

➤ INSTANTANÉS TECHNIQUES

Mise à jour permanente sur
www.techniques-ingenieur.fr

Retour sur :

- ➔ Les faits marquants de l'actualité
- ➔ Le meilleur des cahiers, pour prendre du recul sur les thématiques qui feront l'actualité de demain.

• **Eolien** : où en est-on ?

• **La réalité virtuelle** passe à la vitesse supérieure

• **TéraHertz** : à la conquête d'un nouveau monde

• **L'eau dans l'industrie** : contraintes et défis

• **Les systèmes embarqués** : un déploiement tout azimut



Techniques
de l'Ingénieur



twitter.com/Instant_tech

INSTANTANES TECHNIQUES : un espace d'actualités en ligne, des Cahiers mensuels pour rester en veille permanente.

L'histoire montre que même lorsque l'économie ralentit, la science et la recherche, en entreprise comme dans les laboratoires, continuent à avancer. La course à l'innovation ne s'arrête jamais, elle serait même un facteur clé de la reprise... Dans ce contexte, Instantanés Techniques Online, à travers une veille actualité quotidienne et des cahiers mensuels, rend compte de ce foisonnement au jour le jour, et propose via les cahiers des dossiers complets sur les thématiques qui font ou feront l'actualité de l'innovation.

Ainsi, la thématique énergétique, si transversale, reste l'un des moteurs de l'innovation technologique industrielle, les enjeux se précisent. Les nouvelles énergies, renouvelables, développent leurs filières et cherchent à se frayer un chemin vers les marchés. C'est le cas pour l'éolien. Même si la France a récemment revu ses ambitions à la baisse en la matière, la France profite de ses côtes pour développer des projets offshore, plus rentables, pendant que la Chine profite d'une situation géographique favorable à l'expansion sans limite des techniques dites on-shore.

Mais d'autres thématiques, moins mises en avant dans l'actualité, sont également l'objet d'une course à l'innovation : c'est le cas de la réalité virtuelle. Technologie que l'on croyait destinée à développer une nouvelle génération de jeux vidéos, la réalité virtuelle, via les serious games par exemple, s'avère être un outil de formation plus pédagogique et réaliste que jamais.

Technologie innovante si l'en est, le TéraHertz. Même encore confinée dans les laboratoires, le TéraHertz offre des opportunités révolutionnaires en matière de contrôle sans contact, et pourrait à court terme investir des marchés comme ceux du contrôle qualité ou de la sécurité...

Enfin, retour sur un des enjeux majeurs du siècle qui débute : la qualité de l'eau. Et qui dit dépollution de l'eau dit innovation : La pression sur les industriels est de plus en plus grande en ce qui concerne les rejets d'effluents et d'eaux usées. Une législation de plus en plus contraignante qui oblige les industriels à réfléchir à des solutions innovantes pour économiser leur consommation d'eau, et garantir des rejets « aux normes ».

Bonne lecture

L'équipe de la rédaction
INSTANTANES TECHNIQUES

Les bilans mensuels complets, sur les 3 thématiques "Energies - Environnement", "Informatique - Electronique" et "Risques Chimiques" accompagnent les cahiers et constituent un repère périodique pour les acteurs de ces secteurs

twitter.com/Instant_tech



Découvrez
Instantanés Techniques
en ligne



web



© D.R.

• EXTRAITS D'INSTANTANÉS TECHNIQUES :

L'ÉOLIEN EN FRANCE

Chiffres clés : photographie du parc éolien français en 2009

Qui paye pour l'électricité éolienne, pour quel bénéfice ?

Raphaël Ménard (Elioth) : « Les éoliennes à axe vertical intégrées aux pylônes électriques ont un avenir »

ET AUSSI DANS L'ACTUALITÉ...

Bretagne : troisième projet éolien offshore proposé par Nass & Wind
L'énergie éolienne en substitution à d'autres sources d'électricité

L'ÉOLIEN EUROPÉEN A LE VENT EN POUPE

10 parcs éoliens offshore dans le monde... et tous en Europe

Supergrid : un réseau éolien offshore européen

Allemagne : un parc éolien offshore de 1.000 MW pour 2015

L'éolien en Espagne, ce n'est pas du vent

ET AUSSI DANS L'ACTUALITÉ...

L'UE fait la part belle à l'éolien offshore

Energies renouvelables : l'UE n'atteindra pas les objectifs fixés pour 2010

LA MONDIALISATION DE L'ÉOLIEN

La Chine détient un potentiel éolien majeur

Les Etats-Unis envisagent des échanges avec l'Union Européenne en matière d'éolien offshore

140 compagnies éoliennes offshore demandent à l'UE d'agir

10 parcs éoliens offshore dans le monde... et tous en Europe

ET AUSSI DANS L'ACTUALITÉ...

Chiffre clé : 100 GW d'éolien en Chine en 2020

L'Alaska : nouvel eldorado des énergies renouvelables ?

L'ÉOLIEN OU L'INNOVATION À TOUT-VA

Ces éoliennes qui produisent de l'eau

AXYS révolutionne l'évaluation de la ressource éolienne en mer

Nouvelle centrale hybride en Allemagne :

produire de l'hydrogène pour stocker de l'électricité éolienne

A lire
ici

Pour découvrir tous les articles relatifs à ce sujet, Rendez-vous en ligne.



web



Qui paye pour l'électricité éolienne, pour quel bénéfice ?

[Tribune] Pierre Bacher

La loi Grenelle I a fixé des objectifs ambitieux pour le développement de l'électricité éolienne en France. Alors que le Programme Pluriannuel d'Investissement (PPI) de 2006 avait visé 15 000 MW en 2015, la loi Grenelle I et le PPI 2009 prévoient 25 000 MW en 2020, dont 6 000 MW en mer. Pour encourager le développement de l'éolien, les pouvoirs publics ont garanti son achat par EDF à un tarif imposé. Mais au final, qui devra payer l'addition : le consommateur d'électricité ou le contribuable ?

La loi Grenelle I a fixé des objectifs ambitieux pour le développement de l'électricité éolienne en France. Alors que le Programme Pluriannuel d'Investissement de 2006 avait visé 15 000 MW en 2015, la loi Grenelle I et le Programme Pluriannuel d'Investissement 2009 prévoient 25 000 MW en 2020, dont 6 000 MW en mer (« offshore »). Pour encourager le développement de l'éolien, les pouvoirs publics ont garanti son achat par EDF à un tarif imposé. Comme pour l'électricité solaire [1], nous avons cherché à savoir combien cela coûte, qui y gagnera et qui devra payer l'addition : le consommateur d'électricité ou le contribuable [2] ?

Aux tarifs d'achat actuel (86 €/MWh en terrestre, environ 130 €/MWh en offshore), la charge financière, actualisée sur la durée de la garantie d'achat [3], sera :

- pour chaque MW installé en éolien terrestre, environ 2,2 millions d'euros soit, pour les 19000 MW prévus, 42 milliards d'euros ;
- pour chaque MW éolien « offshore », environ 6,5 millions d'euros soit, pour les 6.000 MW prévus, 39 milliards d'euros. Au total, les flux financiers, actualisés à 4 %, vont donc atteindre 80 milliards d'euros, autant que pour le solaire photovoltaïque.

Difficile de savoir exactement où va l'argent

A qui vont ces sommes colossales ?

Il est difficile de répondre à cette question, tant les données sur le sujet sont opaques. On peut penser cependant que le tiers ou un peu plus vont aux fournisseurs/installateurs, et le reste, soit largement plus de la moitié, aux promoteurs.

Qui paie ?

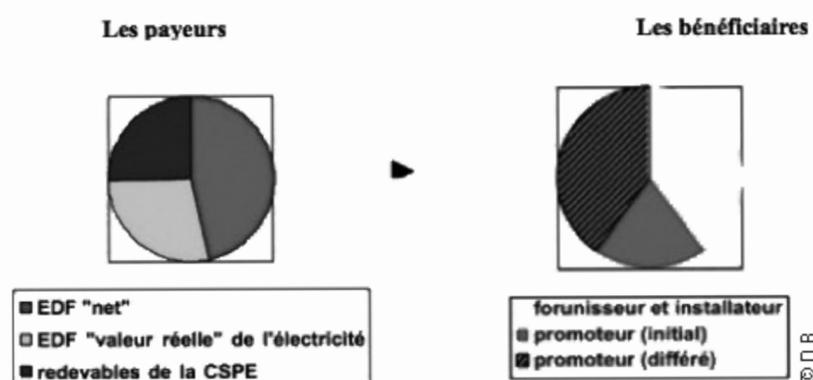
Pour l'essentiel, c'est EDF (ses actionnaires et ses clients) et l'ensemble des redevables de la « compensation du service public de l'électricité » (CSPE).

La CSPE est calculée en faisant la différence entre le tarif d'achat et le prix du marché de gros de l'électricité, évalué par la Commission de Régulation de l'Énergie à près de 80€/MWh, en moyenne, pour 2009. Faible pour l'éolien terrestre, elle sera en revanche très élevée pour l'offshore ; au total, la CSPE représentera près du quart du total.

Les trois quarts restants, environ 60 milliards d'euros, seront à la charge d'EDF qui, en échange, disposera chaque année des 60 et quelques TWh produits par les éoliennes.

Un tarif d'achat beaucoup trop élevé ?

Le tableau ci-dessous présente la répartition des sommes investies dans éolien suite au Grenelle, soit environ 80 G €.



Qui y gagne, qui y perd ?

A première vue, les grands gagnants sont les fournisseurs de machines et les promoteurs : en 2006, le prix d'une éolienne de 2 MW était descendu à 1.000 €/kW, et cette machine produisait un MWh à un coût compris entre 50 à 60 €, très inférieur au tarif d'achat garanti. Depuis, au lieu de continuer à baisser, le prix des éoliennes a connu une augmentation spectaculaire de 50 %, dont on peut légitimement se demander si elle n'est pas une conséquence directe d'un tarif d'achat beaucoup trop élevé [4] ! Et aujourd'hui, face à la hausse des prix des machines, le lobby éolien réclame une augmentation du tarif d'achat.

Un mix énergétique dominé par le nucléaire et l'hydraulique

Les grands perdants sont évidemment EDF et, dans le cas de l'éolien offshore, les redevables de la CSPE. La charge financière annuelle de l'éolien, autour de 2020, sera supérieure à 4 milliards d'euros, soit près de 10 % du chiffre d'affaire d'EDF en France [5]. Certes, EDF disposera des 60 TWh produits par les éoliennes : mais ceux-ci étant produits de façon aléatoire vont se substituer à un mix électrique, dominé par le nucléaire et l'hydraulique, dont le coût marginal moyen est inférieur à 30 €/MWh [6].

En principe, le développement de l'éolien en Europe a pour objectif principal la réduction des émissions de CO₂ dues à la production d'électricité. En pratique, cet objectif est probablement atteint dans les pays très dépendants des combustibles fossiles pour leur production d'électricité (Danemark, Espagne, Allemagne).

Ce n'est pas le cas en France. On aurait pu espérer, au moins, que l'industrie nationale bénéficie du soutien massif apporté à cette technique, mais celle-ci est logiquement dominée par les industries danoise et allemande (et, demain, chinoise).

Il est grand temps, pour l'éolien comme pour les autres mesures du Grenelle de l'environnement, que ces ordres de grandeur soient mis sur la table, au lieu d'être passés sous silence. Les responsables politiques doivent pouvoir évaluer sérieusement les avantages et les inconvénients des différentes actions engagées au nom de la lutte pour la protection du climat car, qu'on le veuille ou pas, les ressources financières de la France sont limitées.

Sources :

[1] P. Bacher - « Les tarifs d'achat du solaire photovoltaïque doivent baisser vite » Tribune Veille Techniques de l'Ingénieur - 2 juillet 2009

[2] P. Bacher - « Loi Grenelle I et flux financiers » - Revue de l'Énergie (à paraître)

[3] durée de garantie du tarif d'achat : 15 ans pour l'éolien terrestre, 20 ans pour l'éolien offshore

[4] F. Poizat - « L'apprentissage de la subvention durable » <http://sauvonsleclimat.org> 14 juillet 2009

[5] On notera que l'obligation d'achat des électricités éolienne et photovoltaïque représentera, autour de 2020, près de 20 % du chiffre d'affaire d'EDF en France ; c'est l'ordre de grandeur des hausses de tarif demandée par EDF pour les prochaines années.

[6] Les seules dépenses évitées sont celles des combustibles (nucléaire et fossiles), des provisions pour la gestion des déchets et d'une éventuelle taxe sur le CO₂. Le chiffre de 30 €/MWh est obtenu en admettant que le nucléaire est marginal 60 % du temps, le fossile 30 % et la pointe « spot » 10 %, et en négligeant les dépenses de raccordement au réseau.

Pierre Bacher, ancien élève de polytechnique, est l'auteur de « L'énergie en 21 questions » - édition Odile Jacob (2007), membre du conseil scientifique de Sauvons le Climat et éditorialiste à l'Espace Veille de Techniques de l'ingénieur.

Mots clés : Grenelle, électricité, éolien, Energie



© Eole Water

VITE S'INFORMER

Ces éoliennes qui produisent de l'eau

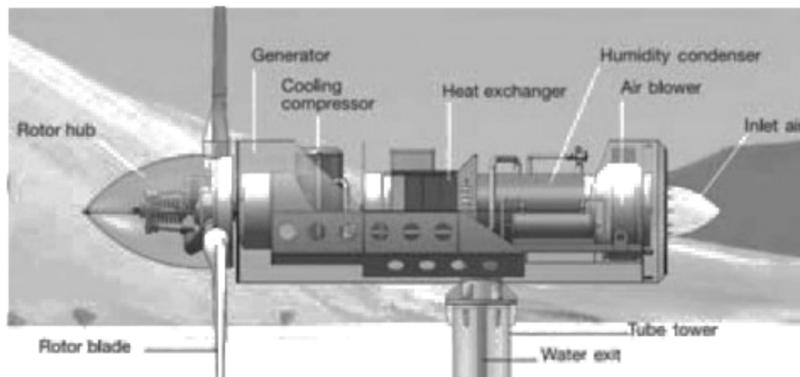
Boirons-nous un jour de l'eau captée dans l'air par des éoliennes ? La question n'a rien de saugrenu : plusieurs prototypes d'éoliennes produisant de l'eau douce grâce à l'humidité présente dans l'air, sans rejet de CO₂ et sans consommation d'énergie externe, sont en cours de développement.

L'air contient en effet de l'eau à l'état gazeux. Sa quantité dépend à la fois de la température ambiante et du taux d'humidité relative. La ressource est potentiellement énorme : la quantité d'eau douce sous forme de vapeur d'eau présente dans l'air est équivalente à celle sur terre à l'état liquide. Alors que l'eau douce est une denrée rare (elle ne représente que 2,5 % de l'eau présente à la surface de la Terre) et sera l'un des enjeux majeurs du XXI^e siècle, le marché pourrait être prometteur.

Plusieurs sociétés sur les rangs

Une jeune PME française, Eole Water (anciennement Eole Tech), vient de breveter son système après dix ans de recherche. Implantée à Sainte-Tulle, dans les Alpes de Haute-Provence, elle conçoit des dispositifs éoliens de production d'eau par condensation, sans rejet de CO₂, en générant aussi de l'électricité.

Elle a conçu toute une gamme d'éoliennes à eau.



© Eole Water

Son modèle mobile "WMS 500", haut de 14 mètres et muni d'une turbine de 8,5 mètres, produit 514 litres d'eau en 24 heures, dans des conditions normales, selon la société (photo ci-dessus). La société cherche aujourd'hui des partenaires financiers pour lancer l'industrialisation.

Mais elle n'est pas la seule sur les rangs. En Australie, Maxwell Edmund Whisson, un inventeur, a été parmi les premiers à concevoir un prototype, présenté dès 2007. Son engin, un moulin à vent au design avant-gardiste, est capable de capter l'eau présente dans l'air.

L'eau est récupérée par un système de réfrigération condensation. Le tout est greffé sur une éolienne futuriste, sans pales et disposant d'un aileron d'avion. Pour l'instant, son invention n'a pas été commercialisée.

Autre exemple, Dutch Rainmaker, une entreprise néerlandaise, qui a mis au point un prototype capable de produire jusqu'à 500 litres d'eau potable par jour. L'énergie du vent alimente un système frigorifique installé dans un pylône, l'eau étant récupérée ensuite par condensation. Un projet pilote est installé à Wetsalt, en Allemagne (voir la vidéo en ligne).

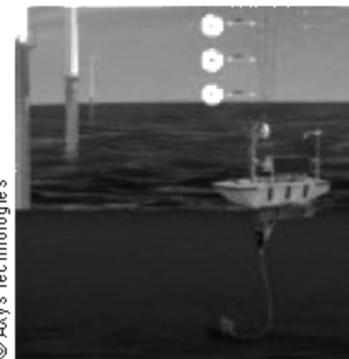
Encore des freins

Ces technologies pourraient déboucher sur de nombreuses applications, commerciales, agricoles ou humanitaires. Mais si le marché mondial est potentiellement très important, plusieurs freins subsistent. Les prototypes doivent faire la preuve de la fiabilité de leurs performances en termes de production d'eau. Et ils devront ensuite passer le cap de l'industrialisation pour arriver à des niveaux de prix acceptables.

