus poussés qui ouvrent la porte à une potentielle réutilisation. Ainsi, outre la présentation des gains de performance technico-économiques attendus dans l'ultrafiltration, améliorant la qualité du filtrat mais aussi la stabilité et l'intégrité des membranes, donc avec un coût d'exploitation réduit (BASF INGE), des gains de performance au niveau des micro-stations (assainissement autonome) ouvrent des opportunités de recyclage de l'eau (Hydhreco).

Certaines approches visant aussi à la réutilisation de l'eau sont en rupture avec les approches traditionnelles. C'est le cas notamment d'un procédé appelé micro-épuration bio-solaire qui permet d'éliminer des composés dissous et des contaminants bactériens non traités par les techniques conventionnelles (Helio Pur Tech). Mais on peut aussi citer la technologie d'ozonation hybride proposée par une autre start-up qui trouve une première application métier dans les eaux de lavage des véhicules (Ozoval - IFP En). Enfin, la réutilisation des eaux usées est également au cœur d'une innovation visant à désinfecter les eaux traitées avant leur usage, grâce à des LED UV-A et UV-C, de façon efficace (aux bonnes longueurs d'onde) et à un coût acceptable (BMES-TIE). Les traitements plus pointus visent aussi à préserver les milieux naturels et donc des ressources futures. L'enjeu économique territorial est donc majeur.

Cette optimisation technico-économique s'illustre aussi dans les procédés épuratoires dits naturels avec, par exemple, un procédé de déphosphatation sur apatites qui améliore l'efficacité épuratoire des filtres plantés de roseaux tout en restant économique (Epur Nature). C'est aussi le cas d'un système de filtration sur roseaux de lixiviats de décharge qui permet de maintenir des exigences élevées de qualité sur les rejets dans le milieu naturel (95 % d'abattement) à un faible coût adapté aux sites en fin de vie (Serpil) ou encore d'un nouveau système d'épuration naturelle sans apport d'énergie avec des fibres naturelles aérées (Neropure).

Enfin, l'optimisation des procédés touche également le domaine des boues. Par exemple, un nouveau système d'épaississement de boue en filtres rotatifs autorise une réduction des coûts d'exploitation. En effet, non seulement il permet de limiter la consommation de polymères et d'augmenter la charge massique de 20 à 30 % mais il rend aussi possible le traitement avec des polymères classiques (en poudre) de certaines boues jusqu'ici difficiles à traiter alors qu'elles imposaient jusqu'ici le recours à des polymères coûteux en émulsion (Alfa Laval).

Il faut enfin clairement prendre en considération que **l'optimisation de procédés** passe par un gain de rapidité et **de précision des outils de contrôle**, de suivi et d'analyse. Par exemple, une PME présente cette année une technologie novatrice à base de marqueurs sensibles à l'oxygène sous l'effet de la lumière pouvant être très utile par exemple dans le suivi de bioréacteurs (Bionef). Une autre innovation consiste pour sa part à permettre un test facile des propriétés de flottation des effluents pour optimiser la gestion d'un réacteur (Orchidis/Aqualabo). D'autres solutions répondent plus particulièrement aux exigences de préservation des milieux aquatiques comme, notamment, un nouvel outil de contrôle conjoint des *E.coli* et des coliformes (Bionef) ou encore des outils d'évaluation de l'impact des polluants de l'eau sur le vivant (notamment l'impact toxique) permettant d'optimiser et de valider l'efficacité des traitements (Vigicell et Watchfrog). Ce domaine crucial de l'analyse rapide et à bas coût d'eaux et d'effluents voit également deux projets de recherche primés aux prix des Techniques innovantes pour l'environnement, l'un promouvant une bio-puce à ADN pour la détection de micropolluants (Institut de pharmacologie de Toulouse) et l'autre utilisant un capteur ultrasensible de métaux toxiques dans l'eau (Ecole Polytechnique)

Cette édition 2012 de Pollutec enregistre un **regain d'innovation dans le domaine des sols pollués** avec la confirmation de l'émergence de traitements poussés, plus rapides, plus efficaces, en particulier les traitements *in situ* pouvant combiner les intérêts d'efficacité, de rapidité et de maîtrise des coûts. En témoigne par exemple un projet de démonstrateur technologique en création (CSD Ingénieurs) qui doit servir à valider des techniques innovantes et des filières de valorisation après traitement permettant de gérer efficacement des cas de pollutions plus complexes ou de valoriser des terres traitées. On a aussi l'exemple d'un réactif à diffusion contrôlée (Carus Europe) et d'un logiciel d'analyse des sites pollués par des composés organiques capable d'interpréter les diagnostics des zones sources et de quantifier la répartition des polluants dans les aquifères pour plus de précision et d'optimisation dans les choix d'intervention (Burgeap).

