

# IT

## INDUSTRIE & TECHNOLOGIES

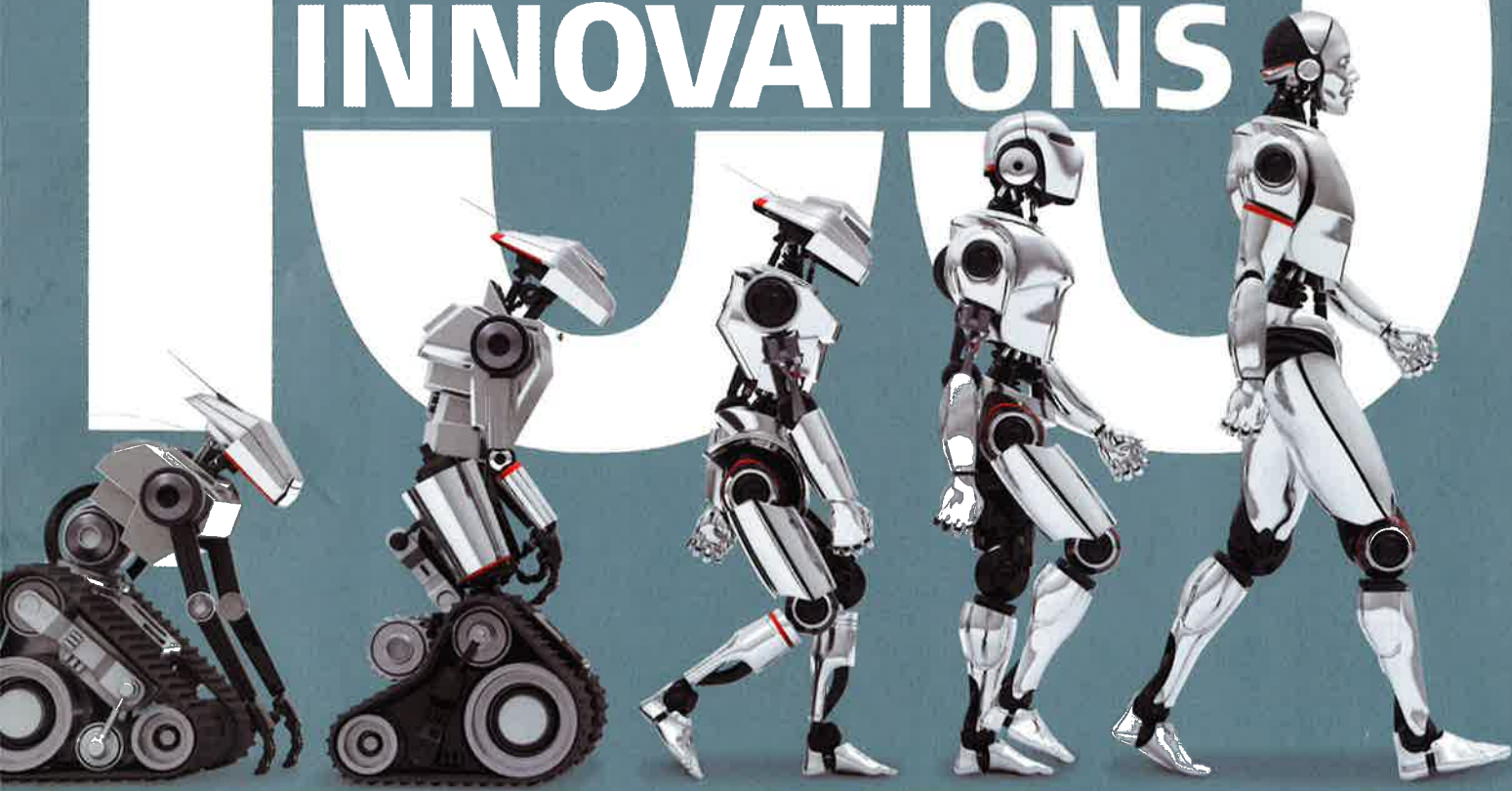


**SPÉCIAL NUMÉRO 1000**  
10 RUPTURES TECHNOLOGIQUES  
DÉCRYPTÉES DANS NOTRE  
MOSAÏQUE INTERACTIVE  
[www.industrie-techno.com](http://www.industrie-techno.com)

N°1000» JUIN 2017 - 16,50 €

# (R)ÉVOLUTIONS TECHNOLOGIQUES

# 1000 INNOVATIONS



**TENDANCES**  
PAGE 6  
**Données personnelles**  
LE CASSE-TÊTE DE LA PROTECTION



**CAHIER TECHNIQUE**  
PAGE 69  
**Aéronautique**  
L'ESSOR DES DRONES CIVILS ET MILITAIRES

## RETOUR VERS LE FUTUR

**L**es histoires d'innovation finissent bien, en général. Confiance: c'est même l'une des satisfactions des journalistes qui en ont fait leur spécialité, acquérant ainsi le privilège, rare au sein de la profession, d'annoncer le plus souvent... de bonnes nouvelles! Depuis son premier numéro en novembre 1958, jusqu'à cette millième édition, *Industrie & Technologies* n'a cessé d'être le témoin privilégié des progrès spectaculaires dans tous les domaines des sciences et technologies, qui ont accompagné de grandes épopées industrielles, et induit des transformations majeures dans tous les secteurs d'activités. La transformation numérique, la transition éner-gétique, la robotisation, l'émergence puis la diffusion des outils d'impression 3D ou d'édition du génome sont autant de

### Les innovateurs sont d'abord des optimistes

(r)évolutions technologiques, rendues possibles par la curiosité, l'ingéniosité et le talent d'individus ou d'équipes déterminés. Nous avons la chance de les côtoyer au quotidien et de les suivre pas à pas, depuis l'émergence d'une idée neuve jusqu'au succès d'une innovation qui se déploiera parfois dans les applications les plus insoupçonnables, conduisant dans certains cas à refaçonner des pans entiers de l'industrie. Et nous pouvons en témoigner: même lorsque la réussite attendue n'est pas, ou pas tout de suite, au rendez-vous, l'enthousiasme est lui, toujours bien présent. Les innovateurs sont en effet d'abord des optimistes. Ils osent chercher à repousser les limites du possible, savourent le plaisir de la découverte ou celui de l'invention, cherchent à donner corps à leurs rêves, et façonnent avec enthousiasme le futur. Un futur dans lequel nous espérons continuer à être présents à vos côtés, pour éclairer le potentiel des ruptures technologiques nées de leurs efforts. ●



