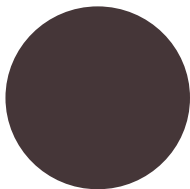
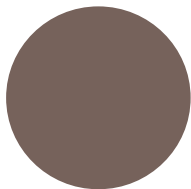




LES ENJEUX DE DEMAIN



BPIFRANCE LE LAB

EN QUELQUES MOTS

Tout le monde doit en avoir conscience : les PME-ETI sont décisives pour l'économie française, en termes de croissance, d'emplois et d'ancrage local. Pour autant, confrontées à des défis spécifiques, celles-ci restent méconnues : il subsiste un déficit de savoirs sur nos PME-ETI qu'il est décisif de combler.

Bpifrance Le Lab est le laboratoire d'idées des PME-ETI. **Sa mission** : stimuler les dirigeants pour faire face aux enjeux d'aujourd'hui et de demain. Concrètement, **Bpifrance Le Lab** travaille à :

- tirer les meilleures idées de la recherche et du terrain ;
- valoriser les expériences et les témoignages de dirigeants ;
- relier les dirigeants-lecteurs au sein d'une communauté de recherche participative.

Bpifrance Le Lab fait ainsi émerger des idées faites pour les PME-ETI. **Son ambition** : des dirigeants épanouis, pour des entreprises qui vont bien.

ÉDITO

Et Demain ?

Bpifrance a identifié 9 grands enjeux qui vont avoir des impacts structurants sur les politiques publiques, les équilibres territoriaux, les modèles économiques et les choix de consommation :



1. Mieux se protéger



2. Bâtir les territoires de demain



3. Réussir la transition écologique et énergétique



4. Créer l'entreprise et le travail de demain



5. Nourrir l'humanité



6. Faciliter la mobilité



7. Répondre à l'épanouissement de l'individu



8. Repenser la formation initiale et continue



9. Vivre et vieillir en bonne santé

Ces 9 enjeux sont les fondements de la croissance de demain.

Ils sont aussi notre responsabilité d'aujourd'hui. Les comprendre dans leur urgence mais aussi dans leur complexité et dans leurs dynamiques propres, c'est nous donner les moyens d'anticiper et de servir l'avenir. Le vrai danger, ce n'est pas de manquer d'informations, c'est de renoncer à comprendre. Le vrai risque, ce n'est pas de se tromper, c'est de croire encore que l'on pourra survivre en attendant de voir ce que cela donnera chez les autres.

Avec Demain, **Bpifrance** a décidé de sortir la tête du guidon. Comme pour les entrepreneurs qu'il accompagne, **Bpifrance** s'est engagé dans une réflexion prospective sur son rôle dans les mutations à venir et pour devenir un acteur du développement des entreprises toujours plus performant :

- en finançant les innovations qui bouleversent les modèles existants et écrivent une nouvelle grammaire économique de ces 9 besoins, qu'il s'agisse des innovations émanant des startups ou des entreprises établies ;
- en accompagnant celles et ceux qui se transforment et se tournent plus radicalement vers les usages et leurs clients ;
- en sensibilisant un large panorama d'acteurs économiques, quels que soient leur taille et leur secteur, aux enjeux à venir.

Pour notre pays, ces 9 enjeux, dont 6 sont présentés dans ce livre, sont des leviers de compétitivité, de *soft power* et de souveraineté. La souveraineté économique du XX^e siècle reposait sur la capacité à créer des champions industriels fortement capitalistiques capables d'élever des barrières à l'entrée sur leur marché. La souveraineté économique de demain dépend de la qualité de l'alliance que nous pouvons créer avec les usagers et les citoyens. Elle découle de la formation des collaborateurs aux usages numériques et à la gestion de l'innovation.

Quels sont les objectifs de Bpifrance ?

Complexité. Tel pourrait être le terme qui définit la période dans laquelle nous vivons dorénavant. Les enjeux sont globaux, les réponses sont à la fois globales et locales. Les sujets sont indissociables : comment nourrir l'humanité sans se soucier de transition écologique, comment utiliser l'Intelligence Artificielle (IA) en faveur de la santé sans se soucier de cybersécurité, comment créer l'entreprise de demain sans repenser la formation des hommes et des femmes ? Les réponses ne sont pas évidentes, elles peuvent parfois être contradictoires, elles demandent aussi de dépasser les clivages idéologiques. **Bpifrance** a pour ambition de donner de l'espace à l'échange pour bien poser les sujets et comprendre à travers les différents points de vue quels sont les défis et quelles sont les forces de notre économie pour y faire face.

Les réponses sont aussi dans la diversité. Nous voulons remplir notre rôle de place en créant du collectif face à la tentation du repli et de l'isolement. Nous souhaitons renforcer la collaboration et créer de nouvelles connexions entre les entreprises, même perçues comme concurrentes ou entre des acteurs de différentes natures, même si leurs intérêts peuvent parfois s'opposer.

Il reste en France des mondes qui ne se parlent pas. À nous de les réunir, à nous de rapprocher La French Tech et La French Fab, à nous de faire émerger les formidables gisements de valeur dans le simple dialogue des énergies qui se démènent pour la croissance. Demain est une occasion de voir ensemble ce que chacun d'entre nous ne peut comprendre seul.

La France de demain se dessinera grâce à la somme des anticipations stratégiques de nos entreprises et des acteurs qui les accompagnent.

Ce qui est en jeu, c'est la création de valeur en France, ce sont plus d'emplois durables, c'est l'attractivité de notre pays pour les entreprises, les capitaux étrangers et les talents.

En quoi les dirigeants de PME-ETI sont-ils concernés ?

Dans la succession des transformations que nous vivons, qu'elle soit numérique, climatique, écologique ou sociétale, il y a, et il y aura, des gagnants et des perdants.

Bpifrance se veut résolument optimiste en portant le message que :

“ Celui qui gagne est celui qui voit les opportunités avant les autres. ”

Et pour cela, tout dirigeant, fondateur, repreneur ou manager, doit nourrir sa réflexion, stimuler sa curiosité, chercher des clés de compréhension des grandes dynamiques à l'œuvre. À la tête de l'entreprise, c'est lui le capitaine du navire, celui qui fixe le cap pour naviguer dans des eaux troubles, celui qui définit les zones à explorer et offre un cadre propice à l'innovation et au changement, et celui qui partage sa vision pour donner du sens aux manœuvres. C'est aux dirigeants que **Bpifrance** s'adresse : partageons le bon logiciel de compréhension de l'avenir pour construire Demain.

La France a une vraie carte à jouer dans tous les enjeux exposés dans ce livre. Demain sera à la mesure de nos investissements stratégiques collectifs. Ce n'est pas le moment de ménager nos forces.

Ce livre s'inscrit dans le prolongement d'un travail de prospective mené en interne au sein de **Bpifrance** depuis 2017. Une vingtaine de groupes de réflexion appelés « matrices » ont été formés pour se forger des convictions sur des sujets précis. Chaque groupe est composé d'une dizaine de collaborateurs **Bpifrance**, coordonné par 1 ou 2 personnes, et sponsorisé par un des Directeurs exécutifs de **Bpifrance**. Les groupes de travail mènent entre 30 et 40 entretiens (de PME-ETI, de startups, de grands groupes, de fédérations professionnelles, de chercheurs, etc.). La synthèse de leurs travaux fait l'objet d'une restitution devant le comité exécutif de **Bpifrance**. Les convictions sont alors partagées plus largement auprès des écosystèmes concernés.

Sur les 9 enjeux identifiés, 6 sont traités dans ce livre. À ces 6 enjeux sont associés 6 thématiques qui ont fait l'objet d'un groupe de réflexion, avec par exemple la thématique « protéines du futur » pour l'enjeu « nourrir l'humanité ».



Rejoignez-nous et poursuivez l'expérience sur
demain.bpifrance.fr 

9 enjeux répondant à 11 objectifs de développement durable

Les États membres des Nations Unies se sont fixés 17 Objectifs de Développement Durable (ODD) qui couvrent l'intégralité des enjeux du développement durable tels que le climat, l'énergie, l'eau mais aussi la pauvreté, l'égalité des genres, la prospérité économique.

Les Nations Unies estiment que la réalisation des objectifs mondiaux pourrait générer des opportunités commerciales pour un montant total de 12 000 Md\$ dans 4 secteurs : l'agroalimentaire, l'urbanisme, l'énergie et les matériaux, la santé et le bien-être.

Parce que les chantiers de Demain ont été identifiés comme des leviers d'attractivité et d'innovation pour les entreprises françaises, ils s'inscrivent pleinement dans le potentiel des ODD. À opposer croissance et développement durable, la France ne pourrait que se condamner à céder du terrain et des emplois.

Nous sommes convaincus que la responsabilité est devenue une condition inaliénable de la croissance. Les patrons de PME-ETI françaises pourront désormais faire de leurs engagements sociaux et environnementaux de vrais atouts compétitifs sur les marchés mondiaux.

• CI-DESSOUS LES 17 OBJECTIFS DE DÉVELOPPEMENT DURABLE (ODD)



Les enjeux⁽¹⁾ de Demain

en réponse aux objectifs du développement durable



Bâtir les territoires de demain



- Proposer des bâtiments et infrastructures modulables, à faible impact sur l'environnement et faible consommation d'énergie.
- Développer les collaborations sociales, économiques et environnementales entre les centres urbains et les périphéries.
- Développer des produits et services qui permettent de lutter contre le changement climatique et les émissions de GES.



Réussir la transition écologique et énergétique



- Garantir l'accès de tous à l'eau et à l'assainissement et assurer une gestion durable des ressources en eau.
- Garantir l'accès de tous à des services énergétiques fiables, durables et modernes, à un coût abordable.
- Identifier les gisements de production de déchets pour mettre en place un plan de réduction, réutilisation et recyclage (3R).
- Développer des produits et services qui permettent de lutter contre le changement climatique et les émissions de GES.

⁽¹⁾ 7 des 9 enjeux de Demain convergent avec les Objectifs de Développement Durable.



Créer l'entreprise et le travail de demain



- Promouvoir une industrialisation durable qui profite à tous, et augmenter nettement la contribution de l'industrie à l'emploi et au PIB en fonction du contexte national.
- Promouvoir des politiques axées sur le développement qui favorisent des activités productives, la création d'emplois décents, l'entrepreneuriat, la créativité et l'innovation, et stimulent la croissance des micro entreprises et des petites et moyennes entreprises...



Nourrir l'humanité



- Contribuer à la recherche sur l'amélioration de la nutrition et de produits responsables.
- Promouvoir l'agriculture urbaine et les circuits courts alimentaires.
- Favoriser la diversité génétique et les spécificités locales et de saison des cultures, ainsi que la rotation des cultures et les infrastructures agro-écologiques.
- Préserver et restaurer les écosystèmes terrestres, enrayer et inverser le processus de dégradation des sols, et mettre fin à l'appauvrissement de la biodiversité.



Faciliter la mobilité



- Optimiser la logistique et favoriser les transports durables.
- Favoriser les transports qui émettent le moins de gaz à effet de serre.



Repenser la formation initiale et continue



- Assurer l'accès de tous à une éducation de qualité, sur un pied d'égalité, et promouvoir les possibilités d'apprentissage tout au long de la vie.
- Promouvoir et appuyer des actions pour améliorer l'éducation, adaptée aux besoins de chacun et tout au long de la vie.



Vivre et vieillir en bonne santé



- Permettre à tous de vivre en bonne santé et promouvoir le bien-être de tous à tout âge.
- Participer directement à la recherche médicale et à la mise au point de techniques, technologies et matériels visant à améliorer la santé des communautés, ou indirectement *via* son financement.

LES ENJEUX DE DEMAIN

- 01. NOURRIR L'HUMANITÉ** 22 - 39
—
- 02. VIVRE ET VIEILLIR
EN BONNE SANTÉ** 40 - 57
—
- 03. MIEUX SE PROTÉGER** 58 - 75
—
- 04. REPENSER LA FORMATION
INITIALE ET CONTINUE** 76 - 91
—
- 05. CRÉER L'ENTREPRISE
ET LE TRAVAIL DE DEMAIN** 92 - 107
—
- 06. RÉUSSIR LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE ET ÉNERGÉTIQUE** 108 - 123
—

NOURRIR . . .

**. . .
L'HUMANITÉ**

01.

Nourrir l'humanité

Nous sommes aujourd'hui 7,7 milliards d'êtres humains. En 2050, nous serons près de 10 milliards, soit une croissance de plus de 30 % en 30 ans, principalement sur les continents africain et asiatique. Cette démographie galopante nous saisit d'une question première, fondamentale : comment nourrir l'humanité ?

Les villes s'étendent, le niveau des océans monte, et les espaces de production et de terres cultivables diminuent. Ces tendances pointent toutes vers la même urgence : anticiper les risques de pénurie alimentaire. Ces 30 % d'individus en plus sur terre nous demandent une progression de la production alimentaire mondiale, doublée d'une réflexion sur notre régime alimentaire pour réussir à nourrir l'humanité.

Ce chiffre vertigineux se double d'une exigence et d'une responsabilité : garantir à tous l'accès à la production alimentaire. Cette simple exigence de justice et d'humanité constitue un chantier colossal puisque, dans le même temps, un tiers de la production alimentaire mondiale finit à la poubelle, toute une partie du globe lutte contre l'obésité, le diabète et le cancer, pendant que 3 millions d'enfants meurent de faim chaque année dans le monde. 1 personne sur 3 souffre d'au moins une forme de malnutrition dans le monde.

Cette réalité témoigne indéniablement de la nécessité de :

- produire plus pour endiguer la sous-nutrition et garantir l'accès de tous aux ressources existantes ;
- encourager une production alimentaire plus qualitative pour préserver la santé des individus ;
- se doter d'un système de production ayant moins besoin de surfaces et de ressources ;
- limiter l'impact du secteur agroalimentaire sur l'environnement, et notamment limiter les déchets. À ce jour, les constats sont accablants :
 - il faut entre 2 000 et 5 000 litres d'eau, suivant le régime alimentaire, pour produire les aliments que consomme quotidiennement un européen ;
 - un français produit en moyenne 513 kg de déchets ménagers par an.

Le secteur agroalimentaire (de la fourche à la fourchette) de demain sera plus productif et plus frugale à la fois. Or, la France est un pays privilégié pour trouver des axes de réponse à ces enjeux. Nous détenons une surface agricole importante (52 % du territoire), un secteur agricole dynamique (1^{re} puissance agricole européenne, devant l'Allemagne et l'Italie) et une industrie agroalimentaire puissante (1^{er} secteur industriel français).

La France pourrait capitaliser sur son histoire, sa géographie et son écosystème entrepreneurial pour prendre le *leadership* et nourrir une humanité en pleine expansion.

Dans cette quête, nous ne partons pas de rien. Les scandales alimentaires récents et la volonté des individus de consommer responsable sont autant de moteurs à l'élaboration de nouveaux modèles de production. L'agriculture raisonnée qui limite l'usage des produits chimiques, voire l'agriculture biologique, ou encore le développement des circuits courts (vente directe ou avec un seul intermédiaire) en sont des exemples concrets. Les consommateurs veulent exercer un contrôle de plus en plus approfondi sur les produits qu'ils achètent.

Il existe déjà des alternatives. Face au défi climatique ou au souci du bien-être animal, de nouveaux aliments émergent. Certaines entreprises se sont déjà emparées des promesses des protéines du futur : insectes, microalgues, champignons ou encore matières protéiques végétales (soja, blé, pois, lupin, féverole...).

Nourrir l'humanité représente un puissant défi technologique. Le « Frankenburger » en est un parfait exemple. Créé par Mark Post, scientifique néerlandais de l'université de Maastricht, c'est le tout premier « steak in vitro », confectionné à partir de cellules souches animales. En décembre 2018, la startup israélienne Aleph Farms a produit le 1^{er} steak en laboratoire à l'apparence et à la texture semblable à celle de la viande naturelle. Le coût de production est encore très élevé et aucun produit n'est disponible à la vente. Mais certains spécialistes misent sur une commercialisation dans les 5 ans. Demain, nos cuisines pourraient s'équiper d'imprimantes 3D ou encore utiliser notre génome pour identifier précisément ce dont notre corps a besoin. Il y a fort à parier que l'alimentation du futur prendra des dimensions et des chemins encore inimaginables.

À la fois vitale et émotionnelle, profondément culturelle, l'alimentation relève du sociétal et de l'intime. L'acceptabilité des aliments du futur constitue un sujet à part entière. Elle dépendra de la capacité des consommateurs à prendre conscience de l'urgence écologique, de la capacité des entreprises à valoriser et à tenir la promesse de nouveaux produits, et d'un repositionnement de l'industrie agroalimentaire sur une offre qui saura tirer le meilleur de la technologie (alliant naturalité, performance nutritionnelle et exemplarité écologique).

