



Dossier Le Big Data



**Sachez
activer la
fonction banque
à chaque
moment clé
de votre vie.**



Construisons dans un monde qui bouge.

ÉDITORIAL

2

par Pascal Delorme

LE BIG DATA

3

Glossaire des termes du Big Data	3
De l'intelligence artificielle à la personne électronique	4
L'analyse sémantique	6
S'assurer de données fiables	7
Big Data et médecine de précision en oncologie	8
Ces algorithmes chasseurs de fraudeurs	10
Technologies numériques, Big Data et agriculture	12
Elasticsearch : un système open source, un succès inattendu à PSA	14

LA SAGA DES SCIENCES

16

Cataclysmes naturels et continuité du vivant

PARCOURS

20

Ingénieur et développeur de projets culturels

CARRIÈRE

23

Que sont-ils devenus ?

L'ÉCOLE

25

L'École au quotidien	25
Mieux connaître l'École	28

L'ASSOCIATION

31

La vie des groupes	31
--------------------	----



ISSN 0399.8304
Revue bimestrielle,
éditée par l'association des Centraliens de Lille
566, av. de la République - CS 60012
59043 LILLE CEDEX
Tél. 03 20 51 57 56
contact@centraliens-lille.org
www.centraliens-lille.org

Directeur de la publication : Roland Marcoin
Rédacteur en chef : Roland Marcoin
Commission : Éric Devaux, Hervé Dutheil,
Jocelyne Mongy, Angélique Harant
Secrétaire de la rédaction : Laure Denis
Tél. 03 20 51 06 66
laure.denis@centraliens-lille.org

Dépôt légal : 2^{ème} trimestre 2017
Commission paritaire 0113 G 83185

Publicité :
SEE - 1, voie Félix Éboué
94000 CRÉTEIL - Tél. 01 49 77 67 80
Mise en page :
Francegraphic - 04 77 23 70 80

Impression :
Imprimerie Chirat - 42540 Saint-Just-la-Pendue
Tél. 04 77 63 25 44

ABONNEMENT 2016 (cinq numéros) :
Adhérents : 35 € - Non adhérents : 50 €

Les articles et informations publiés dans L'ingénieur
le sont sous la responsabilité exclusive de leurs auteurs.

Ce numéro a été tiré à 922 exemplaires
et remis à La Poste le 26 juin 2017.



#STARTINGBLOCK : APPEL À BÉNÉVOLES POUR LA RENTRÉE 2017

#StartingBlock c'est le nom des deux semaines d'accueil des nouveaux étudiants, pendant lesquelles :
Ils rencontrent des entreprises, entrepreneurs, chercheurs...
Ils découvrent les locaux de l'École : FabLab, ateliers, labo...
Ils relèveront des défis en groupe...
Ils apprennent à se connaître et créeront un esprit de promo...
Et ils quittent pour de bon la prépa et penseront en professionnels !

Nous avons besoin de vous pour la RESTITUTION ALUMNI. En effet, à la fin des dix jours de réflexion sur le métier d'ingénieur, les étudiants – par groupe et pendant dix minutes devant un auditoire où figureront des diplômés – feront part de ce qu'ils auront compris et des réflexions qu'ils se sont faites sur le métier d'ingénieur, leur projet professionnel et les différents aspects communication et réseautage. La forme de la présentation est libre. Venez faire partie de l'auditoire de la restitution Alumni ! Il ne s'agit ni d'un jury d'examen ni d'un spectacle dont vous seriez le public ! À la fin des présentations, vous serez invité à poser des questions, donner votre avis et entamer des débats avec les groupes. L'ensemble des présentations durera 1 h 30, et, à partir de 19 h vous serez conviés au cocktail réunissant diplômés, étudiants et personnel de l'école.

Où ? À l'École Centrale de Lille (cité scientifique) **Quand ?** Le mercredi 20 septembre de 17 h 30 à 19 h + cocktail. Nombre de bénévoles recherchés : entre 30 et 40 diplômé(e)s issu(e)s de tous les secteurs d'activités ! La participation est bénévole mais l'Association remboursera vos frais de déplacement (en France et selon la procédure frais).

Si vous êtes intéressés, contactez Laure Denis par mail : laure.denis@centraliens-lille.org ;
ou téléphone : 03 20 51 57 56

Le Carnet

Naissances

Maël, fils chez Guillaume (12)
et Chloé (13) Stordeur née le 28 mai.
Apolline, fille chez Frédéric (06) et
Elisabeth Cesbron née le 29 mai.

Repères

Le 20 juin 2017 l'Association comptait 2 055 membres (dont 765 membres juniors) à jour de cotisation. À la même date, L'ingénieur comptait 1 033 abonnés à la revue.



PAR BIEN DES CÔTÉS il y a une lecture digitale des résultats des élections récentes, en particulier américaines, et du vote de protestation des laissés pour compte de la révolution numérique. Les réponses apportées par les leaders du numérique, prétendant souvent à des visées au moins sociétales, sont à ce stade encore très décevantes. Il est important de faire une pause et de se demander ce que nous attendons de l'évolution digitale.

S'agissant de l'enseignement, la réponse est simple mais si difficile à réaliser : il nous faut préparer nos étudiants – c'est la raison d'être de notre École – à la révolution digitale¹ et leur permettre d'être pleinement préparés aux attentes que les entreprises auront à leur égard d'être des acteurs compétents, engagés et inspirés de la transformation digitale de leur l'entreprise quelque soient leurs domaines d'action ou leur position. Aucune discipline et aucun membre de comité exécutif ne peuvent maintenant se départir de leur agenda digital.

Pour réussir cette mission, nous (professeurs, personnel de l'école et anciens élèves actifs dans le fonctionnement de notre école) devons d'abord comprendre les générations qui rejoignent notre école. Comme l'écrit Michel Serre, « Petite Poucette »² tient maintenant, entre ses mains, un nouvel espace (GPS...), un nouvel accès à l'information (Wikipedia...), un nouvel accès aux plusieurs milliards d'autres internautes dans le monde (réseaux sociaux...)..., bref un nouveau monde, un monde liquide de savoirs, d'interactions, de conversations et de relations.

Ainsi nos étudiants ont-ils une relation à l'enseignement qui n'a plus rien à voir avec ce que nous avons connu. Quelle place donnons-nous à la vidéo dans nos enseignements alors que 400h de vidéos sont déposées chaque minute sur YouTube ? Quel degré d'interactivité intégrons-nous, même dans les cours en amphi où tous les étudiants sont connectés ?

Nous avons élaboré un nouveau cursus d'enseignement pour les G1 et G2 qui entre en vigueur dès la rentrée prochaine. Il laisse plus de place à l'autonomie, au travail de groupe, aux projets, aux périodes en entreprises et même aux défis ! Il supposera aussi plus d'investissement et d'initiatives de la part de nos étudiants : sont-ils prêts ? Dans les six premières semaines, ils seront immergés dans un univers très différent des prépas, moins cadré et encadré pour mieux les préparer à l'entreprise où les parcours linéaires et tracés d'avance n'ont plus lieu d'être, où l'esprit d'initiative et, oui, la prise de risque seront les caractéristiques principales des carrières réussies ou plutôt des parcours gratifiants, formateurs et en lien avec les évolutions de l'économie de marché.

L'enseignement est devant de nombreuses évolutions dont celles des nouvelles formations continues. Je dis souvent aux jeunes qui nous rejoignent chez Accenture qu'ils n'ont pas fini d'étudier, que l'entreprise ne pourra fournir toute la formation, qu'ils doivent suivre les leaders inspirants sur les blogs et les réseaux sociaux, qu'ils doivent développer leur marque personnelle et devenir à leur tour des influenceurs dans une répartition plus horizontale du savoir. Cela ne supprime en rien le temps long, les travaux de fond, les professeurs inspirants et les écrivains renommés. La pensée originale et l'enseignement ont encore de belles années devant eux.

Pascal Delorme ■

*Président du CA de Centrale Lille
Managing Director Accenture Digital France & Benelux*

¹ - *La Transformation Digitale : Saisir les opportunités du numérique pour l'entreprise aux éditions Dunod*
² - *Michel Serres, « Petite Poucette », Editions Le Pommier*



GLOSSAIRE DES TERMES DU *BIG DATA*



Hervé Guignot (ECLy 03, ECP 15), *data scientist*, riche d'un parcours en systèmes d'information, conseil de direction générale puis actuariat / data science, aide les entreprises à créer de la valeur par les données en combinant expertise technique et *vision business*.

Open data

Démarche de mise à disposition gratuite et simple de données par les administrations publiques, les organismes parapublics et les collectivités locales. Concrètement, ces institutions publient des fichiers informatiques à télécharger ou bien des API (interfaces automatiques permettant à des programmes d'accéder directement aux données). Le chef de file en France est *Etalab* qui centralise des centaines de jeux de données sur le portail data.gouv.fr. À titre d'exemple : la base de toutes les entreprises de France (SIRENE), la base adresse nationale, la liste géolocalisée de tous les accidents de la route, les relevés historiques de pollution atmosphérique, etc.

Big data

Dans son acception la plus stricte, le *Big data* regroupe l'ensemble des approches informatiques d'exploitation de données à très fort volume ou fortement hétérogènes ou issues de capteurs en temps réel, voire les trois à la fois. Cette définition permet, en caricaturant un peu, de se distinguer d'approches plus traditionnelles marquées par des volumes souvent plus faibles et surtout des données très structurées. On ajoute souvent dans cette définition la *data science* (voir ci-après) qui permet de valoriser concrètement ces données. On parle alors de *Big Data Analytics* ou, par simplification, de *big data*.

Data science

La *data science* est l'ensemble des méthodes mathématiques, statistiques ou algorithmiques permettant de valoriser un ou plusieurs jeux de données. Dans la liste en expansion continue des différentes techniques, on peut distinguer plusieurs grandes familles : l'apprentissage automatique (*machine learning*), le traitement du langage naturel (NLP), le *process mining*, l'analyse d'image (*computer vision*), etc.

Machine learning

C'est une branche de la *data science* ayant pour but d'apprendre à des machines à réaliser des tâches que l'être humain réalise naturellement. Il s'agit souvent de prédire des événements futurs, de détecter des signaux faibles, de trier des données. L'apprentissage peut être supervisé (on fournit à la

machine un échantillon de cas positifs ou négatifs, pour qu'elle se « fasse son opinion ») ou non-supervisé (on laisse la machine apprendre seule à se représenter les données et à les classer). Le *deep learning* (réseaux de neurones profond et dense, copiant le cerveau humain) rentre dans cette catégorie.

Intelligence artificielle (IA)

C'est le fait de doter un ordinateur d'une capacité cognitive proche de celle de l'être humain. Ce champ d'étude existe depuis le début de l'informatique. Alan Turing, le père de l'informatique moderne, a ainsi conçu dans les années cinquante le célèbre test de Turing qui permet de déterminer si une machine est authentiquement intelligente : elle doit pour cela être capable de converser pendant dix minutes avec un être humain sans que ce dernier puisse déterminer s'il interagit avec un autre être humain ou avec une machine ! Historiquement très axée sur la logique symbolique (apprendre à des machines à « raisonner »), l'intelligence artificielle est depuis une vingtaine d'années transformée par les approches issues de l'exploitation des données (*data science*, *machine learning* et *deep learning*) qui en démultiplient les possibilités. ■





DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE À LA PERSONNE ÉLECTRONIQUE



Jean-Pierre Malle (ECM 79) a travaillé 10 ans chez Thales sur de nombreux projets secret défense. Fondateur de m8, société dédiée au développement et à la promotion de l'analyse comportementale, cognitive et situationnelle auprès de grands groupes et PME, il est à l'origine de méthodes, modèles, algorithmes et brevets en intelligence artificielle.

NOS COMPORTEMENTS laissent des traces numériques analysées par de nombreux algorithmes pour nous assister et nous conseiller depuis longtemps. Mais traiter ces données pour mixer des personnes physiques avec des personnes électroniques intelligentes requiert des approches et des techniques inédites dans le monde du datamining, de la modélisation ou de la statistique tels que nous les connaissons.

Un exemple de notre comportement

Toute notre vie, du matin au soir, nous percevons et analysons des situations. Parfois, nous sommes confrontés à plusieurs dizaines de situations par minute. Nous adoptons au moins 3 postures différentes selon la temporalité de la situation : présent, passé, futur.

Par exemple, lorsque nous parcourons les rayons d'un magasin, nous remarquons des produits sur les étagères et

pour chacun d'eux, à tour de rôle, nous nous posons une multitude de questions. En ai-je besoin ? Puis-je le payer ? Vais-je aimer ? Est-ce moins cher ailleurs ? Qu'est-ce que cela contient ? Il s'agit ici d'une analyse de la situation en temps réel. Chaque situation concerne l'instant présent. Ces instants présents se succèdent produit après produit.

Au bout du rayon, certains produits resteront gravés dans notre mémoire quelque temps, d'autres seront oubliés immédiatement et d'autres ne seront même pas remarqués par notre système de perception. Notre vision du magasin n'est pas la vision de la réalité, c'est une image que nous nous construisons dans laquelle chaque élément est un avatar de l'élément réel.

L'avatar du produit est empreint de notre passé et de son contexte. Lorsque nous narrons cette expérience, l'information transmise est celle portée par l'avatar du produit et non le reflet fidèle de la réalité. Ainsi, nous pouvons assurer avec force de conviction qu'un élément était vert alors qu'il était bleu. De même,

nous n'acceptons pas un produit strictement identique à celui que l'on cherche simplement parce qu'il a été posé dans un autre rayon, donc empreint d'un contexte inadéquat. Le produit est le même mais l'avatar du produit dans notre mémoire contextualisée ne l'est pas.

Analyse réflexive



Analyse à postériori



Analyse projective



Trois analyses temporelles.

L'homme : un système puissant d'analyse de données

Lors de ses analyses de situation en temps réel, *a posteriori* ou projectives, l'homme met en œuvre un mécanisme cognitif très différent. Il s'agit de 3 modes très distincts opérés par 3 avatars de nous-mêmes.

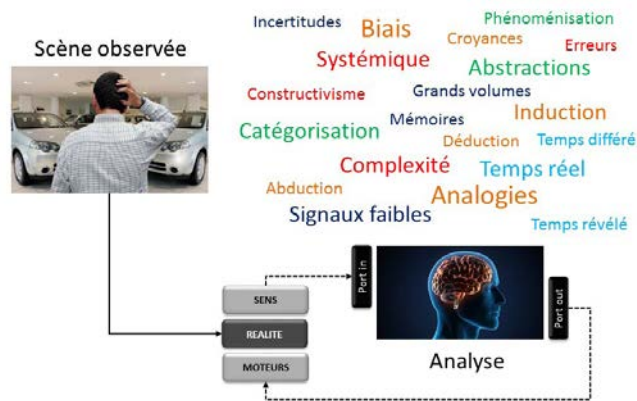
Il nous est tous arrivé d'analyser *a posteriori* nos propres comportements et de nous étonner de certains aspects qui nous paraissent irrationnels après coup. Ceci s'explique par le fait qu'entre l'analyse de





la situation en temps réel et l'analyse *a posteriori*, nous avons "changé de logiciel".

L'homme perçoit des situations et les analyse en mettant en œuvre plusieurs mécanismes cognitifs à l'issue desquels il enclenche des stratégies d'action. Il est capable de prendre en compte d'énormes quantités de données au travers de ses sens. La scène qui émane de sa perception est très riche et terriblement complexe. Il est capable



Data intelligence systems.

d'opérer des analogies et de conduire des raisonnements déductifs, inductifs ou adductifs. Il catégorise les choses et les gens, il effectue des abstractions sur l'information qu'il reçoit, il fait émerger des phénomènes à partir des événements observés, etc. Il commet aussi des erreurs d'interprétation et des biais cognitifs et il développe des croyances qui alimentent ses convictions. Mais le plus impressionnant réside dans sa capacité à détecter des signaux faibles. En effet, alors que rien ne l'y prépare, l'homme a le pouvoir de reconnaître un ami qui marche dans une foule immense dans un lieu improbable. Les signaux faibles sont les prémices de changements, de phénomènes, de comportements qui ont été, durant des milliers d'années, synonymes de dangers pour l'homme, moins fort que les animaux qui peuplaient son quotidien. Aujourd'hui, les dangers sont tout autres et nous mettons en œuvre cette capacité pour réaliser nos prédictions, pour innover, pour être agiles.

Enfin, l'homme dispose d'une forte disposition à prendre en charge les incertitudes. Nous savons que lorsque l'on nous dit que l'on a vu une voiture bleue s'enfuir, cette voiture était peut-être verte ou noire. Il y a toujours de l'incertitude même dans une scène narrée avec conviction. C'est en ayant cette capacité à insérer de l'incertitude, que les énigmes peuvent se dénouer, que les problèmes peuvent trouver des solutions.

Ceci nous permet de comprendre que l'homme est un data intelligence system (DIS) très performant qui capte la réalité du monde au travers de ses sens, construit des scènes situationnelles dans sa mémoire, les analyse et décide de stratégies qu'il met en œuvre au travers

de ses moteurs (gestes, paroles) en interagissant sur le monde réel.

L'intelligence artificielle

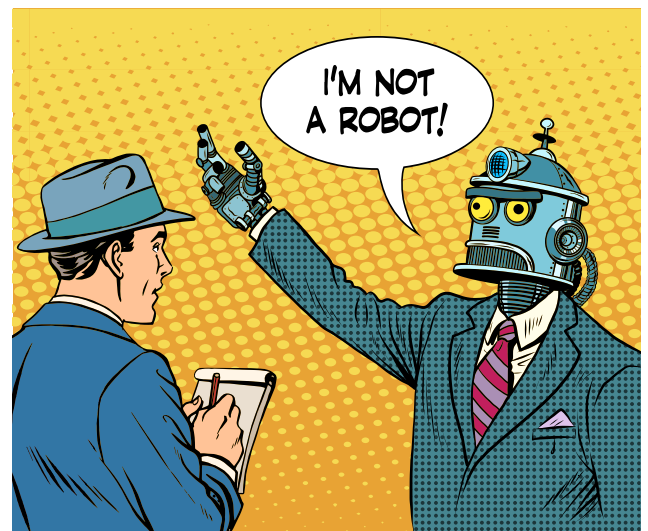
Si l'on souhaite développer des DIS en Intelligence Artificielle pour percevoir et analyser automatiquement des situations, apprendre de celles-ci et adopter des stratégies appropriées, autant s'en inspirer. Un processeur d'analyse automatique de situation constitue une machine apprenante disposant de 3 processus plastiques en charge de la perception, de la décision et de l'action, soumis à des perturbations conjoncturelles, ainsi que de deux mécanismes d'apprentissage permettant d'accroître son pouvoir en termes de capacité d'abstraction et de stratégie. Un tel processeur agit sur un treillis informatif dont les nœuds représentent des suites de situations et leurs composants. Ce treillis est muni de relations d'ordres établies à partir de données « mémo-temporelles », idiosyncratiques et abstraites associées à chaque nœud du treillis. Le treillis informatif n'est pas semblable à la réalité mais à la représentation que s'en fait l'individu auquel il se rapporte et avec laquelle il raisonne.