La question de l'impact de ces éoliennes à eau sur le climat pourrait aussi se poser : si l'eau se raréfie dans l'atmosphère, son cycle sera perturbé et, par exemple, la formation des nuages serait alors altérée. Une question qui ne se posera toutefois qu'en cas de déploiement de ces éoliennes à grande échelle.

Source : Green Univers

Mots clés : Développement durable, Eole Water, air



© Axys Technologies

VITE S'INFORMER

AXYS révolutionne l'évaluation de la ressource éolienne en mer

Les compagnies canadiennes Axys Technologies basée à Sidney en Colombie Britannique, spécialisée dans la surveillance marine à distance, et la compagnie Catch The Wind Ltd. ont mis au point un système conjoint de recherche et de mesure de ressources éoliennes en mer, WindSentinel, permettant de situer plus rapidement et à moindre coût les lieux d'implantations possibles d'éoliennes.

Au cœur de la WindSentinel se trouve le laser Vindicator de Catch the Wind Ltd., capable de mesurer en temps réel les vitesses horizontale et verticale des vents à partir de plates-formes en mer en mouvement. L'ensemble a été installé le 26/10/2009 pour un essai sur site au large de Race Rocks Island, en Colombie-Britannique. En cas de succès, cette bouée et son capteur laser pourraient constituer un système d'évaluation du vent tout à fait révolutionnaire permettant d'économiser plusieurs millions de dollars au moment de la prospection des sites éoliens offshore potentiels.

En effet, à l'heure actuelle, l'évaluation des sites classiques pour des exploitations éoliennes de grande envergure s'opère en construisant une tour permanente en mer, tour dont le coût peut facilement grimper jusqu'à 10 millions de dollars. S'il tient ses promesses lors des essais, WindSentinel pourrait permettre d'ouvrir la prospection éolienne offshore à tous ceux qui n'ont pas une pareille somme à investir avant même de savoir s'il s'avèrera rentable d'implanter des éoliennes ici ou là ! Les petits territoires insulaires, les municipalités côtières, certaines bases

militaires et, d'une façon générale, toutes les structures plus modestes que les méga-parcs éoliens en mer commandités par des États et des consortiums d'industriels pourraient être les premiers bénéficiaires de la technologie WindSentinel.

Comment ça marche ? Grâce à ces trois faisceaux laser fixes, ce capteur peut prendre des mesures soit sur un seul point bien déterminé soit sur plusieurs points à la fois jusqu'à une distance maximale de 300 mètres et ceci en mouvement et aussi bien à la verticale qu'à l'horizontale. De quoi faire tourner la tête de n'importe qui ! Les données recueillies sont alors immédiatement transmises et traitées via une sélection d'options télémétriques par l'AXYS Controller Watchman 500.

Tous ces composants sont embarqués dans la bouée AXYS Nomad, une plate-forme aux propriétés déjà bien éprouvées lors d'exploitations dans des environnements maritimes extrêmes. L'avantage de ce système, contrairement aux tours de collectes de données fixées en mer est, bien entendu, la mobilité : pouvoir recueillir des données sur la ressource éolienne en plusieurs points d'un territoire maritime sans qu'il soit besoin à chaque déplacement de demander une autorisation administrative d'implantation pour le faire s'avère évidemment très appréciable en terme de gain de temps. C'est l'ensemble de la procédure d'évaluation qui s'en trouve ainsi considérablement simplifiée. Axys Technologies fait remarquer que, pour le coût d'une seule tour fixe traditionnelle, il est possible de déployer une véritable armée de WindSentinel en plusieurs points d'un futur parc éolien à installer. La réactivité du système le rend imparable !

Source : *Les énergies de la mer*

Par Francis Rousseau , rédacteur en chef de plusieurs blogs portant sur l'environnement et les énergies renouvelables, dont un spécialisé dans les énergies marines : Les énergies de la mer. Ces blogs sont réalisés pour 3B Conseils, cabinet conseil en communication scientifique et technique et bureau d'études, organisateur des Entretiens Science et Ethique.

Mots clés : WindSentinel, Axys, Energie

Pour découvrir tous les articles
relatifs à ce sujet,
Rendez-vous en ligne.



web

Énergie éolienne pour la fourniture d'électricité

par **Jean-Marc NOËL**

Ingénieur de l'École navale
Ingénieur conseil

1. Contexte actuel	BE 8 585 - 2
1.1 Substitution de l'électricité éolienne aux autres sources d'électricité	— 2
1.2 Économie de la substitution de l'électricité éolienne aux autres sources	— 3
1.3 Prix de l'électricité éolienne	— 3
1.4 Prix du carbone évité	— 4
1.5 Conclusion sur le contexte actuel.....	— 4
2. Ressource : gisements éoliens	— 4
2.1 Expression	— 4
2.2 Localisation par rapport aux besoins	— 4
2.3 Variations locales	— 5
2.4 Étude locale du gisement éolien.....	— 7
2.5 Codes numériques de calcul	— 8
3. Aérogénérateurs	— 9
3.1 Contraintes de conception	— 9
3.2 Autres principes de fonctionnement	— 11
3.3 Support	— 12
3.4 Comparaison des performances des aérogénérateurs.....	— 12
3.5 Groupements d'aérogénérateurs : centrales éoliennes.....	— 13
4. Insertion de l'électricité éolienne dans les réseaux	— 14
4.1 Codes de couplage.....	— 14
4.2 Prévission de la production et marché	— 14
4.3 Aspects économiques.....	— 15
5. Gestion de l'énergie éolienne	— 15
5.1 Organisation	— 15
5.2 Réglementation	— 15
5.3 Brevets	— 16
6. Conclusion	— 16
Pour en savoir plus	Doc. BE 8 585

Dès la première crise pétrolière de 1973, les pays de l'OCDE (Organisation de coopération et de développement économique, pays riches et développés) se sont intéressés à l'énergie éolienne pour l'injection d'électricité dans les réseaux nationaux. Les crises pétrolières se succédant, cet intérêt a perduré et augmenté.

Depuis quelques années, les prémisses d'une crise climatique subséquente à la diffusion des gaz à effet de serre dans l'atmosphère, gaz que l'électricité éolienne libère en quantité négligeable, ont encore accru cet intérêt.

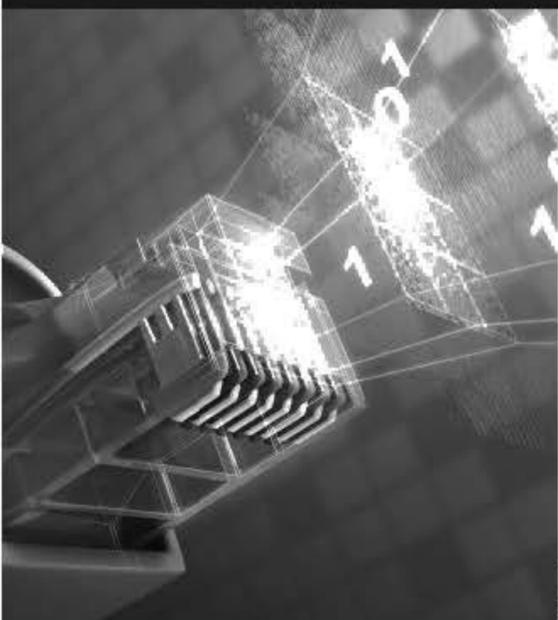
La volonté publique de développer l'électricité éolienne a été marquée dans la plupart des pays de l'OCDE par l'obligation faite aux distributeurs d'électricité d'acheter l'électricité éolienne à des prix rémunérateurs pour les développeurs et très supérieurs aux prix moyens constatés sur les marchés, sans limitation de quantité. Le différentiel entre le prix d'achat aux développeurs et le prix moyen du marché est supporté par le consommateur.

Vous avez droit à un essai gratuit sur le site, pensez-y pour lire la suite de cet article

Pour découvrir tous les articles relatifs à ce sujet, Rendez-vous en ligne.



web



© iStock

• EXTRAITS D'INSTANTANÉS TECHNIQUES :

À LA UNE

Réalité virtuelle : ces sujets qui font le buzz dans les labos

Salon Laval Virtual 2010

Partir de l'utilisateur, et construire autour de lui

Les exposants primés à Laval Virtual 2010

COMPRENDRE

Développement des technologies de réalité virtuelle

Le CRVM se spécialise dans la recherche

sur le comportement humain en situation immersive

Comment l'INRIA revisite les interactions à gestes

10 mots pour parler le langage de la réalité virtuelle

ÉVALUER

Réalité virtuelle : des acteurs plus structurés et mieux positionnés

Le jeu vidéo, un moteur puissant pour la réalité virtuelle

La réalité virtuelle dans l'industrie : développement
des produits et des processus

Prototypage virtuel d'une usine pétrochimique

IN SITU

Nous entrons dans une phase où nous utilisons la réalité virtuelle
de manière opérationnelle

Quand la formation se décline au virtuel : l'exemple de GVT

Réalité virtuelle et conception : méthodes

PRODUITS

Un tableau de bord entièrement virtuel

COMPRENDRE

IBM fait un pas de plus vers le cerveau virtuel

Les nouveaux robots Eporo de Nissan imitent les bancs de poissons

Un nouveau système pour convertir les cartes 2D en 3D

A lire
ici

• EXTRAITS DE LA BASE DOCUMENTAIRE

[Les Essentiels] : Apports Énergie éolienne
pour la fourniture d'électricité (BE 858 5)

Pour découvrir tous les articles
relatifs à ce sujet,
Rendez-vous en ligne.



web



© D.R.

IN SITU

« *Partir de l'utilisateur, et construire autour de lui* »

[Interview] Simon Richir - Professeur aux Arts et Métiers/Paris-Tech, Directeur scientifique du salon Laval Virtual

Professeur aux Arts et Métiers – Paritech, Directeur scientifique de Laval Virtual, Simon Richir a lancé ce qui est aujourd'hui le premier salon européen consacré à la réalité virtuelle. Laval Virtual 2010 s'est déroulé il y a quelques semaines, attirant professionnels et grand public. Le directeur scientifique du salon revient sur les innovations marquantes du salon, et sur ce qui fait le succès du salon – et de la réalité virtuelle – depuis quelques années.

Techniques de l'Ingénieur : Comment a commencé Laval Virtual ?

Simon Richir : La première édition du salon a eu lieu en 1999. A l'origine, c'est à la demande du député maire de Laval de l'époque, soucieux de faire évoluer l'image de la Mayenne, que nous avons imaginé puis proposé d'organiser, avec l'aide d'une équipe de 20 étudiants de Master, un événement international autour de la réalité virtuelle. Nous avons tout de suite fait le choix d'ouvrir le salon aux professionnels mais également au grand public le week-end. Et Laval Virtual a tout de suite bien marché. En 2005, nous avons décidé d'implanter à Laval un laboratoire de recherche Arts et Métiers ParisTech, pour mener nos propres recherches dans le domaine de l'innovation et de la réalité virtuelle. Laval Virtual 2010 est déjà la douzième édition, et cette année le week-end ouvert au public a attiré plus de 9.000 visiteurs. Indéniablement, le grand public est de plus en plus concerné par les innovations issues de la réalité virtuelle.

Le marché de la réalité virtuelle a évolué ces dix dernières années. Comment le ressentez-vous à travers le salon ?

Au début, les exposants venaient surtout dans l'espoir de vendre des outils aux universitaires. La majorité du business se faisait avec des organismes scientifiques. Les choses ont bien changé. En fait, le marché s'est même inversé. Il y a douze ans, les industriels ne représentaient que 30% du marché de la réalité virtuelle. C'est 70% aujourd'hui.

Qu'est-ce qui fait aujourd'hui le succès d'un salon comme Laval Virtual ?

Pour nous, l'important est que les exposants repartent avec des idées, des projets, des contacts... il faut continuer à avancer. Le salon permet aux exposants de se rencontrer et d'échanger sur le salon. On constate également que la crise financière n'a pas eu d'impact réel sur le marché de la réalité virtuelle, qui reste en croissance.

Quelles sont innovations marquantes qui ont marqué le salon cette année ?

Cristal est une table interactive. C'est typiquement le genre d'outil qui pourrait rapidement trouver une place sur le marché. Cristal (Control of Remotely Interfaced Systems using Touch-based Actions in Living spaces) est une table interactive qui permet de gérer toute l'électronique de la maison très simplement. C'est un appareil de convergence fabuleux. Aujourd'hui, on travaille en pariant que demain, tous les objets seront communicants. Et il y aura un point central, Cristal en est l'illustration, qui gèrera tout cela.

Et au niveau de la réalité augmentée ?

Aujourd'hui, nous ne travaillons plus uniquement sur les interactions par l'image. La réalité augmentée nous apporte des informations supplémentaires. On peut dire que la réalité augmentée est une prolongation de la réalité virtuelle. À la base, c'est la Wiimote de Nintendo qui a vraiment démocratisé la réalité virtuelle auprès du grand public. Puis le logiciel libre AR Toolkit et l'iPhone avec son écran tactile intuitif ont facilité l'explosion des applications de la réalité augmentée. Ces succès technologiques ont agi comme un déclic dans l'esprit du grand public, qui voit mieux l'intérêt des outils que nous présentons.

La 3D est aussi au centre de beaucoup de dispositifs innovants...

Oui. Le Scan 3D nouvelle génération est à ce titre une réalisation très intéressante. Il s'agit d'une innovation importante, présentée par Leica (ScanStation C10), qui permet, facilement, de scanner un objet pour obtenir sa modélisation en 3 dimensions.

Barco, un fabricant de vidéoprojecteurs qui équipe le salon, installe aujourd'hui la 3D dans plus d'un cinéma français tous les jours (500 salles par an). Malgré la crise, le secteur de la réalité virtuelle reste très actif.

Quel est le grand sujet de recherche actuellement ?

Les interactions intuitives demeurent un grand sujet de recherche. Mais le langage tactile naturel nous permet d'imaginer une suite logique, celle où l'utilisateur n'a plus besoin de toucher l'écran. Le projet Natal, mené par Microsoft, a tenté le pari. Concrètement, c'est une caméra, connectée à la console, qui sera chargée de capter les mouvements dans certains jeux mais également les expressions faciales puis de les interpréter pour les retranscrire dans le jeu. Un pas en avant énorme qui simplifiera largement l'immersion.

Quels sont les grands défis à venir en matière de réalité augmentée ?

Les défis restent nombreux. Le premier d'entre est de continuer nos recherches sur la convergence des objets. C'est un enjeu important. Les robots communicants constituent aussi un défi important. Prenons l'exemple le plus emblématique qui est celui du Japon. La population de ce pays va diminuer de 25% dans les quarante prochaines années (de 127 à 100 millions d'habitants). Plutôt que de faire appel à l'immigration, les japonais ont décidé de miser sur le développement de robots pour effectuer les tâches laissées vacantes.

Et au niveau médical ?

Le professeur Naoki Suzuki, membre éminent de la faculté de médecine de Tokyo et spécialiste de la réalité virtuelle, a fait forte impression en présentant l'activité de son laboratoire, qui opère à distance des patients et utilise la réalité augmentée dans une salle d'opération futuriste. C'est grâce à des micro-caméras 3D, qui filment en relief, que le chirurgien, commande un mini-robot muni de 2 pinces à retour d'effort et opère, l'œil fixé sur un grand écran LCD 3D. C'est une réelle prouesse.

Des freins subsistent pourtant...

Les verrous persistants restent la virtualisation des organes au niveau de la texture, des tissus. Les interactions entre les organes restent également un problème.

Le deuxième verrou est pour l'instant culturel. Les facultés de médecine ont des habitudes de formation « historiques » et il est compliqué de tout changer comme ça. Disons qu'il a été beaucoup plus simple de passer aux simulations avec l'aviation qu'avec la médecine car le retour sur investissement est immédiatement mesurable (le coût d'immobilisation d'un avion pour former un pilote est plus élevé que le coût d'utilisation d'un simulateur de vol). Mais comme nous l'a montré le professeur Suzuki, les choses avancent.

Quelles sont les autres pistes suivies ?

L'exosquelette est un sujet qui occupe beaucoup de chercheurs. La possibilité pour les personnes âgées, de voir leur déplacement facilité, mais aussi pour les travailleurs, d'effectuer des travaux pénibles plus facilement intéresse beaucoup de gens.

Quel est le rôle aujourd'hui de Laval Virtual ?

Aujourd'hui, nos règles sont simples. On part de l'utilisateur, et on construit autour de lui. Les chercheurs et les industriels l'ont compris. Laval Virtual reste aussi un lieu d'échange international. Nous accueillons beaucoup d'étudiants qui ont une créativité incroyable. Nous regardons beaucoup ce qu'ils font, et cette émulation est très positive. C'est un des rôles du salon que de servir de plate-forme mondiale d'échange et de créativité.