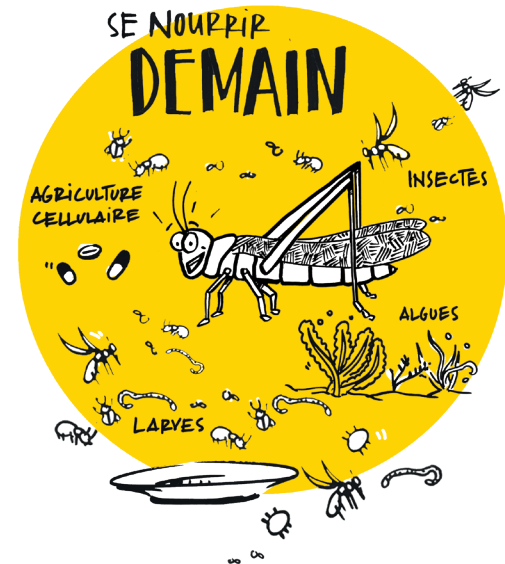
Nourrir l'humanité

Focus sur les protéines du futur

Sous l'effet de la pression démographique, la demande en protéines végétales et animales dans le monde devrait croître de 40 % d'ici 2030. Cette explosion de la demande, doublée de l'impact néfaste de la production de la protéine animale de manière intensive sur l'environnement oblige à diversifier les sources de protéines et à s'intéresser aux protéines du futur.

Que désignent-elles ?

- Les protéines végétales, parmi lesquelles les légumineuses suscitent beaucoup d'intérêt, compte tenu de leur valeur environnementale (elles établissent une symbiose avec les bactéries du sol, qui captent l'azote atmosphérique et le restituent en augmentant la fertilité des sols et en réduisant le recours à des intrants chimiques) et nutritionnelle (riches en protéines, minéraux, vitamines et fibres, et sans gluten). Dans l'alimentation des animaux de rente, elles sont une alternative au soja et contribuent ainsi à réduire notre dépendance aux importations.
- Les insectes constituent une source de protéines émergente et suscitent beaucoup d'espoir parmi les startups. Jusqu'à présent, ils ne sont pas autorisés en alimentation humaine en Europe sans accord des autorités, mais peuvent être destinés aux animaux.
- D'autres alternatives protéiques existent, telles que les microalgues, la culture de champignons ou encore la viande *in vitro*.



NOS CONVICTIONS



Pour nourrir les presque 10 milliards d'habitants à horizon 2050, il est indispensable de produire plus et de produire une alimentation accessible pour tous.

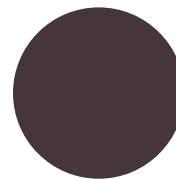
Le choix s'impose donc de lui-même : nous devons diversifier nos sources de protéines.

Les protéines du futur représentent un enjeu et un marché mondial en pleine croissance.

Estimé à 8 Md€ dans le monde en 2016, il devrait croître à 14 Md€ en 2022. Cette croissance soutenue est liée à la fois à la demande des consommateurs (manger moins de viande et diversifier son alimentation pour une meilleure santé) et à l'urgence environnementale (diminuer l'impact écologique de l'industrie agroalimentaire). **Mais que les carnivores se rassurent : les protéines du futur ne remplaceront pas la viande.** Nombre d'innovations sont issues de l'association entre les 2, permettant d'optimiser le bilan environnemental et économique des produits tout en améliorant la composition nutritionnelle.

Les protéines du futur sont l'affaire des startups FoodTech, mais pas seulement.

Avec 627 startups actives en 2018, l'écosystème français de la FoodTech est particulièrement dynamique. Il soutient notre capacité d'innovation en matière de protéines du futur. L'innovation des acteurs historiques doit elle aussi être soulignée et soutenue car le passage d'un modèle à un autre, qu'il s'agisse de produire différemment ou de proposer un produit nouveau « alternatif », peut s'avérer délicat en termes d'investissement et d'organisation d'entreprise.



La généralisation des protéines du futur et leur augmentation dans le bol alimentaire des pays occidentaux devront passer 3 barrières :

- **la barrière réglementaire** qui impose aux entreprises européennes de soumettre un dossier coûteux avant de pouvoir vendre un nouveau produit (ex. : avec les insectes) ;
- **la barrière d'acceptabilité du consommateur** dont le goût, la vue et la représentation des aliments comptent plus que les qualités nutritionnelles ;
- et enfin, **la barrière industrielle** pour passer d'une production en petites quantités à une production à grande échelle, particulièrement sensible dans le frais.

On n'a encore rien vu en termes d'innovations et d'évolutions des pratiques alimentaires.

Les Américains et les Israéliens investissent massivement dans les protéines de synthèse, ce qui est plus difficile à imaginer dans un pays très attaché à son patrimoine gastronomique. De tels projets existent en France, mais restent très minoritaires.

Cas d'entreprise

YŃSECT

YŃsect élève des insectes et les transforme en ingrédients *premium* pour nourrir les animaux et les plantes avec des bénéfices nutritionnels et santé incomparables. Fondé en 2011, YŃsect a un carnet de commandes évalué à 70 M\$, emploie 115 personnes et a déjà déposé 25 brevets.

Le produit phare d'YŃsect est YŃMeal, une protéine de Molitor. C'est la seule protéine alternative qui montre des performances élevées sur la croissance et la santé des animaux par rapport à la nutrition à base de farine de poisson. Son engrais YŃfrass démontre aussi des propriétés uniques sur la croissance des plantes. YŃsect a réalisé une levée de fonds de 110 M€ au début de l'année 2019.

“
Notre dernière levée de fonds réalisée auprès d'investisseurs internationaux de premier plan démontre notre avance sur le marché et valide la pertinence de notre vision fondatrice : créer un marché en apportant une solution innovante respectueuse de la chaîne alimentaire et de la naturalité. Nous nous inscrivons ainsi résolument dans le mouvement de la « Tech For Good ». Notre ambition est de devenir le leader mondial du secteur des protéines alternatives.”

Antoine Hubert,
CEO, YŃsect

Ses réalisations :

- leader mondial de la production d'insectes pour nourrir les animaux avec la commercialisation des protéines du scarabée Molitor pour les animaux domestiques et les poissons d'élevage (les animaux d'élevage consomment 20 % des protéines mondiales) avec un site à Dole de 3 000 m². Les bénéfices sont multiples :
 - pour le consommateur : des poissons élevés avec moins de ressources et moins de traitements médicamenteux ;
 - pour l'environnement : une émission carbone jusque 30 % moindre par rapport à la farine de poisson, l'économie de 5 tonnes de poissons sauvages pêchés pour chaque tonne de protéine de Molitor produite, plus de 60 hectares de surface, et donc de biodiversité terrestre, économisée par hectare de ferme d'YŃsect ;
 - pour la France : émergence d'un nouveau levier de souveraineté alimentaire en réduisant les importations de protéines des Amériques ;
- projet YŃfarm, nouveau site de production à grande échelle basé à Amiens Métropole (Hauts-de-France). Environ 20 000 tonnes de protéines par an y seront produites, grâce à 70 salariés. La plus grande ferme d'insectes et plus haute ferme verticale au monde ;
- création d'YŃstitute à Évry en 2015, un centre de R&D en propre pour révolutionner l'utilisation des insectes pour la nutrition animale à échelle industrielle, et étendre le marché à d'autres animaux d'élevage comme les cochons et la volaille ;
- amorçage du développement international, avec notamment l'ouverture d'une usine potentiellement en Amérique du Nord.

Cas d'entreprise

FLEURY MICHON

Producteur de plats préparés, de charcuteries et de produits de la mer.

Fondée en 1905, cette ETI familiale enregistre un chiffre d'affaires de 725 M€ en 2018 et emploie 3 740 personnes. Fleury Michon est une entreprise bien ancrée dans le paysage agroalimentaire français avec, comme offre, des produits frais non laitiers : charcuterie, traiteur et traiteur de la mer en libre-service. Fleury Michon est également le n°1 des plateaux-repas livrés aux entreprises en région parisienne et est implanté en Italie, en Espagne, en Slovénie et au Canada.

“
Nous avons une opportunité stratégique historique, celle de construire une nouvelle proposition alimentaire qui garantisse davantage de plaisir, de santé, qui préserve nos écosystèmes pour le futur tout en assurant la pérennité des productions en France et notre souveraineté alimentaire. Les consommateurs répondent déjà très favorablement aux offres existantes (Bio, Label Rouge, Bleu Blanc Cœur...) et nous demandent d'accélérer ce mouvement.
”

David Garbous,
Directeur stratégie et innovation, Fleury Michon

Ses réalisations :

- création d'une gamme de produits végétariens associant protéines végétales, légumes et/ou légumineuses :
 - sans arômes artificiels, sans épaississants et sans gélifiants ;
 - sans OGM, mais pas encore 100 % français ;
- défense d'une agriculture plus raisonnée avec des circuits courts, en se recentrant sur ses fournisseurs, garants de la qualité et de la confiance du consommateur ;
- politique de transparence pour interpeller les consommateurs mais aussi les fournisseurs :
 - financement de campagnes de transparence #venezvérifier ;
 - visite de personnes sur le terrain, production de vidéos preuves (vues plus de 10 millions de fois), création de visites virtuelles ;
 - affichage volontaire de l'origine des viandes ;
 - affichage du Nutriscore.

3 QUESTIONS À...



Stéphane Guilbert

Professeur en Sciences de l'Aliment à Montpellier SupAgro, il est spécialiste de la transformation des agro-ressources et de la physico-chimie des biopolymères avec des domaines d'application dans l'alimentation ou les biomatériaux.

D'après vos recherches, quelles sont les sources de protéines qui concentrent le plus d'avantages environnementaux, nutritifs et économiques ?

On parle beaucoup des insectes, ne serait-ce que pour les animaux, et de la rentabilité nutritionnelle des légumineux. J'aimerais parler ici d'une alternative méconnue, celle des « super plantes » comme les feuilles de moringa, les orties ou les légumes d'eau. Les orties contiennent 40 % de protéines, soit plus que le soja et le bœuf. Pourtant, peu de personnes en font état dans le débat sur les protéines d'avenir. Elles sont encore très peu commercialisées et très peu utilisées. Selon moi, cette piste mérite d'être explorée et industrialisée au plus vite.

La filière de la protéine végétale va-t-elle devenir dominante ?

Les filières de protéines végétales de 1^{re} génération (soja et gluten de blé) sont déjà bien installées et vont se développer rapidement avec cependant un plafond lié à leur image négative pour le consommateur (origine et méthodes de culture pour le soja, hypersensibilité au gluten).

Les filières de 2^e génération (concentrats et isolats de pois, lentilles, concentrats de tourteaux de colza...), de 3^e génération (protéines d'algues, microalgues, protéines de feuilles, farines d'insectes...) et de 4^e génération (viande cellulaire, protéines recombinées...) émergeront très lentement car les questions de disponibilité, d'approvisionnement, d'acceptabilité, de variabilité, de réglementation et de sécurité sanitaire sont loin d'être résolues.

Quels sont les principaux freins au développement de la protéine végétale ?

Je dirais qu'il y a 4 types de verrous : le verrou « agronomique » et technologique sur les conditions de production, le verrou de la santé humaine et animale qui touche aux propriétés mais aussi à la sécurité des aliments, le verrou économique avec les filières et les modèles économiques, et enfin les verrous sociétaux et réglementaires avec l'acceptabilité et sa traduction en autorisations.

Dans un 1^{er} temps, il me semble plus réaliste de viser des marchés de niche pour l'alimentation animale (alimentation spécialisée pisciculture, agents d'appétence et rehausseurs de goûts pour les *pet food*, ingrédients fonctionnels...) et l'alimentation humaine (substituts de protéines animales pour les végétariens, compléments alimentaires, ingrédients fonctionnels, composants de mix protéiques...).

Comme pour toutes les innovations de rupture, il faudra observer l'évolution des nombreuses startups qui se sont lancées sur ces produits issus de matières premières protéiques non conventionnelles.

3 QUESTIONS À...



Anne Wagner

Directrice Recherche et Développement de Tereos
et Présidente de Protéines France.

Est-ce que l'industrialisation des protéines du futur est une tendance mondiale ? Quels sont ses enjeux ?

C'est une tendance principalement occidentale. En Europe et en Amérique du Nord, les consommateurs souhaitent varier leurs sources de protéines pour des raisons sociétales, environnementales ou de bien-être animal. Nous sommes en retard par rapport aux pays qui intègrent déjà les protéines végétales, certains depuis toujours, dans leur alimentation. Cette nouvelle filière protéines constitue ainsi un moyen d'accélérer l'entrée dans un modèle d'alimentation durable et de valoriser notre agriculture.

Est-ce que cela veut dire qu'on ne pourra plus manger de viande d'ici 10 ans ?

Je suis convaincue que la très grande majorité des consommateurs seront « flexitariens », chacun à leur manière selon leur sensibilité et leurs goûts. On peut prédire qu'ils réduiront leur consommation de viande et introduiront plus de variété dans les sources de protéines. Mais je ne crois pas que nous nous dirigeons vers un monde sans viande. En parallèle, le développement de la population mondiale ne nous laisse pas d'autre choix que de miser aussi sur de nouvelles

protéines. Le marché des protéines du futur croît déjà à grande vitesse et l'enjeu majeur doit être la qualité. Les consommateurs doivent pouvoir identifier les ingrédients de leur repas végétal et vérifier qu'ils sont aussi peu transformés que possible.

Qu'est ce que la *Novel Food* ? Quels sont les atouts et les contraintes de la réglementation qui porte leur nom ?

Selon l'EFSA, « en vertu de la réglementation de l'UE, tout aliment n'ayant pas été consommé de manière significative en Europe avant mai 1997 est considéré comme un nouvel aliment [...]. On peut, par exemple, citer dans cette catégorie l'huile riche en acides gras oméga-3 obtenue à partir du krill comme nouvelle source d'aliment, les phytostérols ou stérols végétaux comme nouvelle substance ou les nanotechnologies comme nouvelle modalité de production des aliments ». La mise sur le marché européen des *Novel Food* repose sur un système d'autorisation préalable, avec un examen national par les autorités sanitaires des États membres et un arbitrage éventuel au niveau communautaire, après avis de l'Autorité européenne de sécurité des aliments. L'objectif de ce dispositif est d'assurer la sécurité du consommateur. Mais il y a un frein : c'est le coût des études et du dépôt de dossier (qui approche 2 M€), une somme difficilement à portée de jeunes startups ou de PME. Pour fédérer les acteurs de la filière, nous avons créé Protéines France en 2017. C'est devenu le *consortium* français des 18 entreprises⁽¹⁾ représentant l'intégralité de la chaîne de valeur. Son ambition est de catalyser le développement des protéines végétales et des nouvelles ressources (champignons, insectes, algues...). Notre mission vise aussi à valoriser les protéines, y compris les protéines du futur, pour une large gamme d'applications allant des ingrédients dédiés à la nutrition et santé humaine et animale jusqu'à des applications biosourcées dans des secteurs aussi variés que la chimie ou encore les matériaux. Nous voulons faire de la France un leader mondial du domaine pour créer de la valeur sur nos territoires, maintenir notre pouvoir agricole et participer au renforcement de l'indépendance protéique de la France.

⁽¹⁾ 18 adhérents : Arbiom, Avril, Herta, Labiocrac, Lesaffre, Limagrain, Nutrition & Santé, Olmix, Poittemill, Roquette, Royal Canin, Soufflet, Tereos, Terrana, Triballat, Vivescia, Ynsect et Improve.

02.

**VIVRE
ET VIEILLIR . . .**

**...
EN BONNE
SANTÉ**

Vivre et vieillir en bonne santé

Au XXI^e siècle, la santé est désormais perçue comme un nouveau droit fondamental de l'être humain. Il est désormais acquis dans l'opinion mondiale que chacun doit pouvoir avoir accès à des soins adaptés dès qu'il en a besoin, ou à des dispositifs de prévention pour limiter les risques de maladies.

Les défis restent de taille, essentiellement de 2 ordres :

- d'une part, selon l'OMS, la moitié de la population mondiale n'a pas accès aux soins élémentaires, vivant dans une grande précarité de santé. Rien qu'en France, 1 personne sur 3 dit renoncer à se soigner, faute d'argent. Trop souvent encore, la santé reste un luxe ;
- d'autre part, le vieillissement de la population exerce une pression puissante sur le système de santé et son équilibre économique. Si la tendance se poursuit, en 2050, 1 français sur 3 sera âgé de 60 ans et plus, contre 1 sur 5 en 2005. Cette donnée démographique est partagée dans tout l'hémisphère Nord. Le vieillissement impacte mécaniquement le système de santé.

Face à ces défis, le numérique en santé constitue un nouveau pilier de notre « démocratie sanitaire ». Le numérique est un levier d'efficacité et de pertinence des soins grâce au dossier médical partagé et à une meilleure coordination entre les professionnels de santé. Le numérique est aussi un outil de lutte contre les déserts médicaux, grâce à la télémédecine et l'assistance au diagnostic. La première opération chirurgicale « télémonitorée » via la 5G a été réalisée le 27 février 2019, en direct du Mobile World Congress (MWC) de Barcelone, inaugurant la possibilité d'une chirurgie à plusieurs milliers de kilomètres de distance.