Il est alors possible de construire une « personne électronique » tel un regroupement d'avatars d'une « personne phy-

sique ». Ce clone virtuel peut nous aider à comprendre les raisonnements, la structuration du champ de conscience, l'attitude naturelle ou le comportement adopté par la personne physique immergée dans une situation telle qu'elle la vit afin de la conseiller, de lui recommander des solutions et des ouvertures possibles, ou de lui apporter des connaissances utiles. Il est possible également de prédire quel sera son comportement face à une solution inédite car les schémas cognitifs de l'individu sont par essence très stables.

Enfin, il est envisageable de construire des personnes électroniques et de les faire dialoguer de façon naturelle avec des personnes physiques.

La Commission européenne œuvre sur cette notion de « personne électronique » fixant des droits et des devoirs à ce futur compagnon qui peuplera notre vie, avec lequel nous pourrions nous associer et auquel nous confierions nos données en toute confiance et avec qui nous bâtirions des projets. Ces avatars vont conduire nos voitures, faire nos courses, nous côtoyer au travail, se fondre dans notre univers technologique. Ils devront dis-

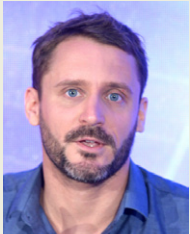


poser d'une assurance, tout comme on assure un animal dès lors qu'ils seront dotés de capacité d'initiative.

Les escrocs construiront évidemment des « escrocs électroniques ». Il faudra équiper nos alter ego électroniques de dispositifs de méfiance, de capacité à détecter les usages abusifs et illégaux de nos données. De quoi nous donner à réfléchir aussi sur notre monde réel. ■



L'ANALYSE SÉMANTIQUE



Thomas Gerbaud (ECLy 05), docteur en physique (08), a étudié les plasmas de fusion magnétique au CEA puis à Oxford (EDFA-JET, UK) et analysé des monceaux de données, propres ou bruitées, aléatoires ou issues de modèles. Sa start-up (OceanData.io) met ses compétences techniques au service des entreprises.

« **S**E TAIRE ET ÉCOUTER, pas un être sur cent n'en est capable, ne conçoit même ce que cela signifie. » (S. Beckett, Molloy, 1951). Comme le note judicieusement Moran, les mots ont un sens. Au-delà du signifiant, il y a le signifié, champ d'étude de la sémantique qui se consacre ainsi à l'étude du sens des mots, en dehors de la grammaire et de la syntaxe. On confond cependant souvent les deux. L'acception classique, de la rue oserai-je, recouvre cependant signifiant (grammaire, syntaxe) et signifié (sémantique).

La compréhension du langage naturel (*Natural language processing* ou NLP) a été un des fils rouges des chercheurs en intelligence artificielle depuis les années 1950. « *A computer would deserve to be called intelligent if it could deceive a human into believing that it was human* » disait Alan Turing, qui a tout naturellement basé son célèbre test sur le NLP : si l'ordinateur doit répondre à l'homme, il doit au minimum le comprendre. Bien du chemin a été parcouru

depuis les temps héroïques de l'Intelligence Artificielle des débuts, et force est de constater que le NLP reste pour le moins problématique. En résumant, les systèmes actuels, bien loin de leurs glorieux ancêtres STUDENT (1964) et SHRDLU (1970), ont quelque peu déserté le champ de la compréhension réelle du texte, conceptuelle, pour travailler sur des règles statistiques ou, plus généralement, sur de l'apprentissage automatique. Comme souvent, ces programmes experts ne comprennent pas ce qu'ils font, mais savent analyser des bibliothèques entières pour donner l'impression qu'ils comprennent.

Le NLP, version informatique de la sémantique, est donc un problème ouvert en IA, et se rapporte à l'IA dite forte. Aucun programme n'est, à ma connaissance, capable de débattre sur les mérites comparés d'un 1984 ou d'un roman de Flaubert. Un esprit taquin noterait cependant que plus de 99,999 % de la littérature mondiale actuelle est écrite par des programmes... si on prend en compte les logs des serveurs !

Les solutions actuelles de NLP, si elles restent intrinsèquement et conceptuellement idiotes, sont toutefois fort utiles, donc fortement utilisées. Que ce soit dans les problèmes en classification de textes – dont la détection de spams et l'extraction d'informations structurées – la recherche d'information qui a fait la fortune de Google ou encore les méthodes de correction orthographique, de reconnaissance de texte, de reconnaissance vocale.



Et, évidemment, la traduction automatique, un des graals de l'informatique grand public. Pour aller vite, disons que ça ne marche pas vraiment dans le cas général, mais que dans des domaines précis et limités, les machines sont efficaces. Puisque les algorithmes actuels ne comprennent pas ce qu'ils lisent, l'homme doit user de nombreuses astuces et autres circonvolutions pour essayer de tirer de l'information du contexte... quand c'est possible. De bons résultats peuvent être atteints quand on restreint le domaine d'application (comme la médecine), ce qui permet de contourner par exemple les problèmes de polysémie.

Que savent faire ces machines ? Elles savent faire beaucoup de choses en réalité. Et très vite, comme toujours. Mais elles ne savent pas lever les ambiguïtés, détecter les doubles (ou triples) sens, inférer les contextes, s'adapter aux erreurs ou aux syntaxes relâchées. Le domaine est encore riche de potentialités et de progrès, tant pratiques que théoriques. ■





S'ASSURER DE DONNÉES FIABLES



Xavier Henderson (ECLy 83) a commencé sa carrière en informatique par l'intelligence artificielle puis s'est orienté vers le décisionnel en 1995. Il a élargi son champ d'action depuis 2010 à tous les types de données et toutes les problématiques qui gravitent autour.

Le big data fait fortement évoluer l'écosystème des données. D'où l'importance de leur gouvernance et de leur qualité. Explications.

LA GOUVERNANCE des données (GD) concerne surtout les organisations qui manipulent beaucoup de données. Sa définition et son organisation rappelle celle de la direction financière. Il suffit de remplacer « argent » par « donnée ». Ainsi, la GD définit de manière explicite la politique concernant la sémantique, la syntaxe et le cycle de vie des données. Elle en définit aussi ses modalités d'application : organisation, processus et ressources. Son responsable est le *chief data officer* (CDO) qui dépend généralement d'un niveau proche du comité exécutif. Elle peut être mise en œuvre de façon différenciée dans chaque direction ou au contraire être un service transverse, comme par exemple, les contrôleurs de gestion dans chaque direction.

L'une des activités dirigées par la GD est la qualité des données (QD). Elle définit les critères que doivent respecter les données internes ou externes ainsi que les moyens pour s'en assurer. On parle d'adéquation à l'usage. Pour reprendre la comparaison monétaire, cela revient à s'assurer qu'il n'y a pas de malversation intentionnelle ou non. En langage digital, les techniques de qualité des données reposent toutes sur des mesures statistiques simples incarnées par des indicateurs qui permettent d'évaluer leur taux de conformité. Les

critères s'appellent des dimensions (il en existe plus de 200) comme l'exactitude (conformité au réel) de la donnée ou sa complétude (quel pourcentage d'adresses renseignées ?). Tout type de données est susceptible d'être analysé : données des clients de Renault, base des articles d'Auchan, factures entre



Air France et Delta Airlines, textes, etc. Seuls varient les techniques de mesure, les seuils d'alerte et l'importance relative de chaque dimension. Des écarts qui seraient passés inaperçus sont repérés grâce aux statistiques représentées avec de puissants outils de visualisation.

Utilité de la gouvernance et de la qualité des données

Le besoin provient de la multiplication des échanges de données, de l'incroyable augmentation de la production de données et de la digitalisation des activités

humaines. Les données peuvent être dupliquées, transportées, combinées, stockées de manière phénoménale à des coûts très faibles sans commune mesure avec les moyens physiques (imprimerie). Elles se périment vite (je déménage ou je change de raison sociale), peuvent être incohérentes et mal renseignées. Elles peuvent devenir inadaptées : mieux vaut noter un compte Pinterest (inconnu il y a 10 ans) qu'un numéro de télex.

La gouvernance remet « de l'ordre dans la maison ». Son rôle est défensif – se prémunir des piratages et de la désinformation – et offensif. L'avatar numérique de chaque entreprise doit être compétitif, ainsi Air France se bat autant sur le web que dans les airs. Une erreur de saisie de prix sur le web peut coûter des dizaines de

millions d'euros. À l'inverse, une exploitation judicieuse de données fiables peut être juteuse comme le montrent les exemples du GAFAM (Google, Amazon, Facebook, Apple). Jusqu'à récemment, la gouvernance des données couvrait exclusivement les données transactionnelles d'entreprise, maîtrisées et rigoureusement formatées, enrichies de quelques données extérieures (ex : INSEE).

La plupart des entreprises font de la qualité des données artisanale en y dédiant des équipes pour vérifier manuellement la qualité de la facturation, des recettes ou des fiches de paie. Mais la QD permet d'automatiser et d'améliorer significativement le respect des exigences réglementaires et économiques de l'entreprise. Elle augmente aussi la réactivité et l'image de l'entreprise car les dérives sont rapidement identifiées et les doublons éliminés.

L'arrivée du big data

Le *big data* fait fortement évoluer l'écosystème des données. Une directive concernant les standards informatiques internes devient inapplicable avec des données issues de Facebook ou de l'*open*



data. Le *big data* permet aussi d'exploiter le dark data de l'entreprise qui réside dans les messageries, sur les postes de travail, les intranets. C'est plus de 80 % du patrimoine de données internes pas ou peu gouvernées que l'on peut désormais exploiter.

La qualité des données évolue. Les techniques efficaces pour traiter quelques millions d'enregistrements sont inopérantes lorsqu'il s'agit de centaines de milliards. De nouvelles dimensions sont à prendre en compte (provenance, géolocalisation). Les dimensions temporelles (fraîcheur, ponctualité, durée de validité) deviennent plus importantes. Les dimensions sémantiques aussi (ex : distance entre deux mots ou deux expressions, prise en compte du contexte). Il faut alors repenser les dimensions et leurs indi-

cateurs. Le défi est d'autant plus grand que les signaux – les données – sont noyés dans un océan de bruit – données parasites ou inutiles, coquilles, erreurs.

Par ailleurs, alors que les activités de GD et de QD se focalisaient uniquement sur les données, elles doivent désormais prendre en compte les algorithmes de la science des données car ils transforment radicalement la nature des données. C'est d'autant plus problématique qu'il faut une grande technicité pour les comprendre.

De l'importance des sources

La gouvernance des données doit s'adapter en accordant plus d'import-

tance aux sources de données, à leur transformation et aux applications imprévues dont elles peuvent faire l'objet. Il lui faut intégrer de nouvelles compétences (juridiques, *data scientists*...). En parallèle, ses activités classiques deviennent beaucoup plus complexes et riches puisqu'il y a beaucoup plus de données de toute nature. L'adaptation se fait au niveau de l'entreprise mais aussi aux niveaux national et supranational. Ainsi, le GDPR ou *General Data Protection Regulation* est le nouveau règlement européen qui s'appliquera dès 2018 à toute entreprise qui collecte, traite et stocke des données personnelles dont l'utilisation peut directement ou indirectement identifier une personne. ■

BIG DATA ET MÉDECINE DE PRÉCISION EN ONCOLOGIE



Emmanuel Barillot (ECP 88), docteur ès sciences en bio-informatique, est directeur de l'unité INSERM 900 à l'Institut Curie (U900 Institut Curie – INSERM – PSL Research University / Mines ParisTech).



Philippe Hupe Ina-Pg (PG96), docteur ès sciences en mathématiques, est directeur adjoint de la plateforme de bioinformatique de l'Institut Curie et ingénieur de Recherche au CNRS.

MALGRÉ DES PROGRÈS importants dans la prévention et le traitement de la maladie, le cancer est encore aujourd'hui un problème majeur de santé publique, première cause de mortalité dans le monde occidental et en augmentation dans de nombreux autres pays.

La complexité de cette pathologie tient à son extrême diversité. Elle résulte en effet d'altérations génomiques (des mutations de l'ADN) qui peuvent atteindre un grand nombre de gènes clefs, ou des éléments du génome assurant leur régulation déstabilisant ainsi le fonctionnement de la cellule, et l'amenant à proliférer de façon incontrôlée, à ne plus entrer en apoptose (mort cellulaire programmée), et à migrer hors de son tissu d'origine pour former des métastases. Ces altéra-

tions surviennent préférentiellement sous l'effet d'agents mutagènes (tabac, rayonnements, agents chimiques, stress divers) et sont essentiellement aléatoires, ce qui explique que deux patients cancéreux ne présentent jamais la même pathologie moléculaire, et que les traitements actuels, conçus pour un marché de masse, ne soient pas la panacée.

L'avènement au milieu des années 90 des premiers traitements ciblés, basés sur des anticorps ou des petites molécules inhibitrices, d'action spécifique à une mutation donnée, a permis d'asseoir la stratégie thérapeutique sur les spécificités moléculaires d'un patient. L'inhibition sélective confère au traitement une relative spécificité à la cellule tumorale. Néanmoins, l'échappement thérapeutique reste fréquent car la progression

tumorale fait intervenir un grand nombre de gènes en réseau, et peut contourner les effets d'une action localisée. Notre capacité de développement d'un grand nombre d'inhibiteurs ciblés et leur utilisation combinatoire ou individuelle en fonction du paysage moléculaire de mutations d'une tumeur donnée, constituent maintenant un espoir majeur de progrès en oncologie médicale.

En parallèle à cette évolution de la pharmacopée anticancéreuse, le développement exponentiel des technologies de séquençage de l'ADN depuis 10 ans permet aujourd'hui d'établir la séquence partielle ou complète du génome d'une tumeur, et donc d'en lister les mutations, en un temps (quelques jours) et pour un coût (quelques centaines à quelques milliers d'euros) compatibles avec la prise



en charge clinique d'un patient. À titre de comparaison, le premier génome humain séquencé au début du siècle avait nécessité une douzaine d'années et quelques milliards de dollars.

Fort logiquement, des programmes de recherche menés par des consortiums comme l'ICGC (*International Cancer Genome Consortium*) ou le TCGA (*The Cancer Genome Atlas*) ont depuis une dizaine d'années été lancés, ce qui a permis d'établir la séquence génomique de dizaine de milliers de tumeurs et de mesurer d'autres paramètres moléculaires comme le niveau d'expression des gènes. Ces catalogues de gènes impliqués dans différents cancers ont ouvert la voie à des progrès considérables dans la compréhension de la biologie des cancers.

Si cette exploration est loin d'être achevée, nous sommes néanmoins en mesure aujourd'hui de mettre en pratique pour le bénéfice du patient notre connaissance de la biologie moléculaire de sa tumeur. Depuis environ sept ans se sont multipliés les essais cliniques qui s'appuient sur le séquençage, en général encore partiel, du génome tumoral pour proposer au patient un traitement moléculaire sur mesure. Cette approche, dite de médecine de précision, est même aujourd'hui entrée dans la pratique de routine clinique dans certains hôpitaux de pointe, et sa généralisation est programmée dans plusieurs pays.

Parmi les programmes pionniers, on peut citer l'Angleterre où la société Genomics England, créée par le Department of Health en 2013, a la mission d'établir la séquence de 100 000 génomes de patients atteints de maladies génétiques ou de cancers pour orienter la prise de décision médicale ; à ce jour (mars 2017), 20 000 génomes ont déjà été séquencés. En 2015, les États-Unis ont suivi avec un programme *Precision Medicine Initiative* qui prévoit de constituer une cohorte d'un million d'Américains. En 2016, la Chine a annoncé quant à elle un programme similaire concernant le génome de 100 millions de Chinois. La France a lancé en 2016 le programme France Médecine Génomique 2025 qui vise à doter le pays des infrastructures nécessaires pour la

prise en charge des patients atteints de maladies génétiques rares, de cancer et à terme, de maladies communes à déterminisme génétique. Un centre national « collecteur et analyseur de données » et un centre de référence technologique d'innovation et de transfert sont également prévus. À terme, l'équivalent de 23 5000 séquences génomiques sont prévues annuellement pour couvrir les besoins de santé nationaux.

À l'échelle de la planète, l'ensemble de ces projets va générer des volumes colossaux de données, qu'on peut estimer de l'ordre de la centaine d'exaoctets (100 millions de téraoctets). Même si seule une fraction de cette masse



d'information sera finalement archivée, on atteint des chiffres sans précédent en médecine. Les défis à relever sont en conséquence :

- défi technologique, pour construire les infrastructures informatiques capables de stocker et analyser ces volumes de données de façon sécurisée, les intégrer avec les dossiers cliniques des patients qui contiennent des données hétérogènes et peu codifiées (tels les rapports exprimés en langage naturel) ou volumineuses mais de nature très différente comme les résultats d'imagerie. Les acteurs du numérique sont donc de plus en plus impliqués dans la médecine de précision et proposent des solutions très efficaces pour le stockage et le calcul haute performance en garantissant une grande capacité de montée en charge, tels Hadoop, MPI ou NoSQL... ;

- défi organisationnel, pour implanter ces nouvelles technologies dans l'hôpital : l'approche de médecine de pré-

sion fait collaborer un grand nombre d'acteurs hospitaliers traditionnels avec de nouvelles compétences, en bioinformatique et en biologie des tumeurs. Elle révolutionne aussi la pratique médicale, puisqu'on passe d'un modèle essentiellement basé sur la localisation de la tumeur (sein, colon, vessie, etc.) à un modèle où le traitement est défini pour une large part par ses caractéristiques moléculaires, qui peuvent rapprocher des pathologies auparavant traitées dans des services différents. L'intégration des données biomédicales, la présentation des comptes-rendus moléculaires sous un format accessible au praticien, la formation des différents personnels à ces

nouvelles pratiques sont autant de points clefs de la transition vers la médecine de précision ;

- défi juridique et éthique, puisque qu'il faut garantir le respect de la confidentialité des données et de la vie privée, alors même que l'anonymisation stricte d'une séquence génomique est impossible puisqu'elle est par essence identifiante de la personne. Plus encore, l'ensemble des données génomiques et médicales accumulées et à venir renferment un extraordinaire potentiel d'amélioration de la prise en charge thérapeutique des futurs patients. Aussi, beaucoup de

patients conscients d'avoir bénéficié des données de cas antérieurs souhaitent partager largement leurs données, dans un cadre garantissant leur anonymat ;

- enfin, le dernier défi est scientifique : en effet on ne sait exploiter à ce jour qu'une fraction des mutations observées sur une tumeur. Beaucoup de mutations sont d'effet inconnu. Même dans le cas simple des mutations pour lesquels on dispose d'un inhibiteur, on ne sait en général pas quel effet les autres mutations de la tumeur peuvent avoir sur la réponse thérapeutique. Or, certains cas montrent qu'elles peuvent annihiler complètement l'effet de la molécule thérapeutique. Un colossal travail combinant recherche fondamentale et analyse des données cliniques collectées, modélisation bioinformatique et validation expérimentale, reste à mener et occupera la recherche fondamentale, translationnelle et clinique contre le cancer pour plusieurs décennies.