Propos recueillis par P.T

Mots clés : réalité augmentée, salon, Traitement du signal, Laval virtual, réalité virtuelle, Simon Richir



IN SITU

Quand la formation se décline au virtuel : l'exemple de GVT

La solution generic virtual training, développée par Nexter training, obtient des

résultats comparables à une formation en réel, en tout cas pour la maintenance du char Leclerc. Avec deux principaux avantages clés : une réduction des coûts et des risques d'accidents.

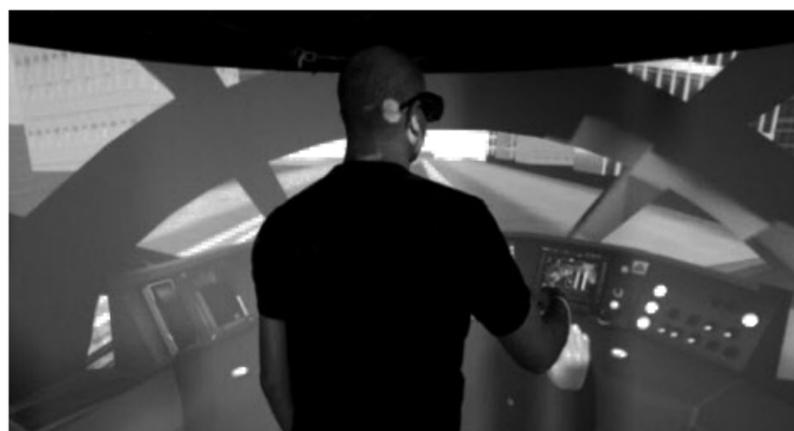
GVT, generic virtual training, la solution de Nexter training, est né d'un besoin de l'armée de terre pour la maintenance du char Leclerc. « La réalité virtuelle nous a permis de proposer une solution plus économique avec un niveau de qualité relativement identique », explique Jean-François Pellarin, directeur général de Nexter training, filiale de Nexter, détenue par Giat Industries. Car le réel coûte cher, en immobilisation de matériel et en entretien, surtout lorsqu'il s'agit d'un char. « Au delà, la réalité virtuelle présente un deuxième avantage : celui de limiter le risque d'accident », continue-t-il. Par ailleurs, cette technologie est particulièrement bien adaptée aux jeunes diplômés ayant une culture du jeu vidéo. Les modules de formation se rapprochent de plus en plus des serious games.

Depuis l'armée de terre, l'utilisation de la réalité virtuelle dans la formation a fait bien d'autres adeptes. Ainsi, en 2009, Nexter training a-t-il enregistré une hausse de 50 % de son chiffre d'affaires dans le domaine civil, grâce aux commandes de neuf nouveaux clients.

Cette solution s'applique essentiellement à des process industriels (voiture, train, métro, avion, centrale nucléaire...). GVT est par exemple utilisé par la SNCF pour un module de formation sur la maintenance du « système WC eau claire » du TGV, ce qui lui a d'ailleurs valu de remporter le trophée de l'innovation du salon Laval Virtual. La solution intéresse également des organismes de formation qui commencent à étudier de près les technologies de réalité virtuelle. Les outils deviennent en effet plus accessibles financièrement. Ainsi, pour des scénarios simples, le coût de GVT est d'environ 10.000 euros. Quant au matériel nécessaire, selon les besoins, il peut se limiter à un simple PC. Reste qu'il faut réussir à intégrer avec cohérence ce type de solution dans l'ensemble de l'offre de formation d'une entreprise.



GVT a été optimisé pour un apprentissage à la fois en matière de savoir (connaissances), de savoir-faire (maintenance, mise en œuvre) et de savoir-être (formation collaborative avec plusieurs personnes ensemble, y compris des personnes virtuelles). « Nous avons beaucoup travaillé la pédagogie avec des universitaires partenaires », indique Jean-François Pellarin. Ce qui est générique, c'est en effet le moteur pédagogique, la façon dont l'instructeur intervient ou encore la mémorisation des tâches.



En matière de formation, la question de l'efficacité fait l'objet de nombreuses recherches. Apprend-on aussi bien en virtuel qu'en réel ? Cela dépend bien sûr des objectifs de la formation. On peut devenir un grand pilote de Formule 1 sur un simulateur, on ne saura pas pour autant conduire en réel. Concernant GVT, Nexter training a mené un projet de recherche en partenariat avec l'Enib de Brest, qui fera l'objet d'une publication.

Il s'agissait de déterminer si la formation avec GVT valait une formation classique. Pour cela, les chercheurs ont réuni deux populations d'intérimaires dans le domaine de la mécanique, non spécialistes, ayant un niveau Bac / Bac+2. 42 intérimaires ont été répartis en deux groupes de 21. Un groupe a reçu une formation sur un outillage complexe du char Leclerc de deux heures sur PC avec GVT. L'autre groupe a suivi un cours traditionnel, c'est-à-dire une formation avec des instructeurs sur matériel réel, pour un total de deux heures également. Chaque personne a ensuite réalisé une tâche en individuel sur du réel, avec contrôle des temps, le tout filmé. « Les temps de réalisation ont été presque les mêmes et la qualité des prestations sensiblement égale », conclut le directeur général.

En matière de recherche, Nexter training travaille actuellement sur le collaboratif, le tutorat et l'utilisation d'humanoïde.

C.G.

Mots clés : réalité augmentée, traitement du signal, réalité virtuelle, formation



COMPRENDRE

Les nouveaux robots Eporo de Nissan imitent les bancs de poissons

Le constructeur automobile japonais s'est inspiré du comportement des bancs de poissons pour améliorer son système de prévention d'accidents. Résultat : le robot voiture Eporo présenté sur le salon Ceatec Japan 2009. Explications.

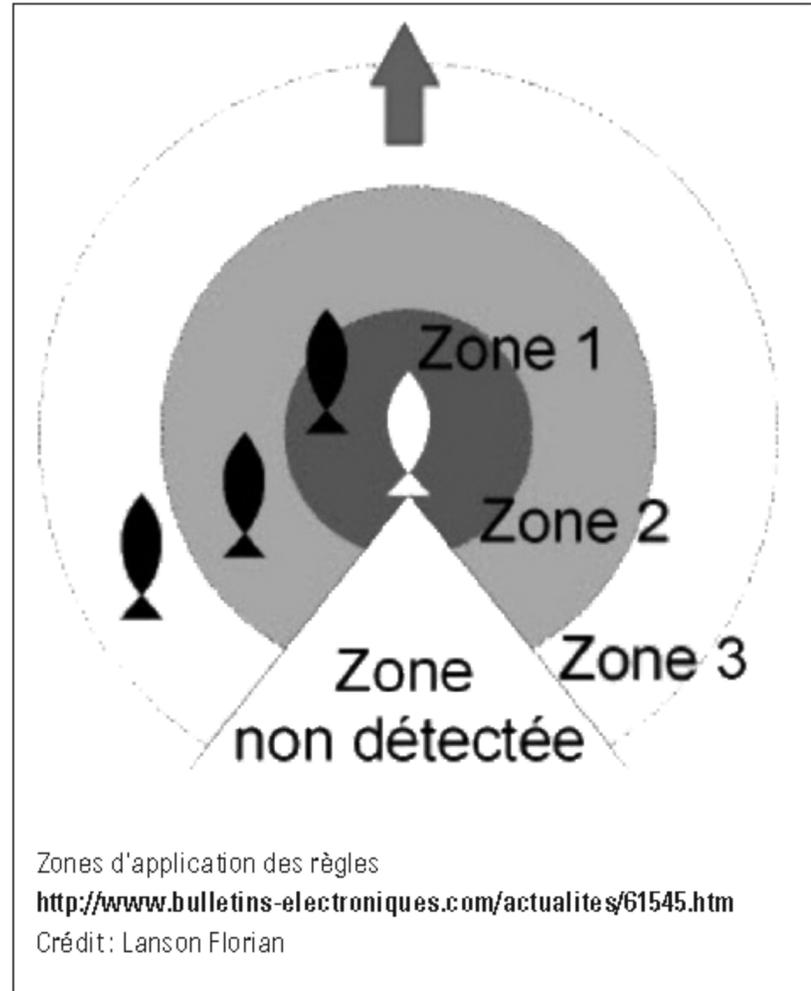
<http://www.bulletins-electroniques.com/actualites/61545.htm>
Lors du salon CEATEC Japan 2009, qui a eu lieu du 6 au 10 octobre au Makuhari Messe de Chiba, Nissan a présenté son nouveau type de robot-voiture nommé Eporo. Le constructeur automobile s'est inspiré du comportement des bancs de poissons pour améliorer son système de prévention d'accidents. Les algorithmes développés par les ingénieurs de l'entreprise permettent aux appareils d'éviter des obstacles sans provoquer de collisions avec les autres Eporo en mouvement. Ces algorithmes sont basés sur trois règles qui s'appliquent en fonction des zones définies ci-dessous.



Présentation d'Eporo à CEATEC Japan 2009 (vidéo en anglais),
© Networkworld

Règles du comportement des poissons :

- Zone 1 : éviter des Collisions. Changer la direction du mouvement sans entrer en collision avec d'autre poisson.
- Zone 2 : avancer côte à côte. Avancer côte à côte avec d'autres poissons tout en gardant une certaine distance entre chaque poisson et en faisant correspondre leur vitesse.
- Zone 3 : se rapprocher. Se rapprocher des poissons qui se situent à distance.



Pour reconnaître leur entourage et se déplacer, les poissons tirent parti principalement de la vue et de la ligne latérale, organe sensoriel présent le long du flanc de l'animal qui permet de percevoir les vibrations de l'eau. Ils forment ainsi des bancs en utilisant les trois règles définies précédemment. Pour reproduire le sens de la vue et la ligne latérale, Nissan recourt respectivement à des communications Ultra Wideband (UWB) et à un télémètre laser. L'UWB est utilisé pour calculer la position de la cible et son écart en se servant du temps de propagation des signaux. Le télémètre mesure la distance d'un obstacle proche grâce à la réflexion d'un rayon laser

Chaque Eporo distribue les informations qu'il possède à son entourage grâce à de courtes transmissions, ce qui permet au banc de voyager en toute sécurité tout en changeant sa formation en fonction du besoin (voies larges ou étroites). Il s'agit, selon l'entreprise, de la première fois au monde qu'un groupe de robots se déplace en partageant leur positionnement via les technologies de communication. A noter tout de même que ces méthodes ne prennent toute leur ampleur que lorsqu'elles sont appliquées à l'ensemble des véhicules sur la route.

Ces nouvelles techniques ont été développées dans le but d'améliorer le concept de bouclier de sécurité (ou « Safety Shield ») de Nissan. L'entreprise souhaite en effet mettre au point un système de sécurité basé sur l'idée qu'un véhicule doit aider et protéger les personnes dans les différentes situations de conduite allant de la simple ligne droite à l'accident.

Mots clés : eporo, système anti-collision, Robotique, nissan

En savoir plus : site officiel de CEATEC - <http://www.ceatec.com>

Source : Communiqué de presse Nissan, 01/12/2009 -

http://www.nissan-global.com/EN/NEWS/2009/_STORY/091001-01-e.html

Rédacteur : Florian LANSON, [adjoint\(stic@ambafrance.tiret\)jp\(point\)org](mailto:adjoint(stic@ambafrance.tiret)jp(point)org)
523-STIC-2492

Origine : BE Japon numéro 523 (11/12/2009) - Ambassade de France au Japon / ADIT
<http://www.bulletins-electroniques.com/actualites/61545.htm>

Apports de la réalité virtuelle à la prise en charge du handicap

par Évelyne KLINGER

Au cours des vingt dernières années, thérapeutes et chercheurs se sont saisis des potentiels de la réalité virtuelle dans l'objectif d'améliorer la prise en charge du handicap. Ils ont ainsi développé de nouvelles approches d'évaluation et de rééducation des fonctions cognitives et motrices.

La valeur ajoutée de la réalité virtuelle, au niveau de la motivation, de la validité écologique, de la sécurité, ou encore de l'objectivité, éclaire sur son utilité.

Évelyne KLINGER est Ingénieur et Docteur en informatique. Responsable d'ELHIT (Équipe lavalloise handicaps et innovations technologiques), Arts et Métiers Paris Tech. Lab. P&I Angers-Laval.

1. Contexte

■ Selon les **prévisions de l'INSEE, en 2050**, un habitant sur trois serait âgé de 60 ans ou plus, contre un sur cinq en 2005 [1]. Ce vieillissement attendu de la population laisse ainsi présager un accroissement du nombre des personnes touchées par des dysfonctionnements, notamment en raison de la survenue de pathologies neurodégénératives.

Dans une autre problématique de notre société française, plus de 150 000 personnes par an, le plus souvent des jeunes entre 15 et 25 ans, sont victimes d'un traumatisme crânio-cérébral (TCC), principalement lors d'un accident de la route [2]. Les séquelles peuvent être constituées de déficiences sensori-motrices et/ou cognitives, handicapant les personnes concernées dans leurs activités de la vie quotidienne et leur retour à l'autonomie.

Vieillesse de la population et TCC constituent un problème de santé majeur. La prise en charge des dysfonctionnements induits est lourde et, souvent, en dessous de l'efficacité souhaitée.

■ **L'idée d'utiliser la réalité virtuelle dans la prise en charge de handicaps** est née de différentes constatations et expérimentations. Ainsi, les simulateurs de vol ont-ils montré leur efficacité et leurs potentiels dans l'apprentissage de compétences [3]. D'un autre côté, des expérimentations, comparant l'entraînement en monde virtuel et en monde réel, ont montré les atouts de la condition virtuelle, notamment en raison des possibilités variées de feedback sur la performance. Citons, par

exemple, cette étude concernant la pratique du tennis de table [4], la réalité virtuelle permettant de décomposer les tâches, de focaliser l'attention.

Lorsque l'on spéculé sur les possibles applications de la réalité virtuelle dans la prise en charge du handicap, il est nécessaire de considérer les découvertes se rapportant aux capacités préservées de mémoire et d'apprentissage à la suite d'un traumatisme crânien et dans certaines formes de démence. Les environnements virtuels, avec leurs aspects interactifs et immersifs, vont fournir des applications d'entraînement exploitant les capacités procédurales et implicites préservées. Par conséquent, les processus cognitifs pourront être restaurés via des procédures pratiquées de façon répétitive dans un environnement qui contient des demandes fonctionnelles du monde réel.

Ainsi que nous le verrons par la suite, l'application des technologies de la réalité virtuelle à la réhabilitation des déficits cognitifs, moteurs et fonctionnels fournit une méthode de traitement systématique qui intègre les meilleures caractéristiques des approches réadaptative et fonctionnelle [5], [6].

2. Problématique

Étant données les approches multiples de la réalité virtuelle et du handicap, il nous apparaît indispensable de caractériser en quelques mots notre acception de ces deux domaines.

2.1 Réalité virtuelle

■ **La réalité virtuelle est un domaine pluridisciplinaire** qui repose, à la fois, sur les Sciences de l'ingénieur et sur les Sciences humaines. Sa finalité est d'entraîner une personne dans des activités cognitives et sensori-motrices réalisées en temps réel, en l'immergeant dans un monde artificiel, créé numériquement, et pouvant simuler certains aspects du monde réel [7].

Vous avez droit à un essai gratuit sur le site, pensez-y pour lire la suite de cet article

Pour découvrir tous les articles relatifs à ce sujet, Rendez-vous en ligne.



web

Innovations sur les interfaces haptiques tactiles et impactiles

par Moustapha HAFEZ, Mohamed BENALI-KHOUDJA, José LOZADA, Samuel ROSELIER et Jean-Pierre NIKOLOVSKI

Le toucher est un sens très riche mais encore peu exploité dans les interactions avec les dispositifs matériels et logiciels. Quelques concepts, applicables à l'aide aux déficients visuels, aux interfaces musicales ou encore à la communication interactive, ont été développés au CEA LIST.

Jean-Pierre NIKOLOVSKI est ingénieur de recherche au CEA. Ses travaux sur les interfaces impactiles ont démarré lors de sa thèse de doctorat au Laboratoire d'Optique Physique à l'École Supérieure de Physique et Chimie industrielle de la ville de Paris.

Moustapha HAFEZ est expert sénior au CEA LIST et responsable du Laboratoire Interfaces Sensorielles. Il est aussi professeur chargé de cours au département de mécanique à l'École Polytechnique.

Samuel ROSELIER est ingénieur chercheur au CEA. Ses travaux portent sur la conception d'interfaces tactiles et haptiques embarquées pour l'aide aux déficients visuels.

José LOZADA est doctorant au Laboratoire des Interfaces Sensorielles du CEA-LIST. Ces travaux de recherche sur les interfaces homme-machine à base de fluide magnéto-rhéologiques se réalisent au sein d'une collaboration avec Xavier BOUTILLON du Laboratoire de Mécanique de Solides de l'École Polytechnique.