Notons aussi les dernières innovations dans le traitement *in situ* de solvants chlorés (conférences Serpol et HPC Envirotech) avec des couplages de techniques, l'utilisation de nanoparticules de fer zéro ou d'huiles émulsifiées pour la biodégradation réductive, le fractionnement des isotopes, dans l'optimisation de la désorption thermique *in situ* (GTS) ou encore le potentiel de transfert des techniques d'oxydation par plasma sur des sols pollués par les HAP (Valgo).

Dans le domaine de **l'air**, la recherche d'efficacité et de performance se traduit d'abord par des **innovations sur l'acquisition de données**. C'est le cas par exemple d'une nouvelle plate-forme informatique qui intègre l'ensemble des paramètres servant à prédire l'impact olfactif d'un site industriel (nez électroniques, données météorologiques, données de plaintes de voisinage) (Alpha Mos) ou d'un procédé d'échantillonnage à long terme pour le suivi en continu du mercure sur les installations industrielles de combustion qui autorise un pilotage pertinent de ces dernières (Environnement SA).

De même, la **modélisation** enregistre des progrès sensibles. En témoigne notamment une solution visant à modéliser les transferts de COV vers l'air intérieur (Burgeap) : mieux ciblés, les traitements sont plus efficaces et plus rationnels.

3/ Des approches rationnelles, éco-conçues et efficaces en énergie

Une forte tendance à la recherche **d'approches rationnelles, éco-conçues et efficaces en énergie** domine les innovations 2012 présentées sur Pollutec. Dans le domaine de l'air, cela se traduit sur de multiples procédés de traitement. Une première illustration est celle d'une nouvelle conception de textile en velours en verre ou quartz, utilisable en particulier comme support de photocatalyse, qui augmente la surface de contact avec l'air - et donc l'efficacité et la compacité de l'unité de traitement - tout en garantissant sa tenue dans le temps (BMES). Autre exemple, un système de décontamination de l'air dans l'artisanat par un procédé UV placé au plus proche de la source permet de limiter les usages de produits chimiques ou la production de sous-produits (JK-France). Mais cette tendance se perçoit surtout par les efforts d'efficacité énergétique dans les procédés de traitement d'air. Pollutec met ainsi en exergue un nouveau garnissage de bio-filtres fait d'anneaux de diffusion et de blocs de mousse synthétique qui associe légèreté, absorption élevée et faibles pertes de charge (réduction d'énergie) (IMCD France). Plusieurs innovations importantes concernent la **récupération d'énergie** qui joue un rôle majeur dans l'équilibre économique du traitement. C'est le cas d'un traitement de COV avec récupération d'énergie (Europe Environnement) ou encore d'un procédé innovant de séparation de poussières (dans des séchoirs à grains) combinant, dans le même système, la séparation, l'échange de chaleur et la récupération des condensats propres (APC-Airéco). Un autre système novateur visant à récupérer l'énergie sur des rejets d'air chauds industriels, humides et chargés en particules est présenté sur le salon : il s'agit d'un procédé capable de récupérer l'énergie dans un échangeur cyclonique sans avoir à installer des filtres en amont de l'appareil (Vent Service). L'efficacité énergétique s'illustre aussi avec la généralisation des dispositifs de récupération d'énergie sur les cogénérations pour sécher d'autres déchets - notamment des refus de tri-mécano-biologique (TMB) - pour en faire des combustibles solides de récupération (CSR) (Vomm Impianti). Enfin, la récupération d'énergie est également au centre d'une innovation dans la mobilité à travers un module de gestion électronique pour véhicules lourds autorisant un meilleur rendement de la transmission et une récupération d'énergie électrique optimale à la décélération et au freinage (PVI).