**MURIEL DE VERICOURT**  
RÉDACTRICE EN CHEF  
mdevericourt@industrie-technologies.com





MICRO-EPSILON



## CAPTEURS À COURANTS DE FOUCAULT COMPACTS COMPACTS

eddyNCDT 3001

Mesure de l'ordre du micromètre de déplacement, de distance & de position

- Remplacement idéal pour les capteurs inductifs et les commutateurs: plus de rapidité, de précision et de stabilité
- Construction M12 compacte avec contrôleur intégré
- Fréquence limite élevée pour la surveillance des mouvements rapides
- Idéal pour les fluctuations de températures grâce à la compensation de température intégrée
- Construction robuste, insensible à l'encrassement, la pression & l'huile



Tél. +33 139 102 100

[www.micro-epsilon.fr/eddy](http://www.micro-epsilon.fr/eddy)

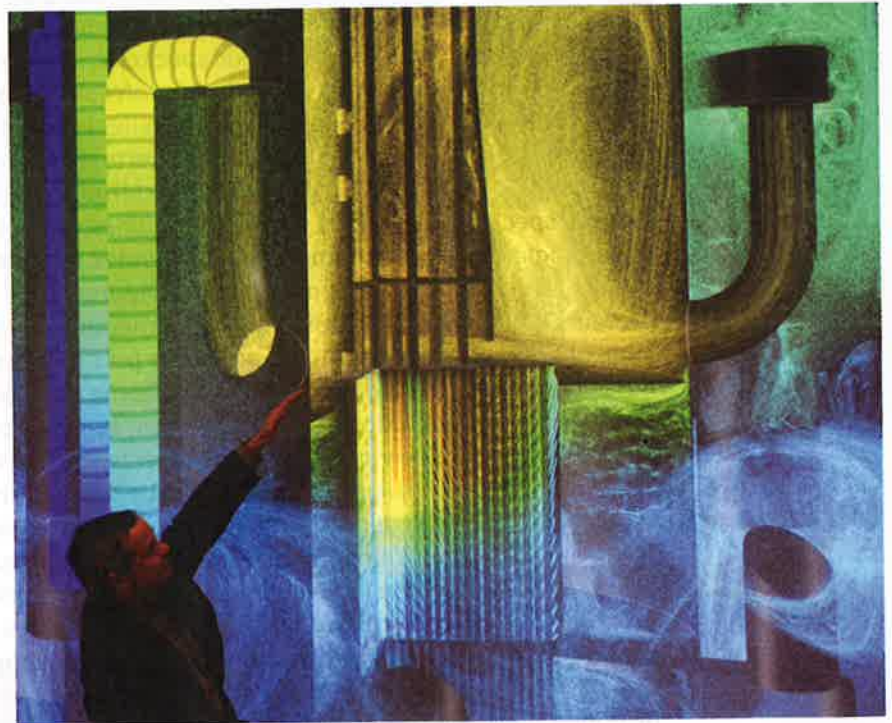
## SOMMAIRE

### EN COUVERTURE

# (R)ÉVOLUTIONS TECHNOLOGIQUES 100 INNOVATIONS

Pour ce numéro 1000, Industrie & Technologies a choisi de vous présenter dix familles de technologies disruptives. Et de détecter, c'est dans notre ADN, les innovations qui vont compter pour le futur de l'industrie.

PAGE 16



**DIGITALISATION**  
page 18-23



**TRANSITION  
ÉNERGÉTIQUE**  
page 24-30



**IMPRESSION 3D**  
page 32-36



**MOBILITÉ**  
page 38-41



**ROBOTIQUE**  
page 42-47



**BIOTECHNOLOGIES**  
page 48-51



**DESIGN**  
page 52-54



**OPEN INNOVATION**  
page 56-59



**INTERNET DES OBJETS**  
page 60-63



**INTELLIGENCE  
ARTIFICIELLE**  
page 64-66

**RÉDACTION**

**Directrice des rédactions** Christine Kerdellant (9483)  
**Directrice adjointe des rédactions** Anne Debray (9251)  
**Rédactrice en chef** Muriel de Vericourt (9957)  
**Directeur artistique** Vincent Boiteux (9501)  
**Assistante de la rédaction** Farah Charfi (9425)  
**Numérique, électronique, informatique, automobile**  
Séverine Fontaine (9440), chef de rubrique actualités  
**Énergie, environnement, électrotechnique et sécurité**  
Philippe Passebon (9481),  
**Nouveaux produits** Laurent Rousselle (9435)

**ONT COLLABORÉ À CE NUMÉRO**

Alain Clapaud, Géraldine Dauvergne, Robin Lambert,  
Floriane Leclerc, Guillaume Lecompte-Boinet, Hugo Leroux,  
Pauline Orban et Alexane Roupioz

**ÉDITION**

**Secrétariat de rédaction**  
Nicole Torres (9493), première secrétaire de rédaction  
**Maquette** Sylvie Louvet (9624), rédactrice graphiste  
**Service Photo** Jean-Louis Salque (9484) et  
Marielle Toupance (9486)  
**Infographie** Florent Robert (9495)

**COMMERCIAL**

**Directrice commerciale du pôle Industrie**  
Béatrice Allègre (9362)  
**Directrice adjointe de la publicité** Alix O'Neill (9361)  
**Directeur de clientèle** Piero Tomassi (9578)  
**Régions** Thierry Borde, directeur (04-72-84-27-54)  
**Est** Clarisse Michel (03-88-84-36-06)  
**Allemagne/Suisse/Autriche**: Thomas Hugues (9536)  
**Benelux**: Huson International Media (Rodric Leering)  
+31 (0) 229 841 882  
**Grande-Bretagne**: Huson International Media (Stuart  
Payne) +44 (0) 1932 564 999  
**États-Unis**: Huson International Media +1 212 268 3344  
**Espagne**: B2B Communication (Juan Jose Bellod)  
+34 91 319 8177  
**Espace Industrie - Contact Industrie - Service publicité**  
Alix O'Neill (9361)

La direction se réserve le droit de refuser toute insertion  
sans avoir à justifier sa décision.

