

# TELECOM

LA REVUE DE L'ASSOCIATION TELECOM PARIS ALUMNI



## PRIX DES TECHNOLOGIES NUMÉRIQUES



**spécial**

## LE NUMÉRIQUE ET L'ENVIRONNEMENT

econocom

LE GROUPE LA POSTE



Webhelp

# #196

MARS 2020



Pour des compétences toujours à la pointe

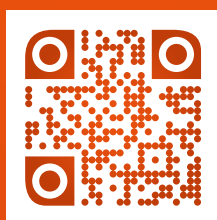
## DÉCOUVREZ NOS FORMATIONS AUX SCIENCES ET TECHNOLOGIES DU NUMÉRIQUE



**FORMATIONS CERTIFIANTES, COURTES, E-LEARNING**

#IA #BIGDATA #IOT # MOBILITE #CYBERSECURITE #TRANSFONUM  
#RESEAU #TELECOM #IMMERSIF

[www.telecom-evolution.fr](http://www.telecom-evolution.fr)



**TELECOM**  
Paris

  
**ALUMNI**

# DÉCOUVREZ LE BUREAU CARRIÈRES

Le Bureau Carrières, c'est un réseau, un soutien et des services pour vous accompagner tout au long de votre parcours professionnel.

Plus d'infos : <https://telecom-paris-alumni.fr> ou  
[bcar@telecom-paris-alumni.fr](mailto:bcar@telecom-paris-alumni.fr)





#### TÉLECOM n°196 - AVRIL 2020

est édité par l'Association Télécom Paris alumni.  
Dépôt légal à parution.

**Directeur de la publication :** Laura Peytavin (1990)

**Directeur de la rédaction :** Michel Cochet (1973)

**Secrétaire de rédaction :** Melina Lauricella

**Rédacteur en chef du dossier *Le Numérique et l'environnement* :** Marie-Liane Lekpeli (2013)

**Comité de rédaction :** Marylin Arndt-Vincent (1981), Céline Beillouin (2011), Gérard Cambillau (1973), Michel Cochet (1973), David Fayon (1993), Louis-Aimé de Fouquières (1982), Grégoire Galievsky (2000), Paul Jolivet (1995), René Joly (1979), Marie-Liane Lekpeli (2013) et François Vanheeckhoet (1978).

**Conception et réalisation :** Agence Megalyte

**Photographies et illustrations :** Unsplash, Shutterstock. Les illustrations des articles sont fournies par les auteurs, sous leur responsabilité concernant les droits de reproduction. Les idées exprimées dans cette revue engagent la seule responsabilité de leurs auteurs. Reproduction autorisée avec mention d'origine après accord de la publication.

#### Rédaction & Abonnements :

TÉLECOM Paris alumni - L'association des diplômés de Télécom Paris  
2 villa Thoréton 75015 PARIS  
Site : [www.telecom-paristech.org](http://www.telecom-paristech.org)

#### Régie publicitaire :

PLM Média  
46 rue Fernand Forest  
92150 Suresnes  
Pierre Lancien  
+33 6 48 67 33 44  
[pierrelancien@orange.fr](mailto:pierrelancien@orange.fr)

Imprimé en France par Exaprint

**Abonnement annuels 2020 :** 60 € TTC

**Prix au numéro :** 25 € TTC

ISSN 0040-2478

LE PROCHAIN NUMÉRO SERA CONSACRÉ  
À L'INFORMATIQUE QUANTIQUE ET AU  
NUMÉRIQUE AU SERVICE DES FRAGILITÉS  
DANS LA VIE QUOTIDIENNE.