Enfin, le numérique, grâce au traitement de données de santé de masse, accélère le développement de la médecine personnalisée et préventive qui donne une grande place à la participation des individus aux soins ou au maintien en bonne santé. Notre possibilité de vivre et vieillir en bonne santé dépend fondamentalement de notre capacité à élever nos ambitions numériques.

Évidemment, les déclarations d'intentions ne suffiront pas face à un sujet aussi sensible que la santé publique. Plusieurs grandes inconnues se profilent. D'abord, l'acceptabilité des patients : face aux actes de cybermalveillance ou aux risques de discrimination, la sécurité des données personnelles de santé est une condition absolue de la numérisation du système. Néanmoins, face aux promesses d'un parcours de soin personnalisé et de la médecine prédictive, 78 % des français se disent favorables à un partage de leurs données avec l'ensemble des professionnels de santé qui les suivent.

Autre inconnue : comment structurer un système numérique de santé qui réponde à nos exigences éthiques. Ni la technologie, ni les algorithmes ne seront jamais neutres. Mais forte de la création de la CNIL, la France n'a jamais été naïve. Désormais, les organismes (établissements de santé, entreprises ou startups) qui veulent héberger des données de santé doivent être certifiés par des organismes reconnus par le COFRAC (Comité français d'accréditation), sur la base d'un référentiel d'exigences fondé sur des normes internationales (ISO 27 001, ISO 20 000). Avec le RGPD (Règlement pour la Protection des Données), l'ensemble de l'Europe partage des standards éthiques élevés.

Troisième inconnue : notre capacité à former rapidement les professionnels de santé au déferlement numérique. La e-santé bouleverse l'accompagnement des patients comme du personnel soignant. Certaines startups, mais aussi le gouvernement et les hôpitaux, démocratisent déjà des outils du quotidien tel que le Dossier médical partagé, destiné à regrouper les données médicales de chaque individu comme les comptes-rendus hospitaliers et radiologiques, les résultats d'analyses de biologie, les antécédents et allergies ou encore les médicaments qui ont été prescrits et délivrés. On se dirige vers une assistance robotique médicale quotidienne pour les professionnels de santé.

La place et la valeur ajoutée des professionnels connaissent une révolution inédite. L'interaction entre l'individu et le robot médical, perfusé à l'intelligence artificielle, reste un champ mouvant à explorer. Cette nouvelle complémentarité est porteuse à la fois d'une amélioration des soins, d'un exercice recentré sur le patient plutôt que sur les procédures, mais aussi d'angoisses et d'incompréhensions.

Difficile d'imaginer le numérique en santé sans évoquer le transhumanisme. Comment passer des prothèses intelligentes ou encore des neurones artificiels existants pour réparer les corps endommagés à un individu augmenté de super pouvoirs et potentiellement immortel... Des aimants dans les doigts pour ressentir les champs électromagnétiques, un implant dans le cerveau pour augmenter la mémoire, les possibilités sont innombrables. Le corps devient alors une mécanique soudée par un pacte avec la technologie.

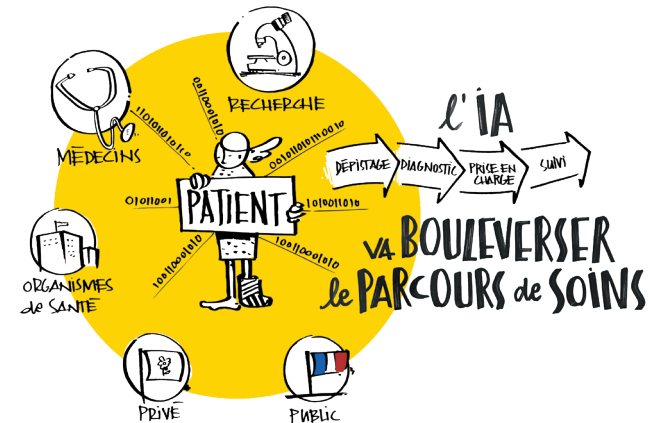
Face à tous les scénarii possibles du numérique en santé, la France a un atout à jouer, celui de la confiance. Confiance dans l'engagement de nos professionnels de santé, confiance dans la pertinence de notre réglementation sur la sécurité de données de santé, et confiance dans le génie de ceux qui se fient aux usages pour inventer la santé de demain.

Vivre et vieillir en bonne santé

Focus sur l'intelligence artificielle et la santé

Le système de santé français est un bien commun national très envié dans le monde. Face au vieillissement de la population et aux dépenses, son modèle économique est sans cesse interrogé. Dépendance, maladies chroniques, déserts médicaux... notre système de santé attend encore sa révolution numérique. La génération, massive et permanente, de données de santé en fait un terrain de jeu idéal pour l'intelligence artificielle.

L'intelligence artificielle dans la santé, qu'est-ce que c'est ? C'est avant tout la capacité à organiser et analyser l'immense masse de données de santé produite par les français. La CNIL définit les données de santé comme les données à caractère personnel relative à la santé physique ou mentale, passée, présente ou future, d'une personne physique (y compris la prestation de services de soins) qui révèlent des informations sur l'état de santé de cette personne.



NOS CONVICTIONS



L'intelligence artificielle va transformer le secteur de la santé, comme la robotique a bouleversé les chaînes de production.

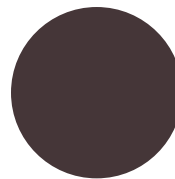
Les bénéfices attendus de l'IA pour la santé sont nombreux : nouveaux parcours de soins avec des diagnostics plus précoces et un meilleur suivi de l'efficacité des traitements, prévention de rechutes et maintien à domicile, personnalisation des thérapies, nouvelles perspectives pour la recherche médicale et les essais cliniques, etc. L'IA en santé porte la promesse d'une meilleure égalité dans l'accès et la qualité des soins.

L'intelligence artificielle n'est qu'à l'aube de sa révolution en santé. Le bouleversement du système de soins n'est pas acquis : les preuves médicales sont encore insuffisantes. L'IA peut aussi faire peur, au travers du fantasme d'un hôpital sans médecin ou d'une augmentation des inégalités, si l'accès aux médecins n'était plus réservé qu'à une catégorie privilégiée de la population, le reste devant se contenter de *chatbots*.

La France dispose d'atouts pour transformer l'enjeu, notamment l'excellence de ses équipes de recherche médicale dans le numérique, le dynamisme de l'écosystème d'innovation en santé et la solidité de son industrie pharmaceutique. Mais pour se déployer et apporter tous les bénéfices qu'elle promet, **l'IA en santé doit encore relever plusieurs grands défis.**

Des données accessibles de qualité sont indispensables pour des innovations qui répondent aux attentes.

L'accès à des données numérisées, anonymisées, harmonisées et de qualité est **un avantage qu'il est indispensable de construire en France.** La France a des atouts avec un système de soins centralisé, mais les données ne le sont pas aujourd'hui. L'initiative du *Health Data Hub* avance en ce sens.



Avoir accès à de grands jeux de données annotées et non biaisées, avec un accès unifié est nécessaire pour concurrencer des GAFA, déjà bien positionnés grâce aux volumes massifs de données personnelles qu'ils gèrent. Pour autant, dans cette course à la donnée, **il convient de garantir la sécurité des données de santé face aux failles de sécurité et un cadre protecteur pour les patients.**

Il faut créer l'adhésion des médecins et des patients.

Cela passera par **l'explicabilité des systèmes d'IA**, l'évaluation continue des systèmes d'IA et par **l'acculturation digitale de tout le système de santé : formation du personnel médical, paramédical et non médical, discussions sur le rôle du médecin, accompagnement des patients.** Vis-à-vis du cadre réglementaire, il faudra engager les réflexions sur le droit des patients.

Il faut trouver, pour l'IA en santé, une place dans le parcours de soins et un modèle économique.

Les innovations de l'IA en santé doivent encore trouver leur modèle économique : stratégie de déploiement et positionnement face aux leaders déjà établis. Ce sont la démonstration de l'intérêt médical de ces innovations et les réflexions sur la façon dont elles peuvent **s'insérer dans le parcours de soins au bénéfice du malade** qui permettront de supporter le coût de ces innovations (patient, professionnel de santé, Caisse nationale de l'assurance maladie, établissements de santé...).



HEALTH DATA HUB

Qu'est-ce que c'est ?

À la suite de la remise du rapport Villani sur l'intelligence artificielle, le Président de la République a annoncé la création d'un *Health Data Hub*, plateforme d'exploitation des données de santé.

Pour quels objectifs ?

Cette plateforme vise à multiplier les possibilités d'exploitation des données de santé, en particulier dans les domaines de la recherche, de l'appui au personnel de santé, du pilotage du système de santé, et enfin du suivi et de l'information des patients.

Comment ?

- Créer une plateforme technologique de mise à disposition des données de santé, et faciliter l'appariement de ces données en les harmonisant et structurant.
- Organiser l'accompagnement technique des producteurs de données pour la collecte et l'amélioration de la qualité des données.
- Renforcer l'accompagnement des utilisateurs et promouvoir des événements fédérateurs au sein de la communauté.

En avril 2019, le *Health Data Hub* a annoncé le choix de 10 projets sélectionnés lors de l'appel d'offres lancé en début d'année.

Parmi eux :

- un projet porté par IMPLICITY (cf. page suivante) pour prédire les crises d'insuffisance cardiaque chez les patients porteurs de pacemaker ;
- un projet porté par EPICONCEPT pour évaluer l'apport de l'intelligence artificielle dans le dépistage organisé du cancer du sein.

Avec 11 883 décès estimés en 2017, le cancer du sein tue plus de femmes que tout autre cancer en France. Le dépistage précoce permet une baisse de 21 % de la mortalité. L'équipe s'appuiera sur la base de données e-SIS de dépistage de cancer du sein des départements du Gard et de la Lozère, comportant plus de 250 000 images annotées, enrichies par les données médico-administratives dans le but de réduire le nombre de faux négatifs ;

- un projet porté par Jean-Christophe Corvol, Professeur de Neurologie à la Pitié-Salpêtrière, soutenu par l'ICM, l'Inserm et F-CRIN, pour fournir aux neurologues un outil prédictif des trajectoires individuelles des patients parkinsoniens, afin de mettre en œuvre les mesures préventives appropriées.

Les données de cette cohorte de 20 000 individus suivis dans les centres experts Parkinson seront chaînées à celles du SNDS pour pouvoir appréhender la prise en charge globale des patients.

Cas d'entreprise

IMPLICITY

Plateforme utilisant l'IA à destination des médecins afin qu'ils puissent suivre 100 % de leurs patients équipés de dispositifs médicaux connectés du type Pacemaker.

Fondée en mai 2016 par Arnaud Rosier, cardiologue français et chercheur en intelligence artificielle, Implicity emploie 5 personnes. La France compte environ 600 000 malades cardiaques.

Implicity a réalisé une levée de fonds de 800 000 € en 2017 avant d'en réaliser une nouvelle de 4 M€ début 2019 pour se déployer en Europe et aux États-Unis au cours de l'année. La startup espère convaincre une dizaine de CHU et de cliniques supplémentaires cette année pour parvenir rapidement à suivre de 15 000 à 20 000 patients.

“ **Le télésuivi des patients porteurs de prothèses cardiaques fait baisser la mortalité de 40 %. Or, seulement 10 % des patients en bénéficient. Implicity a donc développé une plateforme de télésuivi facilitant sa réalisation par les professionnels de santé. Plusieurs algorithmes sont également en cours de développement pour analyser les données par intelligence artificielle, en lien avec les données du *Health Data Hub*. Dans un futur très proche, les médecins ne pourront plus se passer d'outils au service du télésuivi de leurs patients.** ”

Arnaud Rosier,
CEO, Implicity

Ses réalisations :

Lauréat du 1^{er} appel à projets du *Health Data Hub*.

Test de la solution dans 5 centres hospitaliers depuis septembre 2017, auprès de plus de 5 000 patients équipés de pacemaker et de défibrillateur.

Les bénéfices mesurés sont nombreux :

- une mortalité réduite de moitié grâce à une prise en charge plus rapide et à la télésurveillance ;
- plus de confort pour les patients avec moins de déplacements et d'hospitalisations ;
- élimination de 90 % des fausses alertes avec pour conséquence des gains de temps et d'efficacité médicale considérables ;
- perspective d'une économie de 500 € par an et par patient, et un taux de fiabilité de ses algorithmes supérieur à 99 %.

Cas d'entreprise

INCEPTO

Plateforme d'applications dotées d'IA pour la radiologie.

Fondé en janvier 2018, Incepto emploie 26 personnes. Incepto a réalisé une levée de fonds de 1 M€ en 2018. Incepto propose aux services d'imagerie un abonnement par type (scanner, IRM, radio) qui donne accès à un nombre de cas et qui est calibré selon l'acte clinique. L'abonnement peut varier entre 500 et 3 000 € par mois.

“ Pour devenir le « Netflix de la radiologie », nous sommes en train d'établir des partenariats avec toujours plus d'acteurs cliniques et industriels, dans le but de fournir un ensemble d'applications simples d'utilisation qui couvrent un maximum de pathologies concernées par l'imagerie médicale. Alors, nous serons parvenus à créer un portefeuille centralisé de toutes les applications d'imagerie médicale pouvant aider les radiologues dans leur exercice. Nous espérons inclure jusqu'à 8 applications nouvelles par an. ”

Florence Moreau,
CTO, Incepto

Ses réalisations :

- positionnement comme un « Netflix de la radiologie » : il s'agit de proposer une assistance au diagnostic pour les radiologues qui peuvent être amenés à lire jusqu'à 50 000 images par jour, soit environ 60 examens ;
- bénéfice pour le médecin et, par effet miroir, pour le patient : gain de temps, amélioration du diagnostic (réduction du risque d'erreur) et recentrage de l'attention sur le patient ;
- lancement de 3 projets d'application :
 - détecter, diagnostiquer et suivre l'anévrisme de l'aorte avec une équipe de chirurgiens de l'hôpital Marie-Lannelongue (Le Plessis-Robinson, Hauts-de-Seine) ;
 - déterminer s'il faut opérer ou non le patient en cas d'occlusion intestinale, avec les radiologues de l'hôpital Saint-Joseph (Paris) ;
 - quantifier la sévérité de la lésion lors d'un IRM du genou, avec le réseau radiologique suisse 3R.

Cas d'entreprise

IKTOS

Modèle fondé sur le *Deep Learning* pour identifier de nouvelles molécules prometteuses dans le cadre de projets de recherche de nouveaux médicaments.

Fondée en septembre 2016, Iktos emploie aujourd'hui 25 personnes et a récemment ouvert une filiale aux États-Unis.

Cette startup française est spécialisée dans le développement de solutions d'intelligence artificielle pour la recherche en chimie, et notamment en chimie médicinale et découverte de nouveaux médicaments. Elle développe une technologie propriétaire et innovante utilisant les modèles génératifs d'apprentissage profond, qui permet, à partir des données existantes, de concevoir des molécules optimisées *in silico* sur tous les objectifs d'un projet de découverte de molécule. Iktos propose sa technologie à ses clients sous forme de services et d'un logiciel, Makya™.

“ Le cahier des charges d'un projet de découverte d'un nouveau médicament s'apparente à la recherche d'un mouton à 5 pattes. L'optimisation des molécules chimiques peut ainsi se comparer à la résolution d'un Rubik's cube à 10 faces, avec des objectifs qui apparaissent comme contradictoires entre eux... L'utilisation de l'Intelligence Artificielle améliore de manière drastique l'efficacité du processus de recherche pharmaceutique et permet d'envisager à moyen terme une conception 100 % *in silico* de nouveaux médicaments, avec des coûts et des délais drastiquement réduits. *In fine*, notre objectif est de contribuer à accélérer et réduire les coûts de l'innovation thérapeutique, pour le bénéfice des patients. ”

Nicolas Do Huu,
Chief AI Officer, Iktos

Ses réalisations :

- accélération de l'invention de nouveaux médicaments par rapport aux circuits traditionnels de R&D, permettant de réaliser des gains de productivité importants dans la phase amont de la R&D pharmaceutique ;
- publication d'une preuve de concept en vie réelle, en collaboration avec Servier, démontrant la capacité de la technologie d'Iktos à accélérer la découverte et l'optimisation de molécules d'intérêt pharmaceutique ;
- annonce de 2 collaborations stratégiques avec 2 grands laboratoires pharmaceutiques : Janssen et Merck.

4 QUESTIONS À...



Mehdi Benchoufi

Chef de clinique au Centre d'épidémiologie clinique de l'Hôtel Dieu, APHP, Université de Paris Descartes. Il est aussi Directeur du club JADE, *think tank* dédié aux enjeux socio-politiques du numérique.

Que pourrait changer l'intelligence artificielle pour les médecins ?

L'intelligence artificielle est basée sur un principe d'apprentissage des données par les machines permettant à ces dernières d'accéder à des facultés prédictives dans le domaine de la santé. L'application de ces technologies permet d'espérer une prise en charge médicale plus réactive, plus fine, plus sûre. Ce sera une opportunité majeure pour les professionnels de santé, quelle que soit leur spécialité, dans la prise en charge des malades.

Quel est le niveau d'appropriation de l'IA dans la médecine (généraliste, spécialisée, hospitalière) ?

