

# IESF *Magazine*

DES INGÉNIEURS ET  
SCIENTIFIQUES DE FRANCE

**LA CHIMIE**  
un atout du  
développement  
durable

**USINE DU FUTUR**  
la transformation  
du modèle industriel

**INTERVIEW**

**Laurence Piketty**

**Administrateur général adjoint du CEA**

**LABELLIS**  
IESF s'inscrit dans  
la blockchain

**LA VIE DE NOS MEMBRES**  
L'Amicale ISAE SUPAERO ENSICA,  
l'excellence aéronautique et spatiale française

**JNI**  
Le développement durable,  
thème clé des JNI 2020 !

# En 2020, nos Journées Nationales de l'Ingénieur deviennent mondiales !



**E**n ces temps où les coopérations internationales semblent de plus en plus fragilisées, les ingénieurs démontrent une fois de plus leur capacité à se réunir pour célébrer ensemble leur passion pour la science et l'innovation. En effet, grâce au soutien de 40 pays et du double d'institutions du monde entier, la Fédération Mondiale des Organisations d'Ingénieurs a obtenu l'inscription du 4 mars dans le calendrier de l'UNESCO pour être à partir de 2020 la Journée Mondiale de l'Ingénieur ! Cet événement historique donne un rayonnement particulier à notre 7<sup>ème</sup> édition des **Journées Nationales de l'Ingénieur** qui se déroule simultanément. IESF s'est donc associé à la FMOI pour organiser à Paris, dans les locaux de l'UNESCO, une grande célébration de ce premier « **World Engineering Day** » consacré au **Développement Durable**.

En 2020, IESF lance aussi un nouveau service : le « **Certificat labellis** ». Grâce à lui, chaque diplômé peut apporter la preuve numérique de son inscription au Répertoire des Ingénieurs et Scientifiques de France. Ce n'est pas moins de 25 000 certificats qui ont été offerts à Noël par IESF aux promotions 2017 et 2018 de ses associations membres. L'enregistrement dans la blockchain Ethereum, permet aux ingénieurs d'afficher dans leur première présentation sur leurs profils de réseaux sociaux professionnels ou même sur leur CV papier leur attachement à l'innovation et leur engagement vers le progrès.

Notre dossier sur l'**Usine du Futur** vous conduira ainsi au travers des mutations qui profitent des évolutions technologiques et des nouvelles découvertes tout en produisant de manière de plus en plus responsable. Car la soutenabilité de l'industrie apparaît enfin comme un objectif affiché dans tous les domaines. En ce qui concerne la **Chimie** par exemple, vous pourrez lire dans notre second dossier, à quel point les ingénieurs chimistes sont engagés pour rendre disponible à tous les processus et les produits qui permettent de réduire l'impact environnemental de l'activité humaine. La responsabilité sociale et environnementale, il y a ceux qui en parlent, et ceux qui la rendent possible.

Et puisque l'on parle des ingénieurs chimistes, nous avons décidé de mettre en lumière l'une d'entre elles au sein du CEA. **Laurence Piketty** nous expose toutes les activités du CEA dans la médecine, le numérique, la sécurité, l'hydrogène... et bien d'autres encore qui dépassent l'image habituelle du Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives.

La communauté des chercheurs et des ingénieurs s'inscrit volontiers dans cette recommandation qui nous vient d'Antoine de Saint-Exupéry : « *l'avenir, il ne s'agit pas de le prévoir mais de le rendre possible* ».

A mon tour, je vous invite, à nous accompagner dans ce voyage vers un avenir désirable !

**Jean Dambreville**  
Délégué Général d'IESF



**Ingénieurs et Scientifiques  
de France (IESF)**  
7 rue Lamennais - 75008 PARIS  
Tél. : 01 44 13 66 88  
[www.iesf.fr](http://www.iesf.fr)

**Président :** Marc Ventre

**Comité de rédaction :**  
Jacques Bongrand, Jean Dambreville,  
Alexandra Pujol et Yves Verdet

**Crédit photo couverture :**  
CEA

**Editeur délégué :** FFE  
15, rue des Sablons - 75116 Paris

**Secrétaire de rédaction :** Charlotte d'Aleman  
**Régie Rédactionnelle :** Hannibal +

**Responsable Technique :** Aïda Pereira  
Tél. : 01 53 36 20 39 - [Aida.pereira@ffe.fr](mailto:Aida.pereira@ffe.fr)

**Chefs de publicité :**  
Bruno ROUSSET  
Tél. : 01 53 36 37 95  
[Bruno.rousset@magazine-iesf.fr](mailto:Bruno.rousset@magazine-iesf.fr)

Patrick SMADJA  
Tél. : 01 43 57 95 22  
[Patrick.smadja@magazine-iesf.fr](mailto:Patrick.smadja@magazine-iesf.fr)

**Impression :** PRINTCORP

**Maquette :** La Communauté  
des Graphistes

## ÉDITO

En 2020, nos Journées Nationales  
de l'Ingénieur deviennent mondiales ! ..... p.2

## JNI

Le développement durable,  
thème clé des JNI 2020 ! ..... p.4

La 7<sup>ème</sup> édition des Journées Nationales  
de l'Ingénieur aura lieu du 2 au 15 mars

## LABELLIS

IESF s'inscrit dans la blockchain ..... p.5

Les ingénieurs ont désormais un outil  
pour prouver la véracité de leur diplôme

## L'INGÉNIEUR À LA UNE :

### ENTRETIEN AVEC LAURENCE PIKETTY,

Administrateur général

adjoint au CEA ..... p.6

L'énergie positive !

## LA VIE DE NOS MEMBRES

L'Amicale ISAE SUPAERO ENSICA, l'excellence  
aéronautique et spatiale française..... p.10

Une association active et engagée

David Gurlé : retour d'un ingénieur prodige... p.12

EFREI Paris Alumni donne la parole à un ancien

diplômé de l'EFREI Paris

## LIBRE PROPOS

Ingénieurs et gouvernance ..... p.14

Le rôle essentiel des ingénieurs et des scientifiques  
dans la sphère publique et privée

## DOSSIERS

### USINE DU FUTUR :

La transformation du modèle industriel..... p.20

Focus sur les aspects technique et sociétal

### CHIMIE :

Un atout du développement durable..... p.30

Secteur d'avenir, innovant et responsable



# Le développement durable

## thème clé des JNI 2020 !

Ingénieurs et Scientifiques de France (IESF) organise du 2 au 15 mars 2020 dans toute la France la 7<sup>ème</sup> édition des Journées Nationales de l'Ingénieur (JNI) placée sous le haut patronage de Monsieur Emmanuel MACRON Président de la République.

**C'est dans le cadre du World Engineering Day (WED) qu'IESF a choisi de placer les JNI sur le thème du développement durable.**



Pour cette fête annuelle du WED dédiée aux ingénieurs l'UNESCO a retenu la date du 4 mars.

La Fédération Mondiale des Organisations d'Ingénieurs (FMOI) a choisi, pour cette première célébration à Paris, d'organiser l'évènement en partenariat avec IESF à la Maison l'UNESCO.

Au-delà de cette célébration du 4 mars et dans le prolongement des éditions précédentes, les JNI 2020 rassemblent aussi pendant la période du 2 au 15 mars, plusieurs événements labellisés JNI et WED.

Seront proposés au public dans toute la France, différents formats d'évènements : conférences, colloques, visites d'entreprises, journées portes ouvertes, afterworks, expositions, hackathons, concours, présentations de nos métiers auprès des jeunes, etc ...

Tous ces événements sont organisés par les IESF régionales, les associations d'Alumni, les écoles d'ingénieurs, des entreprises et des partenaires d'IESF, avec pour objectif commun de parler des métiers et des réalisations des ingénieurs en faveur du développement durable :

- Encourager les ingénieurs à s'engager, à entreprendre et innover afin d'agir pour le développement durable ;
- Promouvoir nos métiers et les valoriser aux yeux du grand public et des décideurs, pour susciter des vocations et générer de l'employabilité ;
- Rassembler les membres d'un métier aux multiples facettes ;
- Renforcer chez les ingénieurs le sentiment d'appartenance à un

corps professionnel engagé dans les grandes transformations liées aux transitions numériques et environnementales.

Vous êtes tous conviés à participer et à être acteurs de cette grande fête JNI 2020 !

**Plus d'informations sur :**

- le site des JNI : [jni.iesf.fr](http://jni.iesf.fr)
- le site du WED : [worldengineeringday.net](http://worldengineeringday.net)

## Les JNI en chiffres

7<sup>ème</sup> édition

14 000 participants

90 événements labellisés JNI

12 régions

# LABELLIS :

## IESF s'inscrit dans la blockchain

Fin 2019, IESF a lancé son service LABELLIS. Ce certificat permet à tous les ingénieurs et toutes les ingénieures de France d'apporter la preuve infalsifiable de leur diplôme sur leurs profils LinkedIn ou sur leurs CV.

Depuis plus de 60 ans, l'enquête annuelle de notre Observatoire des Ingénieurs démontre la valeur de ce diplôme. En 2019, il y avait 3,3% de chômage parmi les ingénieurs alors que la moyenne nationale est de 9%. La même année, le salaire médian des ingénieurs est 18% plus élevé que celui de toutes les catégories de cadres confondus. Dans ces conditions et en l'absence d'une protection du titre d'Ingénieur en France (*seule la mention « Ingénieur diplômé de » suivi du nom de l'école est protégée*), il est tentant d'ajouter le mot-clé « ingénieur » sur son CV pour attirer l'attention des recruteurs et des robots de moteurs de recherche.

**LABELLIS certifie l'inscription au Répertoire des Ingénieurs et Scientifiques de France en tant qu'ingénieur**

**diplômé d'une école accréditée par la Commission des Titres d'Ingénieur (Cti).** Il est disponible en français et en anglais, et est inscrit dans les deux langues dans la blockchain Ethereum pour apporter toutes les garanties d'invulnérabilité nécessaires. Le lien LABELLIS permet à chaque titulaire d'un diplôme d'ingénieur de le prouver que ce soit sur un dossier en ligne ou papier sous forme de QR code.

En France, 1/3 des CV mentionneraient un faux diplôme. LABELLIS permettra aux recruteurs de vérifier la véracité des informations pour les ingénieurs.

A l'international, pour prouver son inscription au Répertoire IESF est bien souvent un préalable indispensable pour travailler dans certains pays ou répondre à certains appels d'offres.

L'évolution des usages liés au numérique impose également des changements dans le monde du travail et du recrutement. LABELLIS d'IESF vous donne l'outil pour répondre à vos attentes les plus sérieuses (nouveau job, contrat à l'étranger, ...) mais aussi pour mettre en valeur votre diplôme sur les réseaux sociaux.

Plus d'informations

- [labellis.iesf.fr](http://labellis.iesf.fr) : labellis est une marque déposée par IESF à l'INPI
- [enquete.iesf.fr](http://enquete.iesf.fr) : plus de 50 000 ingénieurs interrogés tous les ans
- [repertoire.iesf.fr](http://repertoire.iesf.fr) : plus d'un million d'ingénieurs répertoriés depuis 1905



Pour le lancement du service en fin d'année 2019, IESF a offert le certificat LABELLIS aux promotions d'ingénieurs diplômés en 2017 et 2018.

Si vous appartenez à ces promotions et que vous n'avez pas encore récupéré votre LABELLIS, rendez-vous sur votre fiche du Répertoire IESF pour le récupérer et suivre le tutoriel pour le mettre sur votre profil LinkedIn.

Pour les autres promotions, vous pouvez vous adresser à votre association d'alumni.

# Laurence Piketty

## l'énergie positive !

Administrateur général adjoint du CEA depuis novembre 2018, Laurence Piketty a réalisé la plus grande partie de sa carrière au sein de cet organisme public. Elle explique ici la volonté de la direction à rendre la France plus compétitive en appelant ses équipes à collaborer.

**Dès le début de votre carrière d'ingénieur, vous vous êtes intéressée au traitement des déchets industriels spéciaux.**

**Pourquoi ce choix ?**

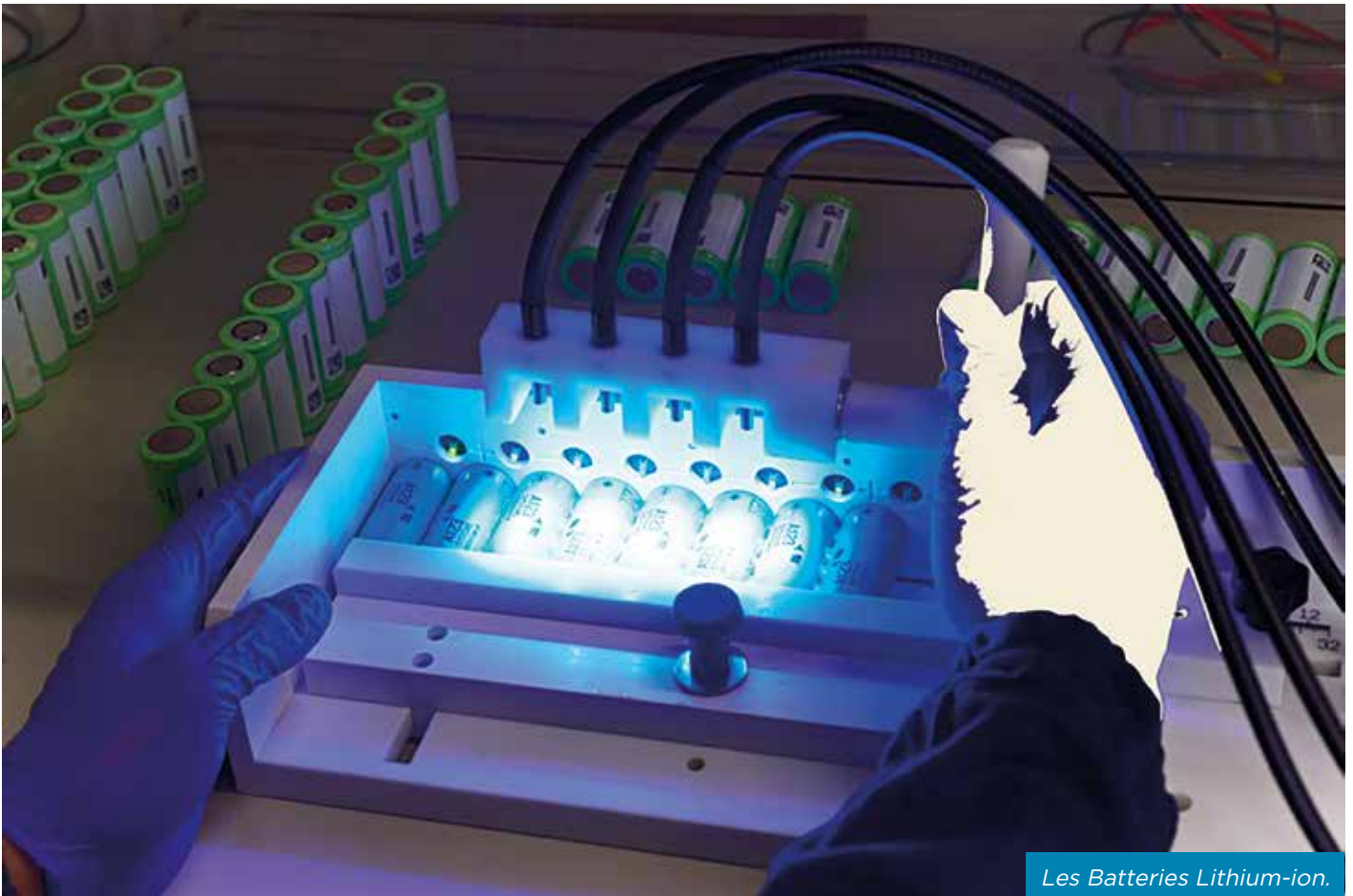
En 1994, Ingénieur diplômée de l'École Nationale Supérieure de Chimie de Paris et titulaire d'un doctorat en physique (sciences des matériaux) de l'Université Pierre et Marie Curie (Paris VI), je cherchais du travail. La même année, un poste de recherche dans le domaine du recyclage des déchets industriels après traitement m'a alors été proposé chez Véolia. Ce dernier correspondait à mon cursus, et je l'ai donc accepté. Un an et demi après, le CEA m'a approché pour intégrer la cellule de sûreté nucléaire du site de Fontenay-aux-Roses. Mais c'est grâce à ma première expérience dans le domaine des déchets industriels, que le CEA m'a ensuite confié la responsabilité d'installations nucléaires, afin, notamment, de me consacrer au traitement des déchets, mais cette fois-ci radioactifs. Un premier choix conjoncturel, donc, mais qui a finalement été déterminant pour le reste de ma carrière puisque j'ai assuré des missions de gestion de projets sur le démantèlement des installations nucléaires mais aussi dans le domaine de la gestion de déchets radioactifs.