# Dans ce numéro



06

## LE PRIX DES TECHNOLOGIES NUMÉRIQUES

07

### ÉDITORIAL

Richard Ferrand

08

### LE JURY

#### LES LAURÉATS

10

Emery Jacquillat, lauréat du  
prix du manager 2020

12

CARTESIAM, lauréat du prix de  
l'innovation

14

MYLIGHT SYSTEMS, lauréat du  
prix de la croissance

## LES NOMMÉS

16 LANCEY ENERGY STORAGE, nommé au prix de l'innovation

17 BEEBRYTE, nommé au prix de l'innovation

18 DEEPI, nommé au prix de la croissance

19 DCBRAIN, nommé au prix de la croissance

20 **LE NUMÉRIQUE AU SERVICE DE LA DÉCARBONISATION**  
Corentin Robineau (2019), Hany Daher (2020), Pierre Saudin (2019), Mathilde Garnier (2020)

24 **LE PALMARÈS DES LAURÉATS 1998-2020**



26

## LE NUMÉRIQUE ET L'ENVIRONNEMENT

27 **ÉDITORIAL**  
Laura Peytavin (1990), Michel Cochet (1973)

28 **MESURE DE L'IMPACT POTENTIEL DU NUMÉRIQUE POUR LUTTER CONTRE LE CHANGEMENT CLIMATIQUE**  
Francis Charpentier (1980)

32 **LE NUMÉRIQUE : OUTIL AU SERVICE DES ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX ?**  
Céline Monthéard (2005)

36 **UN OPÉRATEUR TÉLÉPHONIQUE, ACTEUR DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET ÉNERGÉTIQUE : L'EXEMPLE D'ORANGE**  
Philippe Tuzzolino

40 **POURQUOI LA TECHNOLOGIE NE NOUS SAUVERA PAS DU DÉSASTRE ÉCOLOGIQUE**  
Clément Jeanneau

44 **LE NUMÉRIQUE DE DEMAIN ASSOCIERA FORCÉMENT LOW ET HIGH TECH**  
Frédéric Bordage

48 **MESURER NOTRE EMPREINTE NUMÉRIQUE**  
Frédéric Bordage

50 **LIMITER NOTRE DÉPENDANCE AU NUMÉRIQUE PAR LA MAÎTRISE DU CALENDRIER**  
Louis-Aimé de Fouquières (1982)

53 **L'ÉCO-CONCEPTION DU NUMÉRIQUE**  
Marc Vautier et Mikko Samuli Vajja

56 **L'ÉCO-CONCEPTION DU NUMÉRIQUE : UN GUIDE AVEC 45 BONNES PRATIQUES**  
Christophe Fernique

59 **VERS UNE AGRICULTURE 2.0**  
Romain Schmitt



## VOUS SOUHAITEZ PARTAGER VOTRE POINT DE VUE AVEC NOS LECTEURS ?

Chaque revue TELECOM se compose de dossiers thématiques dont vous pouvez être le pilote en coordination avec le comité de rédaction. Envoyez-nous vos propositions d'articles ou de dossiers.

[revue@telecom-paris-alumni.fr](mailto:revue@telecom-paris-alumni.fr)



62

## LES ACTUALITÉS DU RÉSEAU

63 ASSOCIATION

64 ACTU DES ALUMNI

66 ÉCOLE

68 VIE ÉTUDIANTE

70 IP PARIS

71 FONDATION

72 BRÈVES

73 LIVRE



PRIX DES  
TECHNOLOGIES  
NUMÉRIQUES

2020



# Éditorial

**Richard FERRAND**

Président de l'Assemblée nationale



## NUMÉRIQUE ET ENVIRONNEMENT

La 22<sup>e</sup> édition du Prix des Technologies Numériques est consacrée à une thématique ambitieuse : « Numérique et environnement ». Un choix particulièrement judicieux, tant il importe d'associer l'un à l'autre. Le numérique ouvre de nouvelles perspectives permettant de relever de nombreux défis environnementaux, auxquels nous sommes actuellement confrontés. Ainsi, les outils numériques peuvent optimiser les solutions de mobilité, *via* l'utilisation en temps réel d'informations relatives aux moyens de transport. De même, les techniques agricoles peuvent être améliorées par une connaissance fine de l'état de sol et des besoins en eau. Enfin, le numérique introduit des méthodes de production industrielle et d'offre de services potentiellement plus efficaces et plus sobres d'un point de vue environnemental.

Plus largement, le numérique accroît notre connaissance de l'environnement, en permettant un suivi précis de la qualité de l'air, de l'eau, de la situation des forêts ou des ressources halieutiques. Il est à la fois un outil de connaissance et un facteur de

transformation devant l'urgence climatique. Assurément, l'un des enjeux de notre siècle est de mettre le numérique au service de la transition énergétique.