Mohamed BENALI-KHOUDJA, ingénieur électronicien/automaticien et titulaire d'un DEA en réalité virtuelle et maîtrise de systèmes complexes est directeur de la division Automation & Drivers au sein de Siemens SPA. Il a effectué une thèse sur le développement d'une nouvelle génération d'interfaces tactiles [5]

1. Contexte

L'une des caractéristiques permettant à l'homme de jouir d'une autonomie lui conférant la possibilité d'évoluer dans, et de transformer son environnement, c'est sa capacité d'interagir avec le monde extérieur. Cette caractéristique est d'ailleurs commune à la majorité des êtres vivants. Cette interaction se base sur la capacité des êtres vivants à saisir et à prélever des informations du monde extérieur. Ces informations, communément appelées **signaux naturels** sont des grandeurs physiques diverses. Ils traduisent l'état ou les

changements d'état de l'environnement extérieur. Ces signaux naturels sont d'abord prélevés grâce à des **capteurs biologiques** spécifiques, puis traduits en **signaux biologiques internes**. L'homme scientifique a su classer ces signaux et les fusionner pour définir des comportements sensitifs dits aussi **sens**.

Pour ce qui est de l'homme, on lui attribue usuellement cinq sens qui sont l'odorat, la vue, le toucher, l'ouïe et le goût. En réalité, le système sensitif de l'homme est beaucoup plus complexe. Au vu de cette complexité, du nombre et de la diversité des capteurs biologiques impliqués, la classification simpliste en cinq sens paraît, de nos jours, désuète. Un sens qui nous intéresse tout particulièrement est le **sens haptique**. Le sens haptique est considéré comme étant un sens *actif*. Sa mise en œuvre est obligatoirement issue d'une interaction physique (contact) avec l'environnement. Le fonctionnement perceptif haptique est extrêmement associé à la fonction motrice chez l'être humain et a des caractéristiques particulières qui le distinguent. Celui-ci est par exemple différent de la vision ou de l'audition où le prélèvement d'information ne modifie pas physiquement son support. La perception haptique met en jeu un phénomène complexe et encore mal compris d'échange de paramètres de natures physiques diverses entre l'homme et les objets de son environnement.

La modalité haptique humaine comporte à la fois la kinesthésie et le tactile. Les frontières, si bien physiologiques que psychophysiques, ne sont d'ailleurs pas très clairement établies⁽¹⁾ (figure 1). Il s'agit de **kinesthésie** quand l'information obtenue (prélevée) est issue des stimulations durant une contrainte sur le mouvement ou quand une force externe est appliquée. Alors qu'il s'agit de **tact** ou de **tactile** quand l'information est le résultat des stimulations issues d'un contact fin, précis ou léger de la peau avec diverses matières. On utilise parfois le terme de somesthésie pour désigner l'ensemble des sensations « conscientes » issues du « soma », c'est-à-dire du corps, à l'exception des sensations venant des récepteurs visuels, auditifs, gustatifs et olfactifs. Il s'agit là aussi non seulement du toucher mais aussi de la température et/ou de la

Le **CEA LIST** est le Laboratoire d'Intégration des Systèmes et des Technologies, du Commissariat à l'Énergie Atomique

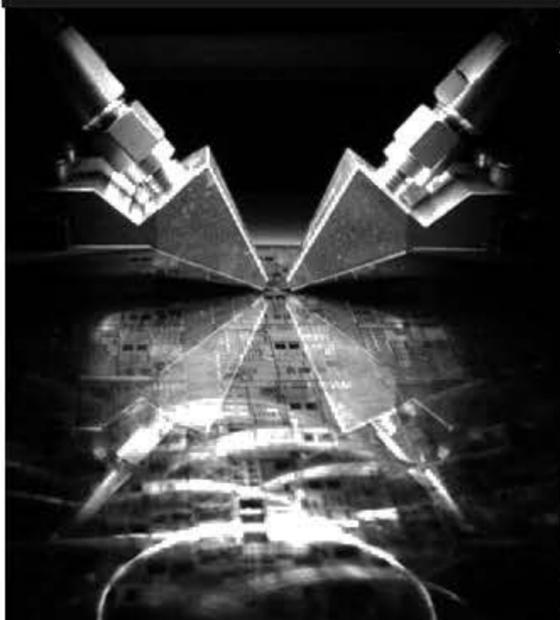
⁽¹⁾ Outre leur caractère tactile, les capteurs de la peau renseignent sur des aspects kinesthésiques (comme la position).

Vous avez droit à un essai gratuit sur le site, pensez-y pour lire la suite de cet article

Pour découvrir tous les articles relatifs à ce sujet, Rendez-vous en ligne.



web



• EXTRAITS D'INSTANTANÉS TECHNIQUES :

ÉVALUER

Nous n'avons pas encore trouvé la killer application
Le TéraHertz suscite beaucoup d'enthousiasme car il faut tout inventer

COMPRENDRE

Le TéraHertz décrypté

Spectro-imagerie TéraHertz : pourquoi et comment ?
Sources et détecteurs aux fréquences TéraHertz

DANS LES LABOS

Amplifier les impulsions TéraHertz grâce à la commutation de gain

IN SITU

Dotfive, objectif 0.5 TéraHertz

• EXTRAITS DE LA BASE DOCUMENTAIRE

[Recherche] : Spectro-imagerie TéraHertz (RE 143)

[Recherche] : Sources et détecteurs
aux fréquences TéraHertz (RE 73)

A lire
ici

Pour découvrir tous les articles
relatifs à ce sujet,
Rendez-vous en ligne.



web

ÉVALUER

Le TéraHertz
décrypté

Aussi connu sous la terminologie d'infrarouge lointain, le rayonnement TéraHertz

intéresse les scientifiques depuis presque trente ans. Aujourd'hui, la capacité des laboratoires à fabriquer des émetteurs et des récepteurs fonctionnels permet aux chercheurs d'exploiter plus efficacement les propriétés de ces ondes. Tour d'horizon de l'univers TéraHertz en questions/réponses.

Quand a-t-on commencé à produire des ondes TéraHertz ?

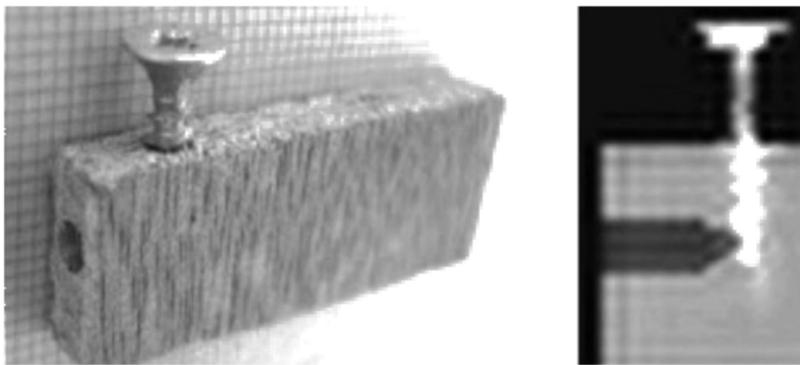
Surgies de l'oubli dans les années 1990, leur production a été un réel défi. Après dix ans de recherche en technologies semi-conducteurs, les ondes TéraHertz commençaient à être générées en continu grâce au développement des lasers à cascade quantique. Toutefois, les ondes TéraHertz émises par cette technique sont fortement absorbées par les molécules de vapeur d'eau, une fois transmises dans l'air... Pour résoudre ce problème et pouvoir transmettre les ondes TéraHertz sur des centaines de kilomètres sans qu'elles soient absorbées, une nouvelle technique a été développée il y a peu.

Quel est le spectre d'action des ondes TéraHertz ?

Le domaine des fréquences TéraHertz (THz, 1 THz = 1012 Hz) s'étend de 100 GHz à 30 THz environ, soit environ aux longueurs d'ondes entre 0,01 mm et 3 mm. Il est historiquement connu sous la terminologie d'infrarouge lointain mais on le retrouve également aujourd'hui sous l'appellation de rayon T. Il se situe dans le spectre électromagnétique entre l'infrarouge (domaine de l'optique) et les micro-ondes (domaine de la radioélectricité). La bande inférieure à 100 GHz est en général définie comme radioélectrique, alors que les fréquences supérieures à 30 THz sont en général définies comme infrarouge mais ces frontières ne sont pas normalisées, car ce n'est qu'un changement de langage ou de technologie, et non de nature.

Quelles sont les propriétés spécifiques des ondes TéraHertz ?

Les rayonnements TéraHertz ont un fort pouvoir pénétrant. Ils permettent potentiellement de voir à travers de nombreux matériaux non conducteurs (la peau, les vêtements, le papier, le bois (voir illustration ci-dessous), le carton, les plastiques...). Ils sont peu énergétiques et non-ionisants (1 THz correspond à une énergie de photon de 4,1 meV, soit sensiblement moins que l'énergie d'activation thermique à température ambiante) ce qui les rend à priori peu nocifs.



Ci dessus : vis et trou dans du bois : Vision TéraHertz au travers 10mm de bois : Applications au CND et mesures en volume.

(CPMOH © PMounaix & E.Abraham).

Quelles sont les sources ? Les détecteurs ?

Voici une liste de sources possibles pour obtenir des ondes TéraHertz : les lasers à cascade quantique (lire l'article), les corps noirs, les diodes électroniques, les carcinotrons, les lasers à électrons libres, les lasers moléculaires et les sources opto-électroniques. Les bolomètres sont des détecteurs qui permettent de mesurer l'énergie du rayonnement mais pas sa phase (on les appelle des détecteurs "incohérents"). En revanche, les détecteurs optoélectroniques permettent de mesurer facilement la phase du signal. C'est le plus souvent la même source optique qui déclenche à la fois l'émetteur d'onde et le détecteur.

Les ondes TéraHertz sont-elles nocives ?

Comme l'explique Guilhem Gallot, chargé de recherche CNRS : « Nous n'avons pas encore beaucoup d'informations sur la nocivité. L'énergie du photon est comparable à ce que l'on reçoit par rayon thermique dans une pièce à 20 °C. De plus, il n'y a pas de nocivité intrinsèque du photon. L'effet d'échauffement est très faible pour des sources conventionnelles. » (lire l'interview en ligne).

Le TéraHertz est-il sorti des labos ?

La technologie TéraHertz est en grande partie encore cantonnée aux laboratoires. D'après Optoélectronique TéraHertz (cf. encadré), l'évolution du nombre de publications dont le titre comporte le terme TéraHertz a connu une évolution exponentielle depuis 1992. La technologie s'est ainsi progressivement développée dans les laboratoires. Des applications commencent à voir le jour, notamment sous l'impulsion des besoins en sécurité.

Quelles sont les applications ?

• Contrôle qualité des chaînes de production

Comme l'explique les auteurs de Optoélectronique TéraHertz, le TéraHertz peut permettre de « contrôler l'intégrité ou le positionnement d'un objet ou d'un circuit placé derrière une surface opaque ». L'avantage étant que ce contrôle se fait sans contact. Par exemple, dans l'automobile, on pourrait analyser l'épaisseur de la peinture et le temps de séchage. On peut imaginer des applications dans de nombreux secteurs comme la pharmaceutique (voir illustration ci-dessous), l'agroalimentaire, la microélectronique...



Ci-contre : Capsule plastique remplie de produit médical.

Image spectro-chimique au travers d'encapsulation.

(CPMOH © PMounaix & E.Abraham).

• Maintenance préventive

Le TéraHertz peut conduire à une analyse volumique sans contact des objets, en profitant de ses deux grandes propriétés : la détection du métal et de la présence d'eau. Par exemple, dans l'aéronautique, on peut détecter de bulles d'air dans des mousses. Des technologies employant le TéraHertz ont permis de découvrir les causes de l'accident de la navette spatiale Columbia en février 2003. Autres secteurs : les BTP, l'agroalimentaire.

• Sécurité défense

En sécurité, il existe des applications en détection proche (portiques d'accès dans les aéroports pour détecter des explosifs et les armes) et en détection lointaine (check-point, lieux publics). L'objectif est notamment de mettre au point un détecteur portable multi-composants (explosif, gaz, drogue, agent biologique).

• Télécommunications

L'augmentation des débits de transmissions de données et la densité électromagnétique de la bande 0,5 à 6 GHz font que le TéraHertz pourrait constituer une solution pour la transmission

haut débit. Il s'agit de développer la radio sur fibre, qui combine fibre optique et rayonnement d'une station de base vers les usagers. Autre domaine : l'utilisation de l'optoélectronique THz dans les circuits rapides pour les signaux numériques haut débit

• **Biologie et biomédical**

La forte absorption de l'eau aux fréquences THz témoigne d'une forte interaction entre les échantillons biologiques et les ondes THz. En effet, ces ondes mettent en vibration/rotation les molécules d'eau polaire et excitent les liaisons de faible énergie intermoléculaires au sein de l'eau, des protéines... Se profilent ainsi de nombreuses applications de la spectroscopie THz au domaine biologique avec par exemple l'étude d'hydratation et de conformation de protéines, d'hybridation de l'ADN, la détection de certaines cellules cancéreuses (anormalement riches en eau).

La rédaction

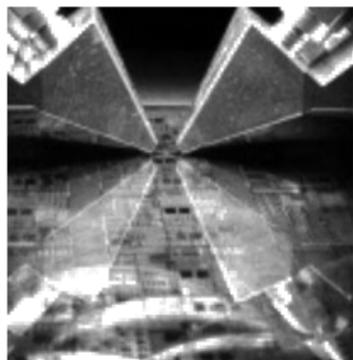
Optoélectronique TéraHertz

EDP Sciences, avril 2008

Rédigé par 15 chercheurs français sous la direction de Jean-Louis Coutaz, ce livre a pour but de donner les bases et principes de la science et de la technologie des ondes TéraHertz, en présentant les principales applications entrevues aujourd'hui. L'ouvrage se limite aux techniques optoélectroniques, pour donner une cohérence thématique et lui conserver une taille raisonnable...

Il s'adresse à un public d'ingénieurs ou de scientifiques non spécialistes qui voudraient commencer des travaux dans le domaine TéraHertz, ou tout simplement mieux connaître ce que révèle l'expression "domaine TéraHertz". Il sera aussi très utile aux étudiants (masters, dernière année d'écoles d'ingénieurs ou doctorants).

Mots clés : THz, TéraHertz, ondes



© Dotfive

IN SITU

Dotfive, objectif 0.5 TéraHertz

Dotfive a pour objectif de permettre au transistor bipolaire à hétérojonction silicium/germanium d'atteindre la gamme de fréquence maximum d'oscillation de 0,5 TéraHertz. Le consortium qui réunit de nombreux partenaires, ST Microelectronics en tête, se veut une zone d'excellence au niveau mondial dans le domaine approchant le TéraHertz.

"Actuellement, je ne pense pas qu'il existe de projet connu du grand public à des fréquences aussi élevées en silicium", affirme Gilles Thomas, coordinateur du projet Dotfive. Le consortium qui réunit de nombreux partenaires (cf. encadré), ST Microelectronics en tête, se veut une zone d'excellence au niveau mondial dans le domaine approchant le TéraHertz. Lancé en janvier 2008, ce programme européen est financé à 50 % par le 7e programme de recherche pour un budget global de 15 millions d'euros.

Il vise à faire atteindre au transistor bipolaire à hétérojonction silicium/germanium la gamme de fréquence maximum d'oscillation de 0,5 TéraHertz (d'où l'intitulé dotfive) ou 500 GHz. Dans ces bandes de fréquences, les circuits font appel à du semi-conducteur de type III-V comme l'arséniure de gallium (GaAs). Cependant, dans les applications à faibles puissances, l'utilisation transistor bipolaire hétérojonction sur substrat silicium permet une bien plus grande densité d'intégration électronique et donc de réduire les coûts, sachant que les usines produisant

déjà des circuits sur silicium abondent. Le projet permettra le développement de circuits intégrés de télécommunication, d'imagerie ou de radars opérant à des fréquences atteignant les 160/180 GHz.

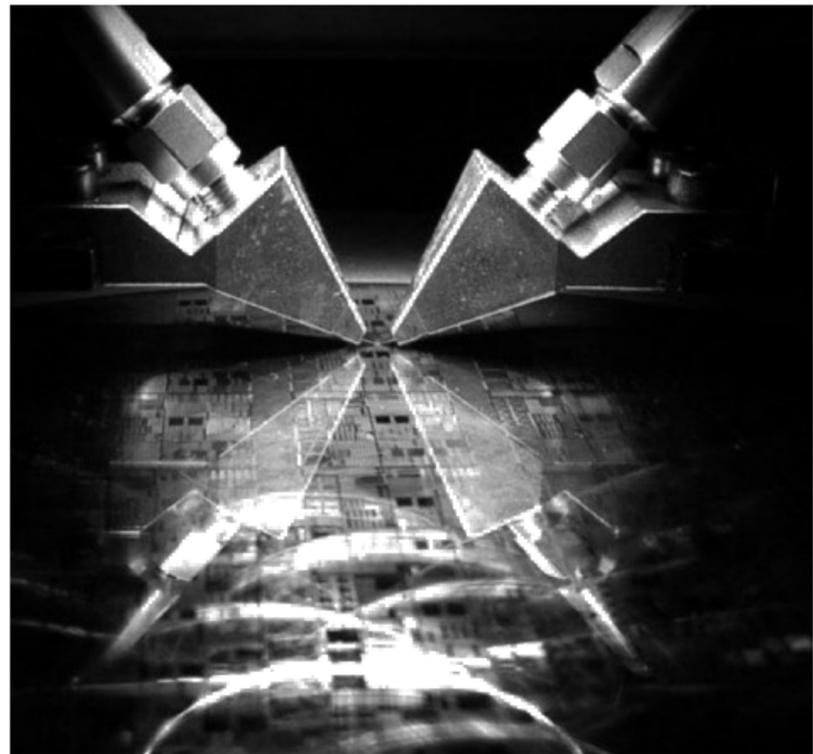


Photo : Test de composants sur plaque de silicium par des sondes de mesure hyperfréquences - © Dotfive

500 GHz en juillet 2011

Dotfive pourrait ainsi permettre une démocratisation du circuit radar automobile (cf. tableau). D'autres applications existent par exemple dans l'imagerie très haute fréquence dans les scanners d'aéroports ou encore dans la communication inter-satellites. "De nombreuses applications restent à inventer, explique Gilles Thomas. Le transistor TéraHertz est ce qu'on appelle une 'enabling technology' qui rend des applications et des idées réalisables".