**Vous avez été nommée il y a tout juste un an Administrateur général adjoint du CEA. Quelles sont vos missions ?**

Je seconde l'administrateur général dans l'exercice de ses missions. En interne, je suis plus particulièrement chargée de la mission de renforcer la culture de sécurité et de sûreté, des valeurs qui nous sont fondamentales. Je travaille ainsi avec les équipes dédiées pour consolider la sûreté des installations nucléaires, et plus généralement, la sécurité au travail. Je coordonne aussi nos actions d'enseignement et de formation, de politique de site... Je préside par ailleurs les comités d'investissements, et me rends parfois à l'étranger pour présenter nos domaines d'activités.



© cea

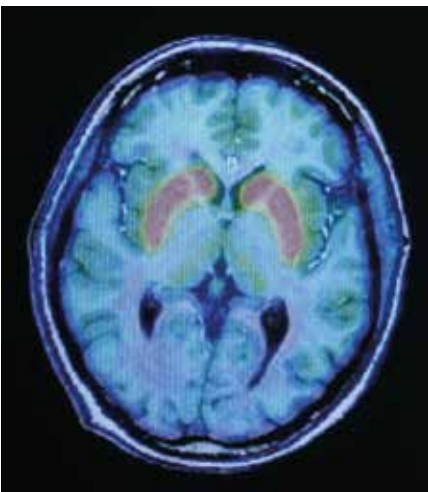


© cea

Les Batteries Lithium-ion.

### En quoi l'image du CEA a-t-elle évolué depuis votre arrivée en 1995 ?

Le CEA s'adapte aux enjeux sociétaux actuels : les transitions qu'elles soient énergétique ou numérique, la médecine du futur sans oublier la défense et la sécurité, en facilitant la collaboration entre les différentes directions. Dans les domaines des sciences du



© cea

Image du cerveau obtenue par tomographie par émission de positons (TEP).

vivants et de la recherche médicale, nous travaillons par exemple, avec des organismes de recherche, des universités, des grandes écoles du plateau de Saclay, sur des sujets clés comme l'hôpital du futur. Par ailleurs, à son arrivée en 2018 à la tête du CEA, François Jacq a engagé une réflexion sur l'élaboration d'une vision intégrée du système énergétique. La démarche consiste à coupler notre action dans le domaine du nucléaire et dans celui des énergies renouvelables.

### De quelle manière le CEA, historiquement dédié à l'énergie nucléaire, s'intéresse-t-il à d'autres sources d'énergie non carbonée ?

Nous avons un spectre large fondé sur le socle de la recherche nucléaire et travaillons depuis plusieurs années sur les autres technologies bas carbone comme le solaire photovoltaïque et l'hydrogène. Nous nous intéressons aussi au stockage et aux moyens de flexibilité. Nous travaillons à la conception d'outils numériques pour favoriser leur déploiement sur le réseau électrique, avec un pilotage intelligent de la

demande. Nous développons aussi les technologies de stockage pour utiliser au maximum les énergies intermittentes comme notamment le solaire. Les techniques de conversion d'énergie

## Chiffres clés au 31.12.2018

**10** centres de recherche  
**19 925** salariés dont  
**1181** doctorants et  
**170** post-doctorants  
**5,3** milliards d'euros de budget

**1<sup>er</sup>** organisme de recherche déposant des brevets en France et en Europe

**56** pôles de compétitivité auxquels participe le CEA dont

**17** administrés par le CEA.

font également partie de nos domaines de recherche. Pour ce faire, nous utilisons différents vecteurs énergétiques, l'électricité, la chaleur et le gaz, et notamment l'hydrogène, pour favoriser les co-génération. Un de nos objectifs à terme est également de proposer des solutions pour la fermeture du cycle du carbone et utiliser le CO<sub>2</sub> en le valorisant en chaînes carbonées pour la chimie et la mobilité.

**Quels sont les projets de recherche en cours au CEA qui bouleverseront l'avenir ?**

Nos projets de recherche sont axés sur les attentes de la société. Je pense donc par exemple aux grands sujets en rupture qui touchent notamment à l'économie circulaire (le recyclage, la réutilisation etc.) ou encore à la médecine du futur et à la santé de précision.

Le CEA dispose du plus grand aimant au monde pour réaliser de l'imagerie par résonance magnétique, et en particulier de l'imagerie du cerveau. Nous pourrions ainsi connaître avec beaucoup de précision toute la constitution du cerveau et progresser sur les sujets liés aux troubles neurologiques. Cette recherche est fondamentale pour lutter contre des maladies comme Alzheimer, Parkinson mais aussi pour comprendre l'autisme et la schizophrénie. Il s'agit là d'enjeux majeurs pour les prochaines décennies.

L'intégration de l'IA dans le cadre de nos activités sur l'aide à la décision et les problématiques associées à la téléphonie, à l'informatique, au calcul haute performance constitue également un objectif majeur pour le CEA. A l'avant-garde dans tous ces domaines, le CEA permettra à la France de devenir dans un futur proche plus compétitive, face aux Etats-Unis ou la Chine par exemple.

Nous travaillons également sur la fabrication additive. Là encore, nous souhaitons créer davantage de transversalité entre les différentes équipes du CEA et ce pour être plus visible à l'international, progresser dans la performance de la fabrication de pièces en 3D avec de nouveaux matériaux, de nouvelles technologies.



Le réacteur de recherche OSIRIS.

© CEA

L'Institut National de l'Energie Solaire (INES) - Plateformes de tests.



© CEA





## Inspiring public places

STRADUS offre des solutions pour l'aménagement d'espaces publics avant-gardistes, sûrs, accessibles et durables. Pensez aux produits de pavage, mobilier urbain, éléments de trafic, éléments de soutènement et produits sur mesure en béton préfabriqués. Tout pour la création des espaces publics inspirants.

**STRADUS**  
A CRH COMPANY



prof. P. Barbéris, Brest, France, Section Sud-Ouest, base de la structure pour la photo tournée d'ARC/ P&C



**Tunzini**  
NUCLEAIRE



Parc des Grillons UI  
60, route de Sartrouville  
78230 LE PECQ  
[www.tunzini-nucleaire.fr](http://www.tunzini-nucleaire.fr)  
[accueil.tunzininucleaire@tunzini.fr](mailto:accueil.tunzininucleaire@tunzini.fr)



Promotion 2019 avec le Mirage mascotte de l'Ecole.

# L'Amicale ISAE SUPAERO ENSICA

## L'excellence aéronautique et spatiale française

L'ISAE SUPAERO (Institut Supérieur de l'Aéronautique et de l'Espace) résulte de la fusion en 2007 entre l'Ecole Nationale Supérieure de l'Aéronautique et de l'Espace (SUPAERO, créée en 1909) et l'Ecole Nationale Supérieure d'Ingénieurs de Construction Aéronautique (ENSICA, créée en 1945). L'ISAE SUPAERO est une école généraliste orientée vers l'aéronautique et le spatial, avec plus de 23 300 Alumni, au sein desquels d'illustres passionnés tels que Henry Potez, Marcel Dassault, Jean Bertin, Jean-Paul Herteman, Jean-François Clervoy, Thomas Pesquet et bien d'autres ont marqué l'industrie et ses applications de leur empreinte.

### Les Activités de l'Amicale consistent à :

1 - Développer un **réseau** composé de :

- Commissions animées par les bénévoles,
- Clubs (ISAE Executive, ISAE Entrepreneurship, ISAE au Féminin, Culture & Voyages, Histoire & Mémoire...),
- Chapitres régionaux,
- Consuls à l'étranger,
- Correspondants d'entreprise.

2 - **Communiquer** via les supports suivants :

- Le site Internet de l'Amicale, plateforme de communication interactive avec mise à jour quotidienne,
- L'annuaire papier, édité annuellement,
- L'ISAEde, bulletin trimestriel d'information de l'Amicale,
- Les réseaux sociaux Facebook et LinkedIn,

• Les actualités du réseau en page d'accueil du site, à mise à jour hebdomadaire.

3 - **S'entraider** grâce à :

- La Caisse de Solidarité pour les diplômés,
- La Caisse de Prêts d'honneur pour les élèves,
- Un maintien et au développement du lien amical et professionnel entre Alumni.



Rencontres entre générations de diplômés au Salon du Bourget 2019.

#### 4 - Défendre les diplômés par :

- La présence de l'Amicale au sein du Conseil d'Administration de l'École,
- L'adhésion à des organismes professionnels : Ingénieurs et Scientifiques de France, Conférence des Grandes Écoles, etc...,
- La promotion et l'information auprès des étudiants en classes préparatoires.

#### 5 - Accompagner les diplômés tout au long de leur carrière en apportant les services suivants :

- Conseils carrières individualisés,
- Petits déjeuners carrières,
- Offres d'emploi sur le site de l'Amicale,
- Accès aux services du G16+ (Club Carrières des Grandes Écoles).

#### 6 - Partager des passions communes au travers de :

- Dîners-débats réguliers sur des thèmes techniques ou d'actualité,
- Visites-conférences,
- Circuits thématiques au Salon du Bourget,

- Afterworks en France et à l'international,
- Rencontres des différents clubs,
- Voyages touristiques.

#### 7 - Accompagner les Étudiants par les actions suivantes :

- Remises de Prix (Prix Amicale-SAE, Paul Lamy, Mayoux-Dauriac...),
- Afterworks organisés pour les élèves,
- Organisation de manifestations sur les métiers ou de dîners à thèmes anciens/étudiants (thème choisi par les élèves),
- Club ISAE-Alumni Entrepreneurship pour soutenir les projets d'entrepreneuriat des élèves,
- Permanence 5 j/5 sur le campus de l'École,
- Présence sur les circuits de rentrée et auprès du Bureau des Elèves.

#### 8 - Développer le partenariat avec l'École et la Fondation par :

- La mise en œuvre d'une charte tripartite,
- L'organisation de manifestations en commun,

## La raison d'être et les objectifs de l'Amicale :

Association loi 1901 fondée en 1911 et reconnue d'utilité publique en 1922, l'Amicale se veut être un soutien constant de l'École et poursuit les 5 objectifs suivants, fondements de sa raison d'être :

- Développer un **esprit de communauté**,
- Répondre **aux attentes** des Alumni,
- Favoriser **l'entraide**,
- Contribuer à la **marque ISAE-SUPAERO**,
- **Établir un pont** entre l'École et ses diplômés.

## Réalisations notoires de l'année :

- Organisation de conférences: l'industrie astronautique Chinoise, l'utilisation de LinkedIn, le Management de Transition,
- Participation aux événements de l'École : journée portes ouvertes, avec organisation d'une conférence table ronde sur le climat, accueil des nouveaux intégrant, remise des diplômes et des prix gérés par l'Amicale,
- Création du club ISAE SUPAERO Décarbo pour sensibiliser sur la prise en compte des contraintes climatiques par nos ingénieurs.



Thomas Pesquet (promo 2001) dans la Station Spatiale Internationale.

© Proxima.cnes.fr

- L'information sur leurs activités via les supports de communication de l'Amicale.

#### Pour réaliser ces activités et atteindre ses objectifs, l'Amicale dispose des moyens suivants :

- Les cotisations, source de financement quasi-exclusive de l'Amicale,
- Les bénévoles, sans lesquels aucune de ces actions ne serait possible,
- La permanence à Paris avec 2 salariées à temps partiel chapeautées par un Secrétaire Général bénévole, accompagnée d'un support Toulousain à l'École.



L'équipe Symphony lors de l'inauguration du centre de R&D de Sophia Antipolis le 5 Juillet 2019.



# David Gurlé : retour d'un ingénieur prodige

Ingénieur Efrei Paris [Promo Esigetel 1992], David Gurlé a choisi la France en 2018 pour implanter son centre de Recherche & Développement afin de poursuivre le développement de Symphony, sa plateforme collaborative cryptée. Un acte fort pour cet entrepreneur installé, depuis une vingtaine d'années, dans la Silicon Valley, où il a lancé sa start-up en 2014. Un acte qui lui a valu d'être médaillé chevalier de la Légion d'honneur en janvier 2020. Aujourd'hui valorisée à plus de 1.4 milliards de dollars, Symphony fait partie des 360 start-ups à accéder au statut de licorne. Rencontre avec David Gurlé.

## Où en est à présent Symphony ?

Beaucoup de chemin a été parcouru depuis notre création ! Cinq ans après, nous sommes fiers d'avoir levé plus de 460 millions de dollars et de rassembler plus de 470 000 utilisateurs. Nous sommes devenus l'écosystème numérique le plus important de la communauté financière.