Bien que le tableau montre déjà une révolution des données, la croissance exponentielle des volumes d'information générés par l'oncologie clinique moderne n'en est probablement qu'à ses débuts. Tout indique qu'on collectera de plus en plus d'information : on sait maintenant qu'une tumeur est hétérogène. Il ne faudra pas séquencer une biopsie, mais deux, trois ou dix. On sait que la tumeur évolue rapidement. Il faut répéter l'analyse à intervalle

de quelques semaines, voire moins, au cours du traitement. On sait que le microenvironnement tumoral joue un rôle clef dans le développement de la tumeur. Il faut aussi l'analyser. Les mutations seules n'expliquent pas tout. Il faut aussi mesurer le niveau d'expression des gènes et leur régulation à travers l'épigénome qui décrit les modifications non génétiques de la séquence. Les technologies pour mener ces analyses existent déjà et les progrès

de la recherche fondamentale continueront à élargir le spectre des analyses cliniques. Les défis à relever portent en premier lieu sur la compréhension des messages de ces données multi-échelle et des relations qu'elles entretiennent avec le phénotype tumoral, et notre capacité à les intégrer dans un modèle mathématique cohérent de patient virtuel qui s'enrichira des observations nouvelles et assistera le médecin dans sa prise de décision thérapeutique. ■

CES ALGORITHMES CHASSEURS DE FRAUDEURS



Robin Lespes (ECLi 09) a plus de 6 ans d'expérience dans les secteurs du web, de l'industrie et de la finance. Il est intervenu sur des projets innovants auprès d'entreprises telles que Voyages-sncf.com, GRT Gaz ou encore BNP Paribas et a participé à la création et au développement d'un site internet collaboratif.

Face aux comportements de plus en plus réactifs, innovants et coordonnés des fraudeurs, les entreprises se dotent d'intelligences artificielles basées sur des algorithmes complexes de *machine learning*. Mais le champ d'application du *big data* n'en est qu'aux prémices et présente encore de nombreux défis à relever. Le point avec Robin Lespes, centralien de Lille promo 2009, consultant en *data science* chez Quantmetry.

DANS LES SECTEURS de la banque, de l'assurance ou encore des télécommunications, les comportements frauduleux sont à l'origine de pertes financières considérables. En France en 2014, les fraudes à la carte bancaire s'élevaient à 500 millions d'euros¹. Quant aux fraudes à l'assurance (fausses souscriptions, récupération de franchises, sinistres fictifs), elles représentaient 2,5 Md€² soit environ

1 - Rapport annuel de l'Observatoire de la sécurité des cartes de paiement - Exercice 2014.

2 - Rapport de l'Agence pour la Lutte contre la Fraude à l'Assurance (Alfa).

5 % des primes en dommages et sont en constante augmentation.

De plus, les systèmes anti-fraude traditionnels basés sur des règles métier automatisées présentent souvent une rigidité dans la prise de décision qui a pour conséquence de bloquer des dossiers sains et génèrent donc un manque à gagner.

Pour relever ces défis, les entreprises de ces secteurs commencent progressivement à se saisir des opportunités offertes par le *big data*.

En matière d'attribution de crédit, les modèles de scoring traditionnels s'appuient sur des techniques de régression logistique (soit des systèmes très robustes, fiables dans le temps mais contournables et bloquant de nombreux dossiers sains) et n'exploitent qu'une faible partie du référentiel de données client.

Pour concevoir de nouveaux outils de *machine learning*, les *data scientists* exploitent l'open data (les données de l'INSEE par exemple), les données transactionnelles, de localisation ou encore de navigation, ce qui permet de re-contextualiser de manière fine un

individu demandant un prêt. Ces nouvelles typologies de données introduisent l'idée qu'un individu n'est pas forcément défini par une photo à un instant t de son patrimoine mais qu'il se situe bien dans une dynamique sociale et économique que seuls de grands volumes de données peuvent restituer.

Quel que soit le secteur, la méthode mathématique principalement utilisée pour exploiter ces volumes importants de données est la classification binaire supervisée, le but étant de prédire l'apparition d'un événement de fraude.

Cette approche nécessite la récupération d'un historique de données labellisées (individus identifiés comme sains ou fraudeurs avérés) et repose généralement sur des modèles constitués d'ensembles d'arbres de décision, comme le célèbre *gradient boosting tree*, et en particulier son implémentation XGBoost très populaire sous R ou Python. Utilisés également pour de la maintenance prédictive, ces modèles ont comme particularité de détecter et d'exploiter des signaux faibles en repérant des corrélations complexes entre un grand nombre de variables.

En effet, la fraude correspond à un événement rare, le jeu de données est donc fortement déséquilibré : les « positifs », c'est-à-dire les fraudeurs, ne représentent qu'une faible proportion de la totalité des observations (en deçà de 10 %, voire parfois en deçà de 1 %).

Différentes techniques sont disponibles pour répondre à cette problématique, comme par exemple le *resampling*



Le comportement des fraudeurs s'adapte aux contrôles.

(duplication des positifs ou exclusion de négatifs) ou le *weighting* (attribution d'une pondération plus forte aux observations positives).

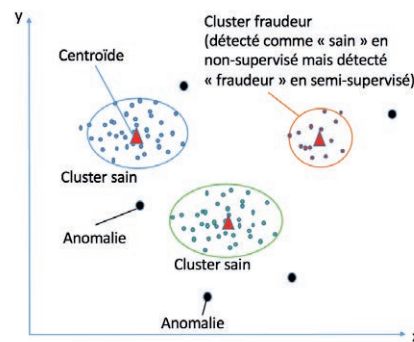
De plus, les décisions prises sur la base des résultats d'un modèle en production modifient le comportement des fraudeurs et la nature des données émises, il s'agit de la pression de sélection. Que fait-on alors des nombreux dossiers rejetés par les systèmes de contrôle déjà en place ? Doit-on tous les considérer comme fraudeurs avérés au risque d'introduire des « faux-positifs » dans le jeu de données ? Doit-on les écarter (Méthodologie KGB pour *known good bad*) pour s'affranchir de ce biais quitte à creuser le déséquilibre entre les classes ? Ces choix peuvent altérer fortement la qualité de l'apprentissage du modèle et donc ses performances finales.

Des techniques de « débiaisage » telle que la reclassification itérative, ou la mise en place d'un « groupe de contrôle » constitué par un ensemble d'individus pour lesquels aucun contrôle n'est réalisé (situation sans modèle, sans règles), font partie des solutions qui permettent aux data scientists d'entraîner leurs modèles sur des données non biaisées.

Les méthodes supervisées sont performantes mais ne sont applicables que si les comportements frauduleux sont bien définis et que le nombre de cas enregistrés est suffisant. Or, les arnaqueurs sont rusés et cherchent sans cesse à contourner les processus de contrôle. Il peut alors être pertinent d'adopter, en complément, des approches dites non-supervisées, qui consistent à assimiler la fraude à une anomalie et donc à détecter les pratiques qui dévient du comporte-

ment « normal ».

Dans l'arsenal du non-supervisé, les algorithmes de clustering tels que le K-means ou Dbscan (cf. <https://quantmetry-blog.com>) associé à la détection d'anomalies statistiques sont une première approche. Il s'agit de regrouper les comportements et d'identifier les individus s'éloignant des « centroïdes », c'est à dire des barycentres des comportements de leurs pairs. Ils seront de fait déclarés comme cas anormaux.

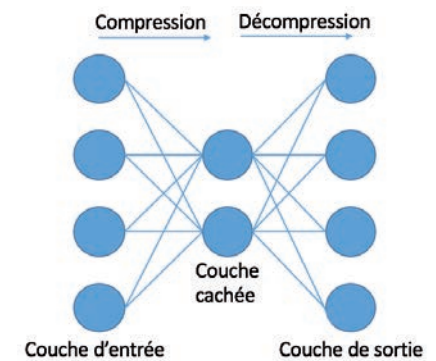


Le clustering et la détection d'anomalies statistiques.

Dans le cas où l'on sait identifier les dossiers sains en amont, on parlera d'apprentissage semi-supervisé, qui présente l'avantage de ne pas confondre les cas de fraudes communs avec des comportements normaux. Les auto-encodeurs en sont un exemple innovant basé sur des réseaux de neurones spécifiques ayant une architecture en double entonnoir : la couche intermédiaire contenant moins de neurones que les couches d'entrée et de sortie.

Entraîné uniquement sur les dossiers non frauduleux, l'auto-encodeur compresse les données d'entrée d'un individu sur la couche intermédiaire

puis les décompresse avec pour objectif d'approximer la fonction identité. Les erreurs dans la reconstruction du signal d'entrée seront d'autant plus importantes que le signal compressé s'éloignera du comportement normal, fournissant ainsi un système performant de détection d'anomalies.



Architecture d'un auto-encodeur.

Ces systèmes évolués traitent automatiquement les dossiers mais n'éliminent généralement pas la nécessité d'un contrôle manuel *a posteriori*. Le nouveau règlement européen sur les données personnelles applicable en 2018, qui institue notamment des sanctions plus importantes pour les entreprises (jusqu'à 20 millions d'euros ou 4 % du chiffre d'affaires total) et une meilleure coordination des autorités de protection des données, dont la CNIL (Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés), prévoit par exemple la possibilité pour le demandeur d'un prêt d'obtenir une information claire sur la logique qui sous-tend l'algorithme utilisé et le droit de demander une intervention humaine, c'est-à-dire la prise en compte de la responsabilité de l'analyste et son respect du code de conduite de l'établissement.

La lutte contre la fraude dans un monde de plus en plus digital est un enjeu important, que ce soit dans les secteurs de la banque, des assurances ou des télécommunications. Correction de biais dans les données, statistiques descriptives, algorithmes prédictifs sont autant de leviers d'aide à la décision complémentaires qui, associés aux systèmes existants et aux contrôles manuels, peuvent limiter notablement les pertes du chiffre d'affaires. Mais bien d'autres pistes sont à l'étude, comme l'analyse des réseaux sociaux et la détection d'appartenance à des communautés de fraudeurs. ■



TECHNOLOGIES NUMÉRIQUES, BIG DATA ET AGRICULTURE



Paul-Henry Cournède (ECP 01) est professeur à CentraleSupélec et dirige le laboratoire de Mathématiques et Informatique pour la Complexité et les Systèmes (MICS).



Christian Saguez (ECP 72) est membre de l'Académie des Technologies, et préside la société CybeleTech.



Denis Wouters (X07) est directeur technique de la société CybeleTech.

L'AGRICULTURE doit faire face à des défis majeurs aussi bien en termes de production, d'environnement que de gestion des ressources naturelles. Dans ce contexte, les technologies numériques apportent des outils et des solutions extrêmement pertinents. L'ensemble des filières agroalimentaires représentent un des grands secteurs économiques tant en termes de création de valeur, d'emplois que de développement territorial. Or, aujourd'hui, les différents secteurs agricoles sont confrontés à des challenges très importants. Ils doivent notamment accroître la compétitivité des filières en augmentant la production tant en quantité (+50 % à horizon 2050) qu'en qualité. Ils doivent aussi préserver les ressources naturelles (eau, sol, etc.) pour garantir la pérennité des secteurs de production, tout en respectant différentes contraintes environnementales (limitation des intrants, des émissions de GES, produits phytosanitaires, etc.). À cela s'ajoute une concurrence mondiale de plus en plus forte entre les différentes filières.

Des données à exploiter

Pour répondre à ces problématiques, les technologies numériques sont devenues incontournables. Le laboratoire de Mathématiques et Informatique pour la Complexité et les Systèmes (MICS) de

CentraleSupélec, et des acteurs industriels, comme la société CybeleTech, qui est le spécialiste français des technologies numériques pour le végétal, travaillent ensemble au développement de solutions innovantes.

Des données en quantité de plus en plus importante sont désormais disponibles. Elles viennent de différentes sources : de bases de données historiques, notamment via les organismes publics, d'observations satellitaires et



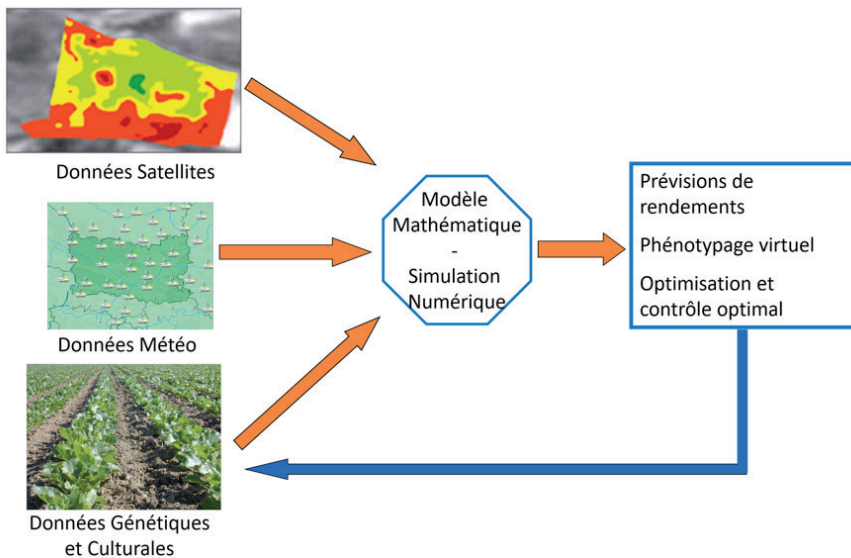
maintenant de drones, de capteurs *in situ* aux potentialités accrues, associés aux réseaux de communication basse énergie, ou encore de capteurs embarqués sur les différents engins agricoles, y compris les robots.

Bien que massivement disponibles, ces données sont historiquement peu mises en valeur. Aujourd'hui, la modélisation mathématique et les technologies numériques offrent des nouvelles perspectives pour leur utilisation. On distingue deux classes d'approche : la modélisation induite par les données, qui

se base sur des techniques d'apprentissage statistique (le machine learning) et la modélisation à base de connaissances qui construit des modèles d'explication mécaniste des processus et se confronte ensuite aux données pour la calibration ou la validation.

• Prétraitement des données et apprentissage

Une étape préalable à l'exploitation des données est leur prétraitement : mise en cohérence des différentes sources, détection des données aberrantes, imputation des données manquantes. La taille des bases de données considérées nécessite la mise en œuvre de méthodes de stockage et de traitement distribuées adaptées. Ces bases de données peuvent ensuite être utilisées pour calibrer des modèles de régression (prévoir une variable à partir d'un grand nombre de covariables : le rendement à partir de données climatiques) ou de classification (définir des typologies et classer : déterminer le type de culture à partir d'une image satellite). C'est le cœur du *machine learning*. Plusieurs types de modèles statistiques peuvent être utilisés, en particulier les réseaux de neurones profonds (le *deep learning*), où la profondeur est liée au nombre de couches de traitement qui sont utilisées dans ces réseaux. La complexité de leur architecture rend leur calibration difficile, mais là aussi les progrès de l'algorithmique et des capacités de calcul



permettent désormais l'apprentissage de ce type de réseaux à partir de très grandes bases de données.

• Les outils de modélisation mécaniste

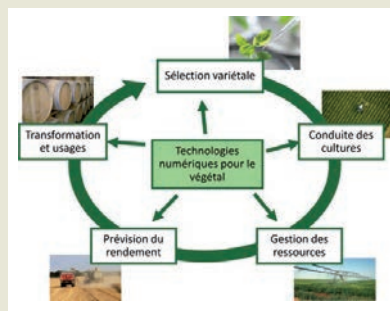
Les outils de modélisation mécaniste, actuellement en fort développement, permettent de simuler l'évolution d'une culture en interaction avec le sol et l'environnement. Ils intègrent des phénomènes de plus en plus complexes. Si les connaissances biophysiques existaient déjà, accumulées grâce aux campagnes expérimentales des biologistes et agronomes depuis de longues années, ce sont les efforts de formalisation mathématique et les capacités de simulation numérique qui ont permis de mettre en cohérence l'ensemble des différents concepts dans une approche systémique. Une fois la mise en équation réalisée, l'étape de confrontation aux données est primordiale pour identifier le modèle, l'évaluer ou sélectionner le modèle le plus pertinent selon les besoins. Cette étape de confrontation aux données massives pose des problèmes d'algorithmique statistique et de calcul.

• Les méthodes d'optimisation et d'aide à la décision

Grâce aux différents outils ainsi disponibles et aux méthodes d'optimisation stochastique, on peut concevoir de nouvelles méthodes d'aide à la décision beaucoup plus efficaces, selon le principe présenté ci-dessus. Il s'agit par exemple de définir les apports d'eau ou d'engrais optimaux en cours de culture tout en respectant les contraintes environnementales et en considérant l'incertitude

BIG DATA ET AGRICULTURE, EXEMPLES D'USAGE

Ces exemples, réalisés au sein de CybeleTech, recouvrent tout le cycle de vie du végétal et permettent ainsi une approche système globale et cohérente au sein des filières.



Le PLM (Product Lifecycle Management) du végétal.

climatique, ce qui se traduit mathématiquement par la résolution de problèmes de contrôle optimal stochastique sous contraintes.

Toutes ces méthodes sont devenues opérationnelles et d'un usage aisé grâce à l'évolution très rapide des capacités de calcul (parallélisation notamment) et aux modèles économiques de type *software as a service* (SaaS), et grâce aux technologies *cloud* qui évitent des investissements lourds.

Sélection variétale

À partir des données issues du phénotypage à haut débit, on peut décon-

voluer les interactions entre génotype et environnement à l'aide de la modélisation mécaniste de croissance de plantes. Avec ces outils, il est possible de caractériser la qualité génotypique indépendamment de l'environnement, de simuler le phénotype variété par variété dans des environnements non encore testés et de classer les environnements pédo-climatiques en grandes typologies agronomiques pertinentes.

Conduite culturale pour les grandes cultures

Partant des différentes sources de données (climat, données phénotypiques, données historiques, données *in situ*, etc.), les technologies de modélisation et d'assimilation de données permettent de construire des outils de prévision de rendement et d'aide à la décision pour optimiser les pratiques culturales en relation avec le potentiel offert par le sol à l'échelle intra-parcellaire. Le calcul des besoins de la culture à l'échelle intra-parcellaire s'appuie sur différents canaux d'imagerie satellitaire afin de mieux caractériser l'environnement plante-sol. Grâce aux technologies d'assimilation de données, on intègre des mesures prises en cours de saison par télédétection ou réseau de capteurs afin d'améliorer la précision des modèles de simulation du phénotype. Les préconisations agronomiques fournies permettent ainsi de réduire les apports d'intrants tout en optimisant le rendement et la qualité des productions (taux de protéines).

Pilotage de serres pour le maraîchage

À partir des nouvelles capacités offertes par les capteurs, l'Internet des objets et les réseaux basse énergie, on peut disposer de nouveaux outils de pilotage des serres dans une approche systémique globale prenant en compte des critères complexes tels que : production, qualité gustative et nutritionnelle, consommation d'énergie, etc. Une application importante concerne les futures serres urbaines. ■



ELASTICSEARCH : UN SYSTÈME OPEN SOURCE, UN SUCCÈS INATTENDU À PSA



Alexandre Fricker (ECM 87) a commencé sa carrière à Sogitec où il a mis en place un atelier typographique et une chaîne de photocomposition couleur. En 1995, il rejoint PSA et fait évoluer l'architecture de sauvegarde. Depuis 2013, il développe et déploie les usages du log processing au sein de l'équipe big data.