**CONFÉRENCES-EVÉNEMENTS** (9290)

**ADMINISTRATION-GESTION**

**Directeur administratif et financier** Stéphane Deplus (9402)  
**Responsable juridique** Mireille Monnier (9744)  
**Directeur des affaires sociales** Frédéric Sibille (9444)  
**Directrice fabrication et achats** Fabienne Couderc (9314)

**MARKETING, DIFFUSION-ABONNEMENTS**

**Directeur** Guillaume de Corbière  
**Directrice Marketing direct et diffusion** Laurence Vassor  
**Marketing direct abonnements** Carole Hardy  
**Gestion abonnements** Nadia Clément

**TARIFS ABONNEMENTS**

**France** (TVA 2,10 %) 1 an : 229 euros TTC  
**Étudiant** 51 euros TTC (sur justificatif)  
**Etranger** nous consulter  
**Règlement à l'ordre d'Industrie et Technologies**  
**Pour l'UE, préciser le numéro de TVA**  
**Intracommunautaire**  
**Librairie** (vente des numéros déjà parus et des annuaires)  
**Annuaire** (TVA 5,5 % incluse)  
**« L'Atlas des usines »** : 230 euros TTC (papier)  
650 euros (format xls)



Numéro de commission paritaire : 0657 8275. Numéro ISSN :  
1633-7107. Dépôt légal : à parution. Impression : Imprimerie de  
Compiègne, 60205 Compiègne. Industrie et Technologies  
est éditée par Groupe Industrie Services Info SAS au capital de  
38 628 352 euros. Siège social : 10 place du général de Gaulle  
92186 Antony. RCS Nanterre 449 233 417 10. Siret : 442 233 417  
00041. TVA : FR2942233417. Principal actionnaire EIM.  
Toute reproduction, représentation, traduction ou adaptation, qu'elle soit  
intégrale ou partielle, quels qu'en soient le procédé, le support,  
ou le média, est strictement interdite sans l'autorisation de l'éditeur,  
sauf dans les cas prévus par l'article L.122-5 du code de la propriété intellec-  
tuelle. Seules sont autorisées les reproductions réservées à l'usage privé du  
copiste et non destinées à une utilisation collective et les analyses et courtes  
citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans  
laquelle elles sont incorporées. (loi du 10 mars 1957,  
art. 40 et 41, et code pénal, art. 425).  
Copyright Groupe Industrie Services Info SAS. Tous droits réservés

Origine du papier : Allemagne. Taux de fibres recyclées : + de 50 %  
Certification : PEFC. Impact sur l'eau (P tot) : 0,003 kg/tonne

**Directeur de la publication** Julien Elmaleh



10-31-1668 / Certifié PEFC / pefc-france.org

**TENDANCES**

**DONNÉES PERSONNELLES**

**Comment se protéger ?**

PAGE 6

**CHIMIE**

**Des larves mangeuses de plastique !**

PAGE 8

**ÉNERGIE**

**Une turbine imprimée en 3D  
dans une centrale nucléaire**

PAGE 10

**NUMÉRIQUE**

**La réalité augmentée  
pour voir les réseaux souterrains**

PAGE 12

INDUSTRIE-TECHNO.COM

**DÉCRYPTAGE**

**Cyberattaques massives :  
que s'est-il passé ?**

PAGE 14

**CAHIER TECHNIQUE**



**DRONES : DES BIJOUX  
DE TECHNOLOGIES**

Les drones ont envahi le ciel, et pas seulement au-dessus des bases militaires. Les usages civils sont eux aussi en pleine explosion. Plusieurs défis techniques se font donc jour, comme leur insertion dans l'espace aérien, la sécurisation des vols ou l'amélioration des capteurs pour répondre à de nouvelles applications.

PAGE 69

**DÉBAT**



**PEUT-ON SE  
PASSER DES  
TESTS SUR  
LES ANIMAUX**  
PAGE 78

CE NUMÉRO COMPORTE :  
- UN PUBLI-DOSSIER ÉLECTRONIQUE  
MESURE ET ÉLECTRICITÉ  
DE 4 PAGES FOLIOTÉES EN ROMAIN

CRÉDITS PHOTOS  
COUVERTURE : RYAN ETTER / OWNER  
SOMMAIRE : PHILIPPE STROPPIA/CEA; D.R.

Pour s'abonner [www.industrie-techno.com/abonnement](http://www.industrie-techno.com/abonnement)  
Déjà abonné [abo@infopro-digital.com](mailto:abo@infopro-digital.com) - 01 77 92 99 14



## La manipulation zéro effort !

DALMEC, pour manipuler des charges de 0 à 1500 kg en absence totale de poids !



Chaque manipulateur est le fruit de solutions personnalisées au produit à manipuler, au poste de travail, et au secteur industriel.



**www.dalmec.com**  
des solutions adaptées pour tout métier !

☎ : 0 139 471 000

## TENDANCES

### Numérique La réalité augmentée pour voir les réseaux souterrains

**Le+** Précision



Canalisations d'eau, conduites de gaz et câbles électriques... Il sera bientôt possible de visualiser les réseaux enterrés. Mené par un consortium européen, le dispositif Lara est une solution intégrée de navigation par satellites, de 3D, et de réalité augmentée, qui doit guider les professionnels. Un appareil, composé d'un PC portable, d'une antenne compatible avec plusieurs systèmes de navigation par satellites et d'une solution 3D GIS-AR intégrée, livrera des représentations du sous-sol au centimètre près. Le professionnel localisera sa zone de travail sur une visionneuse affichant une image 3D de l'infrastructure souterraine, complétée d'informations issues de la réalité augmentée. L'intervention terminée, il pourra documenter les cartes existantes. De quoi intervenir sans endommager les autres équipements souterrains. ● G. D.

Pour visualiser les réseaux enterrés l'équipement du projet Lara combine différents sous-modules dans un système intégré pour les tablettes.

### Matériaux Résine pour composites recyclables

**Le+** Légèreté

Elle s'appelle Elium, et présente la particularité d'être recyclable par dépolymérisation. La résine développée par le chimiste Arkema, adaptée aux composites thermoplastiques, est basée sur la chimie des acryliques. Elle est bi-composants, avec une formulation polymérisable et un initiateur de polymérisation composé de peroxydes. Du fait de sa non-viscosité, la résine peut être plus facilement injectée dans les réseaux fibreux (fibres de carbone, de verre, de lin...), ce qui permet de mieux imprégner les fibres. Ces composites, 50% plus légers que l'acier, devraient toutefois présenter les mêmes propriétés mécaniques. Dans une voiture, ils permettront de remplacer l'acier pour les renforts de portes par exemple. Elium est également facilement



La résine acrylique Elium d'Arkema, liquide à température ambiante, peut être facilement injectée dans les réseaux fibreux et remplacer l'acier pour les renforts de portes par exemple.

recyclable, car on peut dépolymériser la matrice. On obtient ainsi des monomères acryliques réutilisables. Un aspect qui devrait notamment intéresser l'industrie de l'éolien. ● G. L-B.