L'IA en santé est bien développée au plan algorithmique, mais peu déployée dans la pratique usuelle de la médecine. Se posent notamment des questions de reproductibilité et donc de fiabilité des outils lorsqu'ils sont utilisés en vie réelle et ce, moins du fait de la performance des algorithmes que de la qualité des bases de données utilisés dans leur apprentissage.

Par conséquent, le niveau d'appropriation de l'IA est encore faible mais tous les corps de spécialité, notamment au travers de leurs sociétés savantes, ont un intérêt très marqué pour la technologie et ses effets sur la pratique médicale.

Quels sont les enjeux du développement de l'IA en France ?

On pense bien sûr aux enjeux technologiques ou de réglementation. J'aimerais insister sur une compétence plus *soft* : la collaboration entre les professionnels de santé, les algorithmiciens, les *data scientist*, les juristes, les éthiciens, les acteurs institutionnels de la réglementation. Parmi les freins, notons le cadre de l'usage des données de santé parfois trop contraint et les questions sur l'accessibilité de l'IA notamment quant à une évolution non maîtrisée de ses performances se hissant à des capacités cognitives menaçant d'obsolescence certaines compétences humaines.

Comment décririez-vous le médecin du futur ?

Le médecin du futur, c'est d'abord un médecin doté des mêmes capacités et des mêmes moyens sur tout le territoire, quelle que soit sa zone d'intervention. Il aura des outils peu chers et très mobiles qui lui permettront d'élargir son spectre d'activités au profit d'un diagnostic plus juste et de traitements plus adaptés. La prise en charge médicale humaine sera sans doute complétée par une médecine d'orientation largement automatisée au moyen de solutions médiées par l'IA. Le médecin du futur aura sans doute pour charge d'intégrer des données multiples issues de différents outils de monitoring vectorisés par l'IA, dans un contexte plus global articulant une problématique médicale, un contexte socio-économique et des éléments de nature psycho-environnementale pour déduire la prise en charge adaptée, et ce au profit d'une relation médecin-malade plus approfondie et plus étroite.

MIEUX...

**...
SE PROTÉGER**

03.

Mieux se protéger

Jamais notre pays, nos entreprises ou nos richesses n'ont été aussi vulnérables à des attaques venues du monde entier. Jamais, dans l'histoire du monde, des acteurs n'ont pu paralyser ou piller aussi vite à si faible coût des infrastructures ou des informations stratégiques. Mais parce que nous comprenons mal ces nouveaux langages et la nouvelle culture de prudence qu'ils imposent, nous faisons comme si le sujet restait virtuel.

Pourtant, l'ensemble de la société est vulnérable. La cyberguerre froide est déclarée. Face à un nouveau risque, il nous faut déployer de nouvelles stratégies de défense, à l'échelle de l'État, des entreprises et des individus. Certains États comme la Corée du Nord, la Chine, la Russie ou les États-Unis n'ont pas hésité à recruter des armées de *hackers*, officiellement pour la défense de leurs intérêts devant le déplacement de conflits géopolitiques dans la sphère numérique.

Il existe autant de cyberattaques que de *hackers*. Les cas les plus emblématiques de ces attaques sont appelés des *ransomwares*. Le principe ? Crypter l'ensemble des données d'un appareil, afin d'inciter la victime à payer une rançon en échange du rétablissement de ses données. Les attaques peuvent prendre d'autres formes comme le vol de données ou encore la compromission des systèmes d'informations. Les conséquences sont multiples : usurpation d'identité, utilisation frauduleuse des données bancaires, chantage, coupures d'électricité... L'année 2017 a connu 2 cyberattaques majeures devenues célèbres : *WannaCry* et *NotPetya*, qui ont momentanément paralysé de nombreuses entreprises et organisations grâce à une faille dans le système de Windows.

Face à cette formidable inventivité des *hackers*, les États offrent plusieurs fronts de vulnérabilité... et une réactivité juridique insuffisante. En France, 4 000 cyber combattants sont chargés, au sein du Ministère des Armées, de veiller à la sécurité des données stratégiques de l'État, à commencer par nos infrastructures vitales. Imaginons un instant que des *hackers* puissent pénétrer dans les systèmes informatiques de nos usines de traitement des eaux ou de nos centrales nucléaires.

En 2017, les hôpitaux anglais ont fait l'objet d'une cyberattaque massive : 45 antennes de santé ont été comptées parmi les victimes, perturbant lourdement la prise en charge des patients (ambulances détournées, opérations et rendez-vous annulés, radios, scanners et IRM perturbés). En octobre 2018, même le Pentagone a été victime d'une faille de sécurité qui a compromis les données de 30 000 employés...

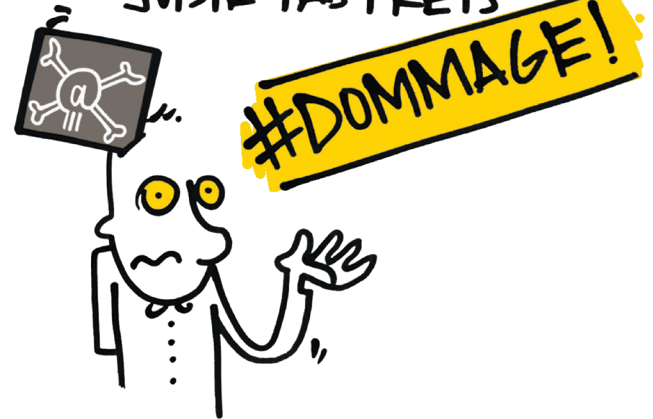
Autre cible de prédilection, les entreprises sont l'épicentre de la cyberguerre. En France, sur les 12 mois précédents mai 2019, 67 % des entreprises ont été victimes de cyberattaques d'après le rapport cyber-sinistres 2019, publié par Hiscox. Le rapport met néanmoins en lumière une disparité suivant la taille des entreprises, allant de 47 % pour les petites entreprises, à 74 % pour les structures de plus de 1 000 salariés.

Enfin, les individus sont régulièrement pris à partie. En 2025, il y aura plus de 75 milliards d'objets connectés dans le monde, contre 30 milliards aujourd'hui. Cette explosion de l'internet des objets, expression pour désigner les objets connectés, entraîne un flux de données considérable. Chaque personne détient déjà un ou plusieurs objets connectés.

Or, on se souvient qu'en 2017, le piratage massif de l'ours en peluche connecté *CloudPets* avait entraîné la fuite sur internet des informations personnelles de plus de 800 000 familles. Plus de 2 millions de données personnelles ont fini entre les mains de pirates informatiques : adresses e-mails, mots de passe ou encore photos de profil. Pire, les enregistrements vocaux réalisés par les bambins et leurs parents étaient accessibles d'un simple clic. Les risques pour les particuliers sont donc la mise à nu de leur vie privée, la demande de rançon, l'usurpation d'identité...

Il est urgent de passer d'une peur épisodique, dictée par les grands scandales, à une stratégie lucide et organisée de protection.

"NOUS AVONS SUBI
une CYBER ATTAQUE
de BASE ...
... ET NOUS N'ÉTIIONS
JUSTE PAS PRÊTS"



L'État est un acteur structurant de cette stratégie pour la sécurité des données stratégiques du pays et la protection face aux *hackers* du monde entier. Son rôle de régulateur est primordial, à la fois dans l'édiction de principes forts, partagés à l'échelle européenne, et dans l'accompagnement des acteurs dans la mise en conformité avec ces règles, comme récemment avec le RGPD (cf. guide RGPD co-publié par la CNIL et **Bpifrance**).

Ce sont les entreprises qui nous permettront d'entrer dans une ère de cyberprotection de pointe. De la prise de conscience au recrutement d'experts ou de conseils, en passant par l'analyse des risques et l'acculturation interne, la cybersécurité est le nouveau chantier du XXI^e siècle pour les dirigeants d'entreprise. Pour preuve : 1,8 millions de postes seraient à pourvoir dans le monde de la sécurité des systèmes d'information dans les 5 prochaines années.

Les individus sont le dernier maillon de la cybersécurité. Comme on ne laisserait pas son portefeuille sur le siège voisin dans le train, on ne peut plus stocker ou divulguer ses données et ses mots de passe sans songer à leur sécurité. La généralisation et la pénétration de réflexes de cybersécurité dans le quotidien des Français sont un enjeu majeur des années qui viennent. Cette révolution culturelle dans l'opinion (vers une cyberhygiène) tirera à son tour l'offre et les processus des entreprises vers une cyberprotection de haute qualité.



la CYB@R ATTAQUE,

c'est pas "SI"

mais "QUAND"

ET C'EST SIMPLE
à CONTRER



Mieux se protéger

Focus sur la cybersécurité des entreprises

La cybersécurité des PME fait régulièrement l'objet d'articles dans la presse. Et pourtant, la plupart de nos entreprises petites et moyennes voient la cybersécurité d'un œil lointain. Risque virtuel, la destruction de valeur le serait-elle aussi ? La réponse est dans la question.

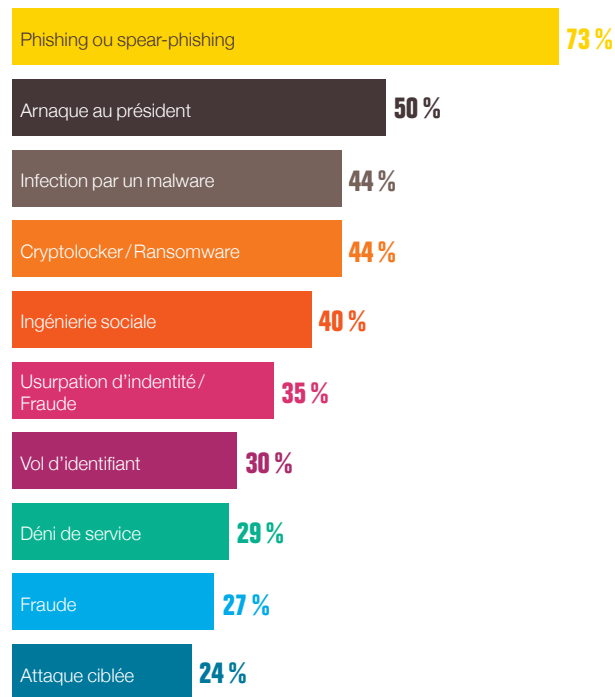
Plus de la moitié des PME ont déjà subi les conséquences d'une faille de sécurité. Généralement, les demandes financières pour des *ransomwares* tournent autour de quelques milliers d'euros. En réalité, plus que les dommages financiers, il faut adopter une logique de coût complet : dommage financier, frais d'avocat, immobilisation des équipes, incapacité à tenir des délais prévus dans des contrats (d'où pénalités de retard), mobilisation de ressources IT externes, perte réputationnelle... Le chiffrage du coût complet est complexe et souvent élevé.

Les dernières années nous montrent que les PME ne sont pas des cibles de 2nd rang, elles sont tout autant victimes de cyber-malveillance que les grands groupes. Non, ça n'arrive pas qu'aux autres.

Or, s'il est impossible d'être parfaitement protégé, chaque PME peut minimiser ses risques. Les attaques de bas niveau profitent généralement d'un manque de culture et de sécurité numériques. Réaliser un audit de cybersécurité, former les collaborateurs sur la valeur et la vulnérabilité des données, prévoir une mise à jour automatique des logiciels, réfléchir à la sécurité de données aux côtés de ses partenaires amont et aval... Avec un peu de bon sens, les PME peuvent réduire leur exposition aux actes de cyber malveillance.

• LES CYBERATTQUES LES PLUS COURANTES DANS LES ENTREPRISES⁽¹⁾

Types de cyberattaques les plus constatés par les entreprises françaises en 2018



⁽¹⁾ Plusieurs réponses possibles. En moyenne : 5 types d'attaque parmi ceux ayant subi au moins une attaque. Seules les 10 attaques les plus fréquentes ont été sélectionnées.

Source : baromètre de la cyber-sécurité des entreprises - CESIN & OpinionWay.

NOS CONVICTIONS



Nous ne sommes qu'au début de la cybercriminalité.

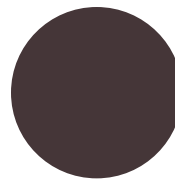
Les chiffres sont déjà impressionnants : **92 % des entreprises françaises ont fait l'objet au moins une fois de cyberattaque en 2018**, sans le savoir dans la plupart des cas. Mais tout laisse à croire que ces attaques vont se multiplier dans les prochaines années, via notamment l'exploitation de potentielles failles dans des dizaines de milliards d'objets connectés. Plus fréquentes et plus graves, ces cyber-attaques concerneront toutes les entreprises, même les plus petites.

Les attaques seront non seulement de plus en plus nombreuses, mais causeront également des dégâts croissants. Plus notre degré de dépendance aux outils numériques est forte, plus les cyber-attaques désorganisent les systèmes de production des entreprises, voire des écosystèmes entiers (comme celui des hôpitaux au Royaume-Uni en 2018). Ce constat doit être l'occasion pour les dirigeants de regarder leurs cyber-risques en face.

La lutte contre la cybercriminalité relève de la responsabilité directe du dirigeant.

Déléguer la totalité de la lutte contre la cybercriminalité à sa Direction des Systèmes d'Information serait une double erreur :

- **de nombreuses actions de lutte ne relèvent pas de protections technologiques, mais de comportements humains**, et nécessitent des actions de sensibilisation managériales adaptées, voire des décisions d'organisation spécifiques que seul le dirigeant peut imposer ;
- **plus globalement, la lutte contre la cybercriminalité relève de la stratégie d'entreprise.** Il s'agit de protéger les actifs de l'entreprise réels, tels que les équipements informatiques, les fichiers clients, ou immatériels (réputation, marque, etc.).



De ce point de vue, la sensibilisation des acteurs économiques à la cybersécurité reste largement insuffisante. 45 % des décideurs au sein de PME reconnaissent que leur entreprise n'a pas renforcé ses mesures de sécurité et 20 % d'entre eux ne savent pas si leur entreprise traite des données personnelles.

Des actions simples peuvent être prises et sont à la portée des PME sans qu'il soit nécessaire d'investir massivement.

- **Définir les actifs sensibles de l'entreprise** et les processus clés dont l'arrêt pourrait mettre en péril son entreprise. Prévoir des sauvegardes systématiques des informations essentielles à la survie de l'entreprise.
- **Sensibiliser et former ses collaborateurs aux risques de cyberattaques.** De très nombreux modules de formation sont disponibles sur le marché et éligibles aux dépenses de formation professionnelles.
- **Faire réaliser des diagnostics par des experts.**
- **Souscrire des assurances spécifiques** pour couvrir d'éventuels dommages résultant de cyberattaques. Pour aller plus loin : consulter le guide de référence sur le site de l'ANSSI.

Au-delà de ces pratiques souvent de bons sens, des actions plus structurées émanant de startups ou de fournisseurs de solutions de sécurité pourront être mises en place par les entreprises.

Cas d'entreprise

AFIGEC

Cabinet d'expertise comptable qui a surmonté une cyberattaque et fait de la sécurisation de ses données un atout compétitif sur le marché.

Fondé en 1982, Afigec (Audit Finance Informatique Gestion Expertise) enregistre un chiffre d'affaires de 12 M€, compte 4 200 clients et emploie 220 collaborateurs.

“ **Le caractère insaisissable d'une cyberattaque nécessite d'être beaucoup plus prudent et vigilant que nous l'étions. Nous avons fait de cet événement une étape stratégique de notre développement, en formant l'ensemble des personnels, en l'intégrant à notre vision des risques et en formulant une offre qui nous permet de transmettre notre expérience à nos clients et de nous différencier sur un marché encore peu mature en matière de cybersécurité. Je suis convaincu que cette expertise deviendra rapidement un pré-requis pour les offreurs de services, mais aussi pour les entreprises elles-mêmes. Bientôt les assurances conditionneront sûrement leurs offres au niveau de cybersécurité de leurs clients.** ”

Dominique Perier,
Dirigeant Associé, Afigec

Ses réalisations :

- survie du cabinet à une cyberattaque en 2016 (coût de 6 000 €, arrêt de la production d'une équipe de 7 personnes pendant 2 jours, anxiété de l'interne et risque d'image) ;
- sensibilisation et formation des collaborateurs : « cyberhygiène » ;
- déploiement de mesures concrètes : tous les ordinateurs portables sont équipés d'écrans de confidentialité et les données sont chiffrées ;
- attaques postérieures déjouées grâce aux mesures mises en œuvre (dont la fraude au président) ;
- souscription d'un contrat d'assurance couvrant, pour moins de 5 000 € par an, un préjudice de plus de 1,5 M€ ;
- nouvel axe formulé dans la plateforme de marque : la confiance et création d'une offre différenciante aux yeux des clients puisqu'elle garantit la sécurité des données. Afigec attire ainsi l'attention des entreprises sur le fait que leurs données sont vulnérables en interne, mais aussi dans leurs relations avec leurs prestataires et sous-traitants.