À ce titre, il ne faut pas omettre les défis relatifs à l'impact environnemental de ce secteur : production des équipements, fonctionnement des infrastructures de réseaux et des serveurs... La conception des outils numériques doit donc intégrer cette dimension. Il convient en effet de réduire l'empreinte écologique du numérique, en limitant la consommation énergétique liée à certaines technologies, telles que la *blockchain* ou les monnaies virtuelles. L'innovation doit résoudre ce dilemme apparent entre consommation énergétique et progrès technique.

Enfin, l'alliance harmonieuse du numérique et de l'environnement implique la formation des scientifiques et des futurs experts aux dimensions environnementales de leurs fonctions. Ce numéro de la revue de l'association Télécom Paris alumni apporte ainsi une contribution utile et fructueuse à la réflexion.

# LE JURY 2020



**Soline Olszanki**

Directrice stratégie  
et marketing



**Hervé Collignon** [1991]

Partner – lead CMT Kearney France



**Gilles Vaqué** [1998]

President and Managing Partner  
cabinet de conseil en Direction  
Générale PMP



**Laurent Baudart**

Directeur des Relations Externes  
AKKA Technologies



**Vincent Pilloy** [1990]

Fondateur et Directeur Général  
INOV360



**Laurent Benzoni**

Professeur d'économie  
à l'Université Panthéon-Assas (Paris)  
et associé de TERA Consultants



**Jean-Pierre Achouche** [1971]

Consultant indépendant



**Sophie Boudin**

Coordinatrice de la Chaire Entrepreneuriat  
Numérique Étudiante de Télécom Paris





**François Paulus** [1989]  
Managing Partner  
Breega



**Véronique Di Benedetto**  
Vice-Présidente  
France d'Econocom



**Janine Langlois-Glandier**  
Présidente  
Forum Médias Mobiles



**Muriel Barnéoud**  
Directrice de l'engagement sociétal  
Le Groupe La Poste



**Jean-Louis Mounier** [1989]  
PRÉSIDENT DU JURY  
Directeur Général TowerCo - TDF



**Francis Lorentz**  
FL Conseil et Président du Conseil  
de surveillance d'IT Translation



**Luc Bretonnes**  
CEO et Founder  
Purpose for Good



**Frédéric Simottel**  
Éditorialiste high-tech  
BFM business et BFMTV



# EMERY JACQUILLAT LAURÉAT DU PRIX DU **MANAGER 2020**



## Comment avez-vous réussi à transformer la Camif en une entreprise du XXI<sup>e</sup> siècle plus locale, plus écologique et plus inclusive ?

Tout d'abord, cette transformation s'est effectuée grâce au choix d'adopter un projet à impact positif, pour le territoire, à Niort, où l'on a contribué à recréer 170 emplois, à travers l'implantation de notre siège social, l'ouverture d'un centre de relation clients, d'un centre logistique et d'une formation e-commerce. Ensuite, nous avons changé radicalement de modèle en passant du catalogue papier au e-commerce. L'offre a été recentrée sur l'équipement de la maison (mobilier, literie, linge de maison, électroménager...), en misant sur la qualité, le Made in France et le durable. Le numérique a été utilisé pour redonner le pouvoir aux consommateurs : la 1<sup>re</sup> innovation, primée par l'ADEME, a été la recherche par critères géographiques, sociaux et environnementaux. Pour redonner du sens à notre consommation, et utiliser notre pouvoir d'achat pour favoriser l'économie locale, nous avons soutenu des emplois en France, maintenu des savoir-faire et fait faire beaucoup moins de kilomètres aux produits : cela compte, surtout quand on sait que la moitié des 11 tonnes d'émission de CO<sub>2</sub> par an et par français est liée à nos importations !