SÉLECTIONNÉ PAR LE FIL D'INTELLIGENCE TECHNOLOGIQUE

www.industrie-techno.com/fit





**Digitalisation**  
PAGE 18



**Transition énergétique**  
PAGE 24



**Impression 3D**  
PAGE 32



**Mobilité**  
PAGE 38



**Robotique**  
PAGE 42



**Biotechnologie**  
PAGE 48



**Design**  
PAGE 52



**Open innovation**  
PAGE 56



**Objets connectés**  
PAGE 60



**Intelligence artificielle**  
PAGE 64



Au CEA, le département de modélisation des structures, DM2S, est dédié aux outils de simulation pour la conception de réacteurs à neutrons rapides de 4<sup>e</sup> génération.





## DIGITALISATION

# « UN TREMPLIN VERS UNE SOCIÉTÉ PLUS INTELLIGENTE »

La transformation digitale touche toutes les entreprises, et conduit de nombreux secteurs à totalement se réinventer. Vice-président en charge de écosystèmes et de la plateforme Nokia d'innovation et président des Bells Labs France, Jean-Luc Beylat pense que cette vague de fond promet encore de grands changements dans l'industrie.



**JEAN-LUC BEYLAT**

Président des Bells Labs France chez Nokia

**Les outils numériques se développent dans l'industrie. Quelles avancées ont jalonné l'histoire de cette évolution ?**

On note une accélération ces quinze dernières années, notamment avec l'utilisation généralisée du protocole IP, l'essor de l'intelligence artificielle, l'avènement de l'Internet des objets et le perfectionnement des réseaux de communication optiques. Historiquement, c'est parce qu'on a réussi à mettre beaucoup de débit dans les réseaux que l'on a réussi à avoir Internet. Internet a réussi à croître et a aujourd'hui dépassé la capacité utilisée par le trafic du téléphone. Les technologies radio ont amplifié le potentiel de la digitalisation.

**Qu'est ce qui caractérise ce potentiel ?**

La grande force de la digitalisation est de convertir des informations variées et nombreuses en un même format. On peut pratiquement digitaliser toutes sortes de services. Les informations ainsi rassemblées créent de nouveaux services. On va pouvoir faire des interactions qu'on ne savait pas faire, croiser une géolocalisation avec une activité par exemple. C'est une forme de tremplin vers une société plus intelligente. Les capacités de réactivité sont amplifiées. L'industrie se transforme plus rapidement qu'avant, les cycles technologiques sont de plus en plus courts. On assiste à un grand changement de plateaux industriels. L'Allemagne a bien compris ça avec l'industrie 4.0.

**Qu'apportera encore la digitalisation ?**

Dans les dix ans à venir, il y aura énormément de chantiers dans l'Internet des objets. Les capteurs de toutes sortes seront déployés partout. Ce qui va donc générer un grand volume de données qui va créer beaucoup de savoir. Les technologies comme le machine learning, seront de plus en plus pertinentes car nourries par un immense flux de données. Plus il y a de données, plus la solution va être pertinente. Les systèmes complexes, ceux qui structurent le futur, la ville, la mobilité, l'énergie, etc. vont trouver une pertinence amplifiée par l'association des objets connectés, des technologies data et de l'intelligence artificielle. ●

» PROPOS RECUEILLIS PAR  
SÉVERINE FONTAINE  
sfontaine@industrie-technologies.com

# 100 % connectés !

Il y a moins de trente ans, Internet était un réseau réservé à quelques initiés. Aujourd'hui, il est constamment consulté, alimenté, modifié à partir d'un simple appareil mobile. Il a bouleversé tous les secteurs de l'économie, et s'est même invité au cœur de l'usine. Son déploiement fait l'objet de projets audacieux pour que tous les habitants du monde puissent y accéder.



En 1945, l'auteur de science-fiction Arthur C. Clarke imagine la mise en orbite géostationnaire de trois satellites pour réfléchir des ondes radios. S'attendait-il un tel essor des télécommunications dans la seconde moitié du  $xx^e$  siècle ? Son idée a en tout cas été concrétisée pour la première fois en 1960 grâce à Echo1A,

un véritable mastodonte de 30 mètres de diamètre. Depuis, les technologies de télécommunications satellitaires ont considérablement évolué, accompagnant la révolution Internet. Pourtant, en ce début du  $xxi^e$  siècle, malgré les connexions filaires, les satellites ou les fibres optiques, plus de la moitié de la population mondiale n'a pas accès à Internet.

D'où des projets lancés à l'initiative de Facebook et Google pour faire reculer ces « zones blanches ». À l'instar des satellites, il s'agit de passer par le ciel, mais sans viser aussi haut, grâce à des drones ou des ballons placés dans la stratosphère, à environ 20 kilomètres au-dessus du sol. Objectif : passer au 100 % connecté, partout sur le globe. ● P. P.

AVANT

## Echo1A

### Satellite

Ce premier satellite de télécommunications faisait 30,1 m de diamètre et 66 kg. Placé le 12 août 1960 par le lanceur Thor Delta sur une orbite située à 1 500 km du sol, il a effectué les premières transmissions intercontinentales entre Goldstone et Crawford Hill par les Bell Labs.



### Miroir

Son enveloppe en Mylar (PET) était recouverte d'un métal de 0,127 mm d'épaisseur qui lui permettait, comme un miroir, de refléter sans les amplifier des ondes émises depuis le sol vers un autre point. Le point le plus critique : le gonfler avec l'azote sans qu'il explose.

### Antennes

Plusieurs antennes servaient à transmettre quelques données, les ondes étant uniquement renvoyées passivement par réflexion. Elles étaient alimentées par cinq batteries nickel-cadmium chargées par des cellules solaires placées sur l'enveloppe.

APRÈS

## Projet Loon



### Ballon

Lancé par la filiale de Google, X, le projet Loon vise à fournir Internet à haut débit dans les zones les plus reculées du globe. Ses ballons de 15 m de diamètre évolueront à 20 km du sol. Le système de navigation doté d'une intelligence artificielle maintiendra plusieurs mois le ballon dans la zone désirée. Un parachute permettra de le récupérer au sol.

### Suspension

Les ballons sont constitués d'une enveloppe en polyéthylène de 0,076 mm au-dessous de laquelle est suspendu l'équipement électronique d'environ 10 kg. Ils permettent des connexions sur un rayon de 80 kilomètres à des débits équivalents à la 3G, voire à la 4G.