Cas d'entreprise

YESWEHACK

YesWeHack propose aux entreprises une approche disruptive de la cybersécurité, le *Bug Bounty* : solution qui consiste à mobiliser une communauté de *hackers* éthiques pour tester un site web, une application, infrastructure... Les chercheurs sont récompensés pour chaque vulnérabilité découverte, selon sa sévérité *via* un système de primes. YesWeHack met en relation plus de 10 000 experts en cybersécurité répartis dans 120 pays avec des organisations qui ont des besoins en sécurité informatique. Réseau de *crowdsecurity*, l'entreprise entend jouer un rôle décisif dans la révolution que constitue le développement en Europe d'une approche agile de la sécurité, accélérateur de la transformation digitale des entreprises. YesWeHack a réalisé une levée de fonds de 4 M€ en février 2019 et dispose aujourd'hui de bureaux en France (Paris, Rennes, Rouen), Suisse (Lausanne) et Singapour.

“
YesWeHack mobilise l'intelligence collective pour pallier la pénurie croissante de compétences en cybersécurité, l'un des défis majeurs des prochaines décennies : aujourd'hui 1 million de postes restent non pourvus dans le monde. Nous œuvrons pour lever les barrières. Notre niveau de cybersécurité dépend de nos capacités d'alliance. Le marché lèvera les frontières entre les entreprises, les *hackers* éthiques et les États.
”

Guillaume Vassault-Houliere,
CEO, YesWeHack

Ses réalisations :

- 1^{re} plateforme européenne de *Bug Bounty* comptant plus de 10 000 *hackers* éthiques répartis dans 120 pays ;
- sécurisation des entreprises de toutes tailles, des startups comme des grands groupes du CAC 40, de tous secteurs, mais aussi des organisations comme le Ministère des Armées (COMCYBER) ou la Direction interministérielle du Numérique et du Système d'information et de Communication de l'État ;
- accompagnement de ses clients dans la définition et mise en place de leur programme de *Bug Bounty*. Le programme fixe le cadre et les règles selon lesquelles les vulnérabilités sont recherchées, rapportées et récompensées : périmètre(s), chercheurs mobilisés, type et profondeur des tests, catégories et gravité des vulnérabilités, contenu des rapports, modalités de récompense ;
- apport d'un cadre légal et sécurisé à la Remontée Coordonnées de Vulnérabilités et protège les chercheurs de bonne volonté ;
- respect des standards et réglementations européennes les plus strictes et protection des intérêts de ses clients et de ses chercheurs ;
- quelques références de clients publics : Orange, Aéroport de Paris, Deezer, OVH, Blablacar, Dailymotion.

3 QUESTIONS À...



Philippe Trouchaud

Associé chez PWC, il est responsable du développement des activités de cybersécurité pour la région EMEA. Dans son livre, « *La cybersécurité face au défi de la confiance* », il alerte sur le manque général de maturité des entreprises.

Pourquoi est-il urgent, au-delà de la prise de conscience, que les PME passent à l'acte en matière de cybersécurité ?

D'abord parce que les conséquences sont tangibles, quantifiables et sévères : perte de propriété intellectuelle, vol de données ou encore *ransomware*... En France, les entreprises touchées paient une facture moyenne 8,6 M€, un coût en augmentation de 23 % en 1 an. Le patrimoine informationnel des entreprises est encore très exposé. Ensuite parce que la cybercriminalité est une criminalité comme les autres. Elle ne va pas s'arrêter, elle ne va épargner personne. Dans toutes les économies modernes, on observe une parfaite translation de la délinquance physique (par exemple : les braquages à main armée) vers la cybercriminalité. Elle a plusieurs avantages : elle est moins chère à opérer, elle requiert moins de personnes puisque l'on fait travailler les ordinateurs et elle est sans violence physique. Elle est aussi moins risquée car il y a peu d'accords juridiques entre les pays. Il suffit d'exercer depuis un pays qui n'a pas d'accord juridique avec l'Europe pour éviter les recours judiciaires. La cybercriminalité, aujourd'hui, représente selon les agences américaines 2 fois l'économie de la drogue.

Quels sont les bonnes pratiques et comment les mettre en place ?

Je préconise une démarche en 4 étapes dont peuvent se saisir toutes les entreprises :

- élaborer une stratégie de cybersécurité, c'est-à-dire savoir ce que l'on a à protéger et comment on le protège ;
- avoir une personne au niveau du comité exécutif qui a dans son portefeuille d'attributions la sécurité des systèmes d'informations ;
- connaître ses incidents, les mettre en perspective et surtout apprendre de ses erreurs en faisant évoluer les processus et l'organisation ;
- évaluer régulièrement son niveau de sécurité, au moins 2 fois par an.

Seulement 17 % des entreprises remplissent ces critères et réussissent concrètement à piloter le risque. Pour leurs premiers pas, les PME peuvent se référer au guide des bonnes pratiques de l'informatique, réalisé par l'ANSSI et la CPME, et disponible sur leurs sites.

Quel est le plus grand frein que vous observez chez les dirigeants ?

Ils sont prisonniers de discours 100 % technologiques. En réalité, en matière de cybersécurité, c'est la collaboration et le partage des risques qui sont les clés de succès. On ne peut pas se contenter de la technologie, parce que le crime organisé s'en saisit immédiatement.

Par ailleurs, 72 % des incidents viennent de l'intérieur des entreprises, c'est-à-dire des utilisateurs ou des sous-traitants. Il faut développer une culture de sûreté dans les entreprises.

In fine, si je devais donner un conseil aux dirigeants de PME-ETI en matière de cybersécurité, ce sera d'abord de travailler son attractivité pour se doter en capital humain. La technologie, sans les hommes et les femmes capables de l'utiliser et de la gérer, est inutile.

04.

REPENSER...

...

**LA FORMATION
INITIALE ET
CONTINUE**

Repenser

la formation initiale et continue

Pionnière de l'école pour tous, remarquée pour la qualité de ses formations scientifiques d'excellence et ses humanités, la France peine à réformer ses systèmes de formation.

Cela se traduit par la baisse du niveau général des élèves, comme le montre la dernière édition du classement PISA (2016) qui place la France au 26^e rang (sur 70) en sciences et en mathématiques, loin derrière l'Allemagne et le Royaume-Uni (15^e *ex aequo*). 10 ans plus tôt, la France se hissait au 23^e rang en mathématiques et au 25^e en culture scientifique.

Ce classement PISA nous rappelle aussi que le système scolaire génère lui-même des inégalités. L'OCDE estime que l'écart entre les enfants de parents ayant fait des études supérieures et ceux dont les parents ont un niveau collège est de presque 3 années de scolarité. Ces inégalités sont perceptibles à tous les niveaux. Chaque année, 100 000 jeunes décrochent du système scolaire sans diplôme. Jusque dans les études supérieures, l'ascenseur social patine. Seuls 10 % des diplômés du supérieur sont des enfants d'ouvriers et le taux tombe à 7 % pour les classes préparatoires.

Autre constat : nous faisons face à une grande inadéquation entre les formations et les besoins des entreprises. Alors que notre pays enregistre aujourd'hui un taux de chômage encore proche de 9 % de la population active, les emplois non pourvus sont estimés à plus de 200 000. Les métiers pénuriques sont nombreux, et dans le top 3 les ingénieurs et cadres d'étude, R&D en informatique, chefs de projets informatiques.

Une fois ce diagnostic posé, vers quel système de formation tendre ?

Dans un monde de plus en plus complexe, en mutation permanente, il est essentiel d'être en capacité de s'adapter. C'est vrai pour les entreprises, c'est vrai pour les individus. Innovation et agilité sont au cœur de l'économie de la connaissance. Apprendre à apprendre, à questionner, à interpréter, plutôt que consommer l'information passivement et naïvement. Nos enfants seraient mieux préparés si on privilégiait l'expérience, plutôt que l'apprentissage mot à mot. Nos enfants seraient plus employables si on modifiait les fondements centenaires de l'éducation à la française, vers plus de participation active et de prises de parole, et moins d'intimidation larvée, vers plus de créativité et de retours d'erreurs et moins d'évaluations/sanctions, vers plus de travail d'équipe et moins de classement individuel.

L'usage du numérique doit être systématisé. S'il fait désormais partie des priorités de l'école, son usage reste insuffisant, alors que les outils numériques peuvent donner accès à un ensemble de services et de ressources pour apprendre, sans contrainte de temps, ni de lieu. Ils offrent également de nouvelles opportunités d'apprentissages : plus personnalisés, plus interactifs, ludiques et inductifs.

Autre enjeu majeur de notre système : former à des métiers que nous ne connaissons pas encore. Ingénieur *blockchain*, expert en éthique technologique ou analyste de données connectées... 85 % des métiers de 2030 n'existent pas encore. Par définition, notre système éducatif ne peut pas y former nos forces vives. Mais il doit être capable de s'adapter vite, en lien étroit avec les entreprises et l'évolution des usages et de nous donner des repères puissants dans la collaboration hommes-machines qui s'annonce.

Enfin, avec la « guerre des talents » qui se profile, nous ne pouvons pas maintenir un système qui reproduit les inégalités. Trop de talents sont retenus par l'inégalité des chances. Pire encore, les inégalités au stade de la formation initiale se répercutent statistiquement sur leur avenir puisque ce sont essentiellement les salariés qui ont bénéficié d'un bon cursus de base qui ont le plus accès à la formation continue.

La formation est un enjeu majeur du XXI^e siècle. Toutes les échelles d'organisation sont impliquées : pas seulement les établissements scolaires ou les organismes de formation, mais également les entreprises. Nous devons devenir une société apprenante.

Les signaux d'un changement sont là. De nouvelles écoles voient le jour, comme l'École 42. Longtemps, les écoles traditionnelles l'ont regardée de loin en pensant que l'absence de certification « officielle » serait une barrière efficace. On sait aujourd'hui qu'il n'en est rien.

Les entreprises créent leur propre école et s'associent à des startups pour recruter et former leur personnel. Autre exemple des changements en cours : Science Po a annoncé la suppression du concours à l'entrée à partir de 2021, il n'y aura plus qu'une seule voie d'admission en 1^{re} année, fondée sur le contrôle continu au lycée, les épreuves écrites du bac, la motivation du candidat et un oral. L'établissement s'engage à recruter *a minima* 30 % de boursiers dans chaque nouvelle promotion.

La filière de la formation se transforme à l'échelle d'initiatives concrètes mais encore trop sporadiques. Il nous reste à accélérer et rendre le changement systémique pour que notre système éducatif produise de la compétitivité, cette compétitivité dépendant intimement du capital humain de nos entreprises. De ce point de vue, la mutation du système éducatif pourrait à elle seule renchérir l'attractivité de la France.

" Je VAIS DEVOIR me FORMER
tout au LONG de ma VIE "



Repenser

la formation initiale et continue Focus sur les compétences et métiers de demain

Un rapport de France Stratégie (février 2017, intitulé « *Élaborer une stratégie nationale de compétences* ») sur les compétences de base des français a montré qu'un nombre important de jeunes français souffraient d'un manque de compétences « génériques » pouvant soutenir la capacité de mobilité des individus face aux évolutions incertaines de l'emploi. Il est donc urgent de réfléchir à ces compétences qui vont permettre aux organisations et aux individus de s'adapter à ces changements.

L'intelligence artificielle, le digital et l'automatisation ont un impact sur tous les métiers et pas seulement les métiers techniques. Certains profils de spécialistes exigeant des compétences techniques fortes (développement de code, robotique/automatique, IA/analyse de data...) sont de plus en plus demandés par les entreprises, avec une pénurie évaluée à 80 000 emplois en France d'ici 2020.

Dans un monde d'interactions hommes-machines, Laurent Alexandre (essayiste) imagine que :

“ Pour obtenir le permis de désobéir à l'IA, il faudra 3 choses : un très haut QI, une grande transversalité intellectuelle et une large culture. ”

● ÉVOLUTION DES BESOINS EN COMPÉTENCES SELON LES INDUSTRIELS

Source : enquête KYU Lab industriels

- Forte croissance
- Croissance
- Décroissance
- Forte décroissance

Traitement des données (data science)



Simulation et modélisation



Cybersécurité



Gestion des systèmes d'information



Programmation informatique



Réglementaires / Normes qualité



Contrôle / Sécurité / Prévention



Robotique



Logistique et planification (CPFR)



Matériaux industriels



Techniques métier



Management / Conduite de projet



Relationnel / Négociation



Maintenance / GMAO



Pilotage de ligne (GPAO)



NOS CONVICTIONS



La guerre des talents est déjà là, et elle se joue au niveau mondial.

Les américains et les chinois par exemple n'hésitent pas à soutenir massivement des startups du monde entier, pas tant pour les technologies qu'elles déploient que pour les compétences des équipes. Certaines plateformes d'innovation telles que Techcode en Chine ou Techstars aux États-Unis développent des stratégies globales pour sourcer les startups et leurs communautés.

Rien qu'en France, la pénurie de compétences est saillante dans un contexte où les besoins sont croissants. Les métiers en pénurie sont nombreux, et dans le top 3 les ingénieurs et cadres d'étude, R&D en informatique, chefs de projets informatiques.

Le robot ne remplacera pas l'homme, mais 1 salarié sur 2 travaillera avec l'IA ou un robot.

Selon les estimations : 30 à 50 % des métiers vont être transformés par les nouvelles technologies, soit 1 milliard de personnes à former ou reconverter d'ici 2030. Pour s'adapter au futur monde du travail, toute personne devra savoir utiliser les outils numériques et comprendre la logique informatique ; il s'agira de compétences de base. **La maîtrise des compétences cognitives, qui ne peuvent pas être apportées par la machine ou l'IA deviendra essentielle : pensée critique, créativité, communication et collaboration.**

L'éducation doit être une priorité tant les défis de la filière sont énormes.

D'un côté, massifier la formation pour adapter rapidement les compétences aux nouveaux besoins des entreprises, de l'autre personnaliser en temps réel les supports et les contenus face à la diversité des profils et des besoins. **Tous les acteurs de la formation doivent se transformer, qu'il s'agisse de la formation initiale et continue, ou qu'il s'agisse d'acteurs publics, para-publics ou privés.** Les partenariats avec les startups Edtech doivent être encouragés pour être à la hauteur des défis : le *e-learning* apparaît comme une voie incontournable, seule capable de donner accès la formation au plus grand nombre et de répondre aux besoins de flexibilité des apprenants, ou encore le *blended learning* qui combine le *e-learning* et le présentiel.

Les frontières entre école et entreprise vont se fondre progressivement.

La transformation par les nouvelles technologies est continue et systémique. **Les individus devront se former tout au long de leur vie** : on estime qu'un individu aura entre 10 et 15 emplois différents dans sa vie professionnelle. L'adaptabilité et l'envie d'apprendre seront des qualités essentielles. De leurs côtés, **les entreprises, pour réussir, sont condamnées à devenir elles-mêmes apprenantes** en suscitant l'envie d'apprendre, au niveau individuel et collectif, et en donnant un cadre propice à l'expérimentation, à l'essai-erreur et à l'autonomie. Les hommes et les femmes ne sont plus des ressources qui travaillent un nombre d'heures contre rémunération, mais un potentiel de compétences à développer et à révéler au service de projets portés par les entreprises. Pour y parvenir, les entreprises doivent travailler plus étroitement avec les écoles (voire créer des écoles internes), les startups EdTech et la recherche, au bénéfice de l'expertise, de l'employabilité et de l'engagement de leurs collaborateurs.

Cas d'entreprise

OPENCLASSROOMS

Plateforme de cours en ligne.

Lancé en 1999 sous le nom de « Site du Zéro », OpenClassrooms a pour objectif de rendre l'éducation et la formation accessible à tous. Le site propose un mélange d'apprentissage par l'expérience et de mentorat. En mai 2018, l'entreprise a levé 60 M\$ pour financer son internationalisation et la création de nouveaux parcours.

“ **OpenClassrooms est une entreprise à mission qui a pour but de rendre l'éducation accessible, et en particulier l'éducation professionnalisante, à tous, partout. C'est la raison pour laquelle nous avons créé un comité d'impact afin de mesurer les retombées sociales de notre action. D'ici 2025, notre ambition est de placer 1 000 000 d'étudiants dans l'emploi, chaque année.** ”

Pierre Dubuc,
CEO, OpenClassrooms

Ses réalisations :

- constitution d'une plateforme et d'une communauté solide :
 - 2 millions de membres (en 2016) ;
 - 3 millions de visiteurs uniques par mois ;
 - 600 mentors ;
 - plus de 300 certifications professionnelles officielles et 32 formations de Bac+2 à Bac+5 (Bachelor, Master) ;
- création de méthodes pédagogiques fondées sur l'agilité, la réflexion par soi-même et l'accompagnement par un mentor, sélectionné sur ses capacités d'empathie, d'humilité et de patience ;
- partenariat académique avec plusieurs établissements comme Centrale Supélec, Sciences Po, Paris School of Business : création de cours, mise à disposition de la plateforme pour promouvoir leur propres cours ;
- création de contenus directement en lien avec les besoins opérationnels des entreprises et formation d'un vivier directement employable ;
- partenariat opérationnel avec Capgemini : conception d'une formation théorique en ligne de 4 mois, au terme de laquelle les étudiants intègrent l'entreprise en alternance.