Dotfive a démarré quand l'état de l'art était d'atteindre 250 GHz. Aujourd'hui, les meilleurs composants atteignent 425 GHz et l'objectif de 500 GHz est repoussé de fin 2010 à juillet 2011. « On obtiendra plus que des composants unitaires, on aura des démonstrateurs avec une circuiterie utilisant aussi des éléments passifs capable de générer des fonctions complexes », conclut-il.

CG

Partenaires de Dotfive

- ♦ ST Microelectronics
- ♦ Infineon Technologies AG
- ♦ IMEC (Institut de micro-électronique et composants)
- ♦ IPB (Institut Polytechnique de Bordeaux)
- ♦ IHP (Institut für innovative Mikroelektronik)
- ♦ TUD (Université de Technologie de Dresde)
- ♦ UoS (Université de Siegen)
- ♦ UoW (Université de Wuppertal)
- ♦ JKU (Université Johannes Kepler de Linz)
- ♦ BU (Université Bundeswehr de Munich)
- ♦ UN (Université de Naples)
- ♦ IEF (Institut d'Electronique Fondamentale) Université Paris-Sud Orsay
- ♦ XMOD Technologies
- ♦ Alma Consulting Group

En savoir plus : www.dotfive.eu

Mots clés : TéraHertz, transistor, III-V

• 5^{THz} dot five



Communication
Haut débit



Radar
de sécurité



Onde millimétri-
que, Imagerie
TeraHertz &
capteurs

Sans fil:

- Serveur de réseau local (PANs/LANs)
- électronique grand public
- Liaison sans fil
- Communication inter-bâtiment, bande E (71-76, 81-86GHz)
- Liens sécurisés
- Communication spatiale, communication inter-satellite

Numérique:

- Interconnexions haut débit
- Commutateurs de données (Multiplexage/DeMultiplexage)
- Conversion Analogique/Numérique (CAN/CNA)

Automobile:

- Radar longue distance
- système anticollision, Système de conduite automatique (77GHz)
- Radar courte distance
- Radar de stationnement, aide à la trajectoire (77-81GHz)
- Radar-système de repère

Radar aéronautique:

- Sécurité aérienne tous temps (94GHz)
- Contrôle aéroportuaire des mouvements au sol (94GHz)

Radar industriel:

- Mesure et contrôle de distance
- Système d'alarme et détection de mouvement

Sécurité:

- Imagerie non invasive
- Détection de drogue et d'explosif

Capteurs:

- Contrôle de l'environnement et du climat
- Commande de processus industriel
- Astronomie

Biotechnologie:

- Imagerie médicale, Détection de cancer
- Génétique

Pour découvrir tous les articles relatifs à ce sujet, Rendez-vous en ligne.



Spectro-imagerie térahertz

Voir autrement

par **Patrick MOUNAIX**

Chargé de recherches CNRS au Centre de physique moléculaire optique et hertzienne (CPMOH UMR 5798) à Talence (33)

Résumé : Les ondes électromagnétiques térahertz suscitent à la fois la curiosité et l'engouement des scientifiques et des industriels car elles permettent une analyse chimique de matériaux en surface et en volume. Complémentaire des technologies existantes, la spectro-imagerie térahertz offre un potentiel applicatif important pour les domaines de la biologie, de la sécurité et de l'environnement par exemple. Cet article rappelle les principes de base, les limites et les dernières évolutions de ce domaine en pleine émergence.

Abstract : *The terahertz electromagnetic waves arouse the curiosity and the craze of the scientists and the manufacturers because they allow a chemical analysis of materials in surface and in volume. Additional of the existing technologies, the spectro-imaging at terahertz wavelength offers an important potentiality for the domains of the biology, the security and the environment for example. This paper reminds the basic principles, the limits and the last evolutions of this domain in full emergence.*

Mots-clés : Imagerie hyperspectrale, Térahertz, Tomographie 3D, Spectroscopie, Infrarouge lointain

Keywords : *Hyperspectral imaging, terahertz, 3D tomography, spectroscopy, far infrared*

Points clés

Domaine : Techniques d'imagerie et d'analyse

Degré de diffusion de la technologie : **Émergence** | Croissance | Maturité

Technologies impliquées : Optique, électronique, optronique, traitement d'image

Domaines d'application : Biologie, environnement, sécurité

Principaux acteurs français :

Pôle de compétitivité : Route des Lasers™ (Aquitaine)

Centres de compétence :

- Centre de Physique Moléculaire Optique et Hertzienne CPMOH (CNRS) ;
- Centre technologique Alphanov ;
- ARMIR Association pour le Rayonnement, les Mesures et l'Imagerie Rapide, qui comprend le club « Teranaute » ;
- GDR Européen TÉRAHERTZ « Détecteurs et Émetteurs de Radiations Térahertz à Semi-conducteurs » (GDR CNRS 2897).

Industriels : la société I2S

Autres acteurs dans le monde : Nikon, Picometrix, Toptica Photonics, GigaOptics...

Vous avez droit à un essai gratuit sur le site, pensez-y pour lire la suite de cet article

Pour découvrir tous les articles
relatifs à ce sujet,
Rendez-vous en ligne.



web

Sources et détecteurs aux fréquences térahertz

par Didier LIPPENS

Les applications aux fréquences térahertz connaissent actuellement un développement sans précédent. Traditionnellement réservées à quelques applications très spécifiques notamment la radioastronomie millimétrique et submillimétrique, les technologies térahertz sont amenées à se développer dans un champ plus large d'activités allant des techniques de l'environnement aux biotechnologies. Les techniques térahertz ont fortement évolué ces dernières années, grâce aux micro- et nanotechnologies les rendant plus accessibles aux sens technique et économique.

Didier LIPPENS, professeur à l'université des Sciences et Technologies de Lille, dirige le groupe Dispositifs Opto et Micro-Électronique quantique (DOME) à l'Institut d'Électronique de Micro-électronique et de Nanotechnologie (IEMN). Il préside également le comité de pilotage du réseau d'excellence Européen MÉTAMORPHOSE sur les métamatériaux.

1. Introduction

L'ouverture du spectre des applications trouve avant tout son origine dans la prise de conscience que les thématiques relatives à la santé, la sécurité et l'environnement sont au cœur de nos préoccupations actuelles.

Nous nous proposons ici de faire le point sur l'évolution technique des dispositifs utilisés en spectroscopie et imagerie térahertz en introduisant deux approches. La première est purement électronique. Elle bénéficie de l'expérience des ingénieurs en instrumentation du spatial (astronomie et aérospatial) avec la perspective d'intégrer de nouveaux composants à l'état solide. C'est en particulier le cas des nanocomposants dont le principe de fonctionnement est basé sur les phénomènes quantiques. Les composants mettant en jeu l'effet tunnel résonant sont un des exemples les plus représentatifs de cette évolution. Les nanotechnologies permettent actuellement non seulement de considérer des structures métalliques, semi-conductrices et diélectriques, aux très faibles dimensions, pour la fabrication des composants actifs, mais également pour l'optimisation des circuits (guides d'ondes, antennes...) environnant ces mêmes éléments.

La seconde approche est optique. Elle bénéficie également du développement des nanosciences et

des nanotechnologies dans de nombreux domaines allant des hyperfréquences à l'optique. Un des exemples marquants est celui des lasers qui fonctionnent en régime impulsif. Ces lasers, dits femtoseconde dans la mesure où les largeurs d'impulsion sont de la centaine, voire de quelques dizaines de femtosecondes, permettent, par photodétection ultrarapide, de couvrir un spectre très large des fréquences allant typiquement de la centaine de gigahertz à quelques térahertz. Un des ressorts essentiels de ce développement est également l'ingénierie de bande interdite dans les semi-conducteurs. Celle-ci a permis de fabriquer des nanostructures à puits quantiques adaptant et optimisant les transitions optiques dans les matériaux semi-conducteurs. Ces travaux ont conduit à la fabrication des lasers à cascade quantique dont la première démonstration vers 4 THz n'a été réussie qu'en 2004.

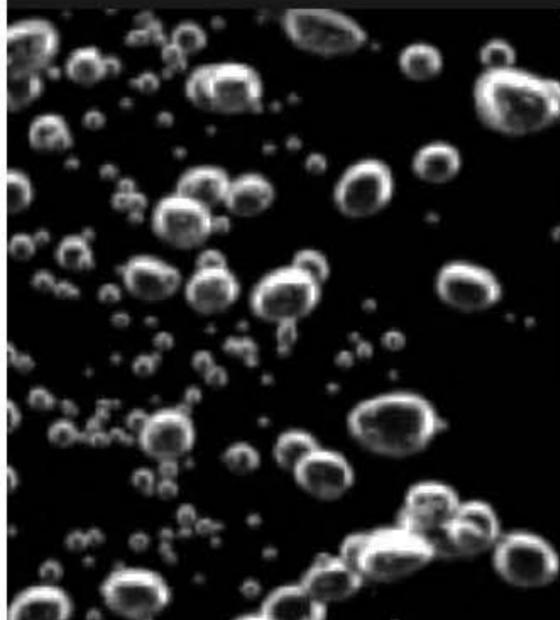
Pour les deux approches, électronique et optique, nous essaierons de dégager les dénominateurs communs de ces deux disciplines qui traditionnellement ont des langages relativement différents. La bande de fréquence du spectre électromagnétique correspondant aux fréquences térahertz a été longtemps qualifiée de gap térahertz, en raison de la difficulté d'accès de cette bande correspondant à l'infrarouge lointain. Nul doute que dans un proche avenir, ce gap sera comblé grâce aux techniques et aux technologies décrites ici.

Pour la classification des composants, il faut distinguer ceux utilisés pour la génération directe c'est-à-dire les oscillateurs, tant électroniques qu'optiques, des composants tirant parti des effets non linéaires, essentiellement dans les semi-conducteurs. La grande différence entre une approche optique ou plus exactement optoélectronique et une approche purement électronique réside dans les mécanismes fondamentaux mis en jeu. Pour un composant

Vous avez droit à un essai gratuit sur le site, pensez-y pour lire la suite de cet article

Pour découvrir tous les articles relatifs à ce sujet, Rendez-vous en ligne.





© D.R.

• EXTRAITS D'INSTANTANÉS TECHNIQUES :

À LA UNE

De l'eau de procédé aux effluents industriels, le casse-tête de l'eau
Les technologies de l'eau : situation et développements

DANS LES LABOS

Des nanoparticules métalliques pour traiter les effluents industriels
L'électrocoagulation, nouvelle piste pour le traitement des effluents ?

TENDANCE

Les micropolluants vont constituer le sujet qui fâche
dans les prochaines années

Le re-use, la meilleure alternative pour l'industrie
RSDE : un grand chantier encore à ses débuts
Médicaments dans l'eau : quels risques et quels traitements ?

PROCÉDÉS

Traiter les eaux par du chitosane : quel intérêt ?
Réutilisation des eaux de process grâce à l'oxydation
Wô, un nouveau concept de recyclage des eaux industrielles

• EXTRAITS DE LA BASE DOCUMENTAIRE

[Recherche] : Médicaments dans l'eau : présence, risques
et potentialités de traitement (RE 141)

[Recherche] : Traitement des eaux par du chitosane :
intérêts, méthodes et perspectives (RE 126)

A lire
ici

Pour découvrir tous les articles
relatifs à ce sujet,
Rendez-vous en ligne.



web

COMPRENDRE

Les technologies de l'eau : situation et développements

L'eau pure n'existe pas dans la nature. Elle contient diverses substances provenant soit du milieu dans lequel elle a évolué, soit des rejets d'activités humaines. Il est donc nécessaire de la traiter afin d'éliminer les polluants qu'elle contient. Panorama des technologies éprouvées et à venir.

Par Sylvie Baig, Responsable Scientifique Innovation à la Société Degrémont, groupe Suez Environnement, et Michel Roustan, Professeur Émérite de Génie des Procédés à l'Institut National des Sciences Appliquées de Toulouse.

L'eau est essentielle à la vie et a toujours constitué un facteur clé du développement de l'activité humaine d'où l'intérêt de la protéger. Son usage s'est d'ailleurs intensifié et les volumes d'eau utilisés par l'homme ont décuplé depuis le début du XX^e siècle. L'agriculture consomme près de 70 % de l'eau utilisée, l'industrie 20 % et l'utilisation domestique 10 %. La consommation varie selon les pays car elle dépend notamment du climat, du mode d'agriculture, du niveau d'industrialisation des pays et des secteurs, du niveau d'accès à l'eau potable et des pratiques domestiques. Bien que l'eau soit la ressource la plus abondante sur Terre, l'eau douce accessible ne compte que pour moins de 1 % de la ressource totale mondiale et est inégalement répartie. Au plan mondial, l'essor démographique, l'urbanisation croissante, le développement économique s'accompagnent d'une hausse de la consommation en eau et d'une dégradation accrue de la qualité des ressources naturelles. Résultat : l'eau représente l'un des enjeux majeurs du XXI^e siècle. Pour y faire face, la réglementation ne cesse de se renforcer visant une meilleure gestion des ressources en eau pour préserver la santé des consommateurs et, au-delà, assurer un usage raisonné et durable de l'eau. Ce contexte imprime un fort dynamisme dans le développement des technologies de l'eau.

Les technologies de traitement de l'eau

L'eau pure n'existe pas dans la nature. Elle contient diverses substances provenant soit du milieu dans lequel elle a évolué, soit des rejets d'activités humaines. Il est donc nécessaire de la traiter afin d'éliminer les polluants qu'elle contient jusqu'à atteindre une qualité conforme à son utilisation ultérieure : eau de consommation ou eau de procédé industriel. L'eau usée est épurée avant recyclage dans le procédé industriel, réutilisation ou rejet dans le milieu naturel ou recyclage (Fig. 1 et 2).

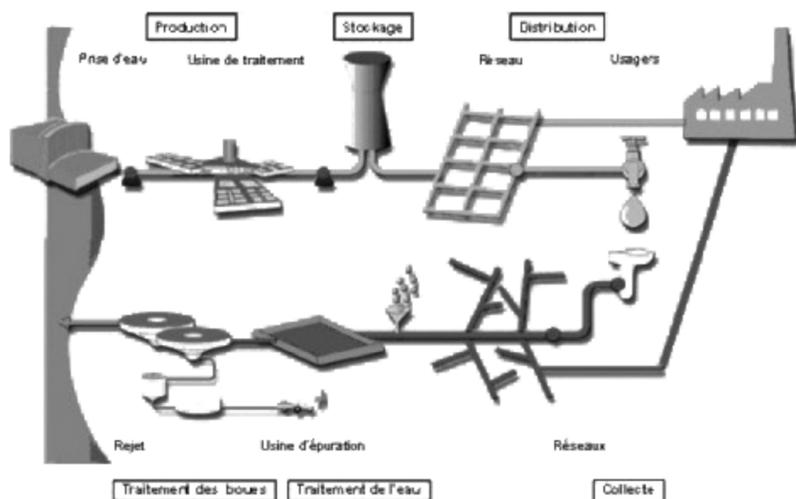


Figure 1 : Cycle Urbain de l'eau

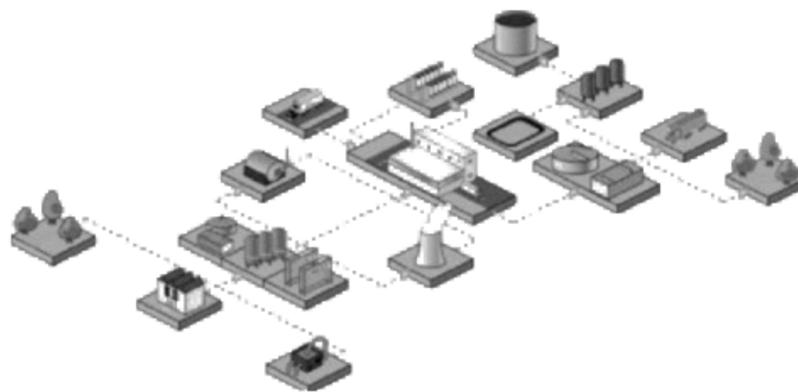


Figure 2 : cycle de l'eau - usage industriel

La nature des polluants et le débit d'eau à traiter déterminent les opérations unitaires de traitement à mettre en œuvre en filière pour atteindre les objectifs de traitement réglementaires (cas de l'eau de consommation, de certaines eaux de procédé industriel, de l'eau restituée au milieu naturel) ou fixés par cahier des charges (cas de l'eau de procédé, de l'eau recyclée ou réutilisée dans l'industrie).