### Transmission des données

L'équipement électronique, doté d'un système de contrôle, d'antennes radio et d'autres dispositifs spécifiques aux communications Internet, sert à récupérer, amplifier et transmettre les données reçues. Ses batteries sont alimentées par des panneaux solaires.





## Les datacenters jouent la proximité



Microsoft Azure fournit une connexion privée, sécurisée pour accéder aux services du cloud.

Pour proposer leurs services de plus en plus complets de cloud computing et répondre aux besoins créés par la digitalisation, les géants du Web comme Google, Amazon ou Facebook déploient de nombreux data centers dans le monde. Outre la recherche de réduction de consommation énergétique, les acteurs de la donnée multiplient les centres et vont au plus proche des utilisateurs. Ainsi Microsoft ouvrira, à partir de 2018, des centres de données en Afrique du Sud pour une exploitation de sa gamme de services cloud. Microsoft entend ainsi offrir une latence plus faible en réduisant la distance entre le data center et le client. D'autres entreprises, comme Zuora qui offre des services cloud, développent des data centers virtuels pour des clients préoccupés par la sécurité des données. ● S. F.

## De nouveaux entrants pour la fibre optique

Le marché de la fibre optique a été considéré par l'Arcep, le gendarme des Télécoms, comme insuffisamment concurrentiel. Son analyse indique que le réseau de fibre mutualisé deviendra l'infrastructure de référence pour les entreprises. Pour faire face à la concurrence, le français Celeste ouvre son réseau de fibre aux opérateurs alternatifs et de propose des offres de fibre dédiée. De son côté, Nokia élimine la création de réseaux parallèles et dédiés, pour que les opérateurs puissent se connecter aux cellules radio à un réseau fixe et induire progressivement de la bande passante selon les besoins. ● S. F.

## Réalité virtuelle et augmentée

Les casques de réalité virtuelle et augmentée, nouveaux joujoux de l'industrie? Que ce soit pour la formation dans un environnement dangereux ou pour une communication simplifiée sur le terrain, de nombreuses entreprises commencent à miser sur cette technologie pour développer

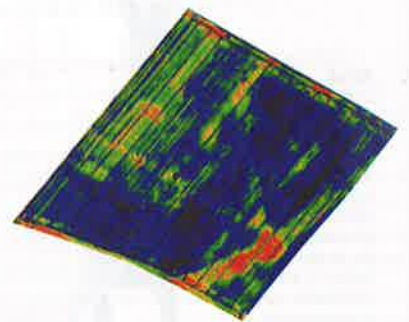


L'actuel casque Daydream de Google fonctionne avec un smartphone ou un ordinateur. Le projet à l'étude avec HTC et Lenovo prévoit de le faire évoluer en le rendant autonome.

de nouvelles solutions pour leur activité. Et pour leur apporter plus de performance et de praticité, les constructeurs font évoluer leurs produits et nouent des partenariats. Dernier en date: Google, HTC et Lenovo. Le géant du web a annoncé lors de sa conférence Google I/O deux casques autonomes, c'est-à-dire fonctionnant sans ordinateur ou smartphone, comme c'est le cas pour les produits actuels. Pour commercialiser ses produits Daydream, Google s'appuie sur deux partenaires incontournables: HTC et Lenovo. Le premier commercialise un casque de réalité virtuelle, le Vive, le deuxième détient un partenariat avec Microsoft pour son écosystème de réalité mixte. Microsoft développe lui-même un casque de réalité augmentée, Hololens. La technologie de Google apporte une solution aux limites des casques actuellement dépendants d'un système externe pour fonctionner. Daydream intègre un système de positionnement et un processeur Qualcomm dédié en partie à la réalité virtuelle. ● S. F.

## Tirer les bénéfices du big data

Que ce soit pour superviser les usines ou les champs de culture, les big data s'insèrent dans de nombreux métiers pour apporter un nouveau service. C'est le cas des entreprises de transports qui espèrent - à travers l'utilisation des données massives - pouvoir faire de la maintenance prédictive des équipements et des voies ou encore faire du contrôle automatisé de la vitesse. On peut notamment citer la SNCF qui, en déployant des objets connectés, automatise la remontée des données et rend visible la prévision des incidents. Mais les données seules, sans capacité de récolte, de traitement et d'analyse, n'ont aucune valeur. Il faut donc des technologies, comme des outils numériques d'aide à la décision ou l'intelligence artificielle pour en tirer un bénéfice. Récemment, la société de gestion de droits d'auteur Sacem a choisi IBM pour développer un outil permettant de traiter



L'analyse des données recueillies par des drones d'Airinov sur une parcelle agricole permet de surveiller les cultures.

une masse de données provenant des services de diffusion de musique en ligne. Dans l'agriculture, les big data sont utilisés pour surveiller ses parcelles et de connaître de façon très précise - jusqu'à 30 centimètres près - les besoins des plantes ● S. F.



## L'énergie en pleine digitalisation



Enedis teste les futurs compteurs intelligents Linky avant de les déployer chez 35 millions de particuliers.

L'énergie se digitalise. Smartgrid, compteurs intelligents... de plus en plus d'outils numériques sont développés pour optimiser les consommations d'énergie et réduire ainsi les coûts associés. Il est possible d'adapter la puissance du compteur au besoin, de suivre la consommation réelle

voire de piloter les appareils électroménagers. Par exemple, la société Enedis va déployer d'ici 2021 trente-cinq millions de compteurs d'électricité intelligents Linky dans les foyers. Ces capteurs connectés permettent la réception d'ordre, l'envoi de données sans intervention physique, la relève automatique de consommation ou encore le changement de puissance. Ceux-ci rendent ainsi possible de nouveaux services aux clients, aux collectivités locales, aux fournisseurs et même aux producteurs! Un autre acteur de l'énergie, RTE, a développé un poste électrique doté de fibre optique. Cette dernière permet l'envoi des données provenant de capteurs. Les postes mesurent en temps réel les flux du système électrique et recueille un gros volume de données pour optimiser le fonctionnement du réseau, notamment pour éviter la surchauffe lorsque l'énergie passe sur le réseau. **S.F.**

## Vers la 5G



La 5G a permis d'établir avec un débit de plus 10 Gbit/s une communication sans fil.