Cas d'entreprise

INSEEC U.

Institution privée leader en France d'enseignement supérieur et de recherche pluridisciplinaire en Management, Sciences de l'Ingénieur, Communication et Digital et Sciences politiques.

INSEEC U. rassemble 16 écoles supérieures aux multiples expertises (Sup de Pub, ECE, HEIP...) implantées sur 3 continents (Europe, Asie, Amérique du Nord). L'INSEEC School of Business and Economics, école fondatrice créée en 1975, a annoncé une refonte de sa pédagogie à la rentrée 2019 autour des humanités et des nouveaux modes d'apprentissage.

“ **La formation initiale et la formation continue se confondent de plus en plus. Nous nous concentrons ainsi sur les compétences utiles tout au long de la vie. Nous répondons aux besoins immédiats des entreprises mais assumons parallèlement l'adaptation aux évolutions du marché à long terme.** ”

Catherine Lespine,
Présidente-Directrice générale, INSEEC U.

Ses réalisations :

- expérimentation puis déploiement de nouvelles méthodes pédagogiques inspirées des enseignements des neurosciences. Par exemple : système de classe inversée où l'étudiant travaille le sujet avant d'aller en cours, et où il bénéficie de l'assistance d'un professeur qui remplit un rôle de mentor et se concentre sur les cas pratiques en favorisant la discussion ;
- valorisation des humanités au cœur de la stratégie éducative : une semaine par mois, les élèves revisitent des événements historiques comme 1492 ou la révolution française sous des angles économiques, sociologiques, philosophiques, etc. ;
- ouverture d'un campus à San Francisco où sont dispensés des séminaires « innovation, entrepreneuriat, digital » au cœur de la Silicon Valley ;
- intégration d'« INSEEC Entreprises », qui propose une large gamme de parcours en formation continue, modulables, professionnalisants et garantissant l'employabilité, largement dispensés en ligne sous forme de cours.

3 QUESTIONS À...



Boris Sirbey

Cofondateur de France Apprenante, coalition d'acteurs qui déploient des dispositifs innovants d'ampleur au service des projets des entreprises et des territoires : communautés apprenantes, écosystèmes collaboratifs, dispositifs d'apprentissage par l'expérience, entreprises apprenantes, etc.

Pourquoi la 4^e révolution industrielle doit-elle s'accompagner d'une révolution cognitive ?

Le propre de cette 4^e révolution industrielle tient dans le basculement de compétences techniques vers des compétences cognitives et comportementales. On attend désormais des individus qu'ils développent leur pensée critique et qu'ils produisent des idées. On passe des savoirs fondamentaux (écrire, lire) à l'exercice de la créativité, sans passer nécessairement par la case technique.

Il nous faut d'urgence adapter l'amont de cette révolution : les instances de formation. Michel Serres nous a déjà ouvert la voie. Internet nous donne accès à toute les informations et formations possibles, tandis que les compétences sont vouées à changer constamment. Et on continue à demander aux élèves d'apprendre des textes par cœur...

Que peut-on encore apprendre aux élèves dans ces conditions ?

Il faut leur apprendre à apprendre. Tout notre système éducatif est construit sur une base « descendante ». Or, le modèle de l'enseignement qui tire sa légitimité du savoir imposé est désuet. Il suffit de voir les étudiants vérifier en temps réel les informations données sur leur portable... Vérifier des informations, hiérarchiser l'information, faire des choix éclairés... La révolution cognitive, c'est faire en sorte que chacun sorte du système, non pas avec un corpus de connaissances déjà obsolètes, mais avec la capacité de devenir acteur de son propre développement et de sa propre employabilité.

Il faut leur apprendre à exercer leur liberté et à se donner les moyens de décider de leur avenir. Pour y parvenir, la seule solution, c'est de développer une pensée critique et autonome. S'il ne s'explorer pas lui-même en explorant ses zones d'ombre, l'individu va rester dépendant d'une autorité (les parents, le manager, le dirigeant...). C'est le célèbre « *Connais-toi toi-même* » de Socrate. Emmenons les élèves dans une démarche initiatique et laissons de l'autonomie aux nouvelles générations qui veulent s'affranchir des normes hiérarchiques du passé.

Compte tenu des inégalités sociales et éducatives flagrantes, comment ne laisser personne sur le chemin des compétences du 21^e siècle ?

Je suis convaincu que l'envie d'apprendre est innée et partagée par tous les enfants. Notre mission collective, c'est de tout faire pour la réveiller. Jusqu'à présent, on a tout fait pour l'étouffer, au nom du fonctionnement mécaniste de la société. Mais je ne suis pas inquiet, l'envie d'apprendre est comme un muscle que l'on entraîne. Nous pourrions la réactiver grâce à la mise en pratique immédiate des savoirs (*learning by doing*) et à l'intelligence collective, l'échange et l'expérience de la co-construction.

**CRÉER
L'ENTREPRISE**
■ ■ ■

■ ■ ■
**ET LE TRAVAIL
DE DEMAIN**

05.

Créer l'entreprise

et le travail de demain

Nos réflexions sur l'entreprise et le travail de demain sont régulièrement parasitées par les dystopies et nos fantasmes sur le remplacement des humains par les robots.

La collaboration avec les robots et l'IA ne sont qu'un élément de notre avenir au travail. Notre relation au travail a déjà changé, tirée par les nouvelles générations, les mutations technologiques et les limites du modèle paternaliste. En matière de travail aussi, ce sont les usages qui guident l'offre. Plus d'autonomie, plus d'impact, le développement de son employabilité, un équilibre entre vie privée et vie publique, les usages du travail ont changé plus vite en 10 ans qu'en un siècle.

Les entreprises font donc face à un double changement. D'une part, la concurrence accrue et la baisse des barrières à l'entrée poussent à la course à l'innovation pour laquelle les entreprises s'arrachent les talents. D'autre part, la demande de travail a radicalement changé avec des collaborateurs exigeants et infidèles.


Pour résoudre cette équation, l'ADN de l'entreprise de demain sera d'abord marqué par la notion de respect.

Respect de l'environnement et d'une nouvelle éthique de responsabilité sociale. Le « Manifeste étudiant pour un réveil écologique », signé par plus de 30 000 étudiants de grandes écoles, reflète parfaitement le refus d'une génération de rejoindre des entreprises qui ont un impact négatif sur l'environnement.

Ce respect s'entend comme une vigilance, comme un refus d'aggraver l'impact de l'activité humaine sur l'avenir de nos enfants. L'imprimante 3D, présentée dans les pages suivantes, permet de limiter l'usage des ressources en réduisant le taux de déchets, et également de relocaliser de la production en France, ce qui limite l'impact environnemental.

Il s'entend aussi comme la responsabilité de contribuer à résoudre les grands défis qui s'annoncent. Ce n'est pas parce qu'une entreprise gagnera de l'argent qu'elle sera utile. C'est parce qu'elle sera utile, qu'elle gagnera de l'argent. Toutes les entreprises n'inscriront pas leur mission dans leurs statuts, comme le propose la loi PACTE suite au rapport Notat-Sénard. Pourtant, avoir une mission, un combat pour l'intérêt général s'impose désormais comme un attendu absolu pour les talents, les partenaires, les fournisseurs. Demain, qui voudra rejoindre un leader qui ne se bat pour rien d'autre que son EBITDA ?

L'entreprise est face à une révolution copernicienne : passer du contrôle à la confiance, du vertical à l'horizontal, des consignes à la prise d'initiative, de la peur de l'échec au plaisir de l'essai / erreur.



L'entreprise de demain sera aussi une entreprise ouverte, dont les frontières s'estomperont entre elle et ses clients, entre elle et ses partenaires (startups, écoles, etc.), entre elle et ses collaborateurs.

Le travail est ainsi en voie de fragmentation, par rapport aux hiérarchies monolithiques du siècle dernier. En 2013, l'étude HR Trends du cabinet Deloitte affirmait qu'en 2020, la moitié des effectifs sur lesquels une entreprise s'appuierait pour son activité ne travaillerait pas pour elle. Cette prévision se concrétise en partie puisque la France comptait 830 000 freelances (travailleurs indépendants qualifiés exerçant une profession intellectuelle) en 2016, un nombre en augmentation de 126 % en 10 ans (source : étude Freelance 2018 Malt-Ouishare 2018).

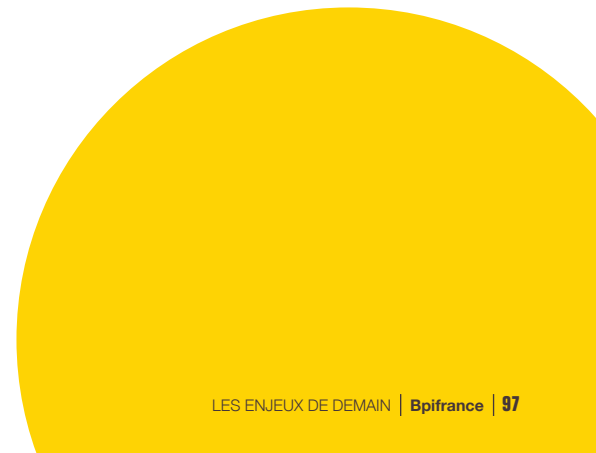
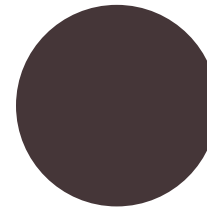
C'est une formidable occasion pour nos entreprises. À condition qu'elles sachent s'adapter à cet éclatement en traitant le freelance comme le collaborateur salarié, en veillant à toujours séduire le manager comme l'expert que l'on veut attirer pour une mission stratégique et en métabolisant le mode projet et l'agilité permanente. À condition aussi qu'elles cultivent leur force d'attraction et de cohésion, en intensifiant leur *leadership*, leur vision et leur marque employeur.

L'entreprise de demain aura changé de regard sur les alliances nécessaires sur le chemin de la croissance. Les clients, les fournisseurs, les écoles et universités et même les concurrents... L'écosystème est le nouvel atout compétitif des entreprises.

L'open innovation est un exemple de la fertilité des écosystèmes : partage des moyens techniques, des infrastructures et du capital humain, le tout dans un but commun de créer de nouveaux produits ou de nouveaux procédés. 47 % des dirigeants estiment que l'open innovation est une priorité pour les 3 ans à venir (étude « *CEO Outlook - Disrupt and grow* », KPMG International, 2017).

Les obstacles à la coopétition ne sont plus que culturels. Les exemples ne manquent pas : PSA Peugeot-Citroën et Toyota ont annoncé en 2014 un accord de coopération et de collaboration. Les 2 constructeurs ont produit des véhicules utilitaires communs (Peugeot Traveller, Citroën SpaceTourer et Toyota Proace) issus d'investissements conjoints. La mise en commun des moyens de production (usine de Sevelnord, usine de Vigo en Espagne) et des technologies bénéficie aux 2 parties qui souhaitent poursuivre la collaboration.

Contre toute attente, l'entreprise de demain sera apprenante, si elle partage ses connaissances. Elle sera hyper innovante, si elle collabore avec son écosystème. Elle sera compétitive, si elle libère ses talents.



Créer l'entreprise

et le travail de demain

Focus sur l'impression 3D / fabrication additive

Emblème précoce de la modernisation de notre appareil productif, l'imprimante 3D a parfois été réduite à une dimension de gadget. Nous commençons seulement à entrevoir le champ de ses possibles industriels, et combien elle pourrait révolutionner nos modes de production et de consommation.

L'impression 3D (ou Fabrication Additive) est un procédé de fabrication qui consiste à produire un objet couche par couche, sur la base d'un fichier numérique. La première imprimante a été lancée au milieu des années 80.

Son premier usage, le plus intuitif, concerne les prototypes. L'imprimante 3D permet d'accélérer la mise sur le marché des prototypes et facilite les tests et les itérations avec les communautés du producteur. Elle permet aussi de remplacer plus rapidement les pièces détachées défectueuses, réduisant ainsi les délais et la dépendance aux fournisseurs.

Elle s'est progressivement imposée dans la production de pièces métalliques complexes pour l'aéronautique et le spatial. Actuellement, les machines d'impression 3D ne produisent que des pièces mono-matériaux, mais les perspectives d'impression de plastiques composites s'affinent.

Elle est prometteuse dans le *B-to-C* pour répondre au besoin de personnalisation de masse. Produire des montures de lunettes ou des baskets uniques, c'est désormais possible ! Et cette possibilité promet de bouleverser le modèle du *retail*, tant en termes de localisation de la production, que d'espaces de vente ou de logistique !

Du prototypage, l'impression 3D prend toute sa place dans la chaîne de production. On assiste à une augmentation spectaculaire de l'impression 3D de production avec 43 % des personnes (dirigeants, ingénieurs et designers) déclarant avoir utilisé cette technologie à des fins de production en 2018, soit presque 2 fois plus que l'année précédente.

L'impression 3D est l'un des visages du travail et des entreprises de demain, dans des proportions qu'il est encore difficile de prévoir mais impossibles à ignorer.

- **Médecine pour des organes** : en avril 2019, des chercheurs de l'université de Tel Aviv en Israël ont annoncé avoir mis au point le 1^{er} prototype de cœur imprimé en 3D à partir de cellules humaines.
- **Alimentaire** : BeeHex, une entreprise de robotique qui modernise la préparation et la personnalisation des aliments avec le système d'impression 3D le plus avancé. Les plastiques sont ici remplacés par des matières comestibles, de la pâte en passant par la tomate et le fromage, bien sûr. Mais le principe reste assez proche. Doté d'une application et d'un logiciel simplifié, BeeHex promet que vous pouvez même convertir des images .jpeg en pizzas. En février, TechCrunch a annoncé qu'elle avait recueilli 1 M\$ en financement de démarrage pour lancer son premier produit, une imprimante à pizza appelée Chef 3D.
- **Habillement** : Ender a lancé SHAPE, un soutien-gorge à armatures imprimées en 3D et adaptées à la morphologie de chaque femme. Claire et Mathilde, fondatrices d'Ender, affirment que 80 % des femmes portent un soutien-gorge qui ne leur va pas.

NOS CONVICTIONS



L'impression 3D n'est pas « juste un gadget » pour réaliser chez soi des figurines en plastique ou des assiettes pour chat.

Elle ne se limite pas au simple prototypage de pièces complexes. Elle ne se limite pas non plus au plastique, puisqu'il existe des systèmes d'impression 3D pour le béton, le métal, le carbone, la céramique, etc.

La fabrication additive est une brique clé de l'industrie du futur.

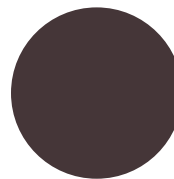
Elle optimise la conception, facilite l'innovation et devient un outil de production de masse permettant une hyper-personnalisation du produit pour un client / consommateur toujours plus exigeant. Au travers des gains matières, elle réduit les coûts et les déchets.

Son impact ne se limite pas à l'industrie.

L'impression 3D permet également de révolutionner le commerce avec de nouveaux concepts de *store factories* (impression des chaussures en arrière boutique, camions itinérants, etc.).

Elle représente un marché en forte croissance.

Avec une augmentation d'environ 25 % par an, il devrait atteindre les 18,5 Md€ d'ici 2020.



La France doit rattraper son retard.

À ce jour, la fabrication additive n'a pas encore gagné nos chaînes de production. La France ne détient que le 7^e parc au monde, avec 3,2 % des imprimantes 3D, loin derrière l'Allemagne et les États-Unis.

Cause ou conséquence, la France ne compte pas encore de champions à l'échelle internationale, même si *Prodways* et *Add-up* sont des champions reconnus, et malgré un nombre croissant de spécialistes de la fabrication additive et de startups sur ces marchés.

Les défis de la France pour l'impression 3D sont nombreux.

Il nous faut :

- **intensifier notre tissu productif en imprimantes 3D en préparant les acteurs industriels à l'adaptation de leur main d'œuvre ;** l'utilisation de la 3D implique en effet la maîtrise de compétences logicielles. Il oblige à repenser le fonctionnement du bureau d'études et l'organisation de la chaîne de production ;
- **développer une offre de formation** dans les universités et les écoles d'ingénieurs ;
- **faire émerger 1 ou 2 champions français de la fabrication additive ;**
- **enfin, créer et animer une communauté de pratiques autour de la fabrication additive.**

Cas d'entreprise

ADDUP

Conception, vente et location d'imprimantes 3D aux PME et ETI, conseil dans la stratégie d'achat et formations.

Issu d'une collaboration entre Michelin et la société d'ingénierie Fives, cette joint venture, créée en avril 2016, a pour ambition de faire bénéficier ses clients de son expérience et de son savoir-faire en développant et commercialisant à l'échelle mondiale, des machines et des ateliers de production industriels utilisant la technologie de fabrication additive métallique, communément appelée impression 3D Métal.