Open Source, le retour

L'essor de l'informatique des années 70 n'a pu se réaliser que parce que les ordinateurs, leur système d'exploitation et tous leurs logiciels et fonctions étaient livrés à la fois sous une version compilée et sous la forme de code source. Puis, avec les années 80, la culture du secret est arrivée avec la livraison des seuls produits compilés. Les années 90 avec Linux voient le retour de produit *open source*, c'est à dire que leur code est visible, souvent mieux documenté, ce qui signifie que quand vous constatez un défaut ou le besoin d'une fonction supplémentaire, plutôt que de vous plaindre au vendeur de la solution, il suffit de prendre votre clavier et de développer. Si ce programme a du succès, vous n'êtes pas seul et vous pouvez d'abord poster le problème ou le besoin et dans ce cas, vous êtes des dizaines voire des centaines à pouvoir y répondre.

Présentation d'Elastic

Il faut d'abord collecter et envoyer les *logs* : c'est la fonction de Shipper assurée par Logstash ou Filebeat.

Ensuite, il faut résister à la pression, stocker et distribuer le travail, c'est la fonction de Broker assurée par Redis ou Kafka. Il faut alors enrichir et uniformiser – notamment pour leur horodatage – les *logs* collectés : c'est la fonction d'Indexer assurée par Logstash.

COMMENT UNE SOLUTION *big data* permet-elle de traiter le problème de plus en plus complexe du *log processing* ?

Le Log Processing, une nécessité

Depuis l'origine de l'informatique, l'exécution d'un programme s'est toujours accompagnée de la génération de fichiers traces sous forme tout d'abord d'un télétype (TTY) qui imprimait sur papier le suivi de toutes les actions qui se déroulaient sur l'ordinateur mono tâche. Les ordinateurs ont alors évolué devenant multitâches puis multisessions. Les traces d'exécution se sont alors spécialisées avec les traces systèmes, les traces de sécurité et les traces applicatives. Dans les entreprises, ces différents *logs* sont de la responsabilité de différentes équipes : les administrateurs systèmes, l'équipe responsable de la sécurité informatique, l'équipe d'exploitation de l'application.

Aujourd'hui, nous vivons une complexification à outrance des infrastructures. Le serveur physique héberge un ou plusieurs serveurs logiques par la méthode du partitionnement. Chaque serveur logique peut contenir plusieurs serveurs virtuels, chacun avec son propre système d'exploitation. Chaque serveur virtuel héberge de nombreux logiciels qui peuvent s'exécuter dans une JVM (machine virtuelle Java) dédiée.

Chacune de ces couches matérielles ou logicielles possède ses propres *logs*. Une seule application peut maintenant

faire appel à de multiples couches applicatives et en même temps être répartie sur des dizaines de serveurs. Dans ce cas, le responsable d'une application a la mission quasi impossible de maintenir cet ensemble en état de marche dans cette tour de Babel car, en plus, chaque couche applicative et chaque type de matériel aura son propre format de *log* et son horodatage.

Le big data déjà dans l'antiquité

Les états antiques de l'Histoire comme l'Égypte, Babylone et Rome sont devenus grands et durables grâce à une administration dotée d'un système d'enregistrement systématique et d'une communication très efficace, sur des papyrus avec des hiéroglyphes, sur des tablettes d'argile en cunéiformes et des tablettes de cire avec un alphabet. Variété, volume, vitesse, véracité et valeur sont déjà à l'époque les caractéristiques du pilotage de ces civilisations. Aujourd'hui, on appelle cela le *big data*.

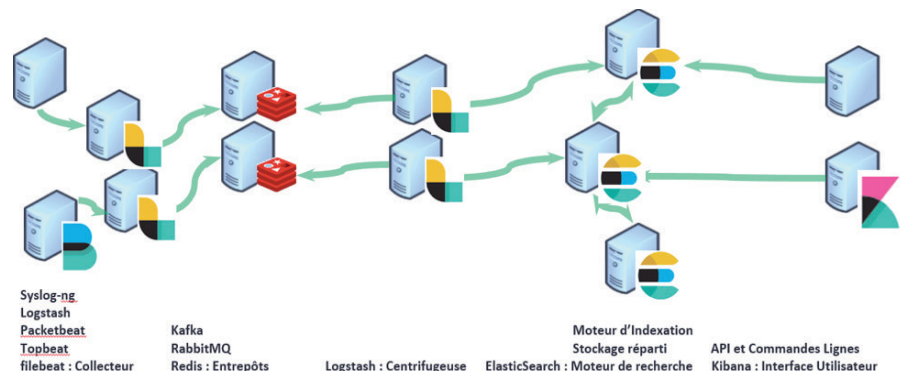


Schéma d'architecture générale.



Il faut un bibliothécaire qui indexe, stocke, distribue, sécurise, recherche et suit la croissance des *logs* aussi souples et rapidement que possible, c'est la fonction de Search & Storage. Il s'agit d'une base de données *in memory* qui, en plus, fait de l'indexation *full text*, assurée par Elasticsearch. Il faut des modules d'interrogation en mode ligne (Elasticsearch) ou avec un GUI souple et personnalisable, c'est la fonction de Web Interface assurée par Kibana. Il faut une console de supervision et d'administration, c'est la fonction de monitoring assurée par Kibana.

Du composant open source au service d'entreprise pour le log processing

• 2013, la démonstration

Elasticsearch est tout d'abord intégré comme composant *open source* dans l'une des applications du pilotage industriel PSA depuis 2011.

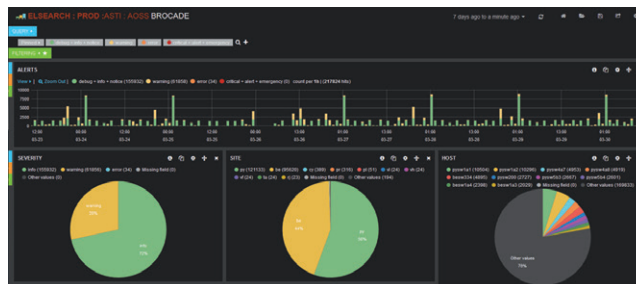
Lors de la constitution de l'équipe *big data*, à côté des solutions ou des distributions payantes déjà mises en œuvre chez PSA, on me donne la mission d'étudier les possibilités de ce composant à la fois *open source* et gratuit. Je découvre alors qu'autour de ce produit de la société Elastic, gravitent de nombreux composants développés indépendamment, mais toujours en *open source* et libres, qui s'articulent de manière intéressante pour former ce que j'appelle un écosystème et pour rendre un service, celui du *log processing*. Fin 2013 : présentation d'un démonstrateur générique et décision de mettre en œuvre 4 pilotes.

• 2014, la genèse

Ce sont l'évangélisation, les newsletters et les *meetup* pour présenter les possibilités, des réactions diverses entre intérêt très prononcé par les utilisateurs



Démonstrateur de fin 2013 avec l'analyse des logs d'un site web.



Suivi de l'activité d'une application avec identification de la gravité des messages par un choix de couleurs appropriées.



Analyse a posteriori des coûts de maintenance d'une chaîne de production lors de la Journée Innovation en 2015.



Mesure de la qualité de service d'un site web à partir des logs fin 2016.

et raillerie par les équipes en charge de la métrologie, de la surveillance et de la *business intelligence*. Pour en arriver non pas à 4 mais 20 pilotes opérationnels et en prime une présentation au futur directeur informatique en seulement 6 minutes... mais comment ça marche ?

• 2015, le succès

Déploiement de 90 applications et, à l'occasion de la journée de l'innova-

tion, présentation à la direction industrielle et logistique, à de nombreux directeurs d'usine et aux métiers de la fabrication.

• 2016, la généralisation

Une année fertile : 240 usages, un milliard de *logs* par jour, de nouveaux besoins comme les *logs* sécurité ou d'audit, la métrologie en temps réel et, enfin, l'intérêt des services méprisants en 2014, la stabilisation de l'architecture malgré 50 fois plus de données en 2 ans. Chaque nouveau client amène un nouvel usage mais aussi de nouveaux risques, touchant tous les domaines de l'entreprise et apportant la promesse d'un accès plus facile à la donnée même pour les non-informaticiens notamment pour les responsables d'équipes et de métiers en usines. C'est aussi le succès et de nombreux clients satisfaits avec des usages nouveaux : tableau de bord dynamique, métrologie temps réel et mesure de la qualité de service.

• Le futur à PSA : 2017 et 2018

Le futur, ce sera le déploiement systématique vers les 90 % de serveurs non équipés aujourd'hui, le passage en production des nouveaux usages démontrés en 2016, une croissance d'un facteur 100 au moins tout en améliorant la qualité de service au client, la collecte non seulement des *logs* des serveurs informatiques, mais aussi des automates en usines et des capteurs, la mise en œuvre

de fonctionnalités avancées comme le *machine learning*, mais aussi la possibilité de remplacer des solutions « maison » - surveillance, alertes, de métrologie, etc. - ou comme de constituer des composants pour un nouveau service. Le Cockpit Infrastructure et Applicatif permettra de superviser une application, un groupe d'applications ou toute l'infrastructure informatique d'une entreprise. ■

Un risque majeur pour l'Homme : le méthane

CATACLYSMES NATURELS ET CONTINUITÉ DU VIVANT

La Vie sur Terre ne tient-elle qu'à un fil ?



Christian Lefèvre, docteur ès sciences, est professeur honoraire à l'université de Lille 1, où il enseigna les sciences de la Terre et de l'Environnement. Il effectua ses recherches, dans le cadre de différentes équipes CNRS (université de Paris-Sud, Montpellier, Lille), dans le domaine de la volcanologie. Il est prix Léonard Danel de la société des sciences de Lille.

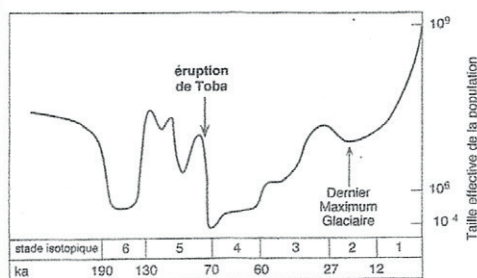
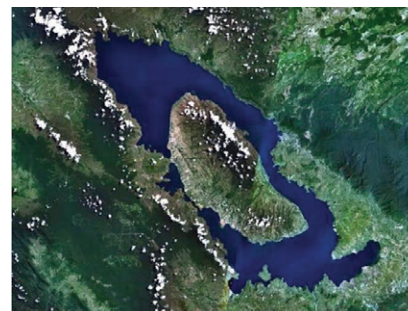
Nous avons évoqué dans un article précédent (*L'ingénieur* n°297) les extinctions de masse des espèces vivantes au cours des temps géologiques. Depuis l'apparition de la vie il y a 3,8 milliards d'années, la Terre a connu cinq grandes crises. Parmi les causes à l'origine de ces cataclysmes, les éruptions volcaniques, et les chutes de météorites apparaissent comme les risques naturels les plus destructeurs. Aujourd'hui encore, nous sommes sous la menace de tels aléas. Peut-on craindre des événements cataclysmiques extrêmes susceptibles de nous anéantir à grande échelle ? Peut-on en minimiser les risques et conséquences ?

Les menaces volcaniques

Les éruptions volcaniques ont été au cours des âges particulièrement destructrices pour les êtres vivants et l'Homme en particulier (*L'ingénieur* n° 273-274). Certaines éruptions ont anéanti des civilisations humaines dans leur quasi-totalité. C'est ainsi que durant l'âge de bronze

l'explosion de Santorin, vers 1650 av. J.-C. est à l'origine de la disparation de la civilisation minoenne en Méditerranée.

Dans les temps préhistoriques de l'âge de pierre, une éruption paroxysmale faillit anéantir l'humanité entière. Cette éruption majeure fut celle du volcan Toba (Indonésie-Sumatra) il y a 73 000 ans. L'explosion, particulièrement violente, se traduit par l'effondrement du volcan sous le niveau de la mer, laissant place à une vaste dépression centrale : une caldeira de 10 km/30 km de diamètre, occupée aujourd'hui par un lac. Elle se traduit également par l'émission dans la haute atmosphère de volumes importants de cendres, gaz, aérosols qui modifièrent les caractères environnementaux de la planète. L'humanité fut fortement affectée. Des études paléodémographiques, basées sur des données anthropologiques, archéologiques, génétiques ont mis en évidence une brusque diminution de la population humaine qui est alors réduite à quelques milliers d'individus.



À gauche, vue satellitaire du volcan Toba (Sumatra). À droite : évolution de la taille des populations humaines en réponse à l'éruption de Toba. Le temps en abscisse est indiqué en milliers d'années (ka).

Dans les temps historiques récents, une éruption majeure eut des effets néfastes sur l'Europe occidentale et l'Amérique du Nord. C'est l'éruption du Laki (Islande) du 8 juin 1783 à février 1784. Six semaines après le début de l'éruption, un nuage de cendres, gaz, aérosols s'est épanché sur la Grande-Bretagne, l'Allemagne, la France les États-Unis et le Canada.

• Un premier constat

Un homme politique, physicien, érudit languedocien, Mourgue de Montredon, expose dès 1784 les observations qu'il fait entre le 17 juin et le 22 juillet 1783 depuis sa propriété de Marsillargues (Hérault). Dans une publication à l'Académie des Sciences et Lettres de Montpellier *Recherches sur l'origine et sur la nature des vapeurs qui ont régné dans l'atmosphère pendant l'été 1783* il décrit un « phénomène rare et les cham-



Éruption de l'Eyjafjallajökull (Islande - 18 avril 2010)

bardements qu'il y eut cette année en Europe... par des causes qui vraisemblablement ne nous seront jamais connues... Les principaux foyers de feux souterrains renfermés sur la partie du globe que nous habitons furent mis dans une activité extraordinaire ».

Pendant les huit mois que dura l'éruption, ce sont 120 millions de tonnes de SO₂ qui sont libérées dans l'atmosphère, soit l'équivalent des émissions actuelles de l'ensemble des industries européennes. Au total ce sont plus de 200 000 personnes qui furent victimes du Laki. Ce fut donc une vraie catastrophe écologique et humaine. Aujourd'hui

le bilan d'une telle éruption risquerait d'être plus effroyable qu'il y a 233 ans en raison de la densité de population actuelle. L'Europe reste sous la menace d'une activité volcanique en Islande comme en témoigne l'éruption récente (2010) de l'Eyjafjallajökull.

Mais ces éruptions, quoique meurtrières, n'ont pas anéanti la vie sur la planète entière. Pourquoi ? Parce que ce sont des explosions violentes, mais modérées au regard des éruptions cataclysmales que nous avons relatées en Sibérie (-240 millions d'années) ou dans le Deccan (-65 millions d'années), comme en témoignent la comparaison des volumes de produits volcaniques et les quantités de gaz émis (voir tableau). Pour ces deux dernières activités, nous pouvons parler de super-explosions et de super-volcans.

	Âge	Volume des produits émis en km ³	Quantité de soufre en milliards de tonnes
Trapps de Sibérie	240 Ma	1 500 000	8 000
Trapps du Deccan	65 Ma	2 000 000	10 000
Eruption du Laki	1783-1784	10	0,12
Eruption de l'Eyjafjallajökull	2010	0,15	

Comparaison des volumes des produits (en km³) et quantité de soufre émis (en milliard de tonnes) des deux super-explosions des temps géologiques de Sibérie et du Deccan et de deux explosions islandaises contemporaines (Laki - Eyjafjallajökull).

• Sommes-nous aujourd'hui menacés par l'explosion d'un super-volcan ?

Parmi les 600 volcans actifs recensés sur notre planète, une vingtaine sont répertoriés comme étant potentiellement des super-volcans. Parmi ceux-ci, le volcan de Yellowstone (États-Unis - Wyoming) retient plus particulièrement l'attention des volcanologues.

Le centre de l'édifice est caractérisé par une dépression centrale, une caldeira de 80 km de diamètre. Cette structure est la conséquence de l'effondrement du volcan suite aux explosions violentes du passé. Trois super-explosions majeures ont été répertoriées il y a 2 millions d'années, 1,2 million d'années et 640 000 ans.

Récemment (*Science*, 2015), des scientifiques de l'université de l'Utah (États-Unis) ont pu mettre en évidence à l'aplomb de la caldeira l'existence de deux chambres magmatiques où est stocké le magma. Un premier réservoir superficiel et un second plus profond (à 45 km de profondeur, haut de 90 km et large de 20 km). La capacité de magma que peut receler ces chambres

est de l'ordre de 2 000 km³ (soit la taille du Mont-Blanc). C'est la plus grande chambre magmatique connue sur Terre.

Endormi depuis plus de 70 000 ans (date de la dernière éruption mineure), ce volcan mérite une attention particulière. Depuis 2004, sous l'apport de magma remplissant les chambres magmatiques, le volcan gonfle. Certaines parties de la caldeira se sont soulevées de 8 cm/an. Une éruption majeure peut être redoutée. Elle pourrait provoquer la mort de plusieurs centaines de milliers de personnes. Selon Ilya Bindeman, professeur à l'université de l'Oregon (États-Unis), une éruption majeure à Yellowstone devrait effectivement se produire... mais pas dans l'immédiat car les recherches actuelles ne semblent pas alarmistes. La périodicité du cycle des super-éruptions majeures de ce volcan

se situant entre 600 000 et 800 000 ans, la date de la dernière éruption mineure, il y a seulement 70 000 ans, nous laisse espérer un large laps de temps avant une

réurrence d'une activité majeure de ce super-volcan.

• Que faire face aux menaces volcaniques ?

L'aléa volcanique reste un risque majeur pour l'humanité. 800 millions de personnes vivent à moins de 100 km d'un volcan actif. 40 % de ces volcans sont surveillés par un observatoire et font l'objet d'une analyse quantitative des risques. Des éruptions cataclysmiques telles que celles que nous avons évoquées dans le passé géologique, à l'origine des extinctions de masse, n'ont jamais été observées par l'Homme. De telles éruptions sont rares. La fréquence des super-explosions évoquées de type *trapps* se renouvellent tous les 20 à 30 millions d'années. La dernière éruption de ce type date de 15 millions d'années (*trapps* du Yémen-Somalie). Si l'on fait confiance aux probabilités et statistiques, il paraît que notre planète ne soit pas en péril dans un proche futur. Mais nul ne peut empêcher une éruption volcanique. Dans cette optique, il est nécessaire d'apporter une attention toute particulière à la surveillance de la vingtaine des super-volcans répertoriés qui restent une menace pour l'atmosphère, le climat et la vie. Dans ce but il est essentiel de renforcer les synergies internationales, interdisciplinaires entre géosciences, sciences de l'ingénieur, sciences humaines pour faire face à une telle éruption et mettre en place des mesures de prévention.



Vue de la caldeira du volcan de Yellowstone (Wyoming - États-Unis). L'activité volcanique se traduit actuellement par l'émission de nombreuses fumeroles et par de multiples geysers (plus de 200) et 10 000 sources chaudes.