La plateforme permet à nos utilisateurs de communiquer de façon parfaitement sécurisée, aussi bien au sein de leur entreprise qu'avec des collaborateurs d'autres sociétés. La plateforme permet aussi d'automatiser des tâches manuelles, souvent très chronophages, grâce au déploiement

de chat bots, mais également d'accéder à plusieurs dizaines d'applications tierces depuis une seule et même interface, ce qui réduit les coûts et les risques opérationnels.

## Qu'est-ce qui vous a convaincu d'installer votre centre R&D à Sophia Antipolis ?

Nous souhaitons être moins dépendants de la toute puissante Silicon Valley, qui n'est plus aussi attractive qu'il y a quelques années.

En effet, nous nous sommes rendus compte qu'il y est de plus en plus difficile de recruter de nouveaux talents : cela est dû notamment à la compétitivité du marché de l'emploi ou aux

législations limitant les possibilités d'embauches en dehors des États-Unis. Nous avons donc étudié différentes localisations avant d'arrêter notre choix sur Sophia Antipolis.

La transformation qui a été permise par la loi Travail, le crédit d'Impôt-Recherche et l'emplacement géographique ont été les trois facteurs déterminants. Nous avons trouvé à Sophia Antipolis un environnement très favorable. Le fait que la communauté d'expatriés parle anglais a également pesé dans la balance. Cette décision s'inscrit bien sûr dans une démarche plus personnelle, cela faisait longtemps que je souhaitais renouer avec mes racines françaises !

### Quelles sont les activités de Symphony exécutées depuis Sophia Antipolis ?

Le succès de nos recrutements nous a permis de relocaliser intégralement certains projets à Sophia Antipolis, comme le développement de l'application mobile. Le reste des équipes travaille sur ce qui a trait à la fiabilité de l'outil, l'ergonomie de l'interface utilisateur ou encore les besoins en support. Nous avons annoncé en novembre dernier l'arrivée de Dietmar Fauser en tant que vice-président exécutif en charge de l'ingénierie mondiale. C'est lui qui supervise à présent les sites de Palo Alto, Stockholm et Sophia Antipolis depuis le sud de la France. C'est un symbole fort qui témoigne de l'attractivité et des atouts de la France !

### Avez-vous atteint votre objectif de recrutement ?

Nous avons un objectif de recrutement d'une cinquantaine d'ingénieurs à la fin de l'année 2019, objectif que nous avons largement atteint puisque 57 personnes travaillent aujourd'hui à Sophia Antipolis. Nous nous apprêtons d'ailleurs à déménager dans de plus grands bureaux, qui devraient nous permettre de continuer à accueillir de nouvelles recrues tout au long de l'année 2020 ! Nous maintenons pour l'instant notre objectif d'une centaine d'ingénieurs recrutés à la fin de l'année mais nous le reverrons peut-être à la hausse si cette dynamique se confirme.

### Quels sont les prochains grands projets de développement Symphony ?

Bien qu'initialement conçu par et pour les professionnels de la Finance, Sym-

phony séduit les industries pour qui les questions de sécurité et d'intégrité des données sont devenues primordiales, a fortiori si elles sont soumises à des normes réglementaires strictes. Nous travaillons donc actuellement à l'identification de cas d'usages pertinents pour les sociétés de conseils, les cabinets d'avocats, les départements financiers et trésoriers de grandes entreprises ou encore les institutions publiques.

L'autre volet est la poursuite de notre conquête à l'international, grâce à des partenariats stratégiques tels que celui annoncé en novembre avec Tencent qui prévoit l'intégration de WeChat - premier moyen de communication en Chine avec plus d'un milliards d'utilisateurs - au sein de l'écosystème Symphony.

### Votre école, l'Esigetel, a fusionné avec l'Efrei pour former Efrei Paris. Quel regard portez-vous sur les fusions de grandes écoles en France ?

Je suis plutôt favorable à cette nouvelle dynamique, qui permet à nos écoles d'être plus équitablement positionnées face aux mastodontes américains et asiatiques. Cela participe au rayonnement grandissant de nos institutions à l'international, ce qui permet d'attirer également de nouveaux talents et une diversité synonyme de créativité et d'innovation.

En ce qui concerne Esigetel et l'Efrei, leur rapprochement me semble cohérent étant donné la complémentarité de leurs programmes. Si la nouvelle formule pédagogique tient ses promesses, les étudiants auront accès à l'ensemble des domaines du numé-



David Gurlé lors de l'inauguration du centre de R&D de Sophia Antipolis le 5 Juillet 2019.

rique, ce qui devrait positionner Efrei Paris comme l'école d'ingénieurs de référence en la matière. Une signature qui séduira indéniablement les entreprises et les start-up comme Symphony, en quête d'ingénieurs polyvalents et audacieux !



## Efrei Paris Alumni, une fusion, un nouveau modèle de financement

En 2017, l'Efrei et l'Esigetel, écoles d'ingénieurs des technologies du numérique, ont fusionné pour former Efrei Paris. En cohérence avec la fusion, nos associations d'anciens-élèves - l'A.I.Efrei et l'AAEE- ont œuvré, main dans la main et en étroite collaboration avec la direction de l'école, pour unifier les associations d'anciens-élèves en une seule entité : Efrei Paris Alumni. Nous avons profité de ces échanges pour définir un nouveau modèle de financement en vue de faire vivre le réseau sans dépendre des cotisations comme source de revenus. Nous nous sommes notamment accordés sur 2 éléments : le recrutement, à temps plein, d'un

salarié en charge des relations alumni qui investit la moitié de son temps pour l'association ainsi que sur le versement d'une subvention définie d'après le budget établi par l'association.

Dans le cadre de la valorisation de ses membres, une des missions des associations d'anciens, Efrei Paris Alumni a choisi de donner la parole à David Gurlé, ingénieur Efrei Paris [Promo Esigetel 1992], qui incarne l'esprit entrepreneurial insufflé par l'école et porte haut nos couleurs. Symphony, la plateforme collaborative cryptée qu'il a créée, a déjà conquis plus de 470 K utilisateurs dans le monde.



# Ingénieurs et gouvernance

La question des ingénieurs et des scientifiques dans la gouvernance publique et privée est controversée : à juste titre, car si dans certaines situations ils exercent un pouvoir politique qui ne devrait pas être le leur, dans d'autres leur apport est ignoré, au détriment même de l'intérêt des organisations où ils se trouvent, voire de l'intérêt général.

## Quelles sont donc ces différentes situations ?

### 1 L'intérêt général : fin du monopole des politiques

En France, la satisfaction de l'intérêt général est supposée reposer aujourd'hui sur les politiques (gouvernement et élus locaux), qui en confient le monopole de la gestion à l'administra-

tion et aux services publics (même gérés par délégation par des entreprises privées). Pour cela, ils s'appuient sur un droit particulier, le droit administratif.

Cependant cette conception n'a plus grande valeur dans le monde d'aujourd'hui : une part de plus en plus importante des services publics est assurée par les GAFAs (Google, Amazon, Facebook, Apple) et leur écosystème industriel (géolocalisation de masse,

courrier, information du public, diffusion de la connaissance, infrastructures de communication, de divertissement et de paiement, etc).

Gouvernées par des ingénieurs et des scientifiques, les GAFAs génèrent leur propre droit, leur monopole est « naturel » et non issu de la puissance publique, qui n'intervient qu'à la marge et ex-post pour contenir parfois leurs excès éventuels.



l'odeur et le goût d'un « service public », et... c'en est un, même s'il n'est plus « à la française » mais « à la californienne ».

Quant aux politiques, ils se contentent de suivre ce mouvement, quand ce n'est pas d'y participer, s'ils y trouvent un intérêt.

Voudraient-ils faire autrement qu'ils ne le pourraient pas, compte tenu de leur manque de maîtrise des technologies et des savoirs à la base de la puissance des GAFAs. Accessoirement, l'affaiblissement des grands corps techniques de l'Etat et la fin des stratégies industrielles à long terme, acceptés ou organisés depuis longtemps par les politiques en France, participent à leur manque d'initiative dans ce domaine, seule voie pourtant possible dans ce monde nouveau de l'innovation scientifique et technique.

## 2 Les dérives de la pensée

Pourtant, ces difficultés ne sont pas dues aux seules évolutions de la politique, qui ne sont que le reflet de celles de la société.

Face au développement de la post-vérité, du relativisme et de l'abandon de la raison et la connaissance comme références de l'action, la prédominance du pouvoir politique justifiée par les élections, apparaît comme une sécurité incontournable.

Certes n'importe quoi peut être fait du moment que cela est impulsé par un politique sacralisé par le choix électoral, mais c'est pourtant un moindre mal. Dans ces circonstances, seul un engagement lourd des ingénieurs et des scientifiques dans la vie publique et intellectuelle permettra d'éviter les catastrophes où mèneront ces dérives. Prenons quelques exemples pratiques.

En pratique, le service qu'elles assurent est **continu** (quelle GAFA a-t-elle jamais été en grève ?), **mutable** selon les évolutions de la société et des technologies (quelle GAFA n'est pas en pointe sur ce sujet ?), accessible à tous et **égalitaire** (peut-on en dire autant de tous les services publics traditionnels ?).

Il est aussi obligatoire (impossible de faire sa déclaration d'impôts sur internet sans les GAFAs) et enfin, cerise sur le **gâteau**, il est le plus souvent gratuit. En contrepartie elles prélèvent sur leurs utilisateurs un « impôt », non déterminé par un quelconque gouvernement, qui est l'utilisation commerciale des données personnelles recueillies. Tout cela a effectivement la couleur,



Jean Monnet premier commissaire au plan.

© Fondation Jean Monnet pour l'Europe

### 2.1 La fin du commissariat au plan

En 2005, le gouvernement décida d'arrêter toute planification et de fermer le Commissariat au plan. Pour les élus, toutes tendances confondues, s'engager dans la planification était se lier pour l'avenir et aliéner leur liberté d'action pour suivre au mieux les humeurs de l'opinion, seule garantie pensaient-ils d'avoir une chance de réélection.

Pourtant, les enjeux de société auxquels même en 2005 il fallait faire face, étaient bien connus et nécessitaient une action forte et continue sur le long terme.

La suppression de toute planification en France a contribué aux évolutions que l'on peut constater au quotidien : désindustrialisation massive, chômage, montée des inégalités sociales et territoriales, crise climatique et environnementale, etc...

Une action continue sur le long terme, si elle est indispensable pour l'intérêt général, serait-elle contradictoire avec l'action politique ? Seul un dévoilement de la pensée permettrait de justifier une telle opinion.

### 2.2 La politique énergétique

Dans cette optique, la politique énergétique a été marquée par des mesures inefficaces, issues de l'ignorance délibérée de lois de la nature pourtant incontournables.

Quelques exemples :

- une centrale nucléaire ne peut prendre moins d'une dizaine d'an-

nées pour être construite, et des décisions politiques variables allongeront encore ce délai, surtout si elles cherchent à décourager les techniciens compétents de poursuivre dans cette voie pour les obliger à faire du commercial ou du soi-disant « management » - en attendant, les centrales à flammes feront le travail,

- une éolienne à terre ne produit du courant utile à la consommation que peu souvent, et encore moins pendant la pointe de consommation,
- on ne sait pas encore bien stocker l'électricité sauf à construire des barrages hydroélectriques, honnis des écologistes radicaux, et sans barrages il faut pour satisfaire la pointe de consommation, importer l'électricité manquante d'Allemagne, produite notamment avec du lignite,
- changer les habitudes de consommation énergétique de la population est une tâche de longue haleine, d'autant plus impopulaire si elle est improvisée.

### 2.3 Les relations public/privé

La confusion de la pensée atteint aussi des sommets sur ce sujet :

- les libéraux « oublient » les catastrophes venant d'une privatisation mal conduite,
- les socialophiles oublient celles venant d'une gestion étatique également mal conduite.

En réalité on peut constater que les gouvernements successifs ont de fait organisé la démolition des structures

de gouvernance appuyées sur des compétences techniques pointues indispensables pour la mise en œuvre transparente de toute solution efficace.

Ainsi la France, qui prétend être un pays exemplaire à bien des égards, reste à la 21<sup>ème</sup> place dans le palmarès mondial de la corruption publique<sup>2</sup>. Pur hasard sans doute, l'opinion publique en a la même image: pour elle, si tous les politiciens ne sont pas malhonnêtes, loin de là et de moins en moins souvent, de trop nombreux le restent encore impunément.

Surtout, dans le délire politique et intellectuel qui prévaut aujourd'hui sur la réalité, la corruption reste un sujet tabou.

Faute d'admettre cette réalité, de débattre des remèdes possibles et de les mettre en place avec détermination pour garantir la transparence et l'honnêteté des décisions, la polémique qui fait rage aujourd'hui autour de la privatisation des aéroports de Paris ne peut déboucher que sur une décision douteuse :

- ou bien les idéologues libéraux gagnent le combat, et l'opinion publique ne l'acceptera pas, car elle restera convaincue que cette victoire n'est pas celle d'une approche pertinente et bien menée, mais celle d'une connivence malsaine entre politiques et forces économiques au



Un lac de barrage en montagne.





AIRBUS A320.

détriment de l'intérêt général,

- ou bien ils le perdent au profit de l'idéologie opposée, et l'on risque de perdre les avantages d'une privatisation conforme à l'intérêt général, ce qui ne peut être obtenu sans que ses modalités aient été débattues honorablement, comme cela n'a pas été fait dans des cas récents tels que la privatisation des concessions autoroutières.

### 3 Un cas exemplaire : l'industrie aéronautique

Le cas de l'industrie aéronautique et aérospatiale est exemplaire de ce qui peut arriver quand les industriels et les ingénieurs prennent ou non le pas sur les financiers et les politiques.

A la fin des années 2000, le constructeur américain McDonnell Douglas était en mauvaise posture. Mais grâce aux relations de ses dirigeants, plus des financiers et des politiques que des ingénieurs, ils obtinrent des politiques américains, s'appuyant sur les commandes militaires, qu'une fusion avec Boeing soit organisée. A l'inverse, Boeing était à l'époque une entreprise dirigée par des ingénieurs avec une forte tradition technologique.

Devant la menace d'une hégémonie américaine dans ce secteur, les industriels français, allemands et espagnols entreprirent alors de coopérer tant bien que mal : cantonnés dans leurs traditions et leurs marchés nationaux respectifs, ils n'avaient aucun avenir face à Boeing nouvelle formule.

Cela leur permit petit à petit de réussir à produire ensemble les avions de la série Airbus et bien d'autres succès techniques et industriels.

Bien entendu, il fallut trouver des compromis avec les politiques sur des sujets sensibles comme le missile de la force de frappe nucléaire française M51, mais à la base ce fut le succès de la coopération des ingénieurs et industriels des pays concernés. Dans d'autres cas, l'intervention des politiques dans les sujets purement techniques, comme celui des moteurs de l'A400M, conduisit à des déboires coûteux.