“
La France n'est pas la plus avancée dans le domaine de la fabrication additive métal, mais avec Addup, nous avons une réelle avance sur nos concurrents, notamment avec Michelin qui a industrialisé la technologie et qui est le seul au monde à produire 1 million de pièces/an. Avec cet atout majeur, nous cherchons à prendre notre place parmi les leaders mondiaux à une échéance de 3 ans. Nous voulons inciter les industriels à commencer par des petites séries, puis à augmenter progressivement leur production, mais aussi les inviter à « penser autrement et créer de nouveaux produits » grâce à de la formation et du conseil.”

Vincent Ferreiro,
CEO, Addup

Ses réalisations :

- création d'un système de location d'imprimante 3D pour les entreprises qui envisagent les bénéfices de l'impression 3D sans oser ou sans pouvoir réaliser cet investissement ;
- création d'une communauté AddUp Community et d'un label de qualité pour mettre en relation l'offre et la demande pour la production de pièces. AddUp Community est constituée d'acteurs producteurs de pièces en fabrication additive qu'AddUp propose d'accompagner au travers d'un label validant l'appartenance à cette communauté d'un très haut niveau d'exigence et d'excellence ;
- production d'une offre de formation : AddUp Academy Online, un site dédié à la formation en ligne sur la fabrication additive. L'inscription est entièrement gratuite et donne accès à du contenu pédagogique ;
- élaboration d'un nouveau programme de recherche français SOFIA « Solutions pour la Fabrication Industrielle Additive métallique », de l'élaboration des poudres de métal, en passant par les équipements et les procédés d'impression. Programme de 6 ans, avec notamment Safran, Michelin, Zodiac Aerospace, le CNRS, Centrale Nantes, Centrale Supélec, l'Ecole Polytechnique, l'ENS Paris-Saclay, l'Université Paris Diderot, l'Université Paris-Sud et enfin, l'Université Pierre et Marie Curie.

Cas d'entreprise

VOLUM-e

Fabrication de pièces industrielles d'exception grâce à l'imprimante 3D en sous-traitance des géants de l'aéronautique et du spatial.

VOLUM-e est filiale de MMB détenue par le groupe 3DS. Le groupe MMB VOLUM-e vise un chiffre d'affaires de plus de 8 M€ en 2019 et emploie 70 salariés.

“ **Avec la fabrication additive, nous avons un levier puissant pour nous positionner à l'avant-garde des évolutions technologiques dans les secteurs stratégiques comme l'aéronautique et le spatial, le médical, l'énergie ou encore le ferroviaire ou le naval. Nous voulons contribuer à la compétitivité de la France et en même temps, densifier le maillage industriel de notre région.** ”

France Desjonquères,
Président-directeur général, VOLUM-e

Ses réalisations :

- certifiée ISO9001 et EN9100, c'est la 1^{re} société française qualifiée procédés spéciaux fabrication additive par ARIANEGROUP, SAFFRAN et THALES pour des pièces de vol. Actuellement en cours de qualification avec 2 autres donneurs d'ordres de tout 1^{er} plan. VOLUM-e réalise des pièces de développement à géométrie complexe et ensuite assure la production de pièces en série. Parmi les pièces réalisées pour ARIANEGROUP la croix de cardan et le collecteur du moteur Vinci d'Ariane 6 ;
- 17 novembre 2016 à Kourou : le lancement d'Ariane 5 signe le 1^{er} vol spatial d'une pièce d'environnement moteur produite par fabrication additive métallique chez VOLUM-e ;
- en 2023, VOLUM-e procédera à l'inauguration du nouveau site industriel de 3 000 m² dédiés à la fabrication additive métal pour la production de pièces complexes en séries ;
- acteur de 1^{er} plan dans de nombreux projets de recherche collaborative dans le domaine de la fabrication additive ;
- développement en interne d'un programme de recherche qui a pour finalité de réaliser, de façon rapide, flexible et automatisable, des pièces fonctionnelles possédant des caractéristiques performantes (poids, géométrie, résistance à l'usure, à la température, à l'oxydation, aspect visuel fidèle et durable) ;
- accompagnement des PME dans l'adoption de la technologie et partenariat de recherche ayant pour objet de transmettre aux PME la production intellectuelle exclusive des procédés et paramètres, créant un avantage concurrentiel.

3 QUESTIONS À...



Alain Bernard

Vice-président de l'AFPR (Association Française de Prototypage Rapide).

L'imprimante 3D n'a pas encore pris toute sa place dans nos PME et ETI. Elle souffre parfois d'une image de « gadget », pourquoi à votre avis ?

L'imprimante 3D a fait le buzz dans les médias. Cette vague médiatique a certes contribué à populariser et faire connaître la fabrication additive, mais l'image véhiculée ne correspondait pas à la réalité. Les machines dites « d'impression 3D » de fabrication additive ne sont pas des machines « presse-bouton ». Il est nécessaire de modéliser avant de produire. Encore une étape qui n'est pas aussi courante et habituelle pour le commun des mortels.

Cela étant dit, le marché propose des machines faciles à utiliser et peu dangereuses, ce qui les rend accessibles très tôt aux collégiens et aux lycéens. J'espère qu'elles redonneront aux jeunes le goût du concret, au service de leur créativité, qu'elles les aideront à développer des choses concrètes qui les confrontent à la robotique, à l'électronique, à l'informatique, à la physique et à la chimie, la mécanique, pour ne parler que des compétences de base...

Jean-Claude André, l'un des dépositaires du brevet de l'imprimante 3D nous dit : « La France est une machine à perdre. En France, nous sommes des conservateurs dans l'âme ».

Êtes-vous aussi pessimiste pour l'intégration de l'impression 3D en France ?

En France, on gagne sur le plan scientifique et technique grâce à de très nombreux talents et des chercheurs inventifs, mais on perd sur le plan économique. En 2015, la France a perdu un de ses fleurons technologiques dans le domaine, Phénix Systems, racheté par 3D Systems. Notre plus grand défi, c'est de conserver nos pépites à long terme et de faire émerger des sociétés leaders dans leur domaine. Par ailleurs, contrairement à d'autres pays qui mettent en place une *task force* nationale, avec un budget attribué par l'État et des objectifs affichés, nous en France, et le plus souvent en Europe, nous préférons mettre en compétition les acteurs. Ce réflexe nous fait perdre non seulement une énergie importante, mais aussi et surtout toutes les idées qui ne sont finalement pas financées.

De quoi avons-nous besoin pour faire décoller la filière française de l'impression 3D ?

De plus de coordination, de plus d'esprit d'équipe ! Il est temps que les dynamiques se coordonnent afin de disposer de réels moyens significatifs. Seule cette convergence peut nous permettre de passer cette fameuse vallée de la mort, c'est-à-dire en resserrant les liens entre les acteurs qui se développent et ceux qui sont déjà présents à l'étranger. C'est par exemple le cas pour la société BeAM, startup qui intègre les buses de dépose matière issues des développements d'IREPA Laser sur n'importe quelle structure de machine industrielle et qui a déjà 3 machines « standard » à son catalogue. Cette société travaille avec le groupe Fives, groupe qui fabrique et distribue les machines de BeAM dans le monde entier. Elle fait partie maintenant de AddUp, autre fleuron français créé il y a 3 ans à l'initiative de Michelin et de Fives, et qui s'est donné des ambitions importantes de création de machines de nouvelle génération. Autre exemple : la société Prodways qui est aujourd'hui détenue par le groupe Gorgé. D'autres acteurs français existent dans le domaine des céramiques et du bio-printing. Toutes ces sociétés sont des fleurons technologiques français de la fabrication additive qui se développent sur différents segments de marché et grâce à des technologies de pointe. Capitalisons et soutenons leur réussite !

06.

**RÉUSSIR
LA TRANSITION**



**...
ÉCOLOGIQUE
ET ÉNERGÉTIQUE**

Réussir la transition écologique et énergétique

La transition écologique vise à évoluer vers un renouvellement de notre modèle économique et social (dans nos façons de consommer, produire, travailler et vivre ensemble), afin d'apporter une réponse aux enjeux environnementaux majeurs, comme le changement climatique, la réduction de la biodiversité, la diminution des ressources, et l'augmentation des risques environnementaux. La transition écologique dans sa globalité se compose de plusieurs volets interdépendants, comme notamment la transition agro-alimentaire, favorable à une agriculture plus biologique et paysanne, la transition industrielle, qui incite à la production de biens plus durables, c'est-à-dire recyclables et facilement réparables, ou encore la préservation de la biodiversité. Mais l'une des notions principales du concept de transition écologique est celle de la transition énergétique. Elle désigne la période d'adaptation qui doit conduire à l'adoption d'un mix énergétique composé de sources plus diversifiées et renouvelables, en opposition à un mix énergétique basé principalement sur des énergies d'origine fossile.

Pourquoi la TEE est-elle aujourd'hui une urgence absolue ? Gaz à effet de serre, hausse de la température des océans, baisse de la biodiversité, pollution, événements climatiques exceptionnels... Les constats de l'impact de notre modèle de développement sont chaque année plus inquiétants.

Si toute l'humanité consommait autant de ressources que les Européens, elle utiliserait l'équivalent de 2,8 planètes Terre pour subvenir à ses besoins. Chaque année, le jour du dépassement se produit de plus en plus tôt. Le Jour du dépassement, c'est le jour à partir duquel nous avons pêché plus de poissons, abattu plus d'arbres et cultivé plus de terres que ce que la nature ne peut nous procurer au cours d'une année. En 2019, c'était le 10 mai, pour l'Europe, et le 15 mai pour la France. À partir de ce jour-là, notre pays vit au-dessus de ses moyens. Cela marque également le moment où nos émissions de gaz à effet de serre auront été plus importantes que ce que nos océans et nos forêts ne peuvent absorber.

“ Si l'abeille venait à disparaître de la surface du globe, l'homme n'aurait plus que quelques années à vivre ” prophétisait Einstein.

Or, en France, près de 30 % des colonies d'abeilles disparaissent chaque année. Nous avons retourné notre mode de développement contre nous. La TEE est une condition de survie de notre espèce.

Face à ce défi, 2 réponses émergent. La 1^{re}, c'est la décroissance, la limitation de nos modes de vie et de nos ambitions. À certains égards, nous avons de nombreux gisements d'énergie à économiser : mieux isoler le bâti, lutter contre l'auto-solisme (utilisation de la voiture pour une seule personne), produire et consommer plus local. À d'autres égards, le choix de la décroissance frôle le retrait du monde (courant de collapsologie, par exemple).

Nous sommes pour bâtir un nouveau modèle qui introduit une rupture technologique, économique et culturelle vers des modes de production durables. Pour un modèle permettant de consommer mieux, de choisir un mix énergétique soutenable, de produire sans détruire. C'est l'écologie positive, portée par Idriss Aberkane (enseignant et essayiste) qui n'oppose pas nature et emplois.

“ Ce n'est pas à la nature de produire comme nos usines, c'est à nos usines de produire comme la nature. ”

La TEE est d'autant plus complexe que la révolution numérique (*blockchain*, IoT, 5G, etc.) accroît chaque jour les besoins en énergie. La consommation d'énergie est aujourd'hui un droit des peuples pour accéder au développement et nourrir leur activité économique, mettant encore plus sous pression le mix énergétique actuel.

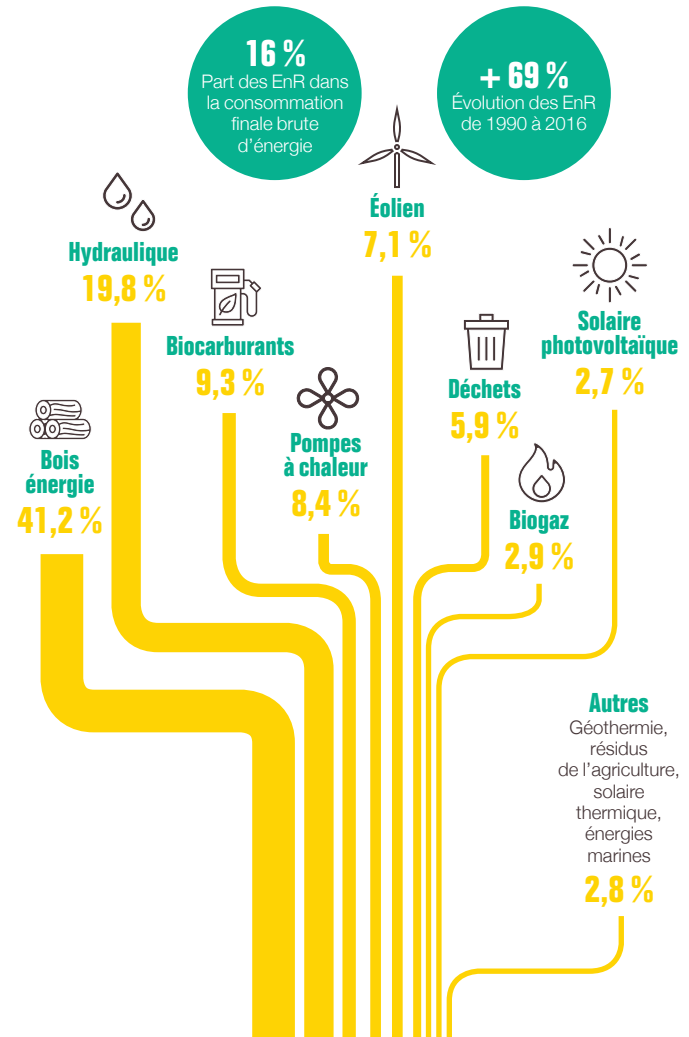
Pour y parvenir, la France s'est donnée les moyens de franchir un cap en matière de production d'énergies renouvelables : la loi de 2015 sur la transition énergétique a fixé un objectif de 32 % de la consommation énergétique française issue des énergies renouvelables (ENR) à horizon 2030. L'ajustement de notre mix énergétique constitue une condition de survie, mais aussi un nouveau levier de croissance. L'ADEME estime le potentiel de plusieurs scénarii de mix énergétiques à une augmentation du PIB à hauteur de 3,5 ou 3,9 % d'ici 2050, ainsi que d'une création de 830 000 à 900 000 emplois. Ces emplois exigent que nous renforçons nos cursus académiques. Sur 34 formations supérieures, seules 11 % comportent un enseignement obligatoire des problématiques climatiques (source : étude du *think tank* « *The Shift Projet* » publiée le 25 mars 2019).

Derrière ces objectifs chiffrés, les leviers de la TEE sont d'abord et avant tout industriels. Aux entreprises d'inventer de nouveaux modèles et de massifier la production des technologies durables, à la force politique d'encourager ces investissements.

Le virage technologique de l'industrie est l'occasion de changer notre manière de produire et de positionner l'industrie, non pas comme un frein, mais comme une solution, à la bonne échelle, pour la TEE. L'intelligence artificielle constitue un passage obligé de ces mutations. Les systèmes de gestion dynamiques des réseaux électriques ou *smart grids*, peuvent permettre de progresser vers la frugalité et l'efficacité énergétique, en fournissant de l'information en temps réel sur les opérations à l'échelle du réseau, les interruptions de courant et l'utilisation de l'électricité pour optimiser la consommation.

Ce *new deal* énergétique passera par une alliance avec les consommateurs, plus de données, mais aussi plus de transparence pour une responsabilité partagée à l'échelle de la société.

• LES CHIFFES CLÉS 2018 DES ÉNERGIES RENOUVELABLES (ENR) EN FRANCE



Réussir la transition écologique et énergétique

Focus sur l'autoconsommation énergétique

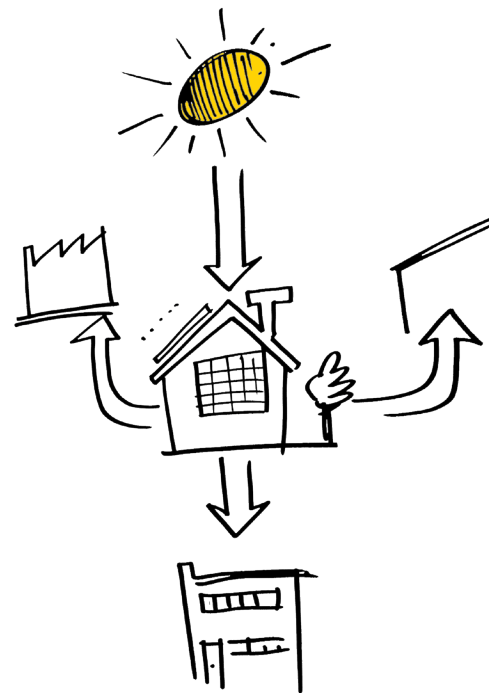
Qu'est-ce que l'autoconsommation ?

C'est le fait, pour un bâtiment, un centre de production ou un groupe de bâtiments, de consommer soi-même l'énergie que l'on a produite soi-même. L'objectif de l'autoconsommation vise à réduire le montant de sa facture et sa dépendance à un fournisseur d'électricité (opérateur, pays...).

Cette énergie autoproduite provient de diverses origines (soleil, vent, chaleur...), mais c'est plus volontiers dans le domaine de l'énergie solaire que le phénomène de l'autoconsommation se développe. Les particuliers équipent leur maison de panneaux photovoltaïques qui leur permettent de produire de l'énergie solaire. Cette électricité verte est transformée en courant alternatif qui vient alimenter les appareils électriques de la maison (chauffage, électroménager...).