Mais la récupération d'énergie n'est pas l'apanage du secteur de l'air. En effet, plusieurs innovations confirment les tendances déjà observées ces dernières années dans la récupération d'énergie de l'eau. Cette édition de Pollutec met par exemple en avant un procédé de décantation original, basé sur une technologie cyclonique, mais permettant de récupérer l'énergie mise dans l'accélération de l'eau (Flottweg). Une autre innovation concerne un générateur d'énergie électrique fonctionnant à partir de l'énergie hydraulique (différentiel de pression), associé à une vanne, et permettant d'alimenter des systèmes de communication, des capteurs ou des contrôleurs de vanne (Cla-Val).

D'une manière générale, l'éco-efficacité est recherchée tant dans le domaine de l'air que dans celui de l'eau et on observe un renforcement de l'offre de services en **méthodes de gestion** de ces flux (IRH Ingénieur Conseil), en **reconception des systèmes industriels** (Altran Technologies, Prowatt) et en éco-conception avec une plate-forme collaborative mise en place dans les entreprises elles-mêmes (ACV Plus). Ces démarches puisent notamment dans de nombreuses innovations « produits » plus économes. On constate encore des gains dans le **rendement énergétique** des pompes (Verder, Watson Marlow, Weg France, Ksb) avec des solutions qui se font encore plus précises, notamment en dosage de produits chimiques (Watson Marlow). Certaines innovations, dont une gamme de moteurs synchrones à reluctance, permettent de revendiquer déjà la conformité au standard énergétique de classe IE4 (Ksb). Les gains s'obtiennent aussi par de nouvelles conceptions à l'exemple d'une pompe de relevage très compacte pour eaux grises et noires d'habitations (Kessel). En plus d'être silencieuse, cette

pompe présente un volume utile plus important, ce qui permet de réduire les cycles de relevage, d'où des conséquences positives sur la durée de vie du système et sa consommation. Une autre solution innovante astucieuse dans le relevage des eaux usées consiste à dégriller les eaux usées afin d'autoriser l'utilisation d'une pompe à très haut rendement sans risque de bouchage, les matières solides bénéficiant d'un effet de chasse vers le refoulement ; ce qui permet de combiner compacité et efficacité énergétique (KSB).

Enfin l'efficacité énergétique est également le fil conducteur de systèmes innovants comme un nouveau lève-conteneur basse tension (E3Lift), des moteurs biogaz modulaires haut rendement (MTU) ou encore une solution de pilotage total de l'éclairage public qui permet d'éviter les consommations inutiles (Sophia Conseil).

Dans le domaine de l'eau, une autre illustration de l'éco-efficacité est la confirmation du caractère stratégique de la prévention et de la **recherche de fuites dans les réseaux**. A cet égard, citons notamment deux offres mettant en oeuvre des mesures statiques (électromagnétiques ou acoustiques) pour surveiller le réseau en continu et détecter ainsi très facilement et très tôt (par des rapports réguliers) les éventuelles fuites (Sensus et Gutermann). Une autre solution nouvelle est un outil intégré au système d'information d'exploitation existant qui va aider à concevoir le réseau, éviter les goulets d'étranglement et surtout diminuer les risques de fuite (Schneider Electric). Notons aussi un système d'étanchéité en plaque pour réservoirs d'eau potable (Etertub), un détecteur de niveau et d'encrassement autonome utilisant la mesure diélectrique du milieu et réduisant les fausses alarmes (Ijinus) et, pour faciliter le travail d'intervention sur les réseaux, une nouvelle solution de détection et localisation des réseaux d'eaux (Plymouth France).

Au-delà des procédés novateurs, la recherche d'**optimisation des systèmes épuratoires dans l'eau** se traduit aussi par le développement d'outils d'accompagnement de l'exploitation. Ainsi, un tout nouvel outil logiciel permet de dimensionner et d'optimiser les systèmes d'aération équipant les bioréacteurs aérobies (Irstea). Une autre offre vise quant à elle à quantifier les phénomènes d'auto-épuration, ce qui permet notamment d'optimiser les solutions d'ingénierie écologique peu coûteuses (IRH Ingénieur Conseil). On trouve aussi des solutions d'accompagnement dans les applications liées aux déchets avec, par exemple, des méthodes de prédiction des rendements de dégradation des déchets dans un méthaniseur (Irstea) ou des instruments de suivi du taux de méthane dans le biogaz (Endress + Hauser).