Pour standardiser la norme 5G, les spécialistes de l'électronique et des réseaux préparent le terrain. Ainsi Nokia travaille avec Mediatek pour déployer un réseau prêt pour la 5G associé à un système sur puce (SoC) afin d'accélérer la commercialisation d'objets connectés et faire émerger des innovations mobiles nécessitant la 5G. Lors du Mobile World Congress 2017, d'autres se sont aussi lancés dans l'aventure 5G, comme Ericsson ou Orange. **F. S.**

# Nous sommes autant passionnés par nos anneaux et ressorts de précision que vous l'êtes pour votre produit



Ressort ondulé Crest-to-Crest®



Anneau d'arrêt Spirolox®



Anneau à section constante

### Une conception de précision exige davantage qu'un simple numéro de pièce

Smalley a acquis une réputation mondiale inégalée en matière de qualité, de fiabilité et de performance. Bien que nous fournissions plus de 10 000 ressorts ondulés et anneaux d'arrêt standards, nous comprenons très bien que pour une adaptation parfaite, le produit ne puisse pas figurer dans un catalogue.

**Adressez-vous à Smalley.** Lorsque vous travaillez avec nous, vous travaillez avec des ingénieurs, pas avec des vendeurs. Si votre application exige une configuration spéciale, nous vous procurerons une solution adaptée à vos besoins... Sans aucun frais d'outillage.

Visitez [smalley.com/samples](http://smalley.com/samples) pour obtenir des échantillons gratuits

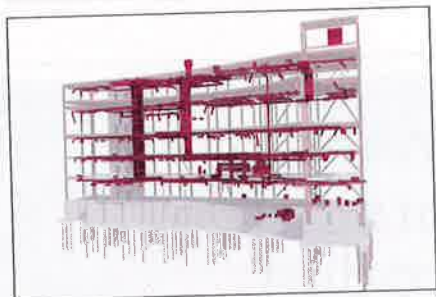
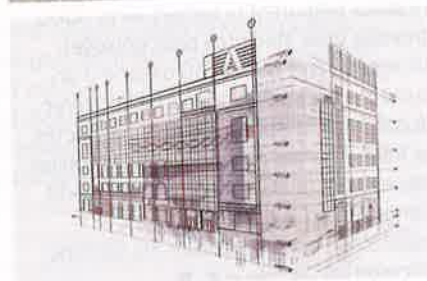
**SMALLEY**  
LE CHOIX DE L'INGÉNIEUR

+33 130 131 575 | [smalley.com/fr](http://smalley.com/fr) | [europe@smalley.com](mailto:europe@smalley.com)





## Le BIM révolutionne le bâtiment



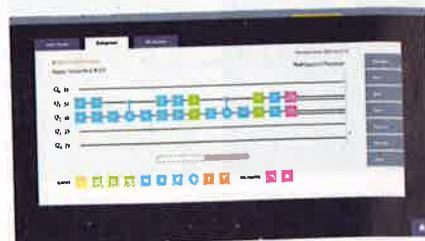
Le logiciel Revit développé par Autodesk offre toutes les fonctionnalités nécessaires à la réalisation d'un projet de construction.

Le BIM - pour Building Information Modeling - est une nouvelle méthode de travail vue comme une révolution dans le secteur du bâtiment. Elle se présente sous la forme d'une maquette en trois dimensions d'un bâtiment à laquelle s'ajoutent des informations techniques et caractéristiques de chaque élément. Différents éditeurs travaillent sur le sujet, on peut parler notamment de Autodesk ou Dassault Systèmes. Bouygues Construction et Egis pilotent le projet National MINDD pour la modélisation des informations interopérables pour les structures durables. L'objectif : développer un format neutre d'échange de données spécifiques aux infrastructures. ● S. F.

## Cloud: les développeurs sur un nuage

Et si bientôt, tout se trouvait dans le cloud? Données, applications, logiciels... le cloud permet de dématérialiser des outils, ces derniers devenant ainsi des services. Dans cette optique, l'entreprise parisienne Nanocloud a mis au point une technologie de streaming permettant de transformer des logiciels classiques en simple solution cloud. L'intérêt? Rendre l'outil immédiatement disponible et avoir la possibilité de le mettre à jour au besoin. De son côté, Google propose un cloud spécifique pour les objets connectés: Cloud IoT Core. Ce service permet de gérer les environnements d'objets connectés tout en aidant les développeurs à faire transiter les données qu'ils génèrent vers des outils cloud.

En parallèle, l'éditeur VMware a développé une plateforme de gestion d'infrastructure des objets connectés pour administrer jusqu'à plusieurs centaines de milliers



La plateforme Quantum Experience d'IBM permet de créer des algorithmes et de les tester depuis le cloud.

d'appareils et capteurs connectés de manière sécurisée. Autre projet de recherche: IBM et sa plateforme IBM Quantum Experience permettant de créer de nouveaux algorithmes et de tester leur fonctionnement sur un processeur quantique depuis le cloud. Une façon d'accélérer la recherche en informatique quantique!

● S. F.

## Des jumeaux numériques pour garder une trace

«Archiver» les objets que nous utilisons: c'est ce que permettent les «jumeaux numériques». Concrètement, ils sont obtenus en utilisant des scanners lasers pour réaliser la copie conforme - dans les moindres détails - d'un objet, d'un système ou d'une installation. Ils permettent ainsi d'en conserver une trace numérique utilisable pour différents usages. On peut, par exemple, s'en servir comme le font d'ores et déjà certains industriels pour comprendre le fonctionnement d'un système ou réaliser de la maintenance prédictive.

D'ici 2020, EDF va ainsi générer une série de jumeaux numériques des réacteurs nucléaires français pour améliorer leur maintenance. L'objectif: mieux prévoir les pannes et maîtriser les arrêts des 58 réacteurs exploités, dont les plus vieux ont vingt à trente ans.

Les entreprises utiliseront également des jumeaux numériques pour les processus de fabrication, l'efficacité opération-



Sur cet écran, le jumeau numérique réagit en temps réel aux actions effectuées sur le modèle réduit de l'avion équipé de capteurs.

nelle, le développement de produits ou encore pour faire fonctionner une usine. Toutes ces applications se basent sur un autre outil permettant de mettre en situation l'objet numérique: la simulation.

● S. F.



## La blockchain joue la confiance



Un démonstrateur de blockchain est en cours de développement par Bouygues sur le quartier de Lyon Confluence. Il permettra de suivre les échanges d'énergie issue de ces panneaux solaires.

La blockchain, un système de consensus distribué et de confiance partagée, est également une infrastructure de certification supprimant les tiers. Elle devrait être une petite révolution dans le secteur de l'industrie. Celle-ci est actuellement testée dans le secteur de l'énergie pour faciliter les échanges entre vendeurs d'énergie et acheteurs, mais également pour certifier la provenance des énergies lorsqu'elles sont renouvelables.