Il existe 2 formes d'autoconsommation :

- l'autoconsommation individuelle avec un unique producteur / consommateur (qu'il s'agisse d'un particulier et de sa maison individuelle, ou d'une entreprise et de son bâtiment ou de son usine) ;
- l'autoconsommation collective qui regroupe plusieurs producteurs / consommateurs sur un même périmètre géographique.



l' AUTOCONSOMMATION *de* DEMAIN
SERA COLLECTIVE

NOS CONVICTIONS



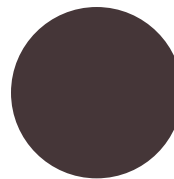
Malgré une tendance positive, l'autoconsommation reste très peu développée en France.

La France comptait fin 2017 seulement 20 000 autoconsommateurs contre 1,5 millions en Allemagne. Cette faiblesse s'explique en grande partie par le fait que la France bénéficie d'une électricité peu chère (2 fois moins qu'en Allemagne), peu carbonée et disponible.

Toutefois, la tendance est clairement positive avec l'évolution des mentalités (préoccupations environnementales et modes de consommation plus responsables), la hausse des prix de l'électricité (passée et programmée) et la baisse du coût de production du photovoltaïque. On s'attend donc à une forte croissance de l'autoconsommation dans les années à venir, avec des estimations à 2035 pouvant atteindre 4 millions de foyers. **L'autoconsommation pourrait devenir un modèle gagnant de la transition énergétique.**

Le modèle économique d'un projet d'autoconsommation existe si une majeure partie de l'électricité produite est consommée instantanément sur site.

Les sites tertiaire et industriel sont à ce titre les plus intéressants pour l'autoconsommation car ils ont des consommations relativement stables la journée contrairement aux particuliers qui consomment moins la journée lorsque l'électricité est produite. Les temps de retour sur investissement sont dès à présent attractifs pour certains acteurs qui investissent, comme par exemple les supermarchés.



L'autoconsommation se pensera demain à une maille plus large qu'un seul site de production / consommation.

Les opérations d'autoconsommation collective sont celles qui pourraient présenter les meilleurs fondamentaux économiques (taille critique d'installation, multiplicité des consommateurs et de leurs profils de consommation). Ce modèle paraît être le plus prometteur et s'impose à l'international dans la logique des *smart cities*, avec une réappropriation locale de la consommation d'électricité renouvelable. Pourtant, il n'existe qu'une dizaine de démonstrateurs d'autoconsommation collective en France et les barrières techniques et réglementaires sont nombreuses. Mais divers acteurs investissent le sujet (Engie, Vinci, bailleurs sociaux, startups...) pour trouver des modèles d'affaires gagnants.

Le pilotage des consommations et des réseaux locaux d'électricité constitue une brique à forte valeur ajoutée pour les entreprises françaises.

Des équipementiers et startups françaises proposent aujourd'hui des solutions innovantes et à fort potentiel pour faciliter le développement de l'autoconsommation : pilotage des consommations afin de les déplacer lors des moments de production, optimisation d'un réseau local d'électricité, comptage / répartition entre consommateurs de l'électricité *via* la *blockchain* par exemple...

Le potentiel de marché pour ces solutions est important sur des secteurs comme les *smart grids* et dans des zones géographiques ne bénéficiant pas d'un approvisionnement électrique compétitif et fiable.

Cas d'entreprise

APEX ENERGIES

Fournisseur d'énergie verte. Basée à Montpellier, APEX Energies enregistre un chiffre d'affaires d'environ 20 M€ et emploie plus de 50 salariés. Cette société développe une offre en efficacité énergétique et en autoconsommation. La société a lancé 2 composantes de cette offre globale : une offre de service liée à l'efficacité énergétique des bâtiments et une en autoconsommation individuelle pour les gros consommateurs (développement, construction et maintenance).

“

Il y a clairement une démocratisation de la production décentralisée renouvelable. La production décentralisée fonctionne à rebours du modèle classique où une grande centrale alimente en énergie tout un territoire. Elle consiste en de nombreuses petites unités de petite capacité, raccordées au réseau électrique, au réseau de gaz naturel ou encore aux réseaux urbains de chaleur ou de froid, pour produire une énergie renouvelable et locale. Un tel mode de production est plus respectueux de l'environnement et des besoins locaux en énergie. 56 % des chefs d'entreprise se disent prêts à se lancer dans une démarche d'autoconsommation.

Notre prochaine étape, c'est de développer une offre en autoconsommation collective. Nous progressons mais pour l'instant les obstacles sont moins techniques que de l'ordre d'une méconnaissance des bénéfices et du sujet en général.”

Pascal Marguet,
Président, APEX Energies

Ses réalisations :

- acquisition de 7 000 clients (entreprises et collectivités) : baisse de la facture énergétique de la clientèle de 20 % à 40 % et réduction de leur dépendance aux fournisseurs d'électricité et aux variations de prix ;
- financement d'un parc solaire photovoltaïque de plus de 100 MWc d'ici 2021, grâce à une levée de fonds de 13,5 M€ en 2018 auprès d'un consortium de fonds du Crédit Agricole, dont Idia Capital Investissement et Sofilaro, ainsi que de **Bpifrance** ;
- 2019 : lancement de la filiale ORA qui propose des solutions clés en main d'autoconsommation (réalisation et financement des travaux d'économies d'énergie) et des services d'efficacité énergétique pour les grands consommateurs d'énergie (industriels, GMS, entreprises du tertiaire, bailleurs sociaux) ;
- lancement à Montpellier d'une démarche d'installation pilote en autoconsommation collective pour élaborer un modèle.

Cas d'entreprise

GREENYELLOW

Réel allié énergétique, GreenYellow propose une plateforme de solutions techniques à ses clients privés et publics, leur permettant de mieux et de moins consommer, tout en réduisant leur impact environnemental. GreenYellow est un expert de la production solaire photovoltaïque, de l'efficacité énergétique. GreenYellow a aussi développé une offre énergétique à destination des particuliers : 100 % verte, 100 % connectée et près de 15 % moins chère.

“ **Chez GreenYellow, nous sommes convaincus que l'avenir de la consommation d'énergie se trouve dans l'autoconsommation, c'est-à-dire la production de l'électricité verte en circuit-court, à proximité de l'endroit où elle est consommée. La maîtrise de la consommation est également un enjeu crucial : les économies d'énergie constituent un levier majeur de la transition énergétique et simple à mettre en œuvre. Notre philosophie chez GreenYellow, c'est que le kWh le moins cher est celui non consommé.** ”

Otmane Hajji,
Président, GreenYellow

Ses réalisations :

- née en 2007 d'une initiative intrapreneuriale du groupe Casino, GreenYellow a commencé en France par l'installation de panneaux photovoltaïques sur les parkings et toitures des zones commerciales du Groupe Casino, alors premier distributeur à se lancer dans l'énergie ;
- 1 000 000 m² de panneaux photovoltaïques installés en plus de 10 ans sur 150 centrales en ombrières de parking, en toitures et au sol, pour une puissance cumulée de 200 MWc et 2 000 Contrats de Performance Énergétique avec des entreprises et des collectivités ;
- implantation internationale : en Colombie (réalisation en 2014 de la plus grande centrale solaire de Colombie en toiture, installée sur le magasin Éxito de Baranquilla, produisant 24 % de la consommation d'électricité du site), au Brésil, en Thaïlande, dans la zone Océan Indien (1^{er} producteur d'énergie solaire de la zone) et en Afrique ;
- développement en 2017 d'une offre à destination des particuliers : l'offre Énergie Connectée, avec un boîtier et une application mobile pour suivre sa consommation en détail et en temps réel ;
- déploiement en avril 2019 du plus grand réseau de plateformes de recharge ultra-rapide pour véhicules électriques en France sur les parkings du groupe Casino, avec le groupe Casino, Meridiam et Allego ;
- en 10 ans, GreenYellow a réduit la facture énergétique de ses clients de 180 M€ ;
- en 2018, GreenYellow lance en partenariat avec Engie, Reservoir Sun, une co-entreprise 100 % dédiée à l'autoconsommation solaire et déjà leader sur son marché.

3 QUESTIONS À...



Arnaud Leroy

Président de l'ADEME (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie).

Quel est le rôle de l'ADEME ?

D'abord, nous avons une conviction forte : la transition écologique et énergétique n'est pas une affaire d'experts. Notre rôle est d'inciter les Français à consommer moins mais surtout mieux. Concrètement, nous préconisons une réduction de 30 % de la consommation nationale d'énergie entre 2016 et 2035, et une multiplication par 2 de la part des énergies renouvelables entre 2016 et 2028. L'énergie solaire est une source intarissable : sa durée de vie estimée est de 5 milliards d'année et elle couvre 10 000 fois les besoins de la planète... On voit bien l'intérêt du changement de paradigme ! Nos préconisations sont de 2 ordres, d'une part le développement des multi-technologies des filières de l'éolien, du photovoltaïque, de la biomasse. D'autre part, activer une baisse de la consommation. Ce dernier point est un peu l'angle mort des politiques énergétiques en France. Si on prend l'exemple de la chaleur, qui compte actuellement pour 46 % de la consommation totale d'énergie finale en France, la récupération et la valorisation sont des réflexes encore trop peu enracinés. Or, si nous voulons embarquer nos entreprises, notre appareil productif dans la compétitivité, il faut aussi aborder cette question de la baisse de la consommation énergétique dans la compétitivité de l'économie française. Tout fait sens.

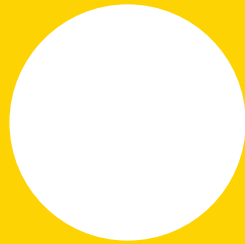
La France est-elle assez avancée sur l'énergie renouvelable pour accélérer l'autoconsommation ?

L'autoconsommation est une brique de notre futur mix énergétique. En matière d'énergies renouvelables, soit nous prenons le taureau par les cornes, soit on diffère une fois de plus. Cela implique de limiter l'import de produits fossiles. Si je prends le cas de la Corse, qui est une zone non interconnectée (ZNI) au réseau électrique métropolitain français, il faut développer les installations de petite taille comme des chaufferies bois, du solaire photovoltaïque thermique. Le recours à la biomasse (transformation des matières organiques en énergie) et à la méthanisation (fermentation de la matière organique en l'absence d'oxygène sous l'action combinée de plusieurs types de micro-organismes), en liant un changement de modèle agricole, sont des pistes intéressantes.

Selon vous, quels sont les défis de l'industrie française ?

Malgré des efforts au cours des dernières années, l'industrie avoisine encore aujourd'hui le quart de notre consommation finale d'énergie, et un tiers de la consommation d'électricité. Il faut donc accélérer et amplifier le mouvement. Chaque point d'efficacité énergétique gagné, c'est un peu de compétitivité en plus ! Le défi de la transition numérique est intimement lié au défi environnemental ! Transition numérique et transition écologique doivent se servir l'une et l'autre. Aussi, nous sommes convaincus à l'ADEME de la nécessité d'embarquer les entreprises dans une transition numérique durable, que ce soit les acteurs de l'offre numérique (réduire l'empreinte environnementale de leurs produits), les industriels ou les financeurs, tout en veillant à accompagner la mutation des emplois. Le discours ambiant sur la désindustrialisation nous fait souvent oublier que nous avons une industrie dynamique et bien vivante dans les filières de la croissance verte : les énergies renouvelables, le recyclage des déchets, la chimie du végétal, par exemple. La transition écologique est une véritable opportunité pour notre industrie. Les industries qui réussiront dans le futur seront celles qui se seront saisies de ces opportunités.

CONCLUSION
■ ■ ■



Les différentes mutations que cet ouvrage évoque convergent vers une réalité historique : les individus ne se considèrent plus seulement comme des consommateurs, mais comme des consommateurs citoyens. Ils veulent de moins en moins un régime de production au sens large, qu'il s'agisse de l'offre de produits et de services, qu'ils veulent contribuer à dessiner, qu'il s'agisse encore des organisations, des carrières ou des apprentissages dont ils veulent être moteurs, ou enfin des appareils de production, qu'ils souhaitent plus responsables et plus durables.

Ce citoyen-consommateur prend progressivement la mesure de sa propre influence économique. Il émerge rapidement comme un nouveau défi pour les entreprises : multitude puissante, exigeante qui détermine la survie de l'offre et de l'entreprise, les nouveaux consommateurs sont aussi des alliés formidables pour percevoir les usages et les décisions stratégiques à prendre. L'usage est, pour longtemps, la nouvelle boussole des entreprises.

Ce constat n'est qu'une incantation, si les PME et les ETI ne parviennent pas à articuler l'usage au cœur de leurs modèles. Or, l'usage irrigue concrètement les entreprises par le biais des données. Les données ont une valeur commerciale de plus en plus évidente, même pour les plus petites entreprises. Ce sont elles, surtout, qui permettent à chaque entreprise de conserver une adhérence active avec la réalité des comportements.

L'irruption du consommateur nous offre un fil à tirer, celui d'une entreprise plus ouverte, plus collaborative. Mais ne nous trompons pas d'époque ! Il ne s'agit pas de créer des systèmes informatiques isolés, exploités par quelques analystes, dans le meilleur des cas.

Naturellement, la sécurité des données est stratégique, évidemment l'identification des données critiques est indispensable. Mais la donnée ne travaille bien que quand elle est partagée. Quand on peut allier une entreprise avec des partenaires académiques, des experts, des entreprises de sa filière, voire des concurrents. La donnée a plus de valeur comme bien commun du système économique que comme prise de guerre, éphémère, aveugle, stockée et protégée par une seule entreprise.

Les PME et ETI françaises sont face à ce double retournement de modèle. D'une part, des gisements de richesse se nichent dans les données et la collaboration avec les usages, d'autre part, le partage et l'ouverture sont le nouvel ADN de la croissance. Les cartes sont rebattues, elles sont certes plus technologiques, mais aussi plus ancrées dans les territoires, la proximité et l'audace. Nos entreprises ont toutes les qualités pour rentrer dans le jeu. À nous de les y aider.



demain



REMERCIEMENTS



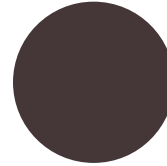
Nous tenons à remercier toutes les personnes ayant permis la publication de cet ouvrage réalisé sous le sponsoring de **Pascal Lagarde**, Directeur exécutif de **Bpifrance** en charge de l'International, de la Stratégie, des Études et du Développement, et de **Paul-François Fournier**, Directeur exécutif de **Bpifrance** en charge de l'Innovation.

Les équipes de **Bpifrance** :

- **Élise Tissier**, Directrice de **Bpifrance Le Lab** à la Direction de l'International, de la Stratégie, des Études et du Développement ;
- **Raphaël Didier**, Directeur du développement à la Direction de l'Innovation ;
- **Sophie Rémont**, Directrice de l'expertise et des programmes à la Direction de l'Innovation ;
- **Catherine Borg-Capra**, Directrice des filières industrielles à la Direction de l'Innovation ;
- **les pilotes des « matrices » (groupes de travail)** : Ariane Voyatzakis, Rosalie Maurisse, Joséphine Marie, Vivien Pertusot, François Picarle, Stanislas Panhard, Véronique Jacq, Émilie Garcia, Olivier Lévy, Julien Lupion.

Nous remercions également les dirigeants et experts cités dans ce livre : **Antoine Hubert** (Ynsect), **David Garbous** (Fleury Michon), **Stéphane Guilbert** (Montpellier Sup Agro), **Anne Wagner** (Protéines France), **Arnaud Rosier** (Implicity), **Florence Moreau** (Incepto), **Nicolas Do Huu** et **Yann Gaston-Mathé** (Iktos), **Mehdi Benchoufi** (Hôtel Dieu, APHP), **Dominique Perier** (Afigec), **Guillaume Vassault-Houlière** (Yes We Hack), **Philippe Trouchaud** (PwC), **Pierre Dubuc** (OpenClassrooms), **Catherine Lespine** (INSEEC U.), **Boris Sirbey** (France Apprenante), **Vincent Ferreira** (Addup), **France Desjonquères** (VOLUM-e), **Alain Bernard** (AFPR), **Pascal Marguet** (Apex Energies), **Otmane Hajji** (GreenYellow) et **Arnaud Leroy** (Ademe).

Nous remercions enfin **Marie Petitcuénot** pour le travail éditorial, ainsi qu'**Alexis Papon** et **Mehdi Ouahes** pour leur appui documentaire.



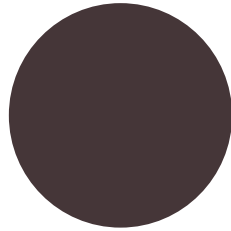
Les illustrations de cet ouvrage ont été réalisées par
Guillaume Lagane, Facilitation Graphique.

Pour contacter Bpifrance de votre région

—
bpifrance.fr

Bpifrance

27-31, avenue du Général Leclerc
94710 Maisons-Alfort Cedex
Tél. : 01 41 79 80 00



**SERVIR
L'AVENIR**