Les opérations unitaires – procédés industriels

Les différentes opérations unitaires couramment utilisées dans les procédés industriels de traitement de l'eau sont récapitulées à la figure 3 en fonction du type de pollution à laquelle elles s'adressent. L'élimination des matières colloïdales et des matières en suspension impliquent des techniques de séparation. Le principe du traitement des matières solubles est plus varié : conversion par réaction chimique ou biologique, transfert de phase, concentration...

D'autres opérations unitaires concernent le traitement des déchets du traitement des eaux usées urbaines ou industrielles :

- **les boues produites** : leur traitement consiste soit à réduire leur volume en séparant les phases liquide et solide (épaississement, déshydratation, séchage), soit à dégrader leur contenu organique par voie biologique (digestion, compostage) ou par voie chimique (oxydation par voie humide), et/ou à inhiber sa fermentation (stabilisation chimique ou biologique) ;
- **l'air vicié malodorant** : il est collecté sur les ouvrages et épuré par absorption avec réaction chimique, adsorption, oxydation chimique ou biologique.

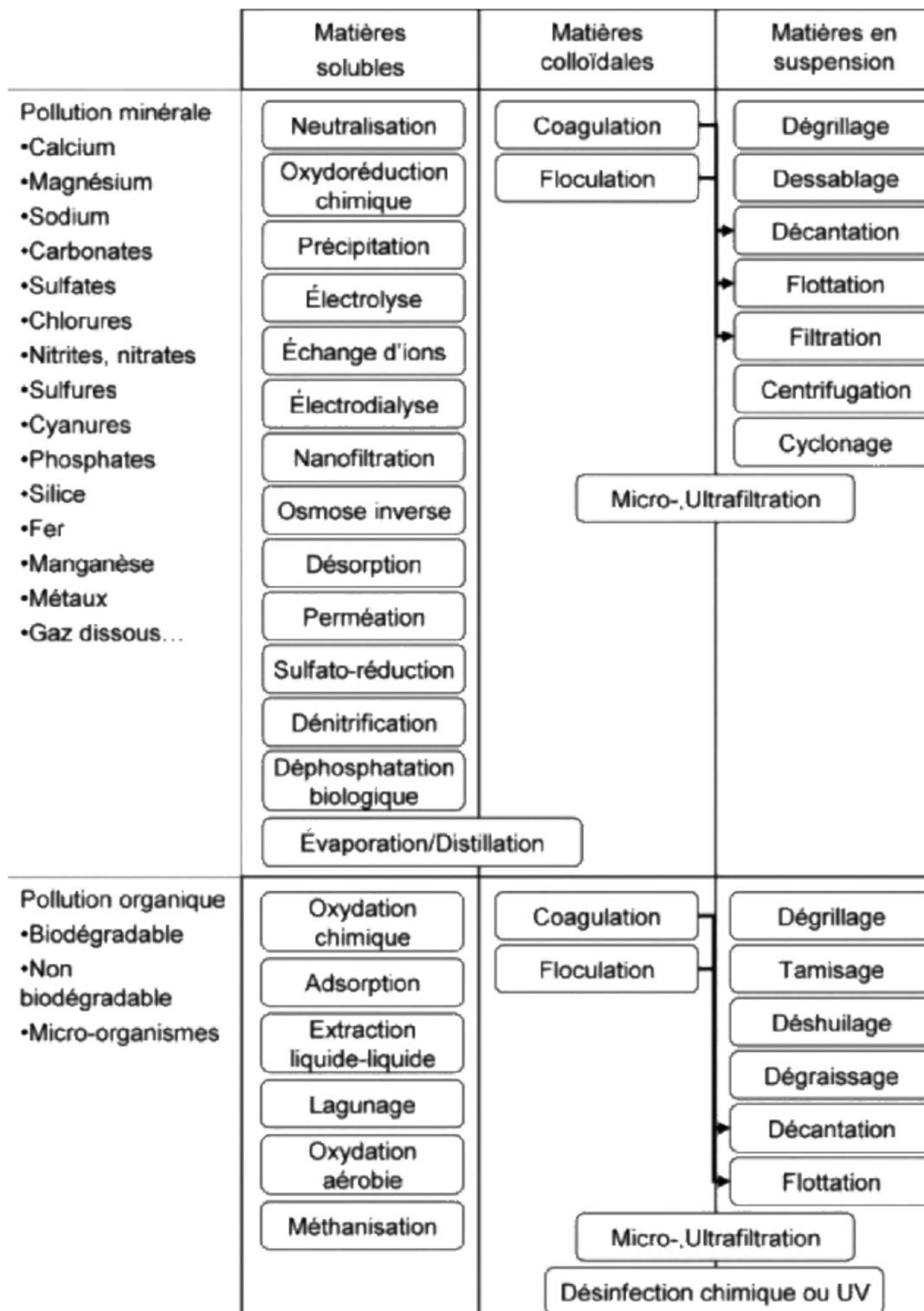


Figure 3 : opérations unitaires du traitement de l'eau selon la nature et la forme de pollution

Pour chaque opération, différentes techniques de mise en œuvre existent. Description détaillée est faite dans les différents articles des Techniques de l'Ingénieur.

Les filières de traitement

Les différents procédés unitaires sont intégrés en filières sur la base de :

- leur domaine particulier d'application (débit, nature du polluant, concentration, performances, coûts d'investissement et d'exploitation) ;
- leur besoin en terme de prétraitement en vue d'optimiser les performances et le dimensionnement de l'installation (matières en suspension, toxicité...);
- leur impact sur le traitement aval (sous-produits, biodégradabilité et toxicité induites, conditions du milieu en pH et température) ;
- le traitement des déchets issus du traitement de l'eau : air, concentrats ou saumures, effluents de lavage, boues.

La filière débute généralement par l'élimination des matières insolubles, se poursuit avec l'élimination des polluants solubles et s'achève sur la désinfection lorsque nécessaire. Elle est plus ou moins complexe selon les flux de pollution à abattre et de la variabilité journalière et saisonnière de ces derniers.

Orientations récentes et éléments prospectifs

L'ensemble s'articule autour de deux axes : filière de traitement et technologies.

Au niveau filières de traitement : une vision globale eau, énergie, matière, environnement

Le panorama des technologies du traitement de l'eau est vaste et s'accorde à l'utilisation de plus en plus fréquente de ressources alternatives aux ressources naturelles que sont les eaux de surface et les eaux naturelles moyennant l'adaptation des filières de traitement :

- le dessalement de l'eau de mer et des eaux saumâtres par filière osmose inverse connaît une forte croissance devant la filière distillation pour la production d'eau potable. Elle est portée par la fiabilisation du prétraitement pour un meilleur contrôle des problèmes de colmatage, de la réduction des consommations énergétiques permise par les nouveaux matériaux membranaires et par la maîtrise de l'impact du captage et des rejets sur l'écologie marine (Fig. 4) ;
- en complément au recyclage de l'eau dans une étape particulière du procédé, l'industrie adopte franchement la réutilisation des eaux usées avec des débits plus importants en

boucle au niveau d'un site ou en cascade au niveau d'un parc industriel. Poussé à l'extrême, le rejet zéro est atteint. Les filières de traitement associent les technologies rustiques aux techniques avancées avec comme principaux critères de choix, les performances attendues, les coûts, la facilité de conduite, les contraintes d'exploitation, l'évaluation des risques encourus au regard du gain sur le prélèvement (Fig. 5 par exemple) ;

- l'industrie s'intéresse également à l'utilisation des eaux pluviales. Les techniques de traitement adaptées exploitent le caractère particulière des polluants comme dans le cas des rejets urbains par temps de pluie.

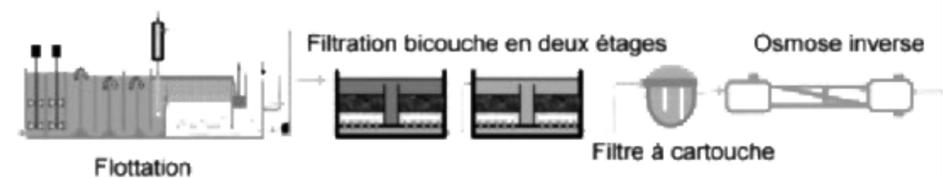


Figure 4 : exemple de filière de dessalement d'eau de mer en vue de la production d'eau potable (cas de l'usine Llobregat de Barcelone)

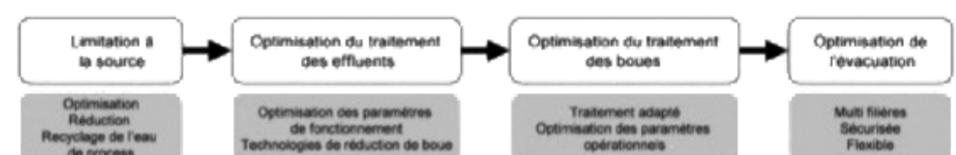


Figure 5 : stratégie d'optimisation de la réduction de production de boues en industrie

Les nouvelles filières assimilent les eaux résiduaires à une source d'énergie et visent au minimum l'auto-suffisance assortie d'un bilan carbone optimisé : l'énergie thermique et hydraulique des eaux usées est récupérée, la digestion des boues est poussée à l'extrême souvent grâce à une pré-hydrolyse et le biogaz produit permet de co-générer de la chaleur ou de l'électricité. La stratégie de gestion des boues s'intègre alors complètement dans l'optimisation de la filière de traitement d'eau (Fig. 6).



© D.R.

Figure 6 : vue d'ensemble de l'installation ultrafiltration - osmose inverse pour la réutilisation en cascade de 70 % des eaux usées de la raffinerie de Taranto (Italie) en tant qu'eau déminéralisée de centrale d'énergie.

Au niveau technologies et procédés : intensification de procédé, ouverture de champ d'application, approche globale

L'intensification de procédé passe par l'optimisation de la conception des équipements et de leur dimensionnement, ce qui a pour conséquence d'augmenter les performances et ainsi d'améliorer la compétitivité : aération dans les procédés biologiques, mise en œuvre de bioréacteur à membranes, développement de systèmes à biofilm, application de pression de sélection dans les procédés biologiques, réduction de la production de boues par découplage du métabolisme...

L'ouverture du champ d'application répond aux nouvelles réglementations en terme de désinfection et d'élimination de polluants organiques persistants. Elle concerne principalement les technologies de désinfection (UV en particulier) pour l'inactivation de parasites (Fig. 7), d'oxydation chimique (AOP), de séparation membranaire.

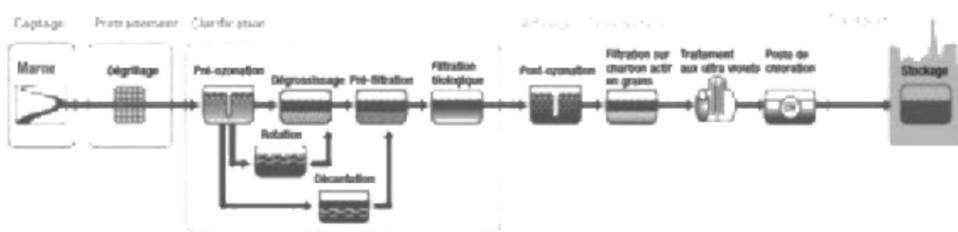


Figure 7 : exemple de filière de la production d'eau potable à partir d'eau de surface (cas de l'usine de Joinville).

Enfin, l'approche globale des procédés favorise l'émergence de nouvelles voies de valorisation matière pour les coproduits de traitement d'eau : biogaz sous forme d'hydrogène, cendres d'incinération des boues en matériaux de construction...

En transversal, une démarche scientifique concentrée à deux niveaux

Il s'agit :

- d'accroître les connaissances fondamentales par une approche mécanistique : analyse multi-échelle (de la molécule au procédé), compréhension des phénomènes aux interfaces (capture de particules, émulsions, séparation membranaire), structuration de matrices biologiques et réactivité, sélectivité des espèces réactionnelles, utilisation d'outils de caractérisation (CFD...), de modélisation, d'analyse de cycle de vie.

- de concevoir des réacteurs plus performants : multifonctionnels ; sélectifs vis-à-vis des polluants, intégrés dans une filière globale eau, énergie, matière.

LES DIRECTIVES EUROPÉENNES ET L'EAU

La politique communautaire de l'environnement est née en 1972 avec l'eau dans les premiers champs d'intervention de la Communauté européenne : la première directive dans ce domaine date de 1975 et traite de la qualité des eaux potabilisables. À ce jour, plus d'une vingtaine de directives européennes concernent plus ou moins directement le cycle de l'eau (eaux destinées à la consommation humaine, ressource en eau, milieux naturels : eaux douces souterraines ou superficielles, eaux marines, eaux estuariennes).

La directive cadre sur l'eau 2000/60/CE établit un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau. Elle impose des objectifs environnementaux ambitieux :

- l'atteinte, en 2015, du "bon état pour toutes les masses d'eau" (cours d'eau, lacs, eaux souterraines, eaux côtières et de transition) et la non-détérioration des ressources en eau ;

- la réduction ou la suppression de la pollution par les substances prioritaires et les substances dangereuses prioritaires.

Elle complète les directives européennes déjà en vigueur (directive Nitrates issus de l'agriculture 91/676/CE, directive Eaux résiduaires Urbaines 91/271/CE, directives 91/414/CEE et 98/8/CE relatives à la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques et des biocides respectivement, la directive IPPC 96/61/CE sur la prévention et la réduction intégrées de la pollution et la directive 99/31/CE concernant la mise en décharge des déchets. Des directives "filles" clarifient certains objectifs de la DCE : directive 2006/118/CE sur la protection des eaux souterraines contre la pollution et la détérioration, directive 2007/60/CE relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation incluant les risques de pollution environnementale et les installations visées par la directive IPPC, directive 2008/105/CE établissant des normes de qualité environnementale des substances prioritaires et certains autres polluants dans le domaine de l'eau.

Les États membres sont responsables de la mise en œuvre de la DCE au niveau national. Le texte a été transposé en droit français en particulier par la loi sur l'eau et les milieux aquatiques du 30 décembre 2006.

Voir aussi :

- Protection juridique et réglementaire des milieux aquatiques
- RSDE : un grand chantier encore à ses débuts

Cet article a été initialement publié dans Instantanés Techniques, décembre 2009, n°56

Mots clés : traitement, technologies, re-use, eau, Environnement

« Les micropolluants vont constituer le sujet qui fâche dans les prochaines années ».



© D.R.

Directeur général adjoint de Proserpol, constructeur de stations de traitement et de recyclage d'effluents liquides industriels, François Morier dresse les grandes tendances du secteur. DCO dure, micropolluants, re-use, nanofiltration, désindustrialisation... les défis sont nombreux pour l'industrie.

[Interview] François Morier - Proserpol

Techniques de l'ingénieur : Quelles sont les grandes problématiques auxquelles sont confrontés vos clients ?

François Morier : L'un des sujets importants est la DCO (demande chimique en oxygène) dite dure et le traitement complet et fiable de l'azote sous toutes ses formes. Les micropolluants vont constituer le sujet qui fâche dans les prochaines années. Nous rencontrons désormais moins de problèmes sur les métaux lourds et le phosphore. De plus en plus, la réutilisation de l'eau (re-use) est une préoccupation majeure de nos clients. Nous travaillons par exemple sur un projet stimulant d'arrosage d'un golf à partir d'un plan d'eau alimenté en eau traitée d'une industrie agro-alimentaire.

Quelles sont les nouvelles technologies qui se développent actuellement ?

Pour le prétraitement des effluents contenant de la pollution organique, le MBBR (moving bed biological reactor) permet d'obtenir des effluents rejeteables dans le milieu urbain. Il reste assez rare mais il va se développer. Pour des problèmes plus poussés de DCO dure sur des petits débits, l'évapoconcentration est une solution intéressante, couplée à la nanofiltration ou à l'osmose inverse, ce qui permet de recycler l'eau. C'est une technologie déjà bien établie qui va continuer à se répandre. Autre technologie, le bioréacteur à membrane, parfois complété par la nanofiltration, permet de résoudre des cas de pollution biodégradable en obtenant le plus souvent un rejet en milieu naturel. Dans le cas particulier d'une DCO dure, on peut aussi compléter par adsorption sur charbon actif.

Quelles sont les technologies vertes pour les traitements des effluents industriels ?