Si la gouvernance politique et juridique complexe d'Airbus est bien connue, les modalités de sa gouvernance technique restent à écrire.

A l'inverse, les ingénieurs de Boeing, plus motivés par des enjeux technologiques que par la conquête du pouvoir dans l'entreprise, laissèrent petit à petit celui-ci leur échapper. En 2005 la nomination d'un patron formé chez le leader mondial de la lessive, concrétisa ce tournant.

Les déboires du Boeing 737 MAX ne s'expliquent pas autrement : pour tout ingénieur aéronautique normalement constitué qui conçoit un avion, garantir la sécurité au décrochage en vol d'un appareil est une priorité absolue.

Ce n'était pas celle des financiers et des politiques qui avaient pris le pouvoir dans l'entreprise à l'époque. Mais

en cas de difficultés majeures pour Boeing, leur action sera décisive pour obtenir des politiques américains son renflouement par le biais de commandes militaires confortables, car soumises à moins de concurrence...

### 4 Conclusion

Cette description du rôle actuel des ingénieurs et scientifiques dans la gouvernance publique et privée pourrait sembler pessimiste. Ce serait pourtant une erreur : l'évolution des sociétés est un processus de destruction créatrice et les évolutions politiques récentes ont conduit à des progrès significatifs.

Ils sont toutefois insuffisants pour que la France retrouve sa place et même sa souveraineté dans le concert des nations.

Seul un engagement nouveau des ingénieurs et des scientifiques dans la chose publique en France et en Europe permettrait d'y arriver. Entre le numérique et le défi climatique, les opportunités ne manquent pas.

Mais cet engagement ne devrait pas se limiter à la sphère publique : à bien des égards, le secteur privé a maintenant un rôle majeur dans la poursuite de l'intérêt général, et il est urgent de ne pas laisser les seuls GAFAs s'y investir.

**Georges Rozen, X61**

<sup>1</sup> Critères usuels dits « loi de Rolland » définissant les services publics en France

<sup>2</sup> D'après « Transparency International »

# Souveraineté Cyber : l'Humain d'abord

On baptise facilement aujourd'hui de « cyber » tout ce qui relève peu ou prou du numérique et du réseau. Le terme date de 1948, avec la sortie du livre de Norbert Wiener « Cybernetics : or Control and Communication in the Animal and the Machine », néologisme inventé à partir du grec pour désigner la toute nouvelle science de la maîtrise des mouvements humains ou mécaniques, et des systèmes de régulation permettant d'atteindre un objectif déterminé dans des conditions changeantes grâce à une réadaptation permanente à l'environnement. Petit retour aux sources qui permet de rappeler que la caractéristique d'un système cyber est l'interaction entre 3 composantes : l'homme, une machine ou un objet, et un ensemble de données numérisées intercommunicantes.

Le développement d'internet depuis 1989 et l'explosion des services qui s'y sont adossés, ont banalisé depuis une décennie l'usage du « digital » dans toutes les géographies et chez toutes les populations de la planète. Le prix de ce confort sans précédent dans l'Histoire est une vulnérabilité d'autant plus grande que la diffusion galopante du numérique ne s'est pas accompagnée d'un effort

comparable d'éducation à l'utilisation de cet outil surpuissant : 80% des problèmes de sécurité cyber interviennent entre l'homme et son clavier ! Dans un contexte de conflit ou simplement de rivalité entre Etats, la tentation est permanente pour chacun de tirer parti de la fragilité de l'autre. Et il va sans dire qu'un tel pactole fait saliver le crime organisé pour qui chaque utilisateur devient un pigeon potentiel.

La dimension cyber de la sécurité de la France est donc de première importance. Et si son aspect global relève de la responsabilité de l'État, elle intéresse également la défense des intérêts des citoyens comme ceux des entreprises : préservation de la vie privée, protection des données et de leur accès dans un contexte de compétition économique et médiatique mondiale, mise en place de parades à la vulnérabilité des infrastructures, développement d'une résilience permettant la continuité des opérations et une reprise rapide, élaboration d'une capacité de riposte.

En numérique comme ailleurs, la souveraineté consiste en effet dans la capacité à exercer une autorité et à défendre un espace sur lequel on revendique des droits. Le Cyber, quatrième dimension de l'espace national, ne fait pas exception à la règle mais présente toutefois une différence majeure : par-delà les agents publics auxquels sont habituellement confiées les missions régaliennes de l'Etat, chacun des 67 millions d'habitants de la France est à son niveau un acteur de la sécurité cyber. Et comme il en constitue le maillon faible, c'est de toute évidence l'homme et sa formation qui doivent



être au coeur de notre attention. D'autant qu'en Cyber comme dans d'autres domaines, notre pays brille par une poignée de talents hors du commun qui distance le peloton et plus encore une énorme arrière-garde qui peine à se mettre à niveau...

Comment faire ? L'ampleur du défi impose de faire évoluer l'ADN des Français pour le rendre cyber-résistant sans attendre d'y être contraint par les circonstances. C'est l'affaire d'une génération, 20 ans d'efforts au moins, mais c'est réalisable et il faut commencer maintenant : des pays comme l'Estonie ou Israël y sont parvenus, à la suite d'un total désastre numérique ou d'un état de guerre permanent il est vrai.

Une opportunité unique nous est offerte à cet égard avec la mise en place progressive en France du SNU qui verra défiler chaque année toute une classe d'âge pour l'impliquer davantage dans la vie de la Nation et promouvoir la notion d'engagement : il suffirait d'une journée de sensibilisation et de formation à la sécurité cyber pour permettre à cette génération née le smartphone à la main d'en acquérir le minimum de maîtrise nécessaire. L'occasion est d'ailleurs trop belle pour ne pas mettre aussi à profit ce moment afin de détecter d'éventuels talents cyber et alimenter un vivier national indispensable dans cette discipline. En Israël un tel dépistage est effectué dès le lycée avec des batteries de tests, rapidement suivis de compléments de formation pour les heureux élus.



Outre ce travail sur la jeunesse en liaison avec les Trinômes Académiques qui en ont rôdé la pratique depuis 30 ans, il convient de renforcer l'effort vers d'autres segments de population vulnérables: PME/PMI/TPE et petites structures territoriales (mairies, hôpitaux), actuellement couverts par des organes publics dont c'est la mission, mais auxquels il n'est pas interdit de prêter main-forte : on pourrait envisager de capitaliser sur quelques volontaires parmi les 10.000 Auditeurs sensibilisés aux questions de Défense par leur passage à l'IHEDN ou au CHEAR, présents dans les domaines d'activité les plus variés comme dans toutes les géographies, et dont on peut penser qu'ils sont d'un bon niveau : on les inviterait à restituer à la Nation un peu de ce qu'ils en ont reçu lors de leur

session, leur proposant une remise à niveau en sécurité cyber, à charge pour eux de porter ensuite la bonne parole sur le terrain auprès des jeunes, des petites entreprises et des petites collectivités territoriales.

Pilotée par les Associations Régionales de l'UNION-IHEDN et sa commission Cyberstratégie, cette « force de frappe » bénévole pourrait venir appuyer dans chaque Région et en totale coordination les opérations des entités publiques en charge de la couverture sécurité Cyber du territoire : triptyques régionaux Gendarmerie-ANSSI-COM-CYBER, ACYMA, CNIL et autres.

En conclusion, tout revient à « replacer l'Humain au coeur de la cybersécurité », thème retenu par le FIC pour son édition 2020 : autant le cyber peut être une protection si nous apprenons à le maîtriser, autant il nous rendra vulnérables si nous en sommes incapables. L'apprentissage de la sécurité cyber sous tous ses aspects doit devenir une priorité nationale dans la durée, contribuant ainsi à garantir la souveraineté de la France.



**Julien Roitman**  
Président d'IESF  
(2010-2014)  
Président de  
la commission  
Cyberstratégie de  
l'UNION-IHEDN



The background image shows an industrial factory at sunset, with tall chimneys and pipes silhouetted against a sky of orange and blue. Overlaid on this are several white circular icons connected by a network of white lines. The icons include a truck, a factory building, a water drop, a cloud, a flame, a gear, and a stylized 'Z' or '7' symbol. A white silhouette of a human head profile is visible on the left side, partially overlapping the text.

# La transformation du modèle industriel

L'industrie du futur est un concept générique qui s'inscrit dans une conscience générale de la transformation du modèle industriel.

Elle est souvent présentée comme un « système industriel intégré », où l'outil de production est réalisé pour s'adapter aux produits actuels et /ou à imaginer à différentes étapes de leurs cycles respectifs, depuis la conception jusqu'au recyclage, afin d'assurer une meilleure flexibilité pour répondre à des besoins variés et mouvants, voir (\*) et (\*\*).

Ce nouveau modèle d'industrie du futur est illustré par 2 points :

- l'aspect technique qui concerne non seulement les nombreux apports du numérique et la reconfiguration des ateliers de production mais aussi l'utilisation des données en vue d'améliorer le génie des procédés ;
- l'aspect sociétal qui mérite une attention particulière, en effet les impacts de l'activité des entreprises, notamment industrielles, sur la société sont devenus plus prégnants.

Le développement inéluctable de l'industrie du futur doit être mené, comme le soulignent bon nombre d'employeurs, en veillant à ne pas perdre le sens physique et la réalité au niveau des acteurs.

**Yvon Chevalier**

**Président du comité  
Mécanique d'IESF**

*(\*)Rapport de l'académie des sciences et techniques et du haut comité mécanique-Novembre 2019 [www.academie-sciences.fr/Rapports-ouvrages-avis-et-recommandations-de-l-Academie/mecanique-futur.html](http://www.academie-sciences.fr/Rapports-ouvrages-avis-et-recommandations-de-l-Academie/mecanique-futur.html)*

*(\*\*)Guide pratique de l'usine du futur et panorama de solutions et Guide de technologie de l'industrie du futur-Fédération des Industries mécanique (FIM) et Alliance Industrie du futur (AIF), mai 2016. [www.industrie-dufutur.org/aif/](http://www.industrie-dufutur.org/aif/)  
Contact : [usinedufutur@fimeca.org](mailto:usinedufutur@fimeca.org)*

# L'Usine du Futur, d'où vient-elle ? Où va-t-elle ?

Confrontés à des enjeux de performance, de volume et de diversité des produits manufacturés, les systèmes de productions connaissent une renaissance. Bien au-delà d'une « industrie 4.0 » qui ne fait que digitaliser les processus existants, l'Usine du Futur se projette dans une économie expérientielle, à la croisée du Big Data, des sciences des matériaux et nouveaux bioprocédés et crée un nouveau socle de compétences pour les filières de demain.

**N**ous sommes aujourd'hui loin des premiers temps de l'arrivée du numérique dans les usines : elle remonte au début des années 60 avec l'apparition aux USA, très tôt dans le domaine aéronautique, de machines-outils General Electric enchaînant et exécutant des consignes d'usinage enregistrées sur ruban perforé.



*De nouveaux procédés de production revistés grâce à l'IA et aux sciences des matériaux.*

Le développement de l'informatique a rapidement conduit à associer les premiers logiciels de conception et la programmation des machines-outils (années 70) puis un pas important a été franchi, la modélisation des surfaces 3-D imaginée par les aérodynamiciens de Dassault-Aviation pour leurs propres besoins, ce qui a conduit à la création du premier logiciel CATIA et de la société Dassault-Systèmes. Boeing en a été l'un des premiers grands utilisateurs et CATIA est aujourd'hui à l'œuvre dans la quasi totalité des bureaux d'études aéronautiques du monde et au-delà dans douze secteurs industriels, rassemblant 250 000 entreprises et 25 millions d'utilisateurs.

Mais on est loin aujourd'hui du CATIA d'origine : rapidement (années 90) on est passé à la maquette numérique complète, partagée entre équipes de design et de fabrication, et même plus

loin, clients, sous-traitants, ainsi qu'au « PLM » (Product Lifecycle Management, années 2000) qui simule et suit l'ensemble du cycle en virtuel (ex : un avion) du cahier des charges au design, aux procédés de fabrication, à la maintenance et jusqu'à la fin de vie...

C'est ainsi que dans l'usine est prévue et gérée en détail la gestion de la production depuis le planning, l'ordonnancement, les gestes/ergonomie des opérateurs, l'aide sur la faisabilité aux bureaux d'études (propositions d'alternatives de réalisation), l'actions des robots et cobots, jusqu'à l'exécution dans un véritable jumeau numérique du système de production grâce à la marque DELMIA.

Et aujourd'hui, la plateforme 3DEXPERIENCE va encore bien plus loin puisqu'elle englobe l'ensemble de toute la chaîne d'opérations manu-



Synchroniser le réel et le virtuel avec les jumeaux virtuels de production.



© Dassault Systèmes

facturières sur le terrain (logistique, gestion de la sous-traitance, etc.), la réactivité permise par une information en temps réel sur les possibilités et l'état des approvisionnements, la traçabilité de toutes les pièces, de toutes les actions dans les sites etc.

A ce stade, on peut envisager une évolution du rôle des opérateurs en fabrication : les robots se chargent de tout ce qui est répétitif et automatisable, les humains se concentrant sur les tâches à haute valeur ajoutée et bénéficiant d'une aide nouvelle, la garantie du respect de réalisation des processus sur leurs postes de travail, la définition des données et affichages utiles à ce suivi et la recherche d'améliorations.

Les cobots aident les opérateurs dans des tâches délicates manuelles comme la mise en place de lourdes pièces, la réalité augmentée aide ici et là à la réalisation de gestes difficiles. L'environnement devient « paperless », remplacé par des tablettes, la logistique est largement automatisée, certaines fabrications « cœur de métier » sont ré-internalisées... On assiste

même à des lignes configurables sur plusieurs produits, comme l'usine témoin ICO le montre en région parisienne où une même ligne permet d'assembler lave-vaisselles et vélos-moteurs en flux continu.

Tout ceci conduit dès aujourd'hui, chez les industriels les plus avancés, à une reconfiguration des ateliers dans les phases finales de la production : au lieu de voir les pièces suivre leur chemin, on observe une véritable choré-

liorer l'efficacité d'ensemble.

C'est ainsi que les outils de l'IA<sup>1</sup> font leur entrée. Le champ est vaste, il va, entre autres, de la détection et de la recherche de l'origine d'un défaut à la mémorisation de la (bonne!) décision d'un opérateur devant une situation non nominale, le tout dans un processus d'amélioration continue.

Par exemple, un élément de fuselage en composite carbone, voit son taux de re-

## **"A plus long terme, on pense déjà à une chaîne qui auto-apprend et s'automatise toute seule"**

graphie des postes de travail autour de la pièce: le manufacturing devient flexible, modulaire, assisté par des véhicules guidés autonomes (AGV) et adaptatifs car mesurant et interprétant en temps réels leur indicateurs de performance et de déviation.