Chute de la météorite de Tcheliabinsk (Russie) le 15 février 2013 filmée par de nombreux témoins. Le phénomène a libéré une énergie de l'ordre de 500 000 tonnes de TNT, soit l'équivalent de 35 bombes Hiroshima. Outre les dégâts matériels produits par l'onde de choc, on a relevé près d'un millier de blessés dans la ville de Tcheliabinsk.

Les menaces des météorites

De nos jours 20 000 tonnes de matières extraterrestres, surtout sous forme de poussières, parviennent annuellement sur Terre. Il existe une relation entre la taille des objets célestes et leur fréquence de chute. Plus leur taille est importante, plus rares sont leurs impacts. C'est ainsi que l'on estime que la probabilité de chute d'une météorite de 50 m de diamètre est d'une fois par siècle, alors que pour une météorite de 10 km de diamètre la fréquence de chute est estimée à 500 millions d'années.

Dans les temps historiques, la chute de la plus grosse météorite, fut observée en Russie le 12 février 1947 dans la région de Sikhote-Aline (diamètre : 20 m ; masse : 10 000 tonnes). Plus récemment, nous pouvons évoquer la chute d'une météorite dans la région de Tcheliabinsk (diamètre : 15 m ; masse : 8 000 tonnes) en Russie (Oural) le 15 février 2013.

• Que faire face aux menaces des météorites ?

Même si la météorite de Chicxulub, responsable en partie de l'extinction de masse des espèces (dont les dinosaures) à la fin du Crétacé, paraît exceptionnelle par ses dimensions (10 km de diamètre) et sa masse (5 000 milliards de tonnes), des météorites plus modestes en taille restent un danger pour l'Humanité et méritent l'attention des scientifiques.

Conscients de cette épée de Damoclès astronomique, les chercheurs se réunissent tous les deux ans pour faire le point des connaissances accumulées sur les corps qui croisent régulièrement l'orbite de la Terre

et les dangers qu'ils présentent. La quatrième conférence de défense planétaire s'est tenue en avril 2015 à Frascati en Italie. Elle a réuni 245 chercheurs représentant 25 pays.

• Surveillance et prévention

Le rôle des scientifiques est en premier lieu de surveiller les astéroïdes susceptibles de nous menacer et d'entrer en collision avec la Terre. Deux organismes sont chargés de ces études. Le premier est le *Minor Planet Center* (MPC) qui opère depuis le Smithsonian Astrophysical Observatory, situé à Cambridge (États-Unis, Massachusetts) ; il recense et surveille les astéroïdes du système solaire. Le second est le NEO Program (*Near Earth Objects*) de la Nasa. En juillet 2015, le MPC avait recensé 685 732 corps célestes. Les plus importants sont *Cérès* (933 km de diamètre) et *Vesta* (525 km) mais sont reconnus aussi 26 astéroïdes de plus de 200 km et 5 000 de plus de 13 km.

La seconde initiative des scientifiques consiste à prendre des mesures de prévention afin de s'armer et défendre la Terre face à la menace des impacts de météorites. Deux types d'actions peuvent être envisagés.

La première méthode est de détruire l'astéroïde avant qu'il impacte la Terre. Dans ce but on envisage de pulvériser l'astéroïde qui nous menace en lui imposant une frappe nucléaire. Cette

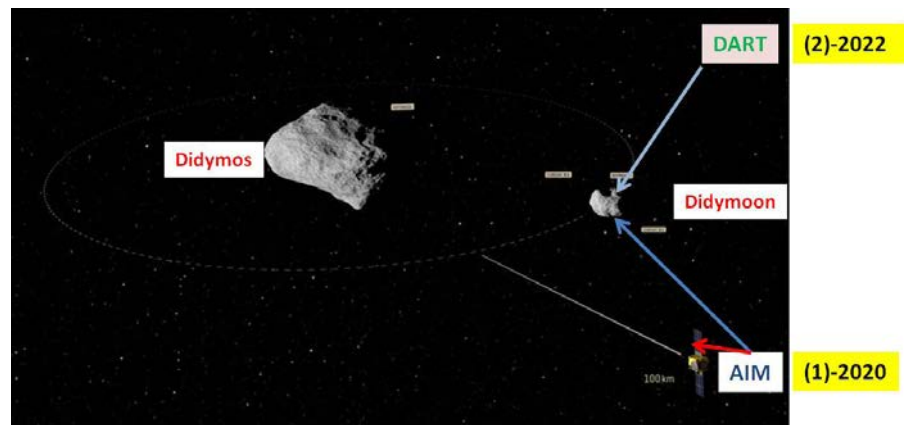
méthode ne doit être envisagée qu'en dernier recours pour deux raisons :

- la frappe pulvérisera la grande météorite en une dizaine d'autres qu'on ne contrôlera plus vraiment et qui seront encore assez grosses pour être dangereuses et meurtrières ;
- les débris seront devenus radioactifs donc indésirables.

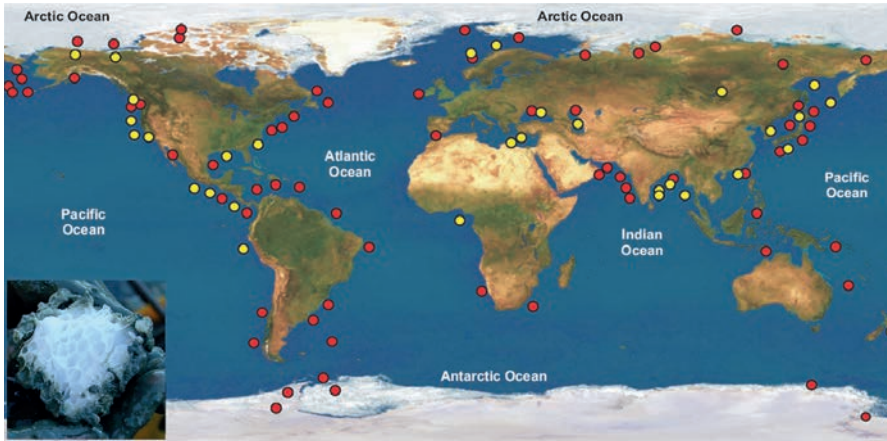
La seconde action envisagée est de dévier l'astéroïde à l'aide d'un impacteur cinétique. Envoyer des vaisseaux spatiaux en guise de boulet sur la cible pour dévier et changer sa trajectoire afin qu'il évite la Terre. Actuellement, une expérience en ce sens est envisagée.

• Le projet Aida

Deux missions spatiales européennes (ESA) et américaines (Nasa) vont pour la première fois essayer de dévier la trajectoire d'un petit corps céleste rocheux. C'est le projet *Aida* qui prévoit le lancement de deux sondes vers un astéroïde double : *Didymos* (800 m de diamètre) autour duquel tourne sur une orbite située à 1,1 km une petite satellite, *Didymoon* (170 m de diamètre). Ce choix est motivé par le fait que *Didymos*, découvert le 11 avril 1996, est un astéroïde potentiellement dangereux. Il est en effet passé assez près de la Terre le 13 novembre 2003, à moins de 0,05 unité astronomique (750 000 km). Depuis 2015 le projet *Aida* est en phase d'évaluation par les deux agences spatiales. La mission *Aida* se décomposera en deux phases. La partie européenne, baptisée AIM pour *Asteroid Impact Mission*, consistera à envoyer en 2020 un engin spatial qui déposera à la surface de *Didymoon* une sonde pour étudier, cartographier et analyser sa structure interne. Un microsatellite sera également mis en orbite



Projet Aida proposé par les agences spatiales européenne (ESA) et américaine (Nasa).



Distribution mondiale des ressources d'hydrate de méthane. En bas à gauche : bloc d'hydrate de méthane trouvé lors d'une expédition scientifique dans la zone Pacifique au large de l'Oregon à une profondeur de 1 200 mètres.

autour de *Didymos*. Deux ans plus tard (2022), les Américains enverront un impacteur de 300 kg, DART, chargé de percuter le plus petit des astéroïdes (*Didymos*), à la vitesse de 22 500 km/h. Si le choc de DART est parvenu à éjecter de la matière cela devrait provoquer la déviation de trajectoire de l'astéroïde. L'objectif est d'arriver à prédire grâce à ce type d'étude, comment un impacteur peut influencer la trajectoire d'un astéroïde et éviter une collision avec la Terre.

S'il paraît que nous sommes dans l'immediat à l'abri d'une super-explosion volcanique ou de la chute d'une méga météorite, certains scientifiques s'interrogent : après les cinq grandes crises d'extinction planétaire des espèces, ne peut-on pas craindre aujourd'hui une sixième grande extinction ?

Vers une sixième grande extinction

La période géologique que nous vivons, le Quaternaire, a vu l'apparition d'une espèce inhabituellement dévastatrice, l'Homme, dont les activités ont un impact direct sur l'environnement et peuvent s'avérer catastrophiques sur l'écosystème de notre planète. Le rapport du *Millenium Ecosystems Assessment* (2005), sous l'égide de l'ONU, évoque la disparition programmée de nombreuses espèces animales d'ici la fin du siècle. 41 % des espèces d'amphibiens et 26 % des espèces de mammifères sont menacées. Même si ces études donnent encore lieu à des discussions, il est possible d'affirmer que l'on peut craindre une période d'extinction importante des espèces dans un proche futur.

Dans le journal *Sciences Advances* (juin 2015) des chercheurs américains et mexicains révèlent que les espèces animales disparaissent actuellement cent fois plus rapidement que par le passé. Le professeur Paul Ehrlich de Stanford affirme que leur étude « *montre sans aucun doute possible que nous entrons dans la sixième grande extinction de masse* ».

Des dangers sournois, redoutables peuvent nous menacer. Parmi ceux-ci on peut évoquer un événement qui pourrait s'avérer meurtrier si l'Homme n'est pas raisonnable. Cet événement c'est **l'émission de méthane**.

• L'émission de méthane, le processus

Ce gaz se retrouve actuellement stocké dans les fonds océaniques sous forme de gelée d'hydrate de méthane et piégé dans les sols gelés (pergélisols) des régions polaires. Ces hydrates de méthane sont une source directe de méthane et à ce titre de nombreuses compagnies pétrolières s'y intéressent à des fins énergétiques. Mais la récupération de ce composé est difficile et coûteuse. L'exploitation mal maîtrisée de ce gaz, dont le volume est estimé par les scientifiques à 30 000 milliards de tonnes, pourrait libérer dans l'atmosphère cet élément qui est un puissant gaz à effet de serre. Son émission accidentelle dans l'atmosphère aurait pour effet d'aggraver le réchauffement climatique avec les conséquences que l'on connaît. Mais même sans exploitation industrielle de ce gaz, on craint que le réchauffement climatique actuel en élevant suffisamment la température du pergélisol, permette que les hydrates de méthane qui y sont présents fondent au moins partiellement : cela aurait pour effet de relâcher énormément de méthane dans l'atmosphère,

lequel viendrait à son tour augmenter l'effet de serre et générer un risque accru vis-à-vis des changements climatiques.

L'Homme et la Science face aux dangers qui nous menacent

Les événements cataclysmiques, extrêmes que nous avons évoqués sont certes rares. Il n'en reste pas moins qu'on aimerait qu'une certaine vigilance soit assumée vis-à-vis d'eux.

L'Homme par nature, et c'est normal, souhaite être protégé face à des événements exceptionnels et meurtriers. Il se tourne alors vers la Science. Le rôle des scientifiques est de surveiller, de prévoir les risques. Mais les sciences naturelles ne sont pas des sciences exactes. La nature a ses droits, ses règles. On ne maîtrise pas tout. On ne peut empêcher une explosion volcanique ou une chute de météorite. Il règne souvent des incertitudes qu'on ne peut évaluer. Il faut vivre avec le risque mais en prenant en temps utile des mesures de prévention afin de minimiser les conséquences meurtrières des aléas destructeurs.

La Vie sur Terre : un éternel recommencement

La vie est très fragile, elle ne tient qu'à un fil. Elle est soumise aux aléas naturels et environnementaux qui ont parfois débouché sur l'éradication totale de nombreuses espèces. Les extinctions massives d'espèces ont toujours été suivies d'explosions substitutives d'autres espèces. C'est ainsi que selon les lois de la sélection naturelle dans la théorie de l'Évolution, les espèces qui disparaissent libèrent des niches écologiques pour d'autres espèces qui alors sont susceptibles de se développer à leur tour et d'évoluer. On peut alors se poser la question de savoir si ce sont les individus les mieux adaptés ou plus simplement les plus chanceux qui survivent ? Quelle que soit la réponse à cette question, force est de constater que depuis son origine la vie n'a pas cessé et a traversé le passé. À chaque fois la vie est repartie.

Christian Lefèvre ■

Loïc Devaux (79)

INGÉNIEUR ET DÉVELOPPEUR DE PROJETS CULTURELS

Né à Lille, Loïc Devaux (79) a suivi l'option urbanisme et habitat. À peine sorti de l'École, il œuvre dans le domaine artistique et culturel dans l'Aube, puis à Vézelay, avec un détour de six ans au Québec et depuis 1996 au sein du Théâtre de l'Arc en Ciel, membre du réseau « *Et si la Beauté pouvait sauver le monde ?* » (www.theatrearcentiel.com).

Un début de parcours plutôt traditionnel

Aurais-je pu imaginer mon parcours professionnel lorsqu'au cours de mes classes préparatoires, je désirais ardemment travailler dans l'urbanisme et l'habitat ? Ce choix était tellement déterminé que j'avais décidé de faire 5/2 après les résultats pourtant intéressants de mes concours.

Certes, j'avais fait un choix précis pour ces préparatoires. Étant Lillois, je pouvais intégrer le lycée Faidherbe de bonne renommée, mais j'avais préféré partir à « Ginette », estimant que cette fameuse école m'apporterait en plus d'une qualité d'enseignement, un terreau pour questionner le sens de mon futur engagement professionnel et humain. Je n'ai d'ailleurs pas été déçu. Les ouvertures, les personnalités que j'ai pu découvrir durant ces trois années, ont forgé mes choix de vie.

1979, j'intègre donc IDN sur un campus encore bien récent et peu vivant. La colocation n'était pas de mode à cette époque, mais je voulais partager un logement avec d'autres, certain que la communauté renforce les talents de chacun et permet de garder l'esprit ouvert, curieux, attentif. Nous voici neuf, d'écoles bien différentes dans une petite maison lilloise. Sans le savoir, cela annonçait des choix plus décisifs.

Deux années de formation générale et une seule année de spécialisation en urbanisme et habitat, c'était un défi certain ; six mois de formation, trois mois de stage et nous voilà ingénieur urbaniste, mais sans doute plutôt ingénieur généraliste avec une ouverture vers les questions d'urbanisme.

Ces six mois furent passionnants, j'appréciais mes professeurs, mais plus les



concurrents progressaient, plus un certain malaise apparaissait. J'avais la perception que nous étions ceux qui avaient le savoir pour les autres.

Une remise en question au contact de comédiens

Lorsqu'il s'agit d'habitat, de la ville ou du territoire, les habitants eux-mêmes n'ont-ils pas une connaissance indispensable à associer à la nôtre ? Personne ne nous en parlait, encore moins nous y préparait. J'ai alors rencontré des comédiens qui dans leur art et dans leur métier, partant du souci de l'homme en tant que personne, avaient la préoccupation de la cité toute entière. Le théâtre les avait conduits à répondre à des questions d'élus concernant la requalification de quartiers en difficulté sociale. Ils l'avaient fait en associant tous les habitants. Cela m'a fortement interpellé d'autant plus qu'ils réussissaient à exercer leur métier en restant fidèles à leurs convictions profondes, certes imparfaitement



La ville : une passerelle, pour aller où ?

mais réellement, ce qui est malheureusement plutôt exceptionnel aujourd'hui. De plus, leur démarche artistique reposait sur la vérité du jeu et un véritable travail de création ensemble. L'œuvre n'était pas le fruit des talents personnels, ce qui dans le monde artistique est prépondérant, mais de la communion des talents.

Ils exprimaient dans leur art ce que je recherchais dans mon métier sans le trouver. Un événement concomitant m'a aidé à faire la bascule et à les rejoindre, il y a maintenant 36 ans.



Grand théâtre de Paris. © frSalefran

Ingénieur humaniste ?

Je me sens toujours ingénieur. La formation reçue m'aide à appréhender, analyser, cerner les différents projets que nous mettons en œuvre et à les engager avec méthode d'une manière plus globale. Parfois, elle est aussi un handicap. L'analyse fait appel à l'esprit et à l'intelligence qui peuvent nous déconnecter de notre perception artistique, émotionnelle, plus intuitive, plus intérieure. Ni l'une ni l'autre ne sont à exclure, mais bien souvent, la raison prend le dessus et peut nous priver de nous-mêmes ; la pensée prenant le pas sur l'être.

Tenir compte des deux ensemble est exigeant ; l'art et les artistes nous y aident. Ils nous invitent à partir non d'une idée, d'un concept, aussi judicieux soient-ils, mais de notre nécessité intérieure – ce qui est vital, essentiel, existentiel. Nous savons combien de projets d'urbanisme et d'habitat ont pu être désastreux quand la pensée et l'idée ont été trop puissantes.

Partir de cette nécessité intérieure, c'est aussi être à l'écoute de qui nous sommes, ne pas « nous marcher dessus » et brader

nos convictions profondes. C'est reconnaître que l'autre est de même habitué d'une nécessité et qu'il n'est pas possible d'entreprendre sans l'entendre. Ainsi en terme d'habitat, construisons-nous pour que les personnes aient un toit, un espace habilement conçu, économiquement rentable, ou pour permettre à chacun d'habiter pleinement ce qui signifie : habiter avec soi-même – demeurer au sens bénédictin du terme –, mais encore, habiter avec l'autre et par voie de conséquence avec les autres ?

Une conduite de projet originale

Cela me rappelle un très beau projet auquel j'ai participé en rejoignant cette troupe artistique. Nous intervenions à Saint-Lô dans la Manche pour trouver avec la population comment rénover leur quartier d'HLM. Il avait été construit sur la pente d'une petite colline, laissant l'apparence d'un mur d'immeubles avec au centre un silo à voitures de cinq étages ! À la demande du fonds interministériel



Quartier à rénover.

d'aménagement et d'urbanisme, un urbaniste puis un sociologue avaient rédigé des dossiers de 400 pages sans se déplacer sur le terrain. Une troisième étude avait proposé de solliciter l'avis des habitants ; nous avons accepté l'intervention en demandant d'habiter sur place pour vivre avec les habitants et non pas parler sur le quartier. Les délais étaient très courts, juste trois mois. Parmi les diverses actions, nous avons choisi d'aller à la rencontre des personnes chez elles et proposé de nous retrouver dans leur appartement lors d'une soirée, chacun apportant les boissons pour une convivialité partagée avec leurs amis et connaissances de l'immeuble. Ainsi réunis à 20 ou 30, nous évoquions tous ensemble les difficultés rencontrées au quotidien, d'abord au sein de l'appartement, puis dans la cage d'escalier, enfin dans le quartier.

Les conversations durèrent à chaque fois très longtemps parce que nous permettions à chacun de parler de l'essentiel, de le rapprocher de celui de ses voisins, puis de choisir ensemble le plus important à entreprendre dans le cadre de cette rénovation. Il en fut de même avec les jeunes du quartier ; ils voulaient une maison pour eux, leur première définition ressemblait à toutes les maisons de jeunes. Il a fallu prendre le temps de préciser les raisons de leur désir, de les poser dans l'espace en réalisant une maquette pour choisir ce qu'ils voulaient vivre et comment.