Il n'existe pas de technologie verte en tant que telle. Une approche dite verte consiste à réduire la consommation d'eau à la source, à réduire l'entraînement de matière dans la production des effluents et à réduire la consommation de réactifs chimiques, aussi bien dans la production que dans le traitement. Ensuite, on obtient des effluents à traiter et on trouve le meilleur compromis. Cette démarche est déjà relativement bien menée en France depuis une dizaine d'années. Aujourd'hui, on obtient le plus souvent un effluent résiduel du fait du niveau technologique de l'usine. Pour le réduire, il faudrait construire une nouvelle usine. Par exemple, si on a 10 km d'égouts dans une usine, ce sera difficile de s'assurer qu'aucune goutte d'eau ne pénètre à l'intérieur en cas d'orage. Dans une usine neuve, on aurait organisé un traitement décentralisé et on aurait mis en place des procédés sans eau. La désindustrialisation ne va pas dans le sens d'un ratio amélioré entre flux de pollution et flux de production. On doit gérer une pollution historique, alors qu'il faudrait des usines neuves.

Peut-on réduire les coûts ?

Le prix de l'eau d'apport ne baisse pas. Le coût de la destruction des déchets reste stable. Le coût des réactifs comme la soude ou la chaux dépend du coût de l'énergie, il ne baisse pas. En parallèle, on demande de plus en plus de suivi et d'analyses qui coûtent cher. Et cela va s'amplifier avec la réglementation à venir sur les micropolluants. On demande de nouvelles recherches et la réduction de substances dangereuses. Les industriels rencontrent des difficultés d'échantillonnage et d'analyse, avec des coûts élevés. L'investissement nécessaire peut être important. Lorsqu'on a quelques nanogrammes d'un produit dans une boue, c'est difficilement analysable. Il faut ensuite trouver un procédé pour traiter les effluents et prouver que ce procédé fonctionne. Les établissements soumis à autorisation vont devoir réduire ou supprimer les rejets de substances dangereuses. Cela passe par une réduction à la source. C'est une problématique classique pour la chimie, mais cela va maintenant concerner tous les industriels, avec des répercussions sans doute inattendues. Par exemple, un industriel peut très bien rejeter un produit qu'il n'a pas acheté, comme des traces d'une substance présente dans l'eau d'apport ou dans une matière première.

Quelles technologies permettront-elles de résoudre ce problème ?

On utilisera probablement des technologies classiques comme la séparation de flux en tête ou le charbon actif. Il y aura des cas où nous serons limités technologiquement. L'industriel devra faire remonter l'information au chimiste, qui devra remplacer son produit par un autre.

Cette réglementation va-t-elle dans le bon sens ?

La meilleure écologie pour une rivière, c'est l'absence d'industrie. Il existe une limite entre le bon sens et la désindustrialisation complète, qui ne va pas forcément dans le bon sens. Il faut étudier les situations depuis différents points de vue, environnemental mais aussi économique.

Propos recueillis par Corentine Gasquet

Parcours

De formation scientifique, François Morier est au service de Proserpol depuis plus de 30 ans. D'abord ingénieur procédé, il est désormais directeur général en binôme avec son président Jean-Pierre Jacque. Proserpol étudie et construit des stations de traitement et de recyclage d'effluents liquides industriels. Son point fort est la diversité des techniques utilisées : de l'échange d'ions pour recycler de l'eau ultra-pure à la valorisation de la biomasse par méthanisation.

Mots clés : traitement de l'eau, eau, effluents industriels, environnement

Médicaments dans l'eau : présence, risques et potentialités de traitement

par Luis Fernando DELGADO ZAMBRANO et Claire ALBASI

Cet article propose, au travers d'une revue bibliographique, un état des lieux des connaissances sur la présence des médicaments dans les eaux, tant usées que potables. Quelques généralités sont ensuite proposées sur l'évaluation des risques conséquents et les procédés de traitement envisageables.

Luis Fernando DELGADO ZAMBRANO est doctorant au laboratoire de génie chimique, UMR CNRS 5503, université de Toulouse

Claire ALBASI est chargée de recherche CNRS au laboratoire de génie chimique, UMR CNRS 5503, université de Toulouse

1. Contexte

La protection de l'eau de surface comme source de production d'eau potable est devenue une question importante pour la société. Le cycle complet de l'eau est une partie essentielle de la gestion à long terme de ressources d'eau, exigeant de protéger les eaux de surface des composés polluants persistants, ces derniers étant difficiles à enlever et/ou toxiques.

Les effets de certains polluants peuvent être :

- de type aigu (on parle de « toxicité aiguë ») : des expositions à une substance toxique, sur un temps court et à de fortes doses, provoquent des altérations des fonctions vitales, voire la mort ;

- de type chronique (toxicité à long terme) : des expositions à une substance toxique, sur le long terme et à de faibles doses, engendrent des altérations des fonctions physiologiques (croissance, reproduction).

Récemment, une attention croissante est portée sur la présence de micropolluants dans l'environnement aquatique et dans les stations d'épuration. Les micropolluants sont des polluants susceptibles d'avoir un effet sur l'environnement même à des concentrations basses. Ils sont souvent présents dans l'environnement aquatique à des concentrations très faibles ($\mu\text{g/L}$, ng/L) par rapport à d'autres polluants (mg/L).

Les micropolluants dans l'environnement aquatique sous forme initiale ou métabolisée posent le double problème de la quantification de leur toxicité et des voies possibles de leur élimination. Aujourd'hui, cette préoccupation ne fait l'objet d'aucune législation, ni en France ni ailleurs dans le monde, même si les pouvoirs publics commencent à s'y intéresser (mission de l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail en cours sur les anticancéreux).

Ce terme de « micropolluants » regroupe une grande famille de composés chimiques : détergents, produits de nettoyages, additifs des plastiques, hydrocarbures, pesticides, herbicides, retardateurs de flamme, inhibiteurs de corrosion, métaux lourds, agents tensio-actifs anioniques, cosmétiques, parfums, **médicaments**, hormones et leurs métabolites.

La présence de composés pharmaceutiques dans les effluents des stations d'épuration a été rapportée dans plusieurs études [1] [2] [3] [4]. Le caractère spécifique de ces composés, mis sur le marché au terme d'une sélection rigoureuse ne retenant que les molécules les plus actives biologiquement, leur confère un statut particulier [5]. La dimension du problème est d'autant plus importante que, au niveau européen, des milliers de tonnes de médicaments humains et vétérinaires sont excrétés, chaque année, sous forme inchangée ou sous la forme des métabolites actifs [6]. Pour certains médicaments, les niveaux d'utilisation par pays ne dépassent pas quelques centaines de kilogrammes, pour d'autres en revanche, ils se chiffrent en centaines, voire en milliers de tonnes [5]. En Angleterre, en Allemagne et en Autriche, certains produits pharmaceutiques sont utilisés en quantités de plus de 100 tonnes par année [7] [8] [9]. Des anti-inflammatoires, y compris l'acide acétylsalicylique (par exemple,

Vous avez droit à un essai gratuit sur le site, pensez-y pour lire la suite de cet article

Pour découvrir tous les articles relatifs à ce sujet, Rendez-vous en ligne.



web

Traitement des eaux par du chitosane : intérêts, méthodes et perspectives

par Grégorio CRINI, Pierre-Marie BADOT et Nadia MORIN-CRINI

Les procédés physico-chimiques de traitement et d'épuration des eaux usées utilisant des produits chimiques les plus couramment utilisés sont efficaces mais posent de sérieux problèmes environnementaux et de santé. À l'heure où la demande du public en matière de produits renouvelables et biodégradables croît avec la sensibilisation à la protection de l'environnement, les matériaux d'origine biologique comme le **chitosane** apparaissent porteurs de solutions. Ce biopolymère est de plus en plus utilisé pour récupérer et éliminer des polluants présents dans les effluents industriels. Le chitosane présente de nombreuses propriétés physiques, chimiques et biologiques qui peuvent être mises à profit dans des procédés de décontamination des eaux comme l'**adsorption**, la **coagulation/floculation** et l'**ultrafiltration membranaire**.

Grégorio CRINI est docteur en chimie organique et macromoléculaire de l'université Lille 1, ingénieur d'études habilité à diriger des recherches à l'université de Franche-Comté à Besançon, en activité au laboratoire chrono-environnement, UMR 6249 CNRS/UFC usc INRA.

Pierre-Marie BADOT est professeur des universités, spécialité biologie environnementale, à l'université de Franche-Comté à Besançon, en activité au laboratoire chrono-environnement, UMR 6249 CNRS/UFC usc INRA.

Nadia MORIN-CRINI est docteur en chimie analytique de l'université de Franche-Comté à Besançon, responsable du département analytique et en activité au laboratoire chrono-environnement, UMR 6249 CNRS/UFC usc INRA.

1. Contexte

Il existe, actuellement, une recherche très active dans le domaine de la « **chimie verte** » sans pétrole qui utilise des matières premières plus respectueuses de l'environnement et de notre santé comme le bois, les coproduits végétaux, les fibres naturelles et les ressources marines. Il est important de noter que cette chimie n'est pas nouvelle car l'agriculture, la

forêt et la mer ont fourni produits et énergie aux civilisations préindustrielles, leur conférant un caractère durable. Parmi les objectifs de cette chimie verte, on peut citer l'utilisation de ressources renouvelables à la place des ressources fossiles, la recherche d'alternatives aux matériaux synthétiques d'origine pétrochimique, la conception de produits biodégradables ou encore l'amélioration des procédés industriels existants. Il existe de nombreuses méthodes de décontamination des eaux usées industrielles provenant, par exemple, des filières textile, agroalimentaire, traitement de surface ou papetière [17]. Parmi ces méthodes, on peut citer trois traitements physico-chimiques très utilisés par ces filières industrielles, à savoir la coagulation/floculation [1] [2], l'adsorption [3] [4] [5] ou encore la filtration membranaire [17]. Parmi les matières premières bon marché, renouvelables et non nocives pour l'environnement et notre santé, **la chitine et le chitosane sont de plus en plus cités et utilisés** dans ces trois procédés d'épuration [18]. Ces matériaux satisfont, en effet, aux exigences de développement durable, car ils diminuent la dépendance à l'égard des combustibles fossiles, tout en étant biodégradables et biorésorbables.

Le concept de « **chimie verte** », *green chemistry*, a été développé aux États-Unis au début des années 1990 au sein de l'Environmental Protection Agency.

Vous avez droit à un essai gratuit sur le site, pensez-y pour lire la suite de cet article

Pour découvrir tous les articles relatifs à ce sujet, Rendez-vous en ligne.



web



© D.R.

• EXTRAITS D'INSTANTANÉS TECHNIQUES :

À LA UNE

Le marché et les forces en présence

Systèmes embarqués : un déploiement tout azimut

Un secteur jeune encore très fragmenté

Systèmes d'exploitation temps réel : les principes

LES APPLICATIONS ET LES TECHNOLOGIES UTILISÉES

Le but est d'avoir une proximité entre le matériel et le logiciel

Diagnostic filaire : détection, localisation et caractérisation de défauts dans des réseaux filaires complexes

LES PRINCIPAUX ENJEUX ET DÉFIS ACTUELS

Les systèmes embarqués, une problématique importante pour l'industrie française

Systèmes embarqués : gérer la criticité

LE POINT SUR LA RECHERCHE

Systèmes embarqués : un défi économique dans les mains de la recherche

Vers des capteurs autonomes au niveau énergétique

• EXTRAITS DE LA BASE DOCUMENTAIRE

[Innovation] : Diagnostic filaire (IN 118)

A lire
ici

Pour découvrir tous les articles relatifs à ce sujet, Rendez-vous en ligne.



web



IN SITU

Un secteur jeune encore très fragmenté

Dynamique, certes, cet écosystème l'est. Mais comment se structure-t-il ?

Quels sont les grands noms de cette industrie ? Quelles sont ses forces et ses faiblesses ? Gros plan sur cette industrie mal connue.

Grands industriels, sociétés de services, éditeurs de logiciel spécialisés dans les systèmes embarqués, laboratoires de recherche... ils sont nombreux à intervenir sur ce secteur. D'après l'étude menée en 2007 pour le compte du comité embarqué du Syntec informatique par PAC et IDC, 7 catégories d'acteurs le constituent. On y retrouve :

- des industriels (Airbus, Dassault, Legrand, Schneider, Alcatel, Renault-Nissan, PSA Peugeot-Citroën, Alstom...)
- des équipementiers/systémiers (Valeo, Michelin, Bosch, Siemens, Thales, Safran, Alcatel-Lucent...)
- des laboratoires de recherche (LAAS CNRS, INRIA, CEA, VERIMAG, ISEN, IETR...)
- des clusters/pôles de compétitivité (System@tic, Aerospace Valley, Minalogic, Images et Réseaux, Solutions communicantes sécurisées, Mer Bretagne, Mov'eo, EMC2, IDforCAR, Lyon Urban Truck&Bus, Optitec, Pôle risques, Route des Lasers, S2E2, Véhicule du futur, TES, ...)
- des associations et réseaux d'excellence (Autosar, Artist2, Artemis qui sont deux réseaux européens...)
- des sociétés de services (Altran, Sogeti, le groupe CS,...)
- et des éditeurs de logiciels (Esterel Technologies, Dassault systèmes qui a acheté Geensoft en juin 2010, Aonix, ...)

De grands noms qui cachent toutefois, un tissu de prestataires français encore très fragmenté et très jeune. 42 % de ces entreprises, selon l'étude pilotée par le Syntec, ont été fondées récemment (en 1995). Ce sont, pour la plupart, des structures de petites tailles, qui appartiennent, dans 8 cas sur 10, à des personnes physiques plutôt qu'à des institutions financières. Des caractéristiques qui ne gênent en rien leur dynamisme puisque selon le Syntec, entre 2007 et 2011, ces entreprises devraient créer environ 34.000 emplois nouveaux, dont 19.000 au sein des éditeurs de logiciels et des sociétés de service et 15.000 chez les industriels.

Des acteurs fortement impliqués dans l'innovation...

Une vitalité poussée en grande partie par l'innovation. D'où le poids de la R&D dans le budget de cette industrie. Selon les estimations des différents cabinets, une entreprise sur trois participe à des projets avec les laboratoires de recherche. Et plus généralement, elles investissent entre 20 et 22 % de leurs revenus dans la R&D !

La capacité d'investissement des différents acteurs de ce segment dans l'innovation est donc un des enjeux majeurs de cette industrie pour les années à venir. C'est elle qui conditionnera le rôle qui joueront demain les entreprises françaises de cet écosystème sur le plan national, mais surtout international. Le gouvernement français ne s'y est d'ailleurs pas trompé. Les logiciels embarqués font partie des 9 priorités d'investissement identifiées par le gouvernement dans le cadre du grand emprunt, au même titre que les transports intelligents, les smart grids ou encore la nanoélectronique. Certes, cette aide aux projets prendra essentiellement la forme de prises de participation et de prêts financés par le Fonds pour la Société numérique. Mais dans une moindre mesure, des avances remboursables et des subventions, essentiellement en R&D, pourront être consenties.

L'Europe soutient elle aussi activement cet écosystème. Consciente de son caractère stratégique pour l'industrie européenne, la Commission européenne, les Etats membres et une association répondant au nom de Artemisa ont créé, en février 2008, ARTEMIS une Initiative Technologique Conjointe (JTI), devenue, depuis octobre 2009, une entreprise conjointe (JU). Autonome depuis cette date, elle regroupe des industriels de toutes tailles, ainsi que des universités et des instituts de recherche qui constituent un véritable réseau d'excellence encadrant et coordonnant un programme de recherches sur 10 ans via des appels à projet sur les systèmes embarqués. Une initiative dotée de 2,5 milliards d'euros co-financés par Artemis et les Etats membres (lire l'encadré).

... sans forte standardisation

Pourtant, bien que dynamique et soutenu par les pouvoirs publics et les industriels, cet écosystème demeure fragile. Jusqu'à récemment, les éditeurs et sociétés de services des systèmes embarqués étaient liés aux grandes industries pour lesquelles ils avaient développé compétences et solutions. Cette « verticalisation » sectorielle a empêché qu'existent – comme c'est le cas dans l'informatique de gestion – de très grands leaders multinationaux, souligne le rapport du Syntec.

Par ailleurs, fragmentés, jeunes, et avec une structure capitalistique essentiellement privée, la croissance des prestataires de ce secteur peut être chaotique en période de crise ou dans un contexte de mondialisation, faute de surface financière suffisante. Aujourd'hui, les donneurs d'ordres comme leurs prestataires ont pris conscience de l'intérêt de s'organiser différemment souligne le Syntec, en développant d'une part la standardisation à l'échelle internationale (européenne a minima) et en favorisant le décloisonnement multisectoriel.

Un Club des Grandes Entreprises de l'Embarqué (CG2E) a d'ailleurs été créé en 2008 en étroite collaboration avec le Comité Embarqué de Syntec informatique pour regrouper les grands industriels de l'embarqué et travailler activement à ce décloisonnement entre les secteurs industriels, notamment dans le domaine des standards. Il regroupe d'ores et déjà plusieurs dizaines de grands industriels de tous les secteurs applicatifs. Une dynamique qui est non seulement à l'oeuvre en France, mais aussi en Europe.