### **Où va-t-on ?**

Disposant d'une masse considérable de données précises, il est plus que tentant de capitaliser du retour d'expérience, du savoir-faire et de s'en servir pour amé-

but passer de 13% à 0% en trois mois et son taux de reprise de 28% à 1%.

### **Le futur ?**

- Les processus manufacturiers vont s'adapter à une forte évolution des matériaux, à bien plus de chimie dans le génie des procédés, à l'élaboration directe de composants structuraux incluant tout ou partie de leurs équipements (cablages, capteurs etc.) à partir d'impression 3-D, de bio-procédés ou toute technique analogue, ce qui ne manquera pas de faire évoluer la formation des ingénieurs...
- Ces processus permettront une production personnalisée, et ce bien au-delà de choix cosmétiques...
- Enfin, à plus long terme, on pense déjà à une chaîne qui auto-apprend et s'automatise toute seule. Ceci commence à exister dans la logistique, la fabrication suivra.

**Patrick Johnson,**  
Vice-président Corporate Research  
R&D de Dassault Systèmes

<sup>1</sup> Intelligence Artificielle

## **Bio express**



**P**atrick Johnson, ISAE-Sup-Aéro 1994 est vice-président Corporate Research R&D de Dassault Systèmes. Il a pour mission de définir les bases scientifiques stratégiques des solutions Dassault Systèmes, mais aussi d'inventer et de fournir de nouvelles technologies disruptives pour l'industrie du Futur et le succès de ses clients. P. Johnson a rejoint Dassault Systèmes en 1996. Au sein de la marque phare CATIA, il y a dirigé le département d'intelligence artificielle, et depuis 15 ans a en charge les activités de recherche pour l'ensemble du groupe. Il a notamment contribué à créer la division des sciences de la vie, branche majeure aujourd'hui du groupe.



# L'Usine du Futur pour la création de valeur

Dans un environnement technologique et économique en pleine effervescence, l'union et la coordination des actions des différents acteurs industriels fera la force de l'Usine du Futur. Le point avec Denis Eymard, auparavant Directeur délégué à l'innovation et à la valorisation de la recherche du Cetim. Il nous en dit plus sur le positionnement des PME-PMI dans le contexte évolutif de l'Usine du Futur ainsi que sur les challenges que cela implique en termes de performance, d'efficacité et de compétitivité.

## Comment peut-on inciter les PME-PMI à investir dans le domaine du numérique et en particulier dans l'Usine du Futur ?

L'Usine du Futur offre de nombreux avantages industriels. Elle possède un outil de production flexible capable de s'adapter rapidement aux besoins de ses clients aussi bien en quantité qu'en qualité. Elle assure la traçabilité des produits de leur conception à leur fin de vie tout en les associant à des services adaptés aux nouveaux besoins sociétaux.

Avec ce modèle d'Usine, on passe du « marketing produit » traditionnel au « marketing client » qui exige plus d'informations sur ce dernier et plus d'anti-

pation et de réactivité à ses demandes. En plus, elle permet de répondre aux exigences de ses collaborateurs et aux défis environnementaux : durabilité, recyclabilité, maîtrise de l'énergie, protection de l'environnement.

Dans ce contexte, le numérique a un rôle majeur car il permet une communication instantanée et intégrée, mais aussi de modéliser et simuler un produit, un procédé, voire l'usine et, de fait, d'anticiper et de contrôler.

Big Data, cloud, réseaux sociaux, IoT, sont dès à présent les outils d'aujourd'hui. Plus que jamais, le digital répond aux exigences de l'Usine du Futur en faisant le lien entre production, produits et services.

## Qu'en est-il au niveau de l'outil de production ? Quel rôle peuvent jouer les acteurs et les centres techniques tels que le Cetim, les pôles de compétitivité et les laboratoires de recherche spécialisés ?

L'automatisation de l'outil de production peut répondre au besoin économique de productivité. Cependant, elle doit être intégrée dans une démarche globale permettant la mise en œuvre de l'organisation et des moyens techniques et humains adaptés.

Les pôles de compétitivité, créés en 2005, ont montré leur efficacité dans le soutien aux projets d'innovation. Aujourd'hui, l'urgence à réagir devant la mutation technologique a conduit ces



acteurs à s'unir pour démultiplier leur effort dans une vision plus large d'Industrie du Futur.

Cette « Alliance Industrie du Futur » permet d'optimiser l'aide que les PME peuvent attendre. C'est une réflexion commune qui est entreprise à travers des audits et conseils en région auprès des PME volontaires avec l'appui notable du Cetim pour établir un schéma directeur argumenté et des améliorations pérennes.

Avec l'aide de la BPI, des aides au financement de ces actions sont possibles. Il existe aussi de nombreuses plateformes régionales ou nationales telles que le Factory Lab au sein du CEA permettant aux PME de tester leur technologie et leur efficacité en collaboration avec les laboratoires et industriels partenaires.

***"L'automatisation de l'outil de production peut répondre au besoin économique de productivité, cependant elle doit être intégrée dans une démarche globale"***

Ces actions sont complétées au niveau national de l'Alliance par une capitalisation des bonnes pratiques et success stories incitant les PME à initier cette démarche.

Mais n'oublions pas également les actions de ces acteurs dans l'étude des

technologies du futur, leur rôle dans le soutien à l'innovation et aussi dans les instances de normalisation.

### **Cette évolution a de véritables avantages mais également des enjeux. Quels sont-ils ?**

L'enjeu principal est de moderniser notre industrie qui doit retrouver une part importante du PIB. Passer de 14 à 20 % est une ambition que l'on doit porter devant la forte concurrence internationale.

Comme toute évolution, ce modèle qui s'appuie sur une vision globale de l'entreprise et utilise l'automatisation et le digital risque de créer des pertes d'emplois peu qualifiés. Certes il en créera d'autres, mais il est important d'anticiper la nécessaire formation des talents. Cela est d'autant plus vital pour les PME qui ne disposent pas des

moyens des grands groupes industriels pour s'adapter et gagner en attractivité.

Cependant, l'Usine du Futur va octroyer davantage de pouvoir aux hommes pour agir sur les conditions économiques, sociales, écologiques. Elle doit être une opportunité plus qu'une menace.

## **Bio express**

**D**enis Eymard a occupé différentes fonctions dans le monde de l'industrie. Au Cetim, il a développé l'action commerciale puis l'innovation en soutenant les PME par le codéveloppement de leurs projets innovants et en valorisant les innovations des collaborateurs du Cetim en les protégeant par brevet et en concluant des partenariats pour leur concrétisation. Il a aussi contribué à la création de Factory Lab pour la valorisation des projets innovants industriels.



### **En France, quelle est la place des PME-PMI du secteur mécanique notamment en termes d'emploi ?**

La mécanique est au cœur de l'industrie, elle représente 19 % de l'activité industrielle en France avec près de 30 000 entreprises essentiellement PME-PMI. C'est le premier employeur industriel en France avec environ 620 000 salariés.

De plus, depuis les années 80, les industriels ont transféré beaucoup d'activités au secteur des services industriels qui a ainsi gagné près de 2 millions d'emplois. La mobilisation est réelle, et les nombreuses actions et projets lancés vont permettre à ce secteur de relever le défi de l'Usine du Futur.

**Références :** Guide pratique de l'Usine du Futur et Guide des technologies prioritaires en mécanique disponibles au sein de l'Alliance



L'amplification de l'Internet Industriel des Objets va impacter les entreprises dans la gestion de leurs processus industriels.

# L'humain : catalyseur de l'Usine du Futur

L'Usine du Futur requiert la montée en compétences des acteurs dans un souci d'employabilité. Les outils digitaux et les nouvelles ingénieries pédagogiques vont pouvoir soutenir la mise en adéquation des compétences nécessaires à l'adoption des nouveaux procédés et moyens de production. Le point avec Said Ferri, VP de l'Association des Réseaux Économiques Europe Afrique et membre du comité Mécanique d'IESF.

## Quelles sont les compétences nécessaires au déploiement de l'Usine du Futur ?

Nous passons d'un format industriel classique à une organisation et à une production redistribuée avec des outils numériques permettant de monter en performance. L'Usine du Futur est, en effet, liée à l'arrivée des cyber systèmes embarqués et complexes conçus pour interagir avec leur environnement associant les ensembles physiques, l'information et les moyens de communication machine to machine.

Les technologies de l'information vont démultiplier les possibilités de

communication nécessitant ainsi de nouvelles compétences en IT. Les collaborateurs devront être capables d'intervenir sur des systèmes virtuels plus complexes pour gagner en agilité.

### **"La motivation est l'impératif numéro 1"**

Il existe une dimension technologique très orientée numérique, mais aussi des nouveaux matériaux, des procédés de production et des outils de communications tels que le cloud computing, le big data, la sécurisation de la data, la robotique, la fabrication additive, la réalité virtuelle et augmentée, l'IoT... Ces compétences doivent être complé-

tées par des soft skills, notamment des savoir-faire plus pointus associés à une polyvalence et une autonomie accrues liées à la gestion de la connaissance, le partage de l'information, le renforcement de l'autonomie, l'optimisation des prises des décisions, les systèmes d'auto-évaluation, l'intelligence sociale et situationnelle et le fonctionnement en mode projet...

### **Dans ce cadre, la formation joue un rôle stratégique. Qu'en est-il ?**

Les mutations technologiques étaient lentes à venir et laissaient le temps aux collaborateurs pour les appréhender. Cependant, nous nous inscrivons aujourd'hui dans un contexte mouvementé

avec une révolution digitale rapide. La formation professionnelle et continue constitue donc un enjeu stratégique dans le cadre de l'Usine du Futur où les technologies sont sans cesse upgradées et où la polyvalence des collaborateurs s'impose.

La formation professionnelle devient un élément incontournable de la rétention des talents en développant leur employabilité et en leur offrant un continuum de formation. Parce que les collaborateurs deviennent plus avertis, plus connectés et plus exigeants, les entreprises doivent leur proposer des formations efficaces, séduisantes, ludiques et adaptées.

### Quels sont les enjeux auxquels les entreprises sont confrontées ?

Nous sommes face à une évolution radicale de l'industrie qu'il faut réenchanter afin d'attirer les talents. Cela repose sur un nouveau modèle de management où l'humain sera plus responsable et où l'organisation sera plus collaborative. La Fédération des Industries Mécaniques (FIM) a identifié 3 enjeux majeurs :

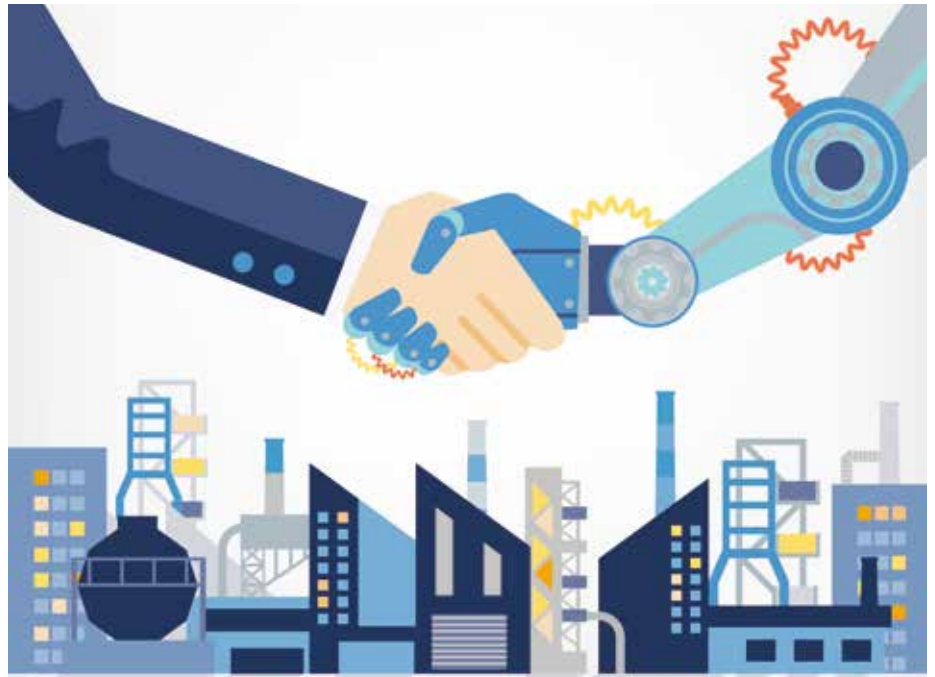
- L'adhésion des acteurs de l'Usine du Futur en accompagnant le changement ;
- Permettre aux Ressources Humaines d'acquérir les compétences nécessaires ;
- Construire des parcours de carrière valorisants en offrant des formations initiales et continues différenciantes.

Je suis convaincu que le salarié deviendra acteur de sa propre formation. Nous sommes ainsi amenés à mettre à disposition de chacun des outils variés et des modules pédagogiques courts pour une formation adaptée et souple.

Le challenge, c'est aussi de pouvoir développer un continuum de formation en réduisant l'écart entre la formation initiale, l'apprentissage et la formation continue et pourquoi pas la création de « learning factory » (mini centre de formation au sein des usines) pour plus d'agilité.

### Comment peuvent-elles y faire face ?

La motivation est l'impératif numéro 1. Au-delà de la montée en compétences,



*Le digital va diffuser de nouvelles interfaces hommes-machines, interfaces tactiles et systèmes de réalité augmentée.*

## **"Nous sommes face à une évolution radicale de l'industrie qu'il faut réenchanter afin d'attirer les talents"**

L'employabilité requiert le développement de formats d'apprentissage efficaces, de dispositifs numériques qui facilitent à la fois l'industrialisation et la personnalisation, adaptés aux aspirations de réactivité des entreprises.

Les PME sont aussi confrontées à des enjeux de transmissions des compétences. Les entreprises devront assurer la pérennité de leur savoir-faire et anticiper les départs à la retraite et la mobilité en s'appuyant sur une démarche de gestion prévisionnelle des compétences.

L'émergence de l'Usine du Futur remet aussi en lumière la problématique de recrutement. Les métiers industriels sont en forte tension à tous les niveaux de qualifications et plus particulièrement dans la branche métallurgie : automobile, aéronautique, ferroviaire...

Cela s'explique avant tout par un problème d'attractivité malgré les initiatives existantes pour promouvoir ces métiers et la formation, à l'image du projet collaboratif « osons l'industrie » porté par Alliance industrie du futur ou le programme « Factory Lab ».

### **Bio express**

Said Ferri est un consultant dans le domaine du développement économique et de l'investissement en Europe et en Afrique du Nord sur les questions d'implantations industrielles et de coopérations. Il participe également aux actions de l'Union Mondiale des PME comme délégué, pour permettre aux PME et aux tissus industriels d'accéder à des financements mais aussi à des parcours de soutien à l'industrie.