Un démonstrateur de blockchain est d'ailleurs en cours de développement chez Bouygues Immobilier et a pour projet d'installer un réseau local décentralisé

permettant de superviser les échanges d'énergie dans un quartier. Le démonstrateur se base sur la plateforme «Blockchain as a service» de Microsoft Azure. Un autre géant du web propose également ce même type de service: IBM Blockchain. Une façon de rendre plus accessible la technologie. D'ailleurs, d'autres domaines pourraient également être intéressés par l'utilisation de cette blockchain: l'agroalimentaire ou encore l'industrie pharmaceutique. Deux secteurs nécessitant une certaine traçabilité des produits. Et qui pourraient être preneurs d'une certification en version digitale! ● S. F.

## Des outils pour scruter les images

La reconnaissance d'image est basée sur le deep learning, une technologie d'intelligence artificielle. IBM s'y intéresse particulièrement puisque la société a fait évoluer sa plateforme PowerAI en accélérant l'apprentissage par reconnaissance d'image. Une autre entreprise, Selectionnist, a même lancé un chatbot de reconnaissance d'image directement sur Facebook Messenger. ● S. F.

Selectionnist permet de flasher une image dans un magazine pour arriver directement sur les sites qui commercialisent le produit de la photo.



## Acquisition de données HBM

Mesure, Essais, Analyse



Chaque application a ses propres exigences en termes d'équipement de mesure. HBM Test and Measurement propose une large gamme d'appareils de mesure et systèmes d'acquisition de données entièrement dédiés à vos besoins.

### Fiabilité, Précision, Modularité

#### Avantages:

- Grande qualité de mesure
- Essais de structures
- Analyse de contrainte
- Mesure mobile avec systèmes embarqués
- Intégration facile sur bancs d'essais
- Systèmes mono et multivoies
- Mesure de très haute précision pour les laboratoires

Profitez de la gamme complète des systèmes d'acquisition et logiciels HBM pour obtenir des résultats de mesure précis et sûrs.

Information sur:  
[www.hbm.com/fr/daq2](http://www.hbm.com/fr/daq2)



HBM France SAS  
info@fr.hbm.com ■ [www.hbm.fr](http://www.hbm.fr)





## OPEN INNOVATION

# «TOUTE L'ENTREPRISE DOIT ÊTRE IMPLIQUÉE»

L'open innovation est devenue une pratique « tendance » dans les entreprises. Jean Botti, ancien directeur innovation chez EADS, passé ensuite par Philips, et désormais membre du directoire chez Oerlikon, analyse cette nouvelle façon d'innover.



**JEAN BOTTI**

Membre du directoire, Oerlikon

### Selon vous, quelles avancées ont jalonné l'histoire de l'innovation ouverte ?

Nous vivons une révolution qui donne l'impression que le monde est de plus en plus petit et que les connexions sont de plus en plus importantes. On sent que tout s'accélère. Cela vient beaucoup des Gafa (Google, Apple, Facebook, Amazon, ndlr). Ces sociétés américaines ont poussé le monde de l'innovation avec des concepts différents de ceux de l'Europe. On a du boulot quand on voit la puissance de ces entreprises ! Mais on peut également s'arrêter sur Elon Musk avec Tesla. Il a décidé de mettre de côté la propriété industrielle pour s'occuper de la rapidité d'exécution. Et les entreprises traditionnelles ont du mal à accepter ce concept. Le monde va vite et il faut exécuter vite. Dans cette optique, le crowd sourcing s'avère efficace, car il permet de faire appel à des individus aux profils complètement différents, qui se retrouvent sur le Net.

### Où en sont les entreprises ?

Tout le monde veut faire de l'open innovation, mais y arriver implique de changer fondamentalement la culture des entreprises. Et cela passe par une forte digitalisation. Il faut être dans des milieux qui permettent d'entrer dans cette open innovation. En Europe, on n'en avait pas l'habitude, mais les entreprises ont bien réagi. Toutefois, lorsque ce n'est pas dans l'ADN, c'est compliqué. Il existe toujours cette dichotomie entre ce que je mets sur la table et ce que je reçois.

### Comment prendre ce virage ?

Le pire serait d'essayer de se calquer sur un modèle existant. Ce qui est bon pour Google, Amazon, etc. n'est pas bon pour tout le monde. Il faut absolument impliquer l'entreprise dans son ensemble. En essayant de forcer le concept à tout prix sans prendre le temps d'expliquer et de faire voir les bénéfices pas à pas, on peut aller vers des catastrophes. Être un patron de l'innovation dans une grosse boîte n'est pas une chose simple... ●

» PROPOS RECUEILLIS PAR  
SÉVERINE FONTAINE  
sfontaine@industrie-technologies.com



# Vive le vol en escadrille !

L'open innovation a existé bien avant d'avoir un nom. On peut ainsi considérer qu'elle était déjà à l'œuvre dans des coopérations entre sociétés détentrices d'un important savoir-faire en ingénierie pour concevoir des objets technologiques hors du commun.



Innover grâce au partenariat : c'est l'idée directrice de l'innovation ouverte. Depuis une

vingtaine d'années, la sortie de la R&D hors des murs des laboratoires connaît un âge d'or. Acteurs privés et publics s'allient au sein de plateformes communes tandis que les grandes entreprises invitent les fournisseurs à participer à leurs processus d'innovation et tentent d'attirer les start-up par tous les moyens.

Le concept lui-même est formalisé dans les années 2000 par le professeur Henry Chesbrough. D'après lui, une organisation tire des bénéfices à ouvrir ses protocoles d'innovation sur l'extérieur. Or, plus que jamais, la compétitivité des industriels est liée à leur capacité à innover. Bien avant, pourtant, que le terme ne soit à la mode, les industriels ont commencé à mutualiser des recherches autour de thématiques communes. C'est l'objet, dans la seconde

moitié du xx<sup>e</sup> siècle de la création des nombreux centres techniques regroupant les acteurs d'une même filière. Agences publiques et industriels privés lancent de grandes collaborations internationales pour mettre au point des créations technologiques nécessitant une large palette de savoir-faire, à l'instar du très célèbre Concorde et 50 ans plus tard avec la fusée Ariane 6. Entre les deux, les outils et les méthodologies ont évolué. **P. P.**

## AVANT

### Concorde

#### Entente cordiale

Le nom du Concorde fait référence à la bonne entente entre les gouvernements français et britanniques, qui s'allient pour fabriquer le premier avion de transport supersonique. Cette coopération implique une série de décisions (alternance de la présidence, langue, unités de mesure ou méthodes de travail).