## Quelles difficultés avez-vous rencontré lors de cette transformation ?

J'ai cru que le simple fait de repartir de zéro, d'adopter une structure plate (organisation en mode projets) et d'être dans un grand open space ferait que les anciens collaborateurs de la Camif adopteraient assez vite une culture start-up. Au bout d'un an, j'ai compris que le changement de culture prendrait du temps. Et j'ai décidé de faire vivre à tous une expérience unique, pour libérer les énergies et faire passer des valeurs clés qui m'étaient chères, en tant qu'entrepreneur : l'audace, l'agilité, l'attention... Nous avons accueilli une artiste en résidence pendant 3 mois : Anne-Laure Maison s'est installée au milieu de l'open space. Nous étions sa matière première. Tous les jours, elle produisait des œuvres pour le moins surprenantes : un matin, elle avait tagué toutes les places de parking avec des noms d'artistes contemporains qu'elle aimait. Les collaborateurs sont allés immédiatement la voir : as-tu demandé l'autorisation ? Et non, dans une start-up, on prend des initiatives sans demander l'avis au dirigeant ! On expérimente... Une de ses œuvres m'a personnellement beaucoup marqué, en tant que manager : nous observant travailler, l'artiste était choquée de nous voir échanger des emails à longueur de journée, alors que nous étions tous à quelques mètres les uns des autres. Elle a eu l'idée géniale, dès qu'elle apercevait quelqu'un

faire l'effort de se lever pour aller parler à quelqu'un d'autre, de le matérialiser au sol en scotchant une bande rose reliant les deux bureaux. Progressivement l'entreprise s'est tissée d'un réseau de bandes roses, nous rappelant l'importance du vrai échange.

Ma leçon de manager du numérique : remettre l'humain au cœur et considérer que la vraie richesse d'une entreprise est sa capacité à créer du lien : entre ses collaborateurs, avec ses clients, ses fournisseurs, son territoire...

C'est ce qui nous a mis sur la voie du tour du Made in France, où depuis 2014, nous allons à la rencontre des fabricants avec qui nous travaillons, en invitant nos clients et collaborateurs à échanger avec les ouvriers, découvrir leurs métiers, et travailler avec eux pour imaginer les nouveaux modèles. L'intelligence collective au service d'une économie locale, plus circulaire et inclusive.

## Comment l'évolution du numérique vous a permis de mener à bien ce changement ?

Le numérique offre une richesse incroyable pour recréer du lien entre les consommateurs et les producteurs. La transparence est au cœur de nos engagements pour sensibiliser à la consommation responsable. C'est aussi le meilleur moyen de regagner la confiance des consommateurs qui veulent tout savoir avant d'acheter : d'où ça vient, comment et par qui c'est fabriqué ? C'est ce que l'on trouve sur Camif.fr où l'on peut visiter l'usine avec des vidéos reportages les coulisses de la fabrication, où l'on affiche le nombre d'emplois du fabricant, l'origine des principaux composants, le nombre de kilomètres parcourus jusqu'à l'usine... Le numérique au service de la consommation responsable !

## Quels conseils donneriez-vous à nos ingénieurs et entrepreneurs du numérique ?

Posez-vous la question : **en quoi ce que je fais, l'intelligence que je mobilise, est réellement utile à la Société et à quels enjeux mon entreprise contribue ?** Si vous n'avez pas de réponse, changez de projet ou d'entreprise. La révolution numérique n'a de sens que si elle est au service de la révolution de l'économie durable, pour résoudre les enjeux uniques et majeurs de notre temps, sociaux et environnementaux : dérèglement climatique, biodiversité, réduction des inégalités... Nous avons besoin de tous les talents pour mener à bien, et au plus vite, cette révolution.





# CARTESIAM LAURÉAT DU PRIX DE L'INNOVATION

**2016**

Année de création

**20**

Nombre d'employés

Toulon - St Germain en Laye

New York

**NanoEdge  
AI Studio**

Technologie brevetée

IA frugale en données

et en énergie

## Comment est née et s'est développée Cartesiam ?

Cartesiam est née en 2016 de la volonté de 4 entrepreneurs qui pensaient qu'il serait plus pertinent d'envoyer de l'intelligence en périphérie des réseaux pour traiter les informations directement là où un signal devient une donnée plutôt que de vouloir continuer à envoyer 100 % des données dans des serveurs distants pour alimenter des moteurs d'intelligence artificielle.