# L'industrie du futur : enjeux et perspectives

Face aux évolutions numériques, les entreprises et notamment les industriels misent sur l'innovation afin de joindre la course de la digitalisation. Yves Ignazi, Vice-président du comité Associations d'IESF nous en dit davantage sur les enjeux et les perspectives qui se profilent dans ce cadre.

## L'Usine du Futur et la révolution numérique sont souvent liées. Qu'en est-il ?

Nous sommes face à des révolutions majeures liées aux technologies, aux enjeux écologiques du développement durable, à la convergence entre les sciences de la vie et les sciences dures, etc.

En parallèle, les acteurs de l'industrie doivent trouver l'équilibre entre le temps consacré à la R&D et celui nécessaire à la mise en application de leurs solutions. Ainsi, nous convergions vers la 4e révolution industrielle liée aux cybersystèmes. Ce changement touche l'industrie dans sa globalité. Le numérique joue donc le rôle d'accélérateur d'où la nécessi-

té d'appréhender l'entreprise de façon systémique. L'intrusion du numérique entraîne des modifications profondes dans la conduite des entreprises. L'usage devient ainsi l'élément central des préoccupations ce qui modifie la construction des business modèles.

En conséquence, les nouveaux procédés de production deviendront de plus en plus automatisés grâce aux objets connectés et à la fabrication additive. En parallèle, les jumeaux numériques, la réalité augmentée et la numérisation des chaînes de valeur se généralisent grâce aux capteurs numériques.

Nous voyons aussi les données prendre une dimension et une valeur stratégiques notamment grâce aux logiciels

de traitement qui vont permettre d'exploiter toute la richesse informative du big data.

## Aujourd'hui, concrètement, comment le numérique impacte-t-il l'usine 4.0 ?

Le contexte de l'industrie du futur, et notamment le changement des paradigmes technologiques, a suscité des craintes au niveau de l'emploi et des évolutions sociales.

Toutefois, ces interrogations révèlent un autre côté plus rassurant puisque 91% des jeunes pensent que l'industrie continuera à exister dans le futur selon une enquête réalisée par OpinionWay. La même étude a aussi montré que 69% des jeunes pensent que l'indus-

trie du futur est déjà une réalité et 26% exercent leur emploi dans ce contexte.

Aujourd'hui, ces technologies se substituent en partie au savoir-faire manuel, ce qui a des retombées majeures.

L'exemple le plus parlant est celui de la production additive où les possibilités sont infinies. Cette technologie facilite aussi la mise en place et l'optimisation des chaînes de valeur. Nous parlons même de la boucle d'analyse des incidents d'usage et donc d'optimisation du service après-vente.

### **"Nous sommes à l'aube de la révolution transhumaniste"**

Ce volet est aussi intéressant parce qu'il y a également une industrialisation des technologies notamment à travers l'approche par « briques » qui permet de constituer de véritables chaînes technologiques grâce au numérique.

Ces évolutions touchent tous les domaines traditionnels, mais aussi les applications liées au développement durable comme la gestion des ressources et de l'énergie, ainsi que les réponses aux contraintes réglementaires. Il y a donc une convergence du numérique vers ces différents champs

d'applications (NBIC, nanotechnologie, etc.).

### **Pouvez-vous nous parler d'entreprises qui ont su intégrer le numérique à leurs business models ?**

JPB, entreprise de fabrication mécanique de produits traditionnels des écrous pour l'aéronautique, a intégré dans ses dispositifs mécaniques des capteurs numériques pour offrir une assurance de qualité et de fiabilité des écrous.

Ses solutions représentent une réelle innovation et sont principalement utilisées dans l'industrie aéronautique. Un autre exemple est celui de Latécoère à Toulouse qui a transformé sa chaîne de fabrication des portes d'avion dans la philosophie 4.0. L'équipementier automobile Novarest a aussi proposé le mécanisme d'ouverture des portes des voitures à travers le mouvement des pieds.

Par ailleurs, le BIM a révolutionné la conception des bâtiments. Nous constatons qu'il y a une ambition nationale pour accompagner les entreprises dans la transformation numérique.

Celles-ci cherchent plus de flexibilité dans leurs modèles de conception et de commercialisation, mais aussi l'intégration des objets connectés qui éliminent les cloisons entre l'industrie et le marché. C'est en effet l'ambition exprimée par Alliance industrie du futur.

### **Quels sont néanmoins les enjeux qui persistent dans ce cadre ?**

Aujourd'hui, le numérique transforme les chaînes de valeur et modifie ainsi le spectre des compétences. Dans ce cadre, nous constatons qu'il y a une forte corrélation entre la robotisation et la croissance économique. Cette évolution se présente donc comme un accélérateur de la croissance économique et un générateur de nouvelles compétences nécessaires à ces progrès. En parallèle, les emplois évoluent également vers des postes de responsabilisation des opérateurs. Ces facteurs nous permettent donc de réfléchir à la place de l'Homme face à ces évolutions sociologiques, professionnelles, sociales et à la préservation des libertés individuelles face aux risques de cyber sécurité. Ainsi, nous sommes donc à l'aube de la révolution transhumaniste décrite par Luc Ferry.

### **Bio express**

Ingénieur de formation, Yves Ignazi a travaillé au sein de Texas Instruments, Motorola, et Digital Equipment. Après, l'acquisition de Digital Equipment en 1998 par Compaq, il a décidé de quitter la structure. Il s'est ensuite orienté vers le conseil en organisation et en management en misant sur sa formation de juriste.





# La CHIMIE, un atout du développement durable

La chimie est l'un des principaux secteurs de l'économie française, au 2<sup>ème</sup> rang européen avec un chiffre d'affaires 2018 de 75 Mds €. Elle représente le premier secteur industriel exportateur avec 61 Mds €.

Ses 3300 entreprises de toutes tailles, avec plus de 22 000 employés, constituent un atout pour la France. Elles développent et fabriquent des produits chimiques de base, des polymères, des spécialités de chimie fine, des actifs pharmaceutiques ou encore des produits formulés tels que cosmétiques, détergents, peintures ou produits de travail des métaux.

La chimie, secteur d'avenir innovant et responsable, participe à la réponse aux défis de la transition écologique. Elle contribue à une consommation responsable par des applications telles que l'amélioration des bâtiments et des moyens de transport, le recyclage des matériaux et des déchets ou le développement des systèmes plus respectueux de l'environnement tels le recours à la biologie de synthèse ou la production de phéromones remplaçant certains insecticides. Ses connaissances en hygiène et santé permettent aussi d'apporter un soutien auprès des populations défavorisées.

Plus directement l'industrie chimique française a considérablement réduit son impact environnemental, réduisant ses émissions de gaz à effet de serre de 60% depuis 1990 et remplaçant une part croissante de ses sources carbonées fossiles par des ressources végétales, sachant tout de même que ces dernières ont toujours été utilisées en chimie.

**Alain Thuillier**  
Président  
du Comité  
Chimie d'IESF



# Le recyclage chimique des plastiques : enjeux et perspectives

*Plastiques broyés issus d'appareils électriques et électroniques en mélange.*

Avec la multiplication des initiatives autour du recyclage chimique, les travaux sur leur mise en œuvre et surtout les étapes de purification finale sont clés pour prouver leur viabilité économique et leur efficacité face aux enjeux du réchauffement climatique. L'ancien Directeur Scientifique Innovation de 2ACR, Dr Arnaud Parenty, nous en dit davantage.

**Dans le cadre du développement durable, la chimie a un rôle à jouer dans**

**le secteur du recyclage. Dites-nous en plus sur cette dimension.**

La chimie est la science de la transformation de la matière comme exprimée par la maxime de Lavoisier « Rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme ! ». Cette transformation va donc servir à créer des matériaux, mais aussi les recycler en fin de vie. Le rôle de la chimie est donc transversal et multiple allant de la création de matériaux plus respectueux de l'environnement à un meilleur recyclage.

La chimie permet par exemple de séparer les différents métaux en les transformant chimiquement grâce à l'hydrométallurgie ou de rehausser les propriétés des matériaux recyclés en synthétisant des additifs compati-

sants par exemple. Enfin, elle permet aussi l'extraction de certaines substances ou polluants.

**Plus particulièrement, qu'en est-il en termes de recyclage chimique des plastiques ?**

Les plastiques sont recyclés aujourd'hui à hauteur de 99,2% par des procédés mécaniques.

En d'autres termes, ils sont fondus pour être remodelés ultérieurement selon les usages. Quant au recyclage chimique, l'idée consiste à transformer le plastique, qui est un polymère, en monomère pour ensuite le repolymeriser. Cette transformation permet de s'affranchir des caractéristiques initiales du plastique en termes par exemple de taille de polymère ou d'additifs qui lui donnaient ses propriétés d'usages. Le recyclage chimique va donc permettre de remettre dans la boucle des plastiques qui ne pour-

raient pas être recyclés de façon mécanique. Toutefois, entre le recyclage mécanique et chimique, il existe des technologies intermédiaires qui feront appel à des techniques maîtrisées par les chimistes sans pour autant engen-



*Une balle d'emballages ménagers en PEHD (PolyÉthylène Haute Densité) issus de la collecte sélective.*



**"Le recyclage chimique et mécanique ainsi que la valorisation énergétique sont des systèmes complémentaires pour une meilleure performance en termes de développement durable."**

drer des dégradations à l'échelle moléculaire de la chaîne polymère comme dans le cas du recyclage chimique.

### Quels sont néanmoins les enjeux à ce niveau ?

Les chercheurs ont développé depuis plusieurs années les procédés de recyclage chimique. Cependant, le coût de ces technologies reste important et le faible coût des résines par rapport au coût du recyclage encourage plutôt à la consommation de plastiques vierges.

Aujourd'hui, il y a un vrai enjeu lié à l'utilisation de ces matériaux et à leurs impacts sur l'environnement. Au-delà de cette question de l'utilisation, le challenge réside aussi dans la manière avec laquelle nous pourrions les collecter plus efficacement et donc limiter leurs disséminations dans la nature.

L'enjeu est donc essentiellement économique. Collecter, trier et régénérer les plastiques (même mécaniquement) a un coût important. Le recyclage mécanique n'étant adapté qu'à certains produits, il est nécessaire d'investir davantage dans la chaîne de valeur de la collecte à la reformulation pour traiter les autres produits.

Néanmoins, aujourd'hui le paradigme a été légèrement modifié avec le rejet du plastique par de nombreux citoyens et certaines entreprises sont aujourd'hui prêtes à investir dans de nouvelles solutions de recyclage.

En parallèle, nous devons faire face à la problématique des substances qui ont été interdites au titre des réglementations comme REACH, POP ou RoHS. Plus généralement, nous devons aussi réfléchir aux risques sanitaires que pose par l'utilisation de plastique recyclé. En tant que chimistes, nous avons de nombreuses clés pour développer une valorisation des plastiques à plus haute valeur ajoutée tout en limitant les risques. C'est dans ce contexte que le recyclage chimique ouvrira la voie vers de nouvelles opportunités.

### Comment voyez-vous cette filière évoluer ?

Il n'y a pas d'opposition entre recyclage mécanique et recyclage chimique. En effet, ce dernier ne permettra pas de réutiliser tous types de plastiques. C'est pourquoi les grands pétrochimistes travaillent par exemple aujourd'hui sur la pyrolyse ou la gazéification des polyoléfines (PE/PP) ou du polystyrène qu'ils pourront ensuite réinjecter dans leurs procédés de fabrication de résines.

Néanmoins, le recyclage chimique nécessite un tri en amont pour s'assurer de l'adéquation entre le type du polymère et le traitement. Le recyclage chimique devrait donc permettre d'éliminer les substances dangereuses, d'extraire les ressources d'intérêt et de valoriser des produits complexes difficiles à recycler par voie mécanique.

D'autre part, il ne faut pas oublier que le nécessaire tri des matières en amont



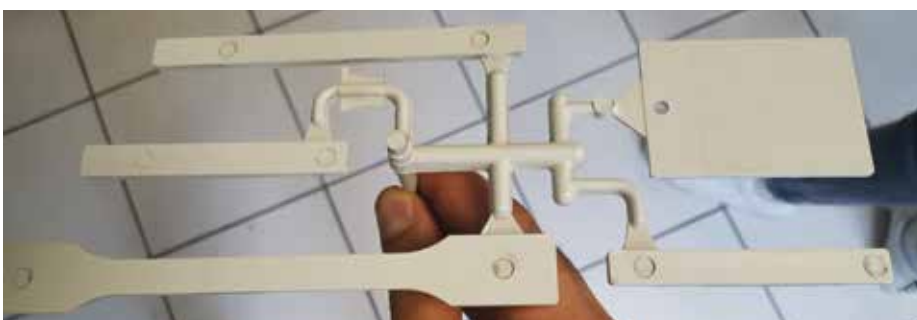
*Un flux de polystyrène (broyat) issu du traitement de réfrigérateurs en fin de vie. Ce type de plastique est par exemple utilisé par la société Legrand pour faire des boîtes d'encastrement.*

va générer des « refus de tri » qui pourront être valorisés énergétiquement, limitant ainsi leurs impacts sur l'environnement et sur l'ensemble du coût du recyclage. Ces « refus de tri » beaucoup trop mélangés ou pollués peuvent être utilisés en substitution à l'énergie fossile en tant que « combustibles solides de récupération ». Il s'agit d'une énergie locale, partiellement biosourcée (présence de bois, de papier...). Enfin, nous devons continuer à investir dans l'éco-conception et en particulier la conception en vue d'une gestion optimisée et valorisée de la fin de vie des produits pour optimiser le recyclage des produits utilisant du plastique.

Le développement des filières de collecte et de recyclage est un élément essentiel pour d'une part limiter la fuite de plastiques dans l'environnement et garantir un recyclage et une valorisation plus efficace de produits en fin de vie. Pour conclure, le recyclage mécanique, le recyclage chimique ainsi que la valorisation énergétique sont des voies complémentaires qui permettront d'atteindre une meilleure performance en termes d'économie circulaire.

## Bio Express

**D**iplômé de l'École Nationale Supérieure de Chimie de Montpellier et titulaire d'un doctorat en chimie organique et d'un MBA, Dr Arnaud Parenty, est l'ancien Directeur Scientifique Innovation de 2ACR. Il est également Maître de Conférences Associé à l'Université de Lille, où il enseigne essentiellement des thématiques autour du développement durable, du recyclage et de l'économie circulaire.



*Éprouvettes normalisées réalisées pour tester les propriétés mécaniques de plastiques recyclés.*



# L'ingénierie d'un futur durable

En misant sur la biologie de synthèse, Synovance conçoit des solutions pour répondre à trois problématiques : durabilité, pollution et gestion des déchets. Le point avec François Kepes, Co-fondateur de Synovance.