Nous apprenions ainsi ensemble à habiter nos espaces et notre quartier. Cette démarche ne devrait pas être exceptionnelle. Comme dans l'entreprise, les projets avanceraient plus vite s'ils s'appuyaient sur la prise de responsabilité et d'engagement de chacun, exercice nécessaire et difficile tant pour ceux qui sont aux machines que pour ceux qui dirigent ! Là aussi les quelques expériences qui ont été menées, ont montré leur fécondité et leur utilité.

Donner un sens à son métier

Mais plus encore, je suis frappé du nombre de burn-out qui touchent de jeunes ingénieurs ou commerciaux dès 30 ou 35 ans, comme de bore-out croissants, révélant une lassitude, un désintéret, une volatilité. Prenons-nous le temps dans nos écoles d'ingénieur de questionner le sens du métier pour chacun, de le questionner en profondeur. Pourquoi, pour qui, avec qui, comment ? Que suis-je prêt à engager dans mon métier, mais aussi à refuser ? Où est ma nécessité ? Comment perçois-je l'autre ? Qu'est-ce que le bien commun ?

Toutes ces questions méritent d'être non seulement évoquées, mais travaillées



Les Frères Karamazov : création Théâtre de l'Arc en Ciel.

durant cette période privilégiée de nos études. Ce n'est pas à Centrale Lille que je l'ai fait, ni réfléchi. Rien ne m'y préparait ou m'y conduisait. À Ginette, j'ai eu cette chance-là ; puis plus tard par mes expériences artistiques.

Le développement de projets artistiques et culturels

Aujourd'hui, je travaille au sein d'une équipe, au développement de projets artistiques et culturels. Cela concerne la production de pièces de théâtre comme *Dialogues des Carmélites* de Georges Bernanos, présentés récemment à Marcq-en-Barœul, ou des aventures artistiques, participatives, solidaires comme le Grand Théâtre de Paris. Ce projet réunit 150 à 200 participants, amateurs et professionnels

de tous âges et de tous horizons qui mettent en spectacle l'histoire du théâtre et de Paris à travers les siècles, en cinq grands Actes répartis sur dix ans - construire ensemble et en « artistes » la Cité qui est la nôtre.

Avec notamment deux autres ingénieurs investis dans cette même démarche artistique et sociale qui, aujourd'hui, s'est développée dans huit lieux culturels en France, un

au Chili et un au Québec, je travaille aussi aux liens entre économie et culture, pour développer une économie cohérente avec la nécessité intérieure ! C'est une question délicate dans un monde de plus en plus financiarisé où l'économie a supplanté le social et l'humain. Cela m'a conduit à consacrer un petit héritage familial à la création d'une fondation au nom de Scène et Cité sous l'égide de la Fondation de France pour soutenir des initiatives artistiques qui nourrissent, éclairent, renforcent l'Art de vivre et de créer ensemble au cœur de la Ville, art devenu fragile, si ce n'est perdu.

Cette préoccupation de la Ville que j'avais très jeune ne m'a donc jamais quitté et je me sens toujours ingénieur... mais autrement. ■

Partenariat : Les Centraliens de Lille et le CIC

Notre association et le CIC ont signé un partenariat pour vous faire profiter de tarifs préférentiels grâce à votre statut de diplômé de Centrale Lille et d'adhérent de l'Association. Ce partenariat traite de tous les besoins que rencontrent les Centraliens de Lille depuis leur vie étudiante jusqu'à la gestion de leur patrimoine.

■ Pour tous les Centraliens de Lille

Une offre de bienvenue avec le remboursement de votre cotisation⁽¹⁾ à l'Association, versé sur un livret d'épargne ouvert au CIC. Et pour tous, jeunes, expatriés, retraités, vous pouvez bénéficier de 150 €⁽²⁾ en plus à valoir sur les produits et services du CIC et 500 €⁽³⁾ si vous êtes créateur d'entreprise ! Comment en bénéficier ? Se présenter dans une agence CIC avec un reçu de votre cotisation de l'année en cours.

■ Pour les étudiants de Centrale Lille

Un Contrat Personnel Parcours J formule web, incluant tous les services indispensables : carte Mastercard Parcours J (assurances et assistance), Filbanque et ses alertes pour suivre vos comptes à distance... Ainsi que de nombreux **avantages** : Assurance Auto/Habitation/Santé, Prêt Études, Prêt permis à 1 €/jour, CIC Mobile...

Si vous faites une partie de votre cursus, un stage ou un job à l'**étranger**, vous bénéficiez :

- d'un partenariat avec Worldiploma pour organiser votre projet à l'international ;
- d'une gratuité pour vos opérations bancaires ;
- d'une offre Santé Jeunes à l'Étranger : Assurances Assistance &/Rapatriement, Complémentaire Santé, Responsabilité civile... ;
- d'un Prêt Études à tarif préférentiel ;
- d'une page Facebook **Jeunes Expat'**, lieu d'échange d'expériences entre jeunes qui bougent à l'étranger.

■ Pour les jeunes actifs

Un Contrat Personnel Starts Jeunes Actifs formule web, pour vous aider à bien démarrer dans votre vie active, carte Visa ou Mastercard, Filbanque et ses alertes pour suivre vos comptes à distance...

Et beaucoup d'autres offres : Livret A Sup, Prêt Jeunes CIC, Assurance Auto, Prêt Auto Jeunes,



Assurance Habitation, Assurance Santé, CIC Mobile...

■ Pour les diplômés expatriés

Une offre « sur mesure » avec des prestations de services spécialement développées pour répondre aux problématiques de l'expatriation et l'expertise de la Banque Transatlantique :

- **Le Contrat Personnel Cap Transat** formule web : un package des comptes en euro et en devises, 12 transferts/an gratuits, les paiements et retraits hors zone euro gratuits, une assistance dans les démarches et formalités à accomplir...

- **Cap Transat Banque locale** : l'introduction dans une banque locale.
- **Cap Transat Conseil** : mise à disposition d'un guide fiscal de l'expatriation.

■ Pour la gestion de votre patrimoine

Le CIC met à votre disposition ses meilleurs services pour la gestion de votre patrimoine :

- **Bourse +** : Informations boursières complètes : cours de bourse en temps réel, opinions des analystes... Conditions préférentielles sur les commissions des ordres de bourse, les frais de courtage, les droits d'entrée des OPCVM du groupe CMCIC.
- **Serious Game Patrimonial** : un logiciel d'initiation patrimoniale à la disposition des clients.
- **Rendez-vous avec un Conseiller Patrimonial** afin de détecter les opportunités financières et de proposer une allocation d'actifs financiers.

■ Pour les Entrepreneurs

Avec son réseau de chargés d'affaires professionnels formés à la création d'entreprise, le CIC met à votre disposition des offres intéressantes pour les créateurs d'entreprises.

- **Le Contrat Professionnel Global** : un seul contrat pour votre convention de compte et vos services bancaires incontournables.
- **Le Prêt Créateur CIC**
- **Les Terminaux de Paiement Electronique, le PnF** pour permettre à vos clients de payer en plusieurs fois sans frais.

Pour plus de renseignements, contacter l'association ou directement l'agence CIC la plus proche.

(1) à hauteur de 150€ ; (2) 150 € valables sur toutes les nouvelles souscriptions de produits et services commercialisés par le CIC, offerts sous forme de réduction (liste limitative) : soit par un avoir (Contrat Personnel, abonnement Filbanque, cotisation Carte Bancaire, droits d'entrée Plan Assurance Vie, frais d'installation Protection Vol, frais de dossiers crédit immobilier), soit par un remboursement de frais déjà payés (Contrats de Téléphonie avec engagement, Contrat d'Assurance, frais de dossiers crédits conso) ou sous forme d'abondement (PEL, PEA Plan Bourse) conditionné à une durée minimum de détention de 1 an ; à défaut l'abondement devra être remboursé à la Banque. Offre réservée aux nouveaux clients de moins de 6 mois, personnes physiques, agissant à titre non-professionnel. Offre non cumulable avec toute autre offre promotionnelle en cours ou à venir. Voir conditions détaillées dans votre agence CIC. (3) 500 € valables sur les nouvelles souscriptions d'une sélection de produits et services* commercialisés par le CIC, offerts sous forme de réduction : soit par un avoir (Contrat Professionnel, abonnement Filbanque, cotisation carte bancaire, droits d'entrée Plan Assurance-Vie et Plan Assurance-Vie Pro, droits d'entrée Epargne et Retraite Force 3, frais de dossier crédit, cotisation logiciel PnF), soit par un remboursement de frais déjà payés (contrats de téléphonie avec engagement, contrats de santé Assurance Santé CIC et de prévoyance TNS Prévoyance). Offre réservée aux professionnels personnes morales ou physiques au titre du compte professionnel ouvert ou à ouvrir au CIC. Limitée à 1 Coffret Privilège par personne physique ou morale. Voir conditions détaillées dans votre agence CIC. Offre non cumulable avec toute autre offre promotionnelle en cours ou à venir.

Lucie Basch – diplômée ECLi 2014 – co-fondatrice de Too Good To Go



QUE SONT-ILS DEVENUS ?

Rencontre.

D'origine parisienne, Lucie arrive à Centrale Lille très motivée par la formation généraliste qui y est offerte. Elle est présidente du Gala, obtient le prix du projet G1-G2 le plus innovant, se spécialise en *supply chain* et entre dans un master intensif en Angleterre avant de s'expatrier quelques temps en Europe du Nord. En bref, « le travail ne [lui] fait pas peur » et, début 2016, elle crée Too Good To Go.



Quel a été ton parcours à l'École Centrale de Lille ?

Lucie Basch : J'ai adoré pouvoir toucher à beaucoup de sujets sans me spécialiser. Je me suis beaucoup investie dans le projet de G1-G2 (Biohand 3 – une prothèse de main pour enfants), un projet sur lequel nous avons travaillé de A à Z avec le partenaire. Mon implication dans les associations étudiantes a été importante, j'étais présidente de l'équipe Gala (Centrale Lille Prestige), et j'ai participé au Forum Rencontre et aux équipes de sport. Côté formation, c'est la logistique qui m'a rapidement attirée et j'ai vite aimé l'idée de connaître les *process* dans leur ensemble et de travailler à leur mise en place et amélioration. Ma dernière année s'est passée à la Cranfield University pour un master intensif en logistique et *supply chain*. Une année très dense, où le programme de deux ans se déroule en un an seulement, mais dans une très bonne ambiance. Sur le campus on pouvait croiser plus de 100 nationalités différentes, j'y ai beaucoup appris sur le monde et sur moi-même.

Fraîchement diplômée, tu poursuis tes études et un chemin commence à se dessiner pour toi...

J'ai débuté ma carrière dans l'agro-alimentaire, recrutée dans un programme accélérateur de carrière, chez Nestlé. Un *leadership program* qui offre un tour d'entreprise les 2 premières années pour former les futurs cadres leader. J'ai donc intégré les équipes de Nestlé pour l'amélioration continue des procédés au sein des 13 usines du Royaume-Uni. Une expérience très intéressante et enrichissante qui m'a fait faire le tour du pays et m'a mise en contact direct avec les différents niveaux hiérarchiques de l'organisation, de l'ouvrier au PDG.

Mais, tu as vite quitté l'agro-alimentaire, comment l'expliques-tu ?

Je suis restée plus d'un an dans la société avant d'acter que cela ne me correspondait pas. Cela n'a pas été une prise de conscience facile car intégrer une entreprise comme Nestlé c'est plus ou moins

s'assurer une carrière pour 40 ans avec tout le confort lié à l'entreprise. Mais elle est tellement énorme qu'il est impossible de s'exprimer : il fallait suivre les *process* et s'adapter à la structure, j'ai compris que ce n'était pas dans ce cadre que je pourrais avoir un impact quelconque.

Finalement l'un des maux de ma génération est de ne pas savoir ce qu'on a envie de faire. J'avais vu un discours tenu par Steve Jobs à des étudiants de Stanford où il expliquait qu'il avait eu la chance de connaître sa passion et d'aller jusqu'au bout ; pour d'autres il faut d'abord travailler à trouver sa passion et c'était mon cas.

Comment trouver ce qui va nous animer ?

Déjà au sein de l'industrie agroalimentaire, en voyant les usines, j'ai eu la certitude qu'il fallait revenir à un mode d'approvisionnement local et plus biologique. Alors, en effet, au moment où j'ai quitté Nestlé, je me suis donné du temps pour trouver ce qui allait me motiver pour les années à venir. Je suis allée en Norvège avec l'idée de prendre du temps pour moi, et pour mûrir un projet personnel en accord avec mes valeurs. Je me suis aussi rapprochée des communautés qui partagent ces envies et j'ai intégré OuiShare.

Finalement j'ai eu un déclin en passant devant une boulangerie d'Oslo juste avant sa fermeture : les commerçants jetaient les invendus. Cela m'a choquée et j'ai cherché à les récupérer mais on m'a expliqué que c'était interdit. Finalement j'ai pu les acheter pour trois fois rien, cela a soulagé la boulangère et la gourmandise était au rendez-vous ! C'est là que j'ai vu un marché se profiler. J'y ai travaillé dans mon coin pour mettre en relation les commerçants et les particuliers. J'ai repris mes cours de code, j'ai continué à apprendre. Quelques semaines après cela une amie m'a dit que mon application était lancée au Danemark, cela m'a d'abord mis un bon coup au moral, mais finalement je me suis dit que nous devons le faire ensemble et partager notre travail. C'est ainsi que des antennes se sont créées dans plusieurs pays. En juin 2016 je suis rentrée en France pour monter Too Good To Go France.



A PROPOS DE TOO GOOD TO GO

Too Good To Go est une plate-forme Internet (application mobile disponible sur iPhone et Android et site web) qui permet aux utilisateurs de récupérer à petit prix les invendus des commerçants en fin de journée.

Facile et responsable pour se régaler à petit prix ! Ce projet social qui lutte contre le gaspillage alimentaire offre une solution gagnant-gagnant aux commerçants et utilisateurs en sensibilisant le grand public à une problématique environnementale majeure. Cette vraie démarche sociale, solidaire, écologique et engagée a convaincu plus de 850 commerçants et 300 000 utilisateurs en France en moins d'une année.

On vous invite à en apprendre plus et à l'utiliser ! www.toogoodtogo.fr

D'après toi, pourquoi le modèle « 40 ans confortablement installé dans une entreprise » ne fait plus recette aujourd'hui ?

Il y a eu une révolution industrielle et maintenant une vraie révolution numérique. Non seulement nous avons tous un smartphone et nous sommes « connectés », mais nous avons aussi accès à l'information, à la connaissance du monde qui nous entoure et aux problèmes qui sont bien là. Il y a un changement de valeurs. Dans mes équipes il y a beaucoup de personnes très qualifiées mais qui ont préféré un métier qui a du sens à un métier où le salaire aurait pu être trois fois plus élevé... Il est plus facile d'avoir un impact aujourd'hui grâce aux outils numériques, il y a aussi une vraie conscience écologique et l'envie de toujours apprendre.

Too Good To Go et la « révolution numérique », ce n'est que pour les jeunes ?

Quand on a 15 ans d'expérience en entreprise, c'est difficile d'intégrer une entreprise et de comprendre un fonctionnement où l'on n'a pas de bureau, pas de secrétariat, pas de budget déplacements... C'est vrai que les équipes ont entre 20 et 30 ans, mais cela est plutôt lié au mode de vie et de travail qu'à l'outil numérique. D'ailleurs l'application est utilisée par tous types de profils, de 18 à 70 ans ! En ce sens la « liberté » du numérique n'a pas de limite d'âge.

Finalement, l'entrepreneuriat t'est plutôt tombé dessus sans être une vocation ?

Plutôt oui, même si je n'avais jamais exclu cette idée. J'ai toujours su que le travail ne me faisait pas peur. Je peux m'investir énormément dans un projet qui me tient à cœur. Un de mes anciens managers chez Nestlé m'avait dit « avec ton talent et ton énergie tu devrais te mettre au service d'un projet qui t'est personnel plutôt qu'ici ! ». Je pense qu'il avait compris avant moi ! Ainsi, Too Good To Go n'est pas seulement une initiative personnelle, c'est aussi le fruit d'une collaboration avec des partenaires qui avaient les mêmes valeurs que moi et avec qui nous n'avons pas cessé d'échanger pour s'améliorer.



L'équipe de Too Good To Go.

Je recommande au plus grand nombre d'entreprendre pour des projets personnels, pas forcément professionnels, parce que finalement on apprend plus sur le terrain que dans n'importe quelle grande école.

Quel est ton job aujourd'hui ?

C'est difficile à définir en quelques mots ! Chaque jour est différent, et je n'ai déjà plus le même poste qu'il y a six mois où j'avais beaucoup plus de matières techniques à régler. Aujourd'hui j'accorde beaucoup de temps au management, à prendre soin des personnes de mon équipe. On est dans un mode de hiérarchie horizontale où tout le monde est invité à discuter des grandes décisions.

Mon métier aujourd'hui c'est de m'assurer que l'outil fonctionne bien et réponde aux attentes des 280 000 personnes qui l'utilisent en France. Il faut aussi gérer notre stratégie à l'international, toujours en accord avec les co-fondateurs. C'est aussi beaucoup de relations publiques, un aspect qui prend beaucoup de temps !

Il y a déjà beaucoup de restaurateurs partenaires à Lille, et maintenant des nouveaux à Tourcoing et Roubaix, restes-tu attachée au Nord ?

Too Good To Go est organisé en sept pôles régionaux en France. J'ai longtemps gardé la charge de développer le Nord car je connais et j'aime cette région ! C'est toujours un plaisir d'y retourner. Plus récemment, Marie Turpin (ITEEM 2014)

a rejoint notre équipe pour me remplacer. On sait qu'avec la population étudiante et la multitude de restaurants, nous répondons à un vrai besoin et partout il faut s'organiser pour réduire le gaspillage alimentaire.

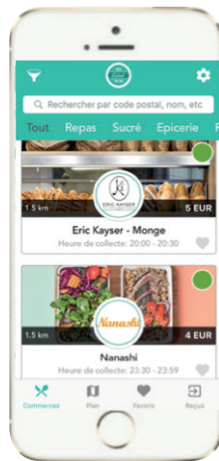
Que te reste-t-il de Centrale Lille ?

Être diplômée de Centrale Lille est une fierté pour moi. Je n'en avais pas conscience – ou pas à ce point – mais la marque Centrale est reconnue par tous et partout. C'est une sorte de passeport autant auprès des commerçants que nous démarchons que pour la presse qui s'intéresse à ce profil. Grâce à Centrale Lille, je connais les rouages des grandes entreprises et je sais à quelles difficultés elles font face. Nous arrivons ainsi à mieux les approcher et nous gagnons leur confiance plus facilement. Le terrain me semble un peu plus favorable et dès le départ l'image de la société est plutôt bonne. Les compétences que j'ai acquises m'ont aussi permis d'occuper tous les postes de Too Good To Go au fur et à mesure de sa création, grâce à quoi je garde une vraie proximité avec les équipes techniques.