Enfin, l'éco-efficacité consiste souvent en des **couplages pertinents**. Plusieurs innovations présentées sur Pollutec confirment cette orientation tant dans le secteur des déchets (ex. : couplage de deux procédés de méthanisation (voie liquide et voie solide), système permettant une intégration pertinente aux plans économique et technique des filières TMB et traitement thermique (Vinci Environnement)) que dans le secteur des eaux usées (ex. : couplage innovant de méthanisation avec un procédé d'épuration aérobie autorisant à la fois l'élimination de fortes charges organiques, une production optimale d'énergie et des possibilités de rejet en milieu naturel) (Hytec Industrie).

Tout comme le couplage de procédés, les **approches multifonctions** constituent un autre moyen de gagner en productivité dans les filières environnementales. En plus du système déjà cité de filtration servant également d'échangeur de chaleur avec récupération des condensats, plusieurs solutions innovantes sont à souligner cette année. Par exemple, un nouveau compacteur universel offrant tous les avantages des compacteurs fixes à vérins croisés et vérins en ligne sans les inconvénients des deux systèmes et autorisant des gains de place (Gillard) et une installation composée d'un broyeur pour eaux chargées et d'une unité de lavage assurant la séparation et l'extraction des déchets en un seul appareil (Hydro Group) et un équipement en amont d'un bioréacteur à membranes réalisant à lui seul le tamisage et le convoyage, d'où une emprise au sol et une consommation énergétique réduites (Andritz). Dans cette même optique de « tout en un »,

citons également un bateau multifonction qui simplifie l'ensemble des opérations habituelles comme la vidange des embarcations, la récupération des déchets, le ravitaillement (eau,...) et le nettoyage (Cleansails). Soulignons aussi la présence sur Pollutec d'une des rares sociétés françaises à proposer un système d'implantation de centrales solaires sur des plans d'eau : ce système fait jouer totalement la synergie entre les panneaux solaires et l'eau : pas d'espaces pris au sol, augmentation de productivité du solaire grâce au rafraîchissement de l'eau et réduction des pertes d'eau par évaporation des bassins (Ciel et Terre, avec IFP En).

La réflexion sur le multifonction va ainsi de pair avec **la simplification des systèmes** et les démarches visant à **faciliter leur maintenance**. Outre des procédés robustes (par exemple, dans l'épuration des eaux comme, notamment, un système de lames relevables pour stations d'épuration (Mordacque) ou un aérateur à oxygène placé en surface (Air Products), les démarches d'éco-conception prennent en compte ces aspects de l'exploitation et contribuent à optimiser économiquement les procédés environnementaux. Sur Pollutec 2012, plusieurs innovations entrent dans cette démarche. Dans la mesure dans l'eau, on note par exemple un appareil capable de lire des languettes de tests de façon très fiable (par rapport à la lecture directe) tout en restant simple (Macherey Nagel). Deux autres innovations concernent plus spécifiquement l'utilisation du chlore en désinfection de l'eau. L'une consiste en un module de stockage du chlore gazeux pour le régime de déclaration (Eurochlore) et l'autre est un dioxyde de chlore sans générateur et non explosif qui apporte simplicité et sécurité tout en bénéficiant de l'intérêt technique du chlore (efficacité, absence de sous-produits chlorés...) (Ximax). Enfin, simplicité et sécurité sont également liées dans une innovation intéressante qui permet de couper un générateur photovoltaïque par isolement unitaire des modules lorsqu'une intervention sur la centrale est nécessaire (GMV).

Tous ces paramètres de diversification des ressources, de recherche de gains de performances, d'éco-efficacité et d'éco-conception, de couplage, d'offres multifonctions et enfin de simplification de l'exploitation contribuent ainsi ensemble à optimiser au plan économique les approches environnementales. C'est notamment cela, associé à un regard plus systémique et dans la durée des impacts économiques, environnementaux et sanitaires, qui amène aujourd'hui à rendre plus durable la croissance du marché des éco-industries.