## Quelques mots sur la biologie de synthèse ?

La notion de biologie de synthèse a vu le jour en 2004 et signifie l'ingénierie rationnelle de la biologie. Depuis, plusieurs définitions ont vu le jour avec notamment le consensus qui considère que la biologie de synthèse est à la fois le fer de lance des biotechnologies, mais aussi le design délibéré et la construction de systèmes basés sur la biologie.

La biologie de synthèse ne se limite pas à résoudre un problème particulier, mais propose des approches couvrant tous les champs de biotech, par analogie aux nanotechnologies et nanosciences.

Elle met en place un socle de connaissances et de savoir-faire qui a une

valeur générique. Une des approches de la biologie de synthèse consiste à concevoir et réaliser des circuits biochimiques synthétiques. Il existe deux types de circuits :

- Le circuit métabolique : c'est un ensemble de réactions catalysées chacune par une protéine enzyme codée par un gène ;
- Le circuit régulateur : l'idée n'est pas de transformer un composé chimique mais de réguler l'ensemble des réactions d'un circuit métabolique afin de rendre efficace ce dernier.

Une difficulté en biologie tient au fait que le même circuit biochimique peut se comporter différemment selon l'organisme dans lequel on l'insère. Pour cette raison et bien d'autres, la biotechnologie n'est pas encore une ingénierie mature comme le sont

les génies chimiques, mécaniques ou logiciels par exemple. La biologie de synthèse a pour but d'accélérer la maturation de la biotechnologie.

Aujourd'hui, nous constatons que le succès de la biologie de synthèse est partiel : la biotechnologie, y compris la biologie de synthèse, n'est pas encore une ingénierie mature.

Il y a environ un siècle et demi de décalage entre les progrès de la chimie de synthèse et les progrès de la biologie de synthèse. Cependant, cette capacité améliorée de l'ingénierie du vivant peut s'appliquer aussi bien en biotechnologie médicale qu'environnementale ou industrielle.

La transversalité est donc un aspect clé de la biologie de synthèse. En 2015, le Woodrow Wilson Center aux Etats-Unis a publié une étude qui montre que

116 applications ou procédés issus de la biologie de synthèse ont déjà été sur le marché ou sur le point d'y arriver.

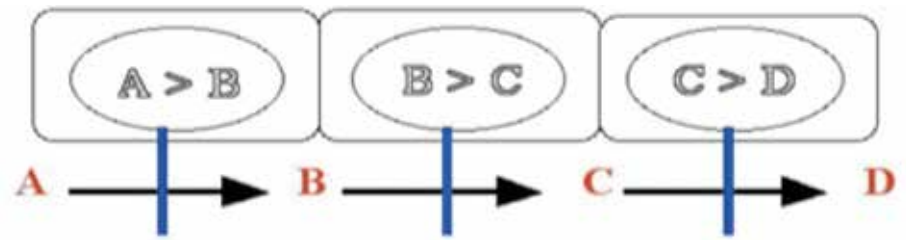
### Qu'est-ce que cela implique en termes de développement durable ?

L'exemple le plus parlant est celui de la fabrication des teintures textiles qui représente l'une des industries les plus polluantes au monde. La biologie de synthèse permet de développer un procédé biologique à partir d'une ressource également biologique pour produire des teintures textiles dans des conditions beaucoup moins polluantes. Elle permet donc de répondre aux questions relatives aux ressources initiales mais aussi au procédé de transformation de la matière première en teinture.

### Qu'en est-il au niveau des industriels ?

Les acteurs de l'industrie choisiront un procédé chimique s'il est rentable. Cependant, le système pourra s'adapter à la conjoncture économique de l'industrie. Par exemple, sur 12 réactions successives qui aboutiront à la fabrication d'un composé, les 9 premières pourront être réalisées par voie biologique tout en préservant la rentabilité et la viabilité du processus, cependant que les dernières réactions pourront être réalisées par voie chimique.

C'est en effet le cas de la production d'un médicament contre la Malaria, l'artémisinine, dérivé naturellement de l'Armoise annuelle, mais pour lequel



**Circuit métabolique :** La transformation de la petite molécule A en petite molécule D se fait en 3 étapes dans cet exemple simulé. Chaque étape est accélérée par un catalyseur, noté A>B etc. Dans un bio-procédé, ces catalyseurs sont presque toujours des protéines appelées enzymes. Les flèches rappellent que dans une cellule vivante, les réactions chimiques sont souvent orientées par leur thermodynamique.

## "La biologie de synthèse vise à accélérer la maturation des très complexes biotechnologies"

existe un procédé de synthèse par la levure du boulanger, issu de travaux de biologie de synthèse. Ainsi, les freins et les accélérateurs sont principalement liés à la viabilité économique.

### Qu'en est-il de la situation en France ?

L'INRA est le principal acteur qui tente de développer la recherche dans ce domaine avec ses deux centres : Toulouse White Biotechnology et le campus de Jouy-en-Josas.

Malgré tous les efforts déployés, le progrès reste relativement modeste. Il n'y a pas eu de financements publics dédiés à la biologie de synthèse en France alors qu'au Royaume-Uni 300

millions de livres ont été injectées sur 10 ans pour soutenir la recherche académique ou publique.

La pluridisciplinarité est l'un des critères clés de la biologie de synthèse au niveau international. Cela nécessite de mettre en place des modèles mathématiques et des simulations numériques qui nécessitent des centres mieux équipés.

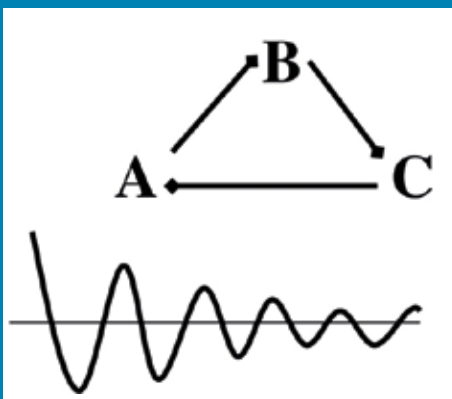
Quant à la recherche industrielle, il y a eu en France comme ailleurs, des initiatives importantes et intéressantes souvent liées aux TPE et PME, telles que METabolic EXplorer à Clermont-Ferrand, Global Bioenergies à Évry, ou Synovance.

## Bio Express

François Kepes est membre de l'Académie des Technologies et membre correspondant de l'Académie d'Agriculture de France. Normalien, il est également un ancien directeur de recherche au CNRS et professeur associé de biologie à l'École Polytechnique. Il a enseigné en France et à l'étranger et a mené des recherches pendant 4 décennies. Aujourd'hui, il est le Co-fondateur de Synovance.



**Oscillateur biologique :** le cas du "répressilateur". A, B et C sont trois protéines régulatrices. Selon le schéma de principe donné en haut, chacune inhibe la production de la suivante. Intuitivement, on voit que plus il y a de A, moins se fera de B, donc plus se fera de C, donc moins se fera de A. En bref, plus il y a de A, moins il y a de A. Idem pour B et C par raison de symétrie. Il s'agit donc d'un circuit de rétroaction de type négatif. Son comportement (cinétique de la concentration de A montrée en bas) est donc, soit stabilisant, soit oscillant (amorti comme représenté ici, ou perpétuel). Ce circuit régulateur artificiel a été conçu, puis construit dans une bactérie par Elowitz et Leibler qui ont montré en 2000 dans un article pionnier qu'il fonctionnait approximativement comme calculé.



# Une vision industrielle intégrée de la bioéconomie



L'Association Chimie Du Végétal (ACDV) est aujourd'hui un interlocuteur référent qui a pour mission de soutenir et d'accélérer le développement de la chimie biosourcée, basée sur l'utilisation de matières premières végétales. Le point avec son Président, François Monnet.

## Quelques mots pour nous parler de l'Association Chimie Du Végétal.

Créée en 2007, l'ACDV a pour vocation de promouvoir la chimie du végétal et de soutenir son essor économique en France comme en Europe.

Elle fédère plus de 50 adhérents représentatifs de l'ensemble de la filière depuis les agro-producteurs (Roquette, Avril, USIPA...) jusqu'aux formulateurs et industriels des marchés aval (Michelin, Unikalo, SPHERE, Colas...) en passant par les acteurs de la chimie et des biotechnologies industrielles (Solvay, Arkema, Pennakem, Afyren...) et les pôles de compétitivité (IAR, Axelera...). Cette structure de dialogue amont-aval est inédite en France et en Europe. Elle peut s'appuyer sur de multiples expertises dans la construction de nos actions via nos quatre groupes de travail thématiques.

## Qu'en est-il de la chimie du végétal ?

C'est une branche de la chimie basée sur l'utilisation de ressources végétales (céréales, huiles, bois, algues...).

C'est donc une filière qui utilise du carbone biogénique (des plantes) comme matière première en substitution du carbone fossile pour la fabrication de différents matériaux (peinture, iso-

## Comment avez-vous vu cette filière évoluer au cours des dernières années ?

Il y a plus de 2000 ans, la chimie était basée sur l'utilisation de matières végétales. Les exemples les plus parlants sont ceux de la fabrication du savon, du papier, des fibres textiles, etc.

Ce n'est qu'après la découverte de ressources fossiles et notamment du

***"La chimie du végétal s'inscrit dans une logique de croissance durable et participe à relever les défis environnementaux et sociétaux"***

lants, emballage, cosmétique, etc.). C'est une filière en croissance : +6% par an environ, qui génère de l'emploi durable au sein des territoires. C'est aussi une filière à très forte valeur ajoutée, avec un chiffre d'affaires annuel de 400 k€ par personne, source de nombreuses innovations de rupture.

pétrole que d'autres matériaux synthétiques ont vu le jour.

Au début des années 2000, la raréfaction du pétrole et la flambée des cours ont donné naissance à l'envie de le substituer par la biomasse. Toutefois, lorsque son prix s'est écroulé, les pro-



jets de la chimie biosourcée ont été freinés. Cependant, à la différence du pétrole, la chimie biosourcée a permis de synthétiser des molécules très spécifiques telles que les tensio-actifs, utilisés dans les détergents. La chimie du végétal est donc source de fonctionnalités, complémentaire à celle du pétrole.

### En termes de développement durable, la chimie du végétal ouvre des perspectives très prometteuses. Dites-nous en plus.

Un des atouts majeurs des produits biosourcés est leur empreinte carbone réduite car ils contribuent au stockage de carbone de l'atmosphère. Ces produits sont une des solutions disponibles pour atteindre les objectifs de décarbonation de l'économie.

La renouvelabilité de sa matière première les place également dans le cadre de l'économie circulaire. L'Union Européenne parle désormais de « Bioéconomie circulaire ». Son impact sera

d'autant plus positif que chaque étape de transformation de la biomasse, de l'agriculture au produit fini, est faite de façon responsable et durable.

C'est pour s'en assurer que notre association développe et met à disposition de ses membres des outils tels que des méthodologies d'Analyse de Cycle de Vie (ACV). Enfin, ces produits répondent à une demande grandissante de « naturalité » de la part des consommateurs ce qui explique aussi une part de leur succès. Nous aimerions que la loi pour l'économie circulaire encourage le recours à la chimie du végétal et la présente au même niveau que le recyclage.

### Quels sont les freins qui persistent ?

Ils sont d'ordre réglementaire d'abord puisque les réglementations n'ont pas été pensées pour ces nouvelles molécules issues de nouvelles matières premières ; d'ordre financier également car les cycles de développement de ces innovations sont relativement



## Bio Express

**F**rançois Monnet a travaillé pendant 30 ans au sein de Solvay en tant que Directeur d'usine et Directeur de Business Unit. Depuis une quinzaine d'années, il a occupé des postes de recherche où il a été en charge du développement de la chimie biosourcée. Il a été élu Président de l'Association Chimie Du Végétal en juin 2016.



longs (10 ans) et nécessitent de mobiliser du capital avant même que les usines « ne tournent ». Enfin les produits biosourcés souffrent encore d'un manque de notoriété qui freine leur développement. Nous cherchons donc à fédérer les industriels autour de ces thématiques et de les impliquer dans les solutions à mettre en place pour lever ces freins. Nous devons aussi continuer à investir en R&D. La France a pris plusieurs initiatives dans ce sens, notamment la sanctuarisation du Crédit d'Impôt Recherche (CIR) ou le financement de projets innovants via les Plan d'Investissements d'Avenir.

### Qu'en est-il de la place de cette branche en France ?

L'étude des projets innovants soutenus par le consortium européen BBI situe la France à la 5<sup>ème</sup> position sur 33 pays. Or notre pays dispose d'atouts : 1<sup>ère</sup> surface agricole utile, 2<sup>ème</sup> industrie chimique européenne, 3<sup>ème</sup> forêt, un tissu industriel dense, des start-up innovantes et dynamiques, un environnement de R&D favorable. Nous avons donc les moyens de nos ambitions : faire de la France le 1<sup>er</sup> pays de la bioéconomie en Europe, dont la chimie du végétal est une part à haute valeur ajoutée !

Lutte phéromonale par paintball contre la chenille processionnaire du pin.

# Pour une agriculture saine et durable

Pionnier dans la fabrication et la production de phéromones, M2i développe des technologies de biocontrôle en adéquation avec les exigences écologiques et le développement durable. Entretien avec Olivier Guerret, Directeur de l'innovation et Johann Fournil, Responsable Communication & partenariats.

## Qu'est-ce qu'une phéromone et quelles sont ses applications ?

La phéromone est une substance chimique volatile. Elle est émise par la plupart des animaux et des insectes. Son rôle est celui d'un signal olfactif qui permet la communication intra-espèces.

Elle peut être utilisée en substitution des insecticides conventionnels pour

rant dans un piège, en le repoussant ou en le désorientant.

Citons par exemple la chenille processionnaire de pin. Il s'agit d'une chenille qui s'attaque aux pins, cèdres et sapins. Très urticante, elle provoque des graves allergies cutanées chez l'Homme. Elle se trouve partout en France ainsi que dans le bassin méditerranéen. Elle cause aussi des taux de

désorientés par la forte présence de phéromones et sont incapables de localiser les femelles pour se reproduire. Ainsi, il n'y a pas de reproduction, pas de ponte et moins de chenilles ! Ce produit innovant mais à la fois simple et efficace est commercialisé depuis 3 ans.

## Aujourd'hui, quel est le positionnement de M2i ?

Leader européen de la production et la fabrication des phéromones de biocontrôle, M2i est l'unique acteur qui maîtrise l'intégralité de la chaîne de valeur : de la molécule au produit fini applicable en champ. En effet, nous sommes à la fois des concepteurs et des fabricants. À ce titre, nous maîtrisons toutes les problématiques liées aux phéromones : synthèse des molécules, formulation, production industrielle, fabrication des produits finis, vente et conception des protocoles agronomiques.

**"Notre secteur d'activité intègre innovation, expertise scientifique et technique mais aussi préoccupation environnementale"**

protéger les plantes et les cultures en respectant l'environnement et la biodiversité.