#### Duplication

L'accord signé en novembre 1962 prévoit que chaque pays a sa propre chaîne d'assemblage, construit son propre prototype, et dirige alternativement la division technique. Les pièces communes aux deux versions sont toutefois fabriquées sur les mêmes gabarits et avec les mêmes outillages.

#### À livre ouvert

La Compagnie française aérospatiale, devenue depuis EADS, et British Aircraft Corporation (BAC) développent ensemble la structure de l'avion, tandis que l'anglais Bristol Siddeley et le français Snecma travaillent sur le système propulsif. L'accord prévoit que les deux entreprises échangent sans condition toutes leurs techniques et tous leurs moyens de production.



## APRÈS

### Ariane 6

#### Co-working

Des membres issus de l'Agence spatiale européenne (ESA), du Centre national d'études spatiales (Cnes) et de partenaires industriels se réunissent aux Mureaux (Yvelines). Un espace dédié à la maquette numérique de la fusée permet de faire la co-ingénierie du projet avec les partenaires distants et en temps réel.

#### Travail d'équipe

Face à SpaceX, Blue Origin, ou aux lanceurs indiens, Ariane 6 se veut une réponse européenne concertée pour parvenir à la baisse des coûts. Récupérable, la fusée doit afficher des coûts divisés par deux par rapport à Ariane 5. Airbus Safran Launchers (ASL) veut produire un moteur par mois en appliquant les transformations qui ont fait leurs preuves dans l'automobile.

#### Coopération

Une quinzaine de sous-traitants participe au programme, dirigé par ASL. Celui-ci a voulu adopter une approche coopérative. Chacun annonce ce qu'il est capable de faire techniquement et à quel coût, les spécifications techniques ne sont plus imposées.



# Drones: des bijoux de technologies

Les drones ont envahi le ciel, et pas seulement celui des militaires. Les usages civils sont eux aussi en pleine explosion. Des défis techniques sont à relever, comme leur insertion dans l'espace aérien, la sécurisation des vols ou l'amélioration des capteurs. Du coup, les charges embarquées sont de plus en plus sophistiquées, avec de la navigation inertielle, des lidars, mais aussi des couches logicielles et de l'intelligence artificielle.

Inventés au début du xx<sup>e</sup> siècle, les drones ne cessent de se développer. La croissance très importante des capacités de calcul des ordinateurs, comme des capteurs embarqués n'y est pas étrangère et rend possibles de nouvelles fonctionnalités. Les domaines où les drones sont utilisés, ou pourraient l'être, se multiplient en conséquence : agriculture, cinéma, travaux publics, surveillance, exploration, maintenance industrielle... L'explosion exponentielle consécutive du nombre de ces machines pose cependant en retour des questions sur la nécessité de réaliser des développements pour garantir la sécurité des biens et des personnes et permettre la poursuite de l'expansion de ces applications avec le plus grand niveau de sécurité. Le monde académique aussi bien que l'industrie se sont emparés de ces thématiques et contribuent à les faire avancer.

## 1. SÉCURISATION DU VOL

### Les liaisons de communication au cœur des performances

Le premier sujet concerne la sécurisation du système embarqué : des progrès constants ont été effectués dans ce domaine, mais la récente incursion d'un drone en perte de contrôle sur le territoire français (le 29 février 2016, le vol s'est terminé par un crash dans l'Aisne), ou encore la survenue de pannes à bord des drones démontre que du travail reste encore nécessaire dans ce domaine.

Ainsi, le projet FORC3ES (Formal engineering for critical control-command embedded systems) de l'Office national d'études et de recherches aérospatiales (Onera) cherche à

faire le lien entre la théorie de l'automatique et sa mise en œuvre concrète dans les logiciels embarqués des drones. L'objectif est de créer des ponts depuis la conception jusqu'à l'implémentation et ainsi de démontrer des propriétés précises sur le code embarqué. On peut vérifier certaines propriétés sur les valeurs que doivent prendre certains signaux calculés par le code embarqué, et en démontrer la validité pendant le vol. Par exemple, la théorie de l'automatique associe la stabilité d'un drone - le fait que celui-ci ne s'écrase pas - avec la décroissance de fonctions des variables représentatives de son état - fonctions dites de Lyapunov -. On va ici pouvoir démontrer sur le code embarqué lui-même que la fonction associée à un logiciel de contrôle du drone a cette propriété de décroissance. On comble ainsi l'écart possible entre ce qu'annonce la théorie et ce qui est réellement codé.

Signe de l'importance stratégique du sujet, ce travail donne lieu au développement d'un logiciel commun avec la Nasa. Des chercheurs des deux côtés de l'Atlantique développent en effet, depuis plusieurs années, des travaux dans cette direction, et ont conçu ensemble un logiciel qui intègre ces fonctionnalités mentionnées plus haut. La perspective d'apporter de telles garanties sur les logiciels embarqués des drones est un enjeu majeur pour ces deux institutions.

Les liaisons de communication sont aussi un défi important pour les drones. Il s'agit d'améliorer leurs performances pour garantir un lien sûr entre la machine et son ou ses opérateurs, quelles que soient les conditions météorologiques ou encore les accidents de terrain, les obstacles. Si aujourd'hui l'on peut dire que l'opération de drones à courte distance et sans obstacle ne pose pas de problème majeur dans ce domaine, un contexte opérationnel où des obstacles, bâtiments, relief, sont présents fait apparaître les limites des technologies actuelles. C'est même l'un des principaux enjeux pour permettre la surveillance des grands réseaux de façon routinière (lignes électriques, voies ferrées, etc.). (fig. 2) Tous ces éléments permettent aussi de penser la capacité pour ces engins de se reconfigurer en intégrant des aléas (perte des liaisons de communications, pannes sur le drone, turbulences...): ces problématiques sont ainsi étudiées dans le cadre du projet Dropter (Drone à résilience optimisée pour traiter les événements redoutés). Ce projet interne à l'Onera, commencé début 2016 pour une durée de quatre

## CE QU'IL FAUT RETENIR

**Les applications des drones se multiplient :** inspection de sites, cartographie, reconstruction d'un objet en 3D.

**Les technologies embarquées** affichent une sophistication croissante, pour permettre aux drones de s'insérer en toute sécurité dans l'espace aérien, ou de faire face aux aléas.

**La lutte contre les drones malveillants** s'affine de son côté, pour protéger les installations sensibles.