## Quelles sont les perspectives d'évolution ?

Notre technologie tourne dans des microcontrôleurs, c'est-à-dire des puces électroniques qui équipent 100 % des objets de notre quotidien. Voitures, lave-vaisselles, objets connectés, climatisations, alarmes, tous sont équipés avec des microcontrôleurs. Il se vend chaque année 15 milliards de microcontrôleurs. Le marché de l'intelligence artificielle dans ces composants est tout simplement gigantesque. Nous voulons devenir les leaders incontestés de l'intelligence artificielle tournant sur microcontrôleurs.

## Quelle est la particularité de Cartesiam ?

Notre technologie a été reconnue par les plus grands cabinets d'analyses mondiaux comme étant unique et a classé Cartesiam parmi les 3 seuls vendeurs d'IA dans le « Edge ». Nous permettons aux objets du quotidien de devenir conscients de leur état en faisant tourner une IA dans un composant extrêmement frugal en énergie, et en consommation de données. Là où les moteurs d'IA consomment énormément de données et d'énergie, notre technologie fonctionne sur des puces qui ne nécessitent que quelques milliwatts pour fonctionner. Une IA éco-responsable et facile à déployer à très grande échelle.

[www.cartesiam.ai](http://www.cartesiam.ai)

 @cartesiamFrance

 cartesiam

## Comment voyez-vous le monde dans 10 ans, à l'aune de la transition écologique ?

La démarche que nous avons engagée avec Cartesiam, en proposant une IA frugale en énergie s'inscrit totalement dans notre vision d'un monde plus éco-responsable et où les technologies continuent de rendre des services aux citoyens tout en respectant la planète.

### LES FONDATEURS



**Joël RUBINO**

CEO, France

29 ans chez IBM en tant que VP  
Vente Europe et CMO IBM France  
Co-fondateur Apicube

**François de ROCHEBOUËT**

CTO, France

Co-Fondateur d'Apicube  
Fondateur de HelloTipi



**Michel RUBINO**

Président, France

Ex-Directeur général de Nexcis (EDF)  
Ex-PDG DE UPSUD  
Directeur général de Schlecker France

**Marc DUPAQUIER**

General Manager Amérique du Nord, USA

33 ans chez IBM en tant que General  
Manager IBM Partners Global.







PRODUIRE



OPTIMISER



STOCKER



SUPERVISER



SÉRÉNITÉ



mylight  
S Y S T E M S

# MYLIGHT SYSTEMS LAURÉAT DU PRIX DE LA CROISSANCE

**7M€**

de CA prévisionnel en 2020

**5M€**

plan d'investissement  
R&D

**15%**

de part de marché en  
France

**22**

brevets déposés

En 2020, un parc de

**22 000 systèmes**

## Comment est née et s'est développée MyLight Systems ?

Le soleil produit en une heure l'énergie que l'humanité consomme en une année. L'énergie solaire est une source infinie ! Le défi de MyLight Systems : la rendre accessible par chaque foyer pour permettre à chacun de tendre vers l'indépendance énergétique.

MyLight Systems, entreprise française de systèmes d'autoconsommation solaire, investit depuis 2012 toute son énergie en recherche et développement pour inventer les solutions d'autoconsommation de demain.

## Quelles sont les perspectives d'évolution ?

Après avoir consolidé son leadership dans la gestion d'autoconsommation solaire, MyLight lance le SYSTEM MYLIGHT, la solution de confiance pour maximiser ses économies d'énergie.

Avec le SYSTEM MyLight, il est possible de produire une électricité verte et locale avec des panneaux solaires garantis jusqu'à 30 ans ; d'optimiser sa consommation et de faire baisser sa facture d'électricité ; de stocker 100 % du surplus avec une offre unique de batterie virtuelle MySmartBattery ; enfin, il est facile de superviser ses économies en toute sérénité.

Avec cette offre évolutive, MyLight Systems offre une solution complète qui traite 100 % des besoins en électricité d'une maison ! Actuellement, moins de 70 000 maisons sont équipées en autoconsommation solaire sur près de 14 millions de logements en France... Il y a donc de belles perspectives d'évolution pour MyLight Systems.