C'est un cadeau et un avantage qu'on garde toute sa vie et j'en suis très fière.

Un mot dernier mot pour les étudiants ?

Avant tout, utilisez Too Good To Go ! Vous mangerez bien, à tout petit prix, en découvrant de supers endroits et en luttant contre le gaspillage alimentaire. Et puis, réfléchissez à ce que vous avez envie de faire sincèrement, quitte à innover franchement. ■



Aperçu de l'application.

LES ÉLÈVES INNOVENT

L'EAUTECH

Si l'innovation est aujourd'hui pour nous le maître-mot, ce n'est pas le cas dans l'ensemble du monde. En effet, l'accès à l'eau potable, qui est un besoin vital, reste extrêmement limité pour un tiers de la population mondiale, tout comme l'accès à des ressources énergétiques. Face à cette problématique, il paraît alors essentiel de chercher des solutions utilisant les ressources disponibles localement, comme l'eau de mer, le soleil et les matériaux de récupération.

C'est dans cette optique qu'est né le projet L'EauTech, mené par six étudiants en partenariat avec l'association Gold Of Bengal (goldofbengal.com). Cette association, regroupant ingénieurs et passionnés, vise à promouvoir les technologies low-tech, via Internet et des expéditions maritimes.

Derrière le nom L'EauTech se cache donc l'eau potable que devra produire le prototype que nous allons concevoir à l'aide de technologies low-tech, qui feront appel

à des ressources locales, de faible coût, et à des procédés simples. Ce projet consiste ainsi à construire un dessalinisateur autonome low-tech, qui devra permettre la production d'eau potable pour un foyer.

Il s'inscrit dans la continuité des projets OpenSol et Delta menés à l'École l'année passée. Le projet OpenSol a abouti à un concentrateur solaire low-tech et le projet Delta à un dessalinisateur low-tech. Notre projet consiste à optimiser ces prototypes et à créer un système de couplage entre les deux. Le premier enjeu réside dans l'amélioration de la source d'énergie solaire, afin de pouvoir utiliser le procédé de distillation assez énergivore développé par le projet Delta. Ce projet fait appel à des connaissances en



transfert énergétique par rayonnement, conduction et convection, ainsi qu'à des techniques de mécanique pour la fabrication.

Le suivi d'une démarche low-tech demande bien plus que la mise en œuvre d'une solution technique car le prototype conçu doit être partagé pour être amélioré collaborativement et atteindre ses populations cibles. Ainsi, le projet L'EauTech vise également à créer et partager un tutoriel écrit et une vidéo de fabrication du prototype sur le site Low-tech Lab développé par Gold of Bengal. ■

LES NOUVELLES DES ÉTUDIANTS

Le club voile et la course croisière EDHEC

La semaine de compétition à Arzon a été un franc succès. La course croisière EDHEC est une régate de voile exigeante qui permet de profiter de rencontres privilégiées entre étudiants. Nous étions inscrits dans la catégorie *Osiris Habitable* et nous avons couru sur un *First 31.7* que notre skipper, Ludovic Menahes, propriétaire du bateau, s'attelle à rendre chaque année plus compétitif en navigant lui-même lors de nombreuses régates. Nous le remercions chaleureusement, lui qui a fait preuve de patience pour nous faire progresser et qui, en plus d'être devenu un véritable membre de l'équipage, a réussi à nous transmettre sa passion de la voile. Il a finalement su

rendre la navigation exigeante mais plaisante et nous a réellement permis de progresser. Les régates ont été pour chacun une occasion de se dépasser.

Nous avons eu la chance d'avoir un temps hors du commun pour la saison en Bretagne, même si un peu plus de vent aurait pu être appréciable.

Le projet a commencé en septembre 2016, à la reprise de l'association par notre nouvelle équipe. C'est une tradition de participer à cette course et il s'agit de l'événement le plus marquant de l'année pour le club voile. Le montage des différentes phases du projet, le travail en équipe, le contact avec les entreprises ont été une vraie source d'enrichissement.

Le bilan de cette semaine est très positif. Nous remercions nos partenaires



Sopra Steria, RevisAudit Premium, l'association des centraliens de Lille, le Forum Rencontre, et l'École Centrale de Lille, pour l'aide qu'ils nous ont fournie, et espérons que cette collaboration entre entreprises et étudiants continuera pour un enrichissement mutuel.

Paul Cazelles ■

Président du club voile Centrale Lille

Journal de Bord

• Samedi 1^{er} avril

Départ en voiture de Lille pour Arzon à 5 h. Destination : le port du Crouesty, dans le golfe du Morbihan. Première journée dédiée aux inscriptions de l'équipage, du bateau, de ses équipements et des sponsors. Premier choix stratégique : le nombre de personnes qui navigueront à chaque manche qui ne peut changer d'un jour à l'autre. Pour notre équipage constitué de huit élèves, c'est décidé : seuls cinq d'entre nous navigueront par roulement avec le skipper.



• Dimanche 2 avril

Après-midi entraînement avec notre skipper sur notre *Beneteau first* au niveau d'équipement impressionnant. Soleil au rendez-vous et vent d'abord favorable mais manche d'entraînement repoussée d'une heure faute de vent. Problème de notre radio VHF, qui nous contraint à partir en dernier. Mais nous finissons dans le peloton de tête. Puis nouvel entraînement dans des conditions plus sportives (16 nœuds).



• Lundi 3 avril

Beau temps mais peu de vent. Début de la manche pour les 180 bateaux repoussé en début d'après-midi sur un parcours côtier (parcours entre bouées de signalisation permanentes en mer). Comme de nombreux autres équipages départ raté en raison d'un défaut de canal. Défi encore plus grand : départ avec presque 4 minutes de retard (d'autres n'ont même pas pu franchir la ligne dans les 5 minutes imparties après le signal

départ). Remontée inespérée. Vingt-deux *First 31.7*, inscrits à cette compétition avec un classement pour ce seul modèle de bateau : l'oriflamme rose. Nous finissons 4^{ème} sur 22.

• Mardi 4 avril

Début de la manche vers 11 h à Port Haliguen Quiberon, à plus de 9 miles, pour y faire une étape d'une nuit. Vent au rendez-vous avec près de 15 nœuds. Navigation physique. Journée intense : au coude-à-coude avec les premiers, pendant les longs bords de près, pour les dépasser au vent. En tête de la régata après 5 heures de navigation. Avant la dernière bouée, empannage raté : erreur fatale ; l'ENSTA Bretagne nous devance à l'arrivée.

• Mercredi 5 avril

Mêmes conditions qu'hier, mais retour dans le golfe du Morbihan moins compliqué. La compétition de la veille se fait sentir : courbatures, bleus, écorchures. Excellent départ. En tête longtemps mais repris dans les derniers mètres ! Résultat : 3^{ème} pour la manche, 3^{ème} au classement provisoire !

• Jeudi 6 avril

La pression augmente. Objectif : l'ISTEC, 2^{ème}. Aujourd'hui deux parcours tactiques. Mauvais départ pour la première manche : nous finissons 5^{ème}. Mais excellent départ pour la deuxième manche et course entière en tête : nous sommes 2^{ème} au classement général !

• Vendredi 7 avril

Grosse déception à la vue de la publication des résultats de la veille : notre bateau est signalé comme ayant grillé la ligne de départ de la manche où nous

terminons premier. Première place si durement gagnée remplacée par une 23^{ème} place ! Notre deuxième place au général envolée ! Mais il est possible d'annuler une manche pour cinq courues, nous sauvegardons notre 3^{ème} place en annulant celle-ci. La déception est grande et il fallait une dernière manche exceptionnelle pour rattraper ce retard. Le vent, trop faible, en décide autrement : aucune manche n'est lancée cette après-midi-là.

• Samedi 8 avril

À l'issue de cette semaine de régata, l'équipage de Centrale Lille finit sur le podium dans la catégorie *First 31.7* devant 19 autres écoles ! L'équipage est très fier de ce résultat et a passé une semaine de compétition inoubliable ! Seul regret : ne pas avoir été qualifiés pour la finale qui opposait tous les équipages ayant fini dans les 2 premiers de leur catégorie. Nous avons néanmoins tous le sentiment d'avoir énormément appris de cette formidable aventure et expérience. Cela nous motive tous encore plus pour revenir l'année prochaine ! ■

Cheer Up ! Retour sur une 10^{ème} édition de la CCC réussie !

Le 6 avril dernier s'est tenue dans l'après-midi la 10^{ème} édition de la Course Contre le Cancer organisée par l'antenne de Cheer Up ! Centrale Lille.

Cheer Up ! est une association étudiante nationale présente dans une vingtaine de grandes écoles.

Les étudiants membres de l'association se rendent dans les hôpitaux pour



La Fanfare met l'ambiance.

rendre visite à des jeunes de 15 à 25 ans atteints de cancer ou d'une maladie nécessitant une hospitalisation longue ou régulière. Le but est de les aider à se projeter dans l'avenir en les accompagnant dans leurs projets.

L'antenne de Centrale Lille organise par ailleurs plusieurs événements au cours de l'année comme l'*Octobre Rose* ou le *Movember* afin de sensibiliser les étudiants à la maladie et plus particulièrement à ce qu'est le cancer et le quotidien des enfants malades.

Parmi ces événements, le plus important se déroule chaque année au printemps : la Course Contre le Cancer. Le principe est simple, pour chaque tour réalisé sur le parcours, l'association reçoit de l'argent des sponsors démarchés durant l'année. L'argent ainsi récolté est partagé entre les dons pour la recherche médicale contre le cancer et une cagnotte pour les projets des jeunes des hôpitaux dans lesquels Cheer Up ! Centrale Lille intervient.

Cette année la course a été un grand succès ! Le beau temps était au rendez-vous et 285 personnes se sont donné rendez-vous tout au long de l'après-midi pour courir ou tout simplement marcher sur le parcours et ainsi réaliser le plus de tours possibles.

Ensemble ils ont totalisé 3 215 tours ! Ce qui a permis de collecter 1 608 euros.

1 000 euros ont été reversés à l'unité de recherche sur les tumeurs cérébrales pédiatriques du centre hospitalier Oscar-Lambret de Lille et 608 euros à la Ligue contre le cancer. La Course Contre le Cancer a également permis de rassembler des associations centraliennes : les Pompoms et le club rock ont offert des animations et le Plugging, Engine Hearing et la Fanfare (qui a même participé aux tours !) ont grandement participé à mettre une bonne ambiance !

Cheer Up ! Centrale Lille tient particulièrement à remercier tous les participants et ses sponsors pour avoir permis à cet événement de voir le jour. L'association remercie aussi les associations de sensibilisation (Défi de Fortunée, Clowns de l'espoir et Choisir l'espoir) qui étaient présentes.

Nous vous attendons encore plus nombreux l'année prochaine pour nous aider à mener à bien nos projets et ceux des enfants. ■



Lille aux Jeux par Centr'All Games

L'événement a eu lieu le week-end du 29-30 avril au parc Jean-Baptiste-Lebas à Lille. Nous avons eu une météo chancelieuse et nous avons pu accueillir plusieurs centaines de parents et enfants sur les deux jours. Nous avons en particulier eu la visite d'un diplômé (promotion 1951 !) et son épouse.

L'événement sera très probablement reconduit l'an prochain par le nouveau bureau de l'association. Cette fois, un thème sera possiblement imaginé. La nouvelle équipe, et le président Quentin Leulier sont très motivés !

Lucas Gerretsen ■

Président 2016-2017 Centr'All Games



Le Gala de Centrale de Lille est un événement incontournable pour l'École. En effet, les étudiants ingénieurs ont la chance de rencontrer des anciens diplômés de l'École grâce à cette soirée. C'est pourquoi la nouvelle équipe du Gala aura le plaisir d'organiser la 12^{ème} édition du Gala. Le 21 octobre 2017, quatre promotions soit six cents personnes partageront ce moment de convivialité et de bonheur aux salons Kennedy à Armentières.

Cette année, nous mettrons à l'honneur la promotion 2012. Nous accueillerons donc avec grand plaisir votre famille et vos amis pour qu'ils passent une soirée inoubliable.

Le Gala sera différent de celui des années précédentes, notamment par son thème, le cinéma, et par la structure particulière du lieu. Effectivement, nous avons la chance d'avoir deux salles pour

cette soirée : une salle servira donc à la réception et au dîner tandis que l'autre salle sera utilisée pour la soirée dansante. Au cours du dîner, les invités pourront apprécier plusieurs animations tel un concert par des associations de l'École et plus encore.

Pour les déplacements, des navettes gratuites seront mises en place depuis la résidence et le centre-ville de Lille pour desservir la salle et ramener les invités après la soirée dansante.

Pour cet événement, l'association s'est entourée d'Ullys comme partenaire vestimentaire et de Flixbus.



LES NOUVELLES DE CENTRALE LILLE

Centrale Lille engagée dans la création de la fédération de recherche « Transports terrestres et mobilité »

Avec plus de 88 000 emplois, le secteur des transports terrestres et de la mobilité (ferroviaire, automobile, logistique) représente une part importante de l'économie dans la région Hauts-de-France. Ce secteur fait face à de nouveaux défis sociétaux et environnementaux. C'est pour les relever qu'a été créée la fédération de recherche Transports terrestres et mobilité, inaugurée le 28 avril 2017. Elle est issue d'une recherche collaborative d'excellence au sein de quatre laboratoires : le centre de recherche en informatique, signal et automatique de Lille (CRISAL) ; l'institut d'électronique, de microélectronique et de nanotechnologie (IEMN) ; le laboratoire de mécanique de Lille (LML) et le laboratoire d'automatique, de mécanique et d'informatique industrielles et humaines (LAMIH). Leur travail en synergie permettra d'« aller plus loin ensemble au profit d'une mobilité renouvelée », a souligné Emmanuel Duflos, directeur de Centrale Lille, dans son discours lors de l'inauguration de la fédération de recherche.

• Développer des transports et une éco-mobilité plus sûrs

En mutualisant les moyens et les personnels, en créant des synergies disciplinaires et multidisciplinaires et en ouvrant de nouveaux champs d'investigation dans

le domaine des transports terrestres et de la mobilité, la fédération de recherche vise à « développer des transports et une éco-mobilité plus sûrs, plus intelligents, plus verts, plus intégrés et personnalisés ». 330 personnes y travaillent en permanence sur sept thèmes multidisciplinaires. Il s'agit d'innover dans les domaines suivants :

- l'humain dans les transports et la mobilité : éco-conduite et assistance à la conduite, handicap vieillissement et mobilité, sécurité ;

- l'optimisation des systèmes de mobilité et de la logistique : co-modalité, gestion et accroissement de la capacité de trafic, chaîne d'approvisionnement et routage ;

- nouveaux matériaux et concepts structuraux : allègement structural, durabilité, fiabilité et sécurité, réduction des nuisances sonores, recyclage ;

- dimensionnement et performances des fonctions des véhicules : efficacité énergétique des motorisations, contrôle aérodynamique, mobilité intelligente et sûre.

Recherche : Centrale Lille, CentraleSupélec et le Brésil additionnent leurs forces pour les énergies renouvelables

• Le laboratoire international associé Énergie et Environnement vient de voir le jour

Les laboratoires français et brésiliens vont collaborer pour la recherche sur les énergies renouvelables. Depuis plus de dix ans, le réseau 6+5 (regroupant 6 universités brésiliennes et les cinq écoles Centrale) permet de nombreuses collaborations en formation entre la France et le Brésil. L'idée d'élargir ces collaborations à la recherche est née au fil du temps. « Nous nous sommes tous

rencontrés en décembre 2013 pour la première fois pour élaborer notre projet », se souvient Sébastien Paul, professeur à Centrale Lille et correspondant de l'unité de catalyse et de chimie du solide (UCCS). Le projet du réseau 6+5 a vu le jour le 3 mai 2017 : le laboratoire international associé (LIA) franco-brésilien Énergie et Environnement a été officiellement lancé lors d'une cérémonie à l'université de Sao Paulo.

Sont membres fondateurs : l'unité de catalyse et de chimie du solide, Centrale Lille, l'université de Lille - sciences et technologies, l'ENSCL, l'université d'Artois, le laboratoire énergétique moléculaire et macroscopique, combustion (EM2C, avec CentraleSupélec), le laboratoire des signaux et systèmes (L2S, avec CentraleSupélec et l'université Paris-Sud), l'université de Sao Paulo (USP) et l'université de Campinas (Unicamp). Nasser Darabiha, de CentraleSupélec, et José Pissolato, de Unicamp, en sont les coordinateurs.

• Les énergies renouvelables comme objectif

Le nouveau LIA effectue des recherches sur les énergies renouvelables avec trois axes de travail : la transformation et la production d'énergie, l'environnement – Sébastien Paul en a la charge – et le réseau électrique. Le laboratoire d'électrotechnique et d'électronique de puissance de Lille (L2EP) est membre associé du LIA pour son expertise dans les réseaux électriques. L'intérêt du LIA repose sur la possibilité de croiser les compétences et les savoir-faire, de mener des projets en commun. Des collaborations sont déjà en cours : Robert Wojcieszak, chercheur à l'UCCS est allé effectuer son post-doctorat à Sao Paulo et plusieurs étudiants brésiliens sont actuellement en stage à l'UCCS. Les projets futurs se dessinent déjà : « par exemple, l'Unicamp possède une expertise dans la combustion des biocarburants. Nous, ici à l'UCCS, nous produisons des biocarburants. Les équipes du Brésil pourraient donc étudier comment brûlent les biocarburants que nous produisons en France », explique Sébastien Paul. Cette approche intégrée de la recherche et les



Emmanuel Duflos, directeur de Centrale Lille, lors de l'inauguration de la fédération de recherche Transports terrestres et mobilité.



Nasser Darabiha est le coordinateur du LIA Énergie et Environnement pour la France.

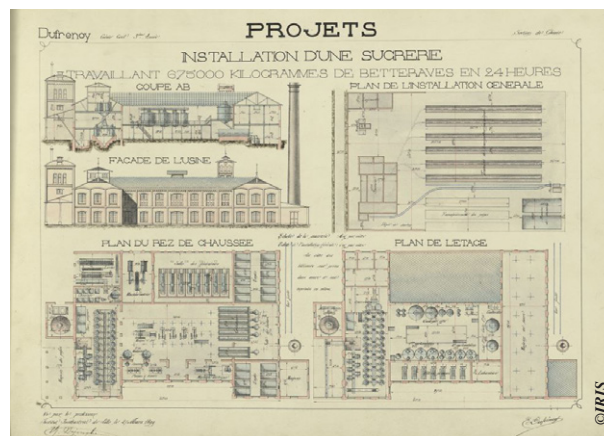
compétences rassemblées dans un même projet ont intéressé de grandes entreprises, comme PSA, Total, Petrobras, présentes lors de la cérémonie de lancement. Le Brésil possède une ressource en biomasse très importante, ce qui intéresse fortement les chercheurs de l'UCCS qui travaillent justement sur les transformations de la biomasse. « Depuis les années 1970, le Brésil a développé des biocarburants, comme le bioéthanol. Il a un savoir-faire rare depuis plus de 40 ans. De notre côté, nous avons des équipements uniques au monde, comme la plateforme REALCAT. En croisant toutes nos compétences et nos attentes, en multipliant les interactions, nous pourrions avancer dans la recherche », conclut Sébastien Paul.