Par Anne-Laure Béranger

3^e appel à projets pour Artemis

Artemis

Pour la troisième année consécutive, l'entreprise conjointe Artemis, dédiée aux systèmes embarqués, a lancé, début 2010, son appel à projets. Au total, la dotation s'élevait à plus de 200 millions d'euros, dont un financement public de 100 millions d'euros venant des 22 Etats membres participants et de la commission européenne, et d'au moins autant venant des industriels et des organismes de recherche. Clos depuis le 1^{er} septembre 2010, il se focalisait cette année, sur des projets ayant un impact important sur notre vie quotidienne en matière d'utilisation de l'énergie, de sécurité et de santé. Le deuxième appel à projets, lancé en 2009, a généré 13 grands projets de R&D qui ont démarré au début de cette année, tandis que celui de l'année 2008 avait permis le lancement de 12 projets en janvier 2009.



© Franck Barbier

EVALUER

« *Les systèmes embarqués, une problématique importante pour*

l'industrie française »

Franck Barbier [ANR]

Responsable du secteur « Systèmes embarqués et grandes infrastructures » à l'Agence Nationale de la Recherche, Franck Barbier revient pour Techniques de l'Ingénieur sur les problématiques de recherche actuelles, notamment en ce qui concerne les coûts de revient. Interview.

Franck Barbier a rejoint l'ANR en 2009. Spécialiste des systèmes embarqués, docteur en informatique spécialité génie logiciel, Franck Barbier a noué au cours de sa carrière des liens avec de grandes compagnies (Alcatel, Thales), ce qui lui permet aujourd'hui d'appréhender au mieux la nécessaire collaboration entre recherche publique et privée, surtout autour d'une thématique comme celle des systèmes embarqués.

Techniques de l'Ingénieur : Quand est-ce que l'ANR a-t-elle commencé à s'intéresser à la recherche sur les systèmes embarqués ?

Franck Barbier : Le thème « systèmes embarqués » a toujours été traité à l'ANR dès la création de l'agence. Il s'agit d'un héritage de ce que l'on appelait avant les réseaux technologiques. La recherche sur les systèmes embarqués a toujours été soutenue de manière importante car c'est une problématique très importante pour l'industrie française : en effet, les secteurs automobiles, ferroviaires et aéronautiques français, en particulier, reconnus pour leur compétence, étaient très demandeurs et ont toujours suivi de très près toutes les recherches menées sur les systèmes embarqués.

Parlez-nous des applications des systèmes embarqués et des technologies mises en œuvre ?

Les applications sont nombreuses : la téléphonie par exemple, avec des périphériques grands publics comme les smart phones qui comportent des systèmes embarqués non critiques. Il faut bien faire la distinction entre système embarqué critique et non critique. Les systèmes embarqués critiques, impliqués dans le fonctionnement de systèmes comme le système de freinage d'une voiture (ABS), le guidage de missiles, le pilote automatique dans les avions, font l'objet de tests très nombreux et coûteux, car des vies humaines sont souvent en jeu. Les systèmes non critiques, eux, sont plutôt destinés aux loisirs, à l'assistance à la personne...

Y a-t-il partage des technologies selon le domaine d'application ?

Sur les systèmes critiques, un partage des technologies est nécessaire. Par exemple, le pôle de compétitivité Aerospace Valley, qui s'intéresse à l'industrie aéronautique, abrite maintenant des acteurs impliqués dans le ferroviaire et l'automobile, et tous ces secteurs utilisent les mêmes technologies. Que ce soit pour la partie électronique ou la partie logicielle, les technologies ayant pour but d'améliorer le niveau de robustesse de ces dispositifs sont les mêmes. Après, en termes de technologies, les grosses différences se font sur les systèmes embarqués d'agrément, non critiques, destinés à faciliter la vie des gens.

Un exemple ?

Si on prend le cas des smart phones, les plates-formes d'exécution logicielle subissent des tests, mais qui ne vont pas être aussi poussés et nombreux que ceux effectués sur des systèmes critiques. Il s'agit là d'un problème de coût, puisque le seul moyen de s'assurer du bon fonctionnement de ces systèmes est faire un nombre de tests très important, qui se répercutent directement sur le prix de revient (les tests représentent parfois 60 % du prix de revient = phase de tests, de vérification et de certification).

Aujourd'hui, il semble que la problématique des coûts de revient intéresse beaucoup le recherche...

Prenons un exemple : aujourd'hui, du côté des logiciels, on a un langage de programmation comme Java, qui a été plutôt construit pour le monde de l'Internet. Il existe des versions de Java pour les systèmes embarqués, notamment les non critiques. Il existe aussi des versions Java pour les systèmes embarqués critiques. Ce langage là avait jusqu'à présent des mécanismes qui empêchaient de pouvoir certifier les programmes sur leur comportement. On a maintenant des normes de certification qui laissent la possibilité de l'utiliser. Pour revenir à l'aspect coût, ce langage là a une qualité : en effet, les programmeurs sont beaucoup plus productifs en utilisant Java. Aujourd'hui, le fait que les normes de certification sur les problèmes d'allocation dynamique de mémoire, dans le domaine de l'aviation ou de l'automobile, soient plus souples, fait que le langage Java commence à gagner des parts de marché et on y gagne aussi sur les aspects coût puisqu'on fabrique la partie logiciel plus rapidement.

L'augmentation des puissances de calcul des systèmes embarqués est-elle également un enjeu pour la recherche ?

La puissance de calcul suit l'évolution des ordinateurs qu'on utilise au quotidien. Pour piloter des systèmes de plus en plus complexes, sophistiqués, on a besoin d'une puissance de calcul de plus en plus importante. On commence à parler des architectures matérielles multi cœurs, c'est-à-dire contenant plusieurs calculateurs travaillant sur la puce de base en parallèle. On retombe sur les problèmes de prix. Si on intègre plus de calculateurs sur une automobile, son prix de revient devient moins concurrentiel. Il faut arriver, en termes de services, à convaincre le client de payer pour ces systèmes. Le problème de cette puissance de calcul, c'est qu'on reste encore aujourd'hui dans une logique forte de système complet matériel ou logiciel qui coûte le moins cher possible. Etant donné que ces composants vont être vendus à des milliers d'exemplaires, le coût de revient doit être minimisé à tout prix.

Quels sont actuellement les freins majeurs aujourd'hui pour la recherche ?

Aujourd'hui, le coût de revient de ces systèmes est le vrai problème si parallèlement ils montent en sophistication. Le coût de mise au point est souvent pharaonique. Le moindre système embarqué supplémentaire dans une voiture accroît le coût de celle-ci de manière significative. Aujourd'hui, sur une Volvo par exemple, on trouve une cinquantaine de calculateurs sur les voitures de milieu de gamme. Le problème devient alors de faire alors interopérer tous ces calculateurs dans une architecture matérielle/logicielle la plus standardisée possible pour maîtriser et les coûts et la qualité globale (sécurité absolue des dispositifs de la voiture).

C'est-à-dire ?

Les systèmes embarqués doivent pouvoir communiquer entre eux de manière rationnelle via des infrastructures idoines (intergiciels). L'interconnexion est une de nos problématiques actuelles. L'industrie française est en pointe dans ce domaine. Nous avons historiquement une grande compétence sur le sujet. L'ANR a vocation à faire perdurer cet avantage technologique.

Quel est le rôle principal de l'ANR sur la thématique « systèmes embarqués » ?

Sur les systèmes embarqués, la vocation de l'ANR est de faire collaborer public et privé. Sur la période 2005/2007, nous avons eu 21 projets sur les systèmes embarqués, avec une aide globale de 23,8 millions d'euros. Mais nous soutenons d'autres projets qui apportent une contribution indirecte à la recherche sur les systèmes embarqués, comme les recherches sur la sûreté de fonctionnement en général, qu'elle soit matérielle ou logicielle, la sécurité des systèmes d'information...

Y a-t-il une collaboration public/privé en termes de recherche sur les systèmes embarqués ?

La recherche publique/privée sur les systèmes embarqués fonctionne très bien aujourd'hui. Nous avons traité le sujet de la bonne façon, il y a très longtemps. C'est une thématique pour laquelle la R et D privée a toujours investi de façon conséquente. Il y a eu une mise en relation rapide entre les laboratoires publics et la recherche privée, sous l'initiative de l'Etat. Deux grands laboratoires français en sont le parfait exemple : le LAAS à Toulouse, qui collabore beaucoup avec l'industrie de l'aéronautique et de l'espace. Verimag à Grenoble, qui a obtenu l'équivalent du prix Nobel, dans le domaine des systèmes embarqués.

Est-ce que l'économie d'énergie est un axe de recherche prépondérant sur cette thématique ?

La tendance est à l'économie d'énergie : les TIC sont de gros consommateurs d'énergie. Les systèmes embarqués sont également un moyen d'optimiser la consommation d'énergie. Il y a donc cette contradiction à gérer, sachant que plus la puissance de calcul des systèmes augmente plus la consommation d'énergie est importante.

Parlez-nous du programme ARPEGE ?

C'est un programme qui a commencé en 2008, avec trois appels à projets annuels. Le dernier a eu lieu en 2010. ARPEGE a poursuivi toutes les initiatives de programmation de l'ANR qui avaient eu lieu de 2005 à 2007. La vraie vocation d'ARPEGE était de progresser au niveau de l'interconnexion de ces systèmes embarqués pour des grandes infrastructures de calcul (internet des objets en particulier).

Mots clés : systèmes embarqués, ARPEGE, ANR

Pour découvrir tous les articles relatifs à ce sujet, Rendez-vous en ligne.



Diagnostic filaire

Détection, localisation et caractérisation de défauts dans des réseaux filaires complexes

par **Fabrice AUZANNEAU**

Chef du Laboratoire de fiabilisation des systèmes embarqués au CEA LIST

Résumé : Les câbles électriques sont vecteurs de l'alimentation et de l'information pour les systèmes communicants. Ils sont soumis aux mêmes contraintes et peuvent aussi être affectés par des défauts (court-circuit, rupture, corrosion et usure, etc.). En cas de panne du système, il peut être intéressant de vérifier l'état physique du réseau d'interconnexion filaire avant de changer de coûteux appareils. Des systèmes de diagnostic filaire permettraient d'énormes gains de temps et d'argent dans de nombreux domaines tels les transports, l'énergie, le bâtiment et les infrastructures, les télécommunications.

Abstract : *Electrical cables are the support for energy and information transmission of many systems. They are subject to the same constraints and can as well be subject to defects (short circuit, break, corrosion, wear out...). In the event of a breakdown of the system, it can be interesting to check the status of the wiring interconnection network before changing expensive devices. The use of wire diagnosis tools would allow huge time and money savings in many fields such as transport, energy, building and infrastructures, telecommunications.*

Mots-clés : diagnostic, réseaux, câbles, interconnexion, défauts, maintenance

Keywords : *diagnosis, wires, network, defects, maintenance*

Points clés

Domaine : Fiabilité des réseaux de câbles

Degré de diffusion de la technologie : Émergence | **Croissance** | Maturité

Technologies impliquées : Électronique analogique et numérique, radiofréquence, microélectronique

Domaines d'application : Transports, énergie, communication, bâtiment et infrastructures

Principaux acteurs français :

Centres de compétence : CEA LIST, Supélec LGEP, INRIA

Pôles de compétitivité : SYSTEM@TIC

Autres acteurs dans le monde : Université de l'Utah, Livewire, Wirescan...

Vous avez droit à un essai gratuit sur le site, pensez-y pour lire la suite de cet article

Pour découvrir tous les articles relatifs à ce sujet, Rendez-vous en ligne.



web

Les compteurs intelligents, premiers pas vers un logement plus sobre en énergie
Le ballon de la coupe du monde « trop rond » ?
REACH : les dernières news
TeraHertz, à la conquête d'un nouveau monde
Véhicule urbain du futur
Fiches d'exposition des salariés, les conseils d'un médecin du travail
Voitures hybrides, une évolution en marche
Quand la science réussit à faire parler Mona Lisa
1100 après Cluny ressuscité virtuellement
Le projet européen Amarsi, des robots apprennent en interagissant
Des cellules photovoltaïques enroulables
Bulles de champagne, les secrets de leur stabilité
Nos données de demain sur une molécule
Les compteurs intelligents, premiers pas vers un logement plus sobre en énergie
Comment établir une fiche d'exposition des salariés ?
Le re-use, la meilleure alternative pour l'industrie
Le prototypage virtuel fait progresser les piles à combustible automobiles
Vos données électroniques sont elles bien archivées ?
De nouvelles perspectives pour la technologie 3D
Taxe carbone ou quotas CO2
De plus en plus de bâtiments sociaux passifs en Europe
Consommation d'énergie réduite de 27% grâce à un variateur de vitesse
Des nanoparticules métalliques pour traiter les effluents industriels
Des matériaux nanoporeux pour détecter les polluants de l'air
Le Smart-Grid va ouvrir de nouveaux marchés
Une résine allège de 50% les ailes du futur RVR de Mitsubishi
Premier bâtiment administratif passif de France
Cahier Nanotechnologies : quelles promesses, quelles réalités ?
Authentifier des bouteilles de vin anciennes par faisceaux d'ions de haute énergie
Savoir lire les fiches de données de sécurité
Les micropolluants vont constituer le sujet qui fâche dans les prochaines années
Optimisation des performances des architectures multicoeurs
La première unité de production française à énergie positive
La simulation 3D pour des moteurs moins énergivores et polluants
Sources et détecteurs aux fréquences TéraHertz
Médicaments dans l'eau, quels risques et quels traitements ?
L'aluminium Lithium séduit la NASA
La première solution cloud computing de gestion de la qualité
Renault pilote la qualité de son informatique
Stockage de l'électricité d'origine solaire, attention aux faux espoirs
Un carter d'huile géant en polyamide pour véhicules hors route
5 Méthodes pour sécuriser un réseau virtuel
La cosmétique séduite par les nanotechnologies
Partir de l'utilisateur et construire autour de lui
Des drains filtrants pour bloquer l'érosion du littoral
Le solaire photovoltaïque à concentration mise sous la loupe
Développement des technologies de réalité virtuelle
10 mots pour parler le langage de la réalité virtuelle
Le jeu vidéo, un moteur puissant pour la réalité virtuelle
Claudie Haigneré toute société s'enrichit de sa diversité



**Accès internet intégral sur <http://www.techniques-ingenieur.fr/actualite/>
Retrouvez tous ces articles en saisissant leur titre dans le champ dédié
du moteur de recherche.**

SUR WWW.TECHNIQUES-INGENIEUR.FR, RETROUVEZ :

SÉCURITE - ENVIRONNEMENT

Environnement
Sécurité et gestion des risques
Bruit et vibrations
Technologies de l'eau
Dossier pratique ICPE

GÉNIE INDUSTRIEL

Management industriel
Conception et production
Logistique
Emballages
Maintenance
Traçabilité

ÉNERGIE

Génie énergétique
Convertisseurs et machines électriques
Électricité : réseaux et applications
Génie nucléaire

MÉCANIQUE

Machines hydrauliques et thermiques
Fonctions et composants mécaniques
Tribologie
Travail des matériaux - Assemblage

MATÉRIAUX

Plastiques et composites
Matériaux fonctionnels
Corrosion - vieillissement
Étude et propriétés des métaux
Élaboration et recyclage des métaux
Mise en forme des métaux et fonderie
Traitements des métaux

PROCÉDÉS CHIMIE - AGRO - BIO

Bioprocédés
Opérations unitaires. Génie de la réaction chimique
Formulation
Constantes physico-chimiques
Chimie Verte
Agroalimentaire

MESURES - ANALYSE

Qualité et sécurité au laboratoire
Techniques d'analyse
Mesures physiques

Mesures mécaniques et dimensionnelles
Mesures et tests électroniques
Instrumentation et méthodes de mesure
Informatique industrielle

NANOTECHNOLOGIES

Nanotechnologies
Nanotechnologie - Guide de l'innovation 2010

TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION

Réseaux et télécommunications
Le traitement du signal
Sécurité des systèmes d'information
Technologies logicielles et architectures des systèmes
Documents numériques et gestion de contenu

ÉLECTRONIQUE - PHOTONIQUE

Électronique
Optique Photonique

CONSTRUCTION

Construction - réglementation, organisation,
Matériel et matériaux
Structure et gros œuvre
Bâtiment et travaux neufs
Génie civil
Pathologie - Réhabilitation / Démolition -
Déconstruction
Qualité environnementale des bâtiments
Encyclopédie du bâtiment

SCIENCES FONDAMENTALES

Mathématiques pour l'ingénieur
Physique / Chimie

LES ARCHIVES

Archives Matériaux
Archives Chimie
Archives Analyse / Mesure
Archives Mécanique
Archives Energie
Archives Electronique / Informatique / Télécom
Archives Construction
Archives Génie industriel

TRADUCTEUR MULTILINGUE

Lexique franco-anglais-allemand-espagnol
des termes