La phéromone, reproduite en laboratoire, est appliquée dans une parcelle à protéger afin de réduire les nuisances de l'insecte ravageur visé soit en l'atti-

mortalité importants chez les animaux domestiques. Il s'agit ainsi d'un problème environnemental et sanitaire. Pour y répondre, nous avons inventé un système de dépose de la phéromone directement dans l'arbre appliquée par paintball. Les papillons mâles sont

M2i a vu le jour en 2013. Nous disposons de 4 sites en France notamment à Saint-Cloud (siège social), Salin de Giraud (usine de production), Lacq (Labo) et Parnac (conditionnement et logistique). Nous sommes également une société à vocation industrielle créatrice d'emploi (120 collaborateurs recrutés en 5 ans). Nos produits sont à destination des agriculteurs, des horticulteurs, des gestionnaires d'espaces verts et des jardiniers amateurs. Nos solutions sont innovantes, efficaces et pleines de promesses pour la transition écologique. Toujours fidèles à nos valeurs, notre action est fondée sur trois piliers :

- L'innovation : avec 19 familles de brevets déposés en 5 ans et 30% du budget consacré à la R&D ;
- Le respect de l'environnement et de la biodiversité ;
- L'excellence industrielle et la relocalisation, notre produit étant 100% made in France.

### Quels sont vos enjeux ?

Des solutions nouvelles en substitution des insecticides conventionnels sont réclamées par les agriculteurs, les distributeurs et les consommateurs. Notre challenge est de pouvoir répondre rapidement à ces demandes de plus en plus croissantes et à un marché qui progresse de 30% par an environ en Europe et dans le monde. En parallèle, nous avons un travail « d'évangélisation » à mener. En effet, il faut accompagner les agriculteurs dans cette transition vers un modèle de production plus durable. Le biocontrôle



*Lutte contre la chenille légionnaire d'automne en maïs par piégeage phéromonal en Chine.*

© M2i Biocontrol

par les phéromones relève d'une agriculture de précision. Il faut expliquer et former les producteurs aux nouveaux réflexes. Pour cela, M2i propose des formations adressées aux agriculteurs, aux revendeurs et aux applicateurs de nos produits.

### Quelques mots sur les années à venir ?

Nous venons de réaliser en septembre 2019 une importante levée de fonds. Elle va nous permettre de continuer notre croissance afin de pouvoir nous installer comme une référence mondiale de la protection biologique des plantes. Cela passe par l'accélération du rythme de nos lançements commerciaux sur les 5 continents. La mise au marché

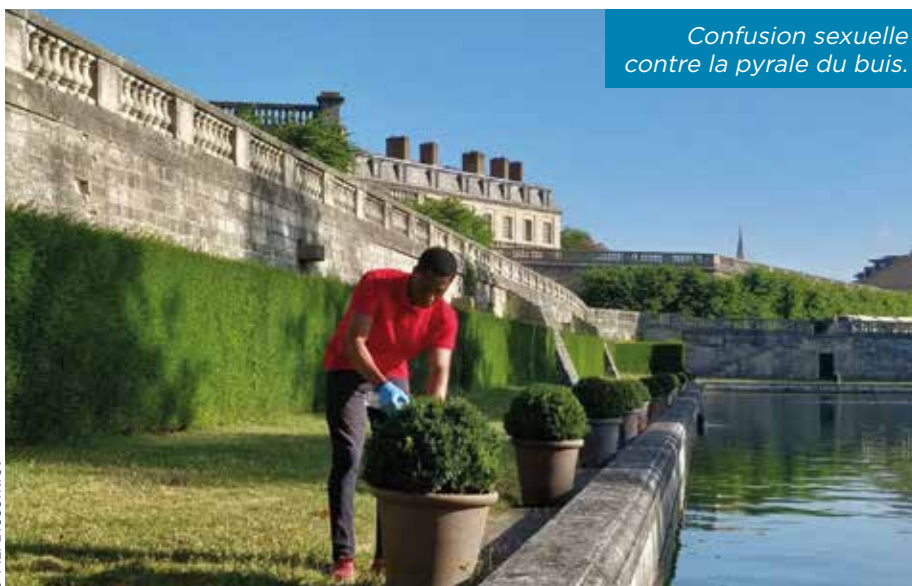
prochaine de nos produits de protection biologique des grandes cultures (maïs, coton...) constitue également un jalon important. Ces belles perspectives nous ont permis d'être désignée « start-up de l'année 2019 » par l'Usine Nouvelle et également d'être citée par Les Échos parmi le Top 20 des pépites françaises qui font l'avenir.



Olivier Guerret



Johann Fournil



*Confusion sexuelle contre la pyrale du buis.*

© M2i Biocontrol

## Les phéromones

- Une solution efficace, écologique et respectueuse de la biodiversité
- Innocuité garantie pour la faune, la flore, les opérateurs et les riverains
- Pas de résidus sur la plante et ses fruits
- Pas d'intrants dans le sol ni d'impact sur les nappes phréatiques
- Pas de développement de résistance chez les insectes
- Adaptée à tous les contextes : jardins privés, cultures, forêts, denrées stockées...



Lyon 1

Gabriel  
Lippmann

# Pour une chimie sûre et responsable !



Six étudiants de Lyon travaillant sur un projet de station autonome de suivi de la qualité des eaux.

Chimistes sans frontières promeut l'implication des chimistes dans les actions humanitaires ainsi que dans celles menées par d'autres ONG intéressées par ses compétences. Rencontre avec son Président, Michel Azémar.

## Quelques mots pour nous présenter Chimistes sans frontières.

Les différentes disciplines de la chimie interviennent dans pratiquement tous les aspects de la vie quotidienne et dans les situations d'urgence. Notre association conduit ou participe à des actions de solidarité internationale qui nécessitent le recours à des compétences de Chimie et mobilisent nos adhérents qui apportent leurs compétences et s'engagent collectivement au bénéfice de populations dé-

la Maison de la Chimie, de la Fédération Gay-Lussac (grandes écoles de Chimie), de la Société Chimique de France, ainsi que du cabinet Inovafi.

## Qu'en est-il du lien entre la chimie et le développement durable. Qu'est-ce que cela implique pour Chimistes sans frontières ?

Nos projets traitent l'ensemble des problématiques sociales, environnementales et économiques. Les raisons d'être de notre Charte de fonctionnement découlent d'une part de notre



personne, la solidarité, la transparence managériale et financière, l'équité et le respect de la souveraineté des populations. Nous avons récemment organisé un colloque à Brazzaville pour le compte de l'Académie des Sciences avec pour thématique "La chimie face aux défis sanitaires et environnementaux en Afrique".

## "Nous misons sur la chimie pour agir au service des actions solidaires"

munies. Nous aidons les ONG ainsi que nos correspondants chimistes du sud à démarrer des projets pour répondre à tous types de problématiques liées à des besoins locaux. Nous bénéficions des soutiens de la Fondation de

intention de placer nos actions dans le cadre des meilleures pratiques humanitaires et d'autre part, de notre exigence d'œuvrer pour une chimie sûre, durable et responsable. Ainsi, nous nous engageons pour le respect de la

Des jeunes scientifiques chimistes d'une quinzaine de pays africains ont pu échanger sur des sujets d'intérêt pour le développement et la protection du continent tels que la valorisation des ressources locales, notamment des plantes (médecine, hygiène, ...), la sécurité alimentaire, la potabilisation des eaux, la gestion des déchets et des pollutions, etc.



### Plus particulièrement, quels sont vos projets phares ?

Un projet qui a pour objectif d'améliorer la qualité des eaux alimentaires dans les régions déshéritées : suite aux besoins exprimés par ses correspondants d'Afrique subsaharienne, ainsi que la Croix-Rouge Française et Aquassistance, le GT Eau de Chimistes Sans Frontières a proposé le développement d'un dispositif, simple autonome, peu onéreux, de suivi de la qualité physico-chimique de l'eau.

Six étudiants à l'université Claude Bernard de Lyon 1, sous la responsabilité du Professeur Jérôme Randon, ont choisi la conception et le prototypage de cette station comme projet de Master. Le prototype et les procédures de réalisation et d'utilisation sont attendus à la fin du premier trimestre 2020. L'idée consiste ensuite à mobiliser les étudiants et communautés locales pour adapter, développer, produire et diffuser localement de telles stations.

Un autre projet soutenu par le réseau international des Académies des Sciences (projet CESAME) vise à enseigner les notions importantes de chimie au niveau des collèges en Tunisie puis dans d'autres pays d'Afrique selon la pédagogie de l'apprentissage actif, prônée par l'UNESCO.

Outre des prestations de conseil et expertise, comme la potabilisation des eaux à Palu (Indonésie) suite au tsunami de Septembre 2018, nous pouvons mentionner un soutien technique à une société solidaire burkinabée qui,



soucieuse de développer l'emploi local, a implanté une production d'huile de graines de coton (sous-produit des plantations locales de coton). Nos bénévoles apportent leur expérience et expertise pour améliorer la qualité et constance de cette huile qui substitue des importations et pour développer l'usage des tourteaux en nutrition animale.

Nous nous préparons ainsi à répondre à de multiples demandes de nos correspondants universitaires d'Afrique et de grandes organisations humanitaires, par exemple la problématique de contamination des sols et des eaux par des cyanures aux abords des sites de transformation du manioc signalée par la Croix-Rouge Française au Congo.

### Quels sont vos enjeux et vos perspectives ?

Signalons d'abord des attentes importantes de la part des pays du sud, l'accueil toujours très bienveillant de la part des chimistes sollicités, la motivation et la qualité des actions des

bénévoles.

Le vrai challenge : conforter notre reconnaissance par les grandes instances et organisations humanitaires et élargir notre réseau français et international de partenaires. Cela nécessitera bien évidemment d'acquérir de plus en plus d'expérience et de développer nos activités, notamment en collaboration avec les écoles, les professeurs et les scientifiques.

Nous souhaitons particulièrement créer des liens entre les jeunes étudiants français et étrangers des pays du sud afin de générer une dynamique internationale de coopération et de partage.

## Bio Express

Michel Azémar a conduit sa carrière dans l'industrie chimique en France et à l'international. À la retraite, il a lancé le projet « Chimie pour un développement durable » au sein de la Fédération Française pour les sciences de la Chimie. Constatant les besoins et attentes des pays du sud, il a fondé l'association « Chimistes sans frontières » en 2018.



**Accompagner  
et Conseiller  
les entreprises  
adhérentes**

50 experts juridiques à vos côtés :

- des réponses pratiques sur la vie sociale et juridique
- des publications thématiques sur les sujets d'actualité



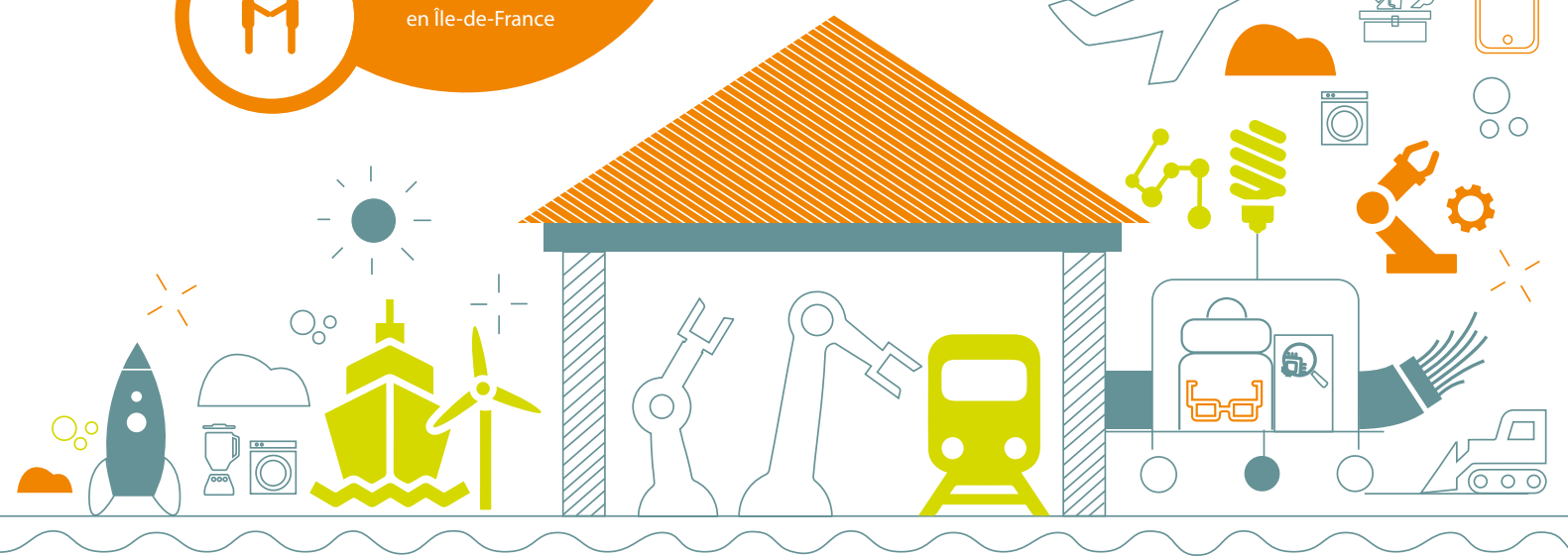
**Développer  
les compétences  
& former**

Le GIM accompagne les entreprises dans leur politique de formation, est acteur dans la formation initiale et continue des collaborateurs, et favorise l'orientation des jeunes vers les métiers industriels et technologiques



**Représenter  
&  
négocier**

Le GIM représente et défend les intérêts des entreprises industrielles auprès des instances administratives régionales et nationales. Le GIM négocie, avec les syndicats de salariés en Île-de-France



**Les services d'un syndicat qui accompagne toutes les entreprises adhérentes**

GIM - 34 avenue Charles De Gaulle 92523 NEUILLY SUR SEINE CEDEX - 01 41 92 35 00 - gim@gim-idf.fr - www.gim-idf.fr - https://portail.gim-idf.fr

10<sup>e</sup> édition  
**semaine  
de l'industrie**



**LA FRENCH FAB  
EN MOUVEMENT**

# Inventer un avenir durable

Plusieurs milliers d'événements  
partout en France : visites  
d'entreprises et d'écoles,  
job dating, ateliers, conférences...

**DU 30 MARS  
AU 05 AVRIL 2020**

[semaine-industrie.gouv.fr](http://semaine-industrie.gouv.fr)

  [#semaineindustrie](https://twitter.com/semaineindustrie)





United Nations  
Educational, Scientific and  
Cultural Organization



**WORLD  
ENGINEERING  
DAY**

**4th March 2020**

#WorldEngDay2020

WorldEngineeringDay.net