## Quelle est la particularité de MyLight Systems ?

MyLight Systems, c'est la révolution numérique au service des économies d'énergie. Persuadé que la transition énergétique se fera avec et grâce au numérique, MyLight Systems intègre des équipes à la pointe des technologies numériques et du Big Data et des équipes spécialisées dans les énergies renouvelables.

Le but : assurer jusqu'à 70 % d'économies sur la facture d'électricité sans impacter le confort des utilisateurs. Comment : grâce à des algorithmes propriétaires qui anticipent la production et programment automatiquement les appareils

électriques pour qu'ils fonctionnent à l'énergie solaire. Les utilisateurs participent sans effort à la transition énergétique tout en faisant des économies.

Au-delà des utilisateurs finaux de la solution, MyLight Systems propose aussi un ensemble de services permettant aux professionnels d'émerger sur le marché de l'autoconsommation. L'entreprise se positionne ainsi en véritable partenaire des acteurs clés du solaire.

## Comment voyez-vous le monde dans 10 ans, à l'aune de la transition écologique ?

Aujourd'hui, le monde de l'énergie est dominé par des énergies fossiles et nucléaires de plus en plus chères, de plus en plus rares et menaçant notre environnement.

Qui aurait imaginé produire sa propre électricité il y a 15 ans seulement ? Grâce à la baisse des coûts du photovoltaïque et à l'évolution des technologies, l'énergie de demain sera numérique, décentralisée et renouvelable. Chaque bâtiment produira sa propre énergie et chaque consommateur se transformera en consomm'acteur.

La décentralisation de l'énergie pousse à la mutation des acteurs historiques mais aussi à l'émergence de nouveaux acteurs et services. MyLight Systems compte bien être un acteur clé permettant à chacun de tendre vers son indépendance énergétique.



Ondine SUAVET

Ondine a commencé sa carrière en octobre 2008 dans une start-up de la Silicon Valley, un fabricant innovant de panneaux solaires nouvelle génération. Travaillant successivement au Japon, aux États-Unis puis en Allemagne, Ondine a vu l'entreprise se transformer en usine ultra-automatisée et passer de 80 à près de 500 employés. Ondine a démissionné en décembre 2012 pour étudier à l'INSEAD en 2013, avant de rejoindre son frère et de prendre la direction de MyLight Systems dès sa création.



## NOMMÉ AU PRIX DE L'INNOVATION

### Comment est née et s'est développée votre entreprise ?

L'entreprise a été créée en 2016 à la suite d'une rencontre entre un expert de la batterie (Gilles Moreau), un serial entrepreneur (Hervé Ory) et un thermicien (Raphaël Meyer). La mission de Lancey est depuis le début de proposer des solutions accessibles pour développer du stockage d'énergie partout et pour tous, considérant cette technologie indispensable à l'accès au renouvelable. Ainsi, le premier produit développé a pris la forme du premier radiateur électrique intelligent embarquant des batteries. Rapidement déployée dans des logements sociaux, la solution a pu prouver ses vertus et a permis à la société de lever des fonds (série A de 8 M euros terminée à l'été 2019).

### Quelles sont les perspectives d'évolution ?

2020 est l'année du passage en production de série (le cap des 1000 radiateurs produits par mois est l'objectif à atteindre), ainsi que des premières installations en autoconsommation photovoltaïque. Dans ces configurations, le radiateur est installé conjointement avec panneaux solaires. Lancey souhaite justement devenir la solution de référence de ces configurations.

2021 sera l'année du premier résultat net pour l'entreprise, ainsi que les premières ventes à l'international. En plus de plusieurs pays européens, la production sous licence va démarrer en Amérique du Nord (le contrat a été signé avec le leader canadien du radiateur électrique en 2019).

### Quelle est la particularité de votre entreprise ? Qu'est-ce qui vous différencie ?

Lancey se caractérise par une ligne éditoriale technique et commerciale particulièrement stricte, expliquée de façon transparente au client final.

Un exemple qui explique cette ligne éditoriale : l'utilisation de batteries en stockage domestique est bénéfique pour développer

les énergies renouvelables à l'échelle du bâtiment (par exemple du solaire photovoltaïque). Ces configurations permettent de réduire la facture d'énergie (et possiblement aider certains ménages à sortir de la précarité énergétique), de même qu'elles augmentent la part de renouvelable dans le mix. Quid des batteries ? Évidemment, leur production a un impact, même si nous considérons l'effet global positif. Après nous être creusé la tête, nous avons proposé une première mondiale : réutiliser des batteries de vélos électriques dans nos radiateurs. Coup double, ces batteries sont moins chères à utiliser. Reste à expliquer cela au client (et oui, une batterie en seconde vie doit être changée plus souvent).

### Comment voyez-vous le monde dans 10 ans, à l'aune de la transition écologique ?

Dans 10 ans, j'aimerais voir une taxe carbone à l'échelle mondiale et calculée sur le cycle de vie. Cette taxe serait collectée et investie localement. Le produit de cette taxe servirait à financer la rénovation des bâtiments et la transition vers l'agriculture biologique, sans intrants fossiles. L'interdiction de l'usage unique se serait généralisée, à moins qu'il ne soit dicté par des raisons sanitaires.





## NOMMÉ AU PRIX DE L'INNOVATION

**25** personnes

Bureaux à **Lyon & Singapour**

Levée de fond en série A de **2,5M€**

Principal investisseur **CNR**

**20** sites déployés

**Secteurs** Grand tertiaire, Grande distribution, logistique, industrie agro-alimentaire, Centre de recherches, Pharmaceutique, Medical, Industries de pointes

**20 à 40%** d'économies générées sur la consommation des équipements CVC/Réfrigération

**30%** d'économies réalisées soit **150k€/an** sur la facture d'une plateforme logistique de 90 000 m<sup>2</sup>

### Comment est née et s'est développée Beebright ?

Fondée en 2015, BeeBryte se positionne en catalyseur de la révolution énergétique en marche, en donnant aux sites industriels et tertiaires une formidable opportunité de prendre le contrôle de leur facture énergétique et de valoriser leurs leviers d'action (autoproduction, flexibilité) pour devenir des consommateurs plus économiquement et écologiquement responsables.

### Quelles sont les perspectives d'évolution ?

La société compte aujourd'hui 25 personnes réparties entre Lyon et Singapour. Après 2 premières années consacrées au développement du produit sur des bâtiments pilotes, la société a aujourd'hui déployé ses solutions sur une vingtaine

de bâtiments en Europe et en Asie du Sud-Est, avec notamment des clients emblématiques dans la logistique comme DHL, STEF ou Kuehne+Nagel.

Elle souhaite aujourd'hui apporter ses solutions d'efficacité énergétique à l'international avec l'ouverture de pays comme l'Allemagne, l'Italie, les Philippines ou encore la Malaisie.

### Quelle est la particularité de Beebright ?

Grâce à son expertise et sa technologie brevetée, BeeBryte contrôle de manière automatique la régulation des systèmes de chauffage-ventilation-climatisation, de réfrigération et de stockage dans les bâtiments tertiaires et industriels pour générer des économies allant jusqu'à 40%.

Grâce à la prévision de météo et de l'activité, ses algorithmes de prévision et d'optimisation permettent d'améliorer l'efficacité énergétique des équipements contrôlés et de valoriser au mieux la flexibilité électrique disponible, et ce sans investissement et sans travaux.

Composée d'un boîtier IoT et d'un logiciel-service en Cloud, la solution peut être intégrée dans une offre inédite de fourniture d'électricité intelligente pour maximiser les économies avec nos partenaires de la CNR et d'Enalp : Koura.

### Comment voyez-vous le monde dans 10 ans, à l'aune de la transition écologique ?

Pour les années à venir, le potentiel des données issues de l'IoT combinés aux algorithmes d'intelligence artificielle permettra d'accélérer et de faciliter la transition énergétique au maximum de sites industriels et tertiaires grâce à des solutions qui réduisent automatiquement la consommation des équipements de CVC et de réfrigération, en utilisant les systèmes déjà en place. Grâce à des retours sur investissement très faibles, ce type de solutions permettra de drastiquement diminuer la consommation énergétique de ces sites, et donc leur empreinte carbone tout en les accompagnant pour être des acteurs de l'intégration des énergies renouvelables grâce à leur flexibilité de consommation.

## LES FONDATEURS