Des ouvrages datant des XIX^e et XX^e siècles à découvrir au format numérique

Depuis 163 ans, les ouvrages scientifiques, les travaux d'élèves, les manuels scolaires ont constitué le patrimoine scientifique de Centrale Lille. Un patrimoine qu'il faut valoriser et conserver. « Quand nous avons débarrassé l'ancien centre de documentation, nous avons trouvé des ouvrages très anciens. Nous avons voulu rendre visible ce patrimoine », explique Salima Halitim, chargée des ressources documentaires. Et pour valoriser ce patrimoine et en assurer la sauvegarde, Centrale Lille s'est tournée vers IRIS, la bibliothèque numérique en histoire des sciences de l'université de Lille - sciences et technologies. Les chercheurs de la

bibliothèque ont sélectionné 76 ouvrages datant de 1869 à 1937, soit 148 ans pour le plus ancien. Ils les ont ensuite entièrement numérisés et mis en ligne avant de rendre les exemplaires papiers à Centrale Lille, en charge de les conserver. « Ces ouvrages ont été sélectionnés par les chercheurs de l'université de Lille, sciences et technologies, parce qu'ils n'existent nulle part ailleurs. Ils n'ont jamais été numérisés », indique Salima Halitim.

Cette collection contient des manuels scolaires, des traités scientifiques mais aussi des travaux d'élèves dont certains présentés à l'exposition universelle de 1900. L'aide-mémoire de l'ingénieur mécanicien de 1923, le Traité de construction civile de 1906, les Tables rapides pour l'analyse chimique des jus de betteraves obtenus par pression ou par diffusion de 1911, les travaux des élèves lors de leurs cours de dessin en 1885 livrent un témoignage historique sur la façon de travailler et d'étudier à l'époque de l'IDN, entre la fin du XIX^e et le début du XX^e siècles. Elle dévoile aussi la vie de l'établissement à travers le livre d'or des ingénieurs et élèves morts pendant la première guerre mondiale ou la publication de l'association des diplômés *Aux amis de l'IDN*, en 1928. Pour consulter l'ensemble de ces ouvrages, rendez-vous sur le site iris.univ-lille1.fr puis tapez « Centrale Lille » dans la barre de recherche, sans oublier les guillemets.



Dessin d'élève présenté lors de l'exposition universelle de 1900. Il s'agit des plans d'une sucrerie travaillant 675 000 kg de betteraves en 24 h.

Les membres du LIA LICS signent pour quatre années de plus

Depuis 1995, la France et la Russie collaborent étroitement dans la recherche dans les domaines de l'électronique fonc-

tionnelle, l'acoustique et la fluïdique. Cette collaboration a donné naissance en 2004 au LIA LEMAC, devenu en 2012 le LIA LICS (laboratoire international sur les phénomènes critiques et supercritiques en électronique fonctionnelle, acoustique et fluïdique) sous la tutelle de Centrale



Philippe Pernod lors du cinquantenaire des coopérations franco-russes à Moscou en novembre dernier.

Lille, porteur du projet, de l'université de Lille - sciences et technologies, de l'IEMN et du CNRS.

La recherche franco-russe a connu de nombreux succès, citons par exemple : un nouveau concept de mémoire ultra-basse consommation ; des micro-actionneurs pour les contrôles d'écoulements en aéronautique et automobile pour la réduction de gaz à effet de serre ou encore pour les interfaces tactiles. De nouveaux concepts de micro-capteurs d'imagerie et de thérapie ultrasonores, etc. sont encore en développement. En effet, le LIA LICS a été renouvelé pour une période de quatre ans. Philippe Pernod, directeur de la recherche, de l'innovation et de la valorisation de Centrale Lille, s'est rendu à Moscou du 21 au 23 mai pour y signer officiellement le renouvellement à l'ambassade de France à Moscou. Ce renouvellement n'est possible qu'une seule fois.

Centrale Lille accueille CASTing pour trois ans

Le recrutement CASTing est une voie d'admission parallèle pour intégrer les écoles Centrale, accessible à tous les candidats titulaires d'une licence ou d'un bachelors à caractère scientifique. Au total, 115 places sont ouvertes pour l'ensemble des cinq écoles Centrale, avec le statut étudiant ou apprenti en fonction des écoles. Le recrutement CASTing se



déroule tour à tour dans l'une des cinq Écoles, et pour une durée de trois ans. Cette année, c'est à Centrale Lille qu'il a eu lieu. Le recrutement se déroule en deux étapes : l'admissibilité sur dossier puis la phase d'admission qui consiste en épreuves écrites de mathématiques, physique et mécanique suivies d'un oral scientifique et d'un entretien. Les 10 et 11 mai, le jury d'admissibilité s'est réuni pour examiner les 221 dossiers reçus. Il a retenu 139 candidats qui ont été conviés pour la phase d'admission qui a eu lieu du 14 au 16 juin dans les locaux de Centrale Lille.

Mark Coopersmith, entrepreneur et professeur à l'université de Berkeley passionné les élèves de Centrale Lille

« *What's a good idea ?* », voilà comment Mark Coopersmith, entrepreneur, responsable du programme entrepreneurial à Berkeley, a commencé sa conférence le mardi 2 mai à Centrale Lille. Deux cents personnes, des étudiants en majorité, mais aussi des entrepreneurs des incubateurs d'Euratechnologies, TONIC et de la Plaine Images, s'étaient inscrites à la conférence – organisée dans le cadre de la formation des élèves de quatrième année de l'ITEEM – dont le thème était Comment lancer une start-up qui réussit : la vision de la Silicon Valley. Lors de cette conférence, Mark Coopersmith a révélé les points clés qui contribuent aux succès des start-up



Mark Coopersmith, professeur à l'université de Berkeley, a dévoilé les secrets des start-up de la Silicon Valley.

du point de vue de la Silicon Valley. À travers des exemples, dont certains vécus, d'autres surprenants, il a guidé son auditoire dans les pratiques, les échecs et les rebonds des entrepreneurs de la baie de San Francisco. La gestion de l'incertitude et le financement ont également été abordés par le professeur de l'université de Berkeley. Les enseignants de Centrale Lille entretiennent des relations régulières avec ceux de Ber-



Les élèves lauréats et les membres du jury.

keley depuis 2014, Mark Coopersmith a donc accepté l'invitation de Fabrice Léger, responsable de la filière entrepreneurial de Centrale Lille, organisateur de la conférence. « *L'objectif est de proposer des conférences qui apportent un autre angle d'éclairage à nos élèves, avec par exemple des points de vue internationaux comme c'était le cas pour cet événement* », explique Fabrice Léger. « *L'interactivité entre les élèves et Mark Coopersmith était vive. Les élèves m'ont indiqué qu'ils étaient entrés dans le sujet avec intérêt* », conclut-il.

Les trois gagnants du jury de félicitations de l'activité projet

Le jury de félicitations de l'activité projet G1-G2 a eu lieu vendredi 12 mai. Le jury, composé d'enseignants, de cadres d'entreprises partenaires de Centrale Lille et de membres de l'association des Centraliens de Lille, Roland Marcoin, président, et Angélique Harant, déléguée générale, a sélectionné trois projets parmi les quinze qui lui ont été présentés.

Le premier prix a été attribué à l'équipe de Drink the air : déjà lauréate du prix de l'association des Centraliens de Lille en

2016, elle a conçu une machine capable de transformer l'humidité de l'air en eau potable. Ce projet a été proposé par l'association Gold of Bengal qui milite à travers son projet Nomades des mers pour la low-tech. La low-tech s'oppose à la high-tech et consiste à repenser la façon de construire les objets du quotidien. Ses principes reposent sur des objets de fabrication locale, à faible impact environnemental, économiques, réparables (lutte contre l'obsolescence programmée) et constructibles par tous et partout.

Le projet PhAR, un chariot pour les médicaments à l'hôpital a reçu le deuxième prix. Il vise à faciliter la logistique

de l'approvisionnement en médicaments dans les différents services de l'hôpital. Actuellement, un interne – seul – parcourt les rayons de la pharmacie de l'hôpital et gère les commandes. Le chariot PhAR est un outil qui lui permet d'optimiser sa tournée : le chariot calcule l'itinéraire optimal dans les rayons, chaque service est représenté par une boîte qui s'ouvre automatiquement quand le médicament commandé est pris dans le rayon, évitant ainsi les erreurs d'approvisionnement.

Enfin, le projet Braille tab s'est vu remettre le troisième prix. Il s'agit d'une tablette spécialement conçue pour permettre de transcrire un document papier en braille. Le document est photographié puis l'information est traitée pour que le texte soit reconnu comme chaîne de caractères. Il s'affiche alors en braille – et donc en relief – sur la tablette permettant ainsi aux aveugles et déficients visuels de lire le document. ■

RENTRÉE 2017

- **Lundi 4 septembre** : formation IG21.
- **Judi 7 septembre** : formation ITEEM.
- **Vendredi 8 septembre** : formation École Centrale de Lille.

LA VIE DES GROUPES

Internationaux et régionaux.

HAUTS-DE-FRANCE

Toute la métropole lilloise à nos pieds !

En cette belle fin de journée du 19 mai, un groupe de dix personnes, ingénieurs et accompagnants, a été accueilli par Paul Mercier (ECLy79), secrétaire général d'Euralille SPL.

Il nous a fait le plaisir de nous recevoir au dix-huitième étage de la tour Euralille, la « botte verte » située au dessus de la gare Lille-Europe. Et comme les locaux de la SPL font tout l'étage, nous avons commencé la réunion par un tour panoramique, passant d'un bureau à l'autre. La météo était belle et la vue nous a permis de découvrir par les fenêtres le paysage à la ronde : d'abord est et nord, de Villeneuve d'Ascq (stadium Nord et stade Pierre-Mauroy) au mont Saint-Aubert près de Tournai à 25 km, puis, à l'ouest, les monts de Flandres (Cassel à 45 km, Cats, Kemmel, Noir...), et enfin le sud avec les terrils et les collines de l'Artois à 40 km, dominées par les 300 m de l'antenne du relais de télévision de Bouvigny-Boyeffles (ça c'est chez moi !).

Dans la salle de réunion, plusieurs maquettes et surtout sur la table, une très grande photo aérienne très nette et précise de Lille, mise à jour avec les aménagements faits et ceux à venir. Cette photo a servi plusieurs fois de repère lors de la présentation faite par Paul. On situe bien l'emplacement des anciens remparts de Lille à la place desquels ont été aménagés les différents grands boulevards et périphériques.

L'aménagement du sud de Lille a commencé dès la décision d'amener le TGV en plein cœur de Lille, victoire de Pierre Mauroy, alors maire de Lille, sur le premier ministre Jacques Chirac qui avait signé pour une gare à l'extérieur de la ville. L'élaboration et l'organisation des projets ont été assurées par la société d'économie mixte Euralille, créée en 1990 et devenue société publique locale (SPL) en 2011.

Le déplacement du boulevard périphérique plus au sud a libéré une surface importante permettant de construire entre autres la nouvelle gare, le centre commercial Euralille, le grand palais et les premières tours au début des années 1990. Euralille s'est depuis imposé depuis comme le troisième quartier d'affaires français.

Le dernier lot terminé est le quartier *Bois habité* inauguré en septembre 2012. Ce sont de petits bâtiments, lumineux et boisés, construits au-delà du siège du conseil régional. Ce quartier a été organisé avec des immeubles de bureaux et d'hôtels en pourtour coupant le bruit du périphérique pour les logements situés au centre.



Plan Euralille.

Le dernier quartier en cours d'aménagement est celui de la porte de Valenciennes. Les vieilles barres HLM ont été détruites (trois cents logements remplacés par mille dont 30 % en logements sociaux) et le quartier découvre une nouvelle vie autour d'aménagements modernes, comme la maison Stéphane-Hessel, regroupant la nouvelle auberge de jeunesse, une crèche et la maison de l'économie sociale et solidaire, avec une circulation plus fluide après la suppression des ronds-points tordus de Lille Moulins. La nouvelle piscine olympique sera-t-elle vraiment construite dans ce quartier ?

Les réflexions se portent maintenant sur les aménagements de l'ancienne gare Saint-Sauveur et sur Euralille 3000, zone comprise entre le rond-point Carnot et la gare TGV.

Ces quartiers se sont transformés en profondeur depuis vingt-cinq ans. Et les ingénieurs diplômés qui voudraient revenir sur Lille après l'avoir quittée à la fin de leurs études doivent s'attendre à beaucoup de changement !

Nous remercions chaleureusement Paul pour son accueil et pour cette présentation.

Étaient présents (certains accompagnés) : Vincent Caulier (ECM87), Laure Denis, Éric Devaux (ECLi85), Maylis Duploux (ECLi16), Jean-Patrick Galopin (ECP69), Yann Longin (ECLi96), Roland Marcoin (ECLi72), Jean-Paul Robert (ECLi76), Fabien Rouquette (ECLy03) et Paul Mercier (ECLy79).

Éric Devaux (85) ■

PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR

Protection sociale : comprendre les enjeux de la retraite

Retour sur la soirée thématique organisée par l'intergroupe des centraliens et Supélec en Provence le 4 avril 2017 dans les locaux de la Carsat Sud-Est à Marseille.

Après un premier exposé l'an passé sur les risques professionnels en entreprise, Bertrand Caubrière (ECN93), avec l'appui de Lionel Evesque (ECM87), tous deux ingénieurs-conseils à la Carsat Sud-Est, nous a présenté cette fois une seconde facette de ce qui constitue l'un des piliers de la protection sociale en France, celle de la retraite.

En parcourant le cheminement historique de la mise en place

des systèmes de protection des travailleurs, on comprend mieux l'origine des multiples régimes sociaux qui constituent aujourd'hui un vrai casse-tête pour nos instances politiques, quelle qu'en soit la couleur ! C'est en 1673 que Louis XIV institua un premier système de protection des marins, par la mise en place d'une caisse de retraite assurant une subsistance décente aux équipages de la Marine royale après une vie de labeur sur les bateaux. Dans les siècles suivants, de nombreux régimes de retraite furent institués par catégories professionnelles en fonction de l'évolution des métiers et sous la pression des personnels concernés.

C'est en 1945 que l'idée de la solidarité s'impose et que se met en place en France, ce régime général obligatoire fondé sur le principe selon lequel « les retraités se partagent les cotisations des actifs au prorata de leurs cotisations passées ». C'est le régime de répartition toujours en vigueur à ce jour. Malgré son qualificatif et depuis son instauration, ce régime général n'a pas supprimé les régimes autonomes dédiés aux agriculteurs, aux artisans, commerçants ou professions libérales et voit le maintien de nombreux régimes spéciaux hérités de l'histoire (mineurs, cheminots, fonctionnaires, marins...).

L'édifice « retraite » se complexifie un peu plus avec l'émergence des caisses complémentaires ARRCO pour tous les salariés relevant à son démarrage du CNPF (maintenant MEDEF) et AGIRC pour les cadres de l'industrie et du commerce. L'équilibre financier de l'ensemble est bien maîtrisé pendant plusieurs décennies puis s'est progressivement dégradé depuis une trentaine d'années, conséquence directe de la poussée du chômage et de la progression



de l'espérance de vie. D'où les tentatives de rééquilibrage déclenchées par les gouvernements successifs en jouant sur certains paramètres tel l'âge légal de départ à la retraite.

Aujourd'hui, les ajustements se poursuivent pour retrouver l'équilibre financier et chacun aura pu noter la volonté de simplifier l'édifice dans le programme du nouveau président. Il y a du pain sur la planche !

L'exposé didactique a passionné l'auditoire constitué par un panel de 25 ingénieurs centraliens représentant les 5 associations et couvrant un éventail de toutes les générations, des années 50 jusqu'à aujourd'hui. En conclusion de cette soirée de réflexion sur un sujet d'actualité, un buffet dînatoire, à la fois copieux et de très grande qualité, a été offert par la Carsat Sud-Est. Une prolongation bienvenue favorisant de nombreux échanges toujours utiles.

André Chalony (ECN59)

Alexis Bourdeaux (ECN10)

pour l'intergroupe des centraliens et Supélec en Provence ■

GULF COOPERATION COUNCIL

Soirée barbecue à Dubaï

Le groupe des centraliens-Supélec des pays du Golfe s'est réuni le 20 avril dernier autour d'un barbecue convivial chez Alain Garnier (ECLi87).

Nous avons eu le plaisir de nous retrouver encore plus nombreux cette fois, et l'ensemble des cinq écoles Centrale, Lille, Lyon, Marseille, Nantes et Paris était représenté lors de cette soirée. La température, encore agréable en ce milieu de mois d'avril, nous a permis de profiter de cette soirée à l'extérieur, dans le *majlis* traditionnel de la culture locale, mot arabe qui signifie « endroit où l'on s'assoit », et qui est destiné aux longues soirées entre amis. Ceux qui se sont joints à nous pour la première fois ont eu l'occasion de se présenter et d'expliquer leurs parcours et leurs activités professionnelles actuelles. Ceux qui se retrouvent régulièrement ont pu échanger sur leur actualité et sur leur évolution de carrière.

Les pays du Golfe et particulièrement Dubaï sont un endroit où les étrangers viennent pour travailler, mais rarement pour s'établir. La région est peuplée essentiellement d'expatriés, et la durée moyenne du séjour d'un expatrié est de 3 à 4 ans. Les départs et les arrivées sont donc fréquents. Ils ont souvent lieu au cours de l'été pour prendre en compte les rythmes scolaires



des enfants. Cette année ne fera sûrement pas exception, et nous devons probablement bientôt dire au revoir à certains de nos membres, avec l'espoir que de nouveaux arriveront pour continuer à faire vivre la dynamique de ce groupe.

La soirée s'est prolongée tard dans la nuit et, pour certains d'entre nous, s'est terminée par un bain rafraîchissant dans la piscine !

La prochaine réunion aura lieu dans un endroit climatisé, peut-être pour un *iftar*, repas pris après le coucher du soleil pendant le jeûne du Ramadan.

À bientôt à tous.

Alain Garnier (87) ■



Envie d'aventure ?

Nous sommes à la recherche des dirigeants de demain : des esprits créatifs dotés d'une vision stratégique.

Nous recherchons les dirigeants de demain. Des créateurs d'idées. Des concepteurs de stratégies. À vous de tirer le meilleur de vos compétences et de votre formation. Nous vous aiderons à définir un plan de carrière personnalisé et suffisamment diversifié pour garder votre motivation intacte. La passion, l'excellence et la volonté de progresser chaque jour vous animent ? Ne cherchez pas plus loin.

Stratégie | Conseil | Digital | Technologie | Opérations

© 2015 Accenture. Tous droits réservés. *La haute performance. Réalisée.

accenture
High performance. Delivered.*

NOTRE MISSION C'EST

LA VISION

DE MING

C'EST LA VISION
DE TOUS.

www.essilor.com

**N°1
MONDIAL**
de l'optique
ophtalmique

64 000
collaborateurs
dans le monde

21 familles
de métiers

Une mission:
améliorer la vision
pour améliorer la vie

ESSILOR

MIEUX VOIR LE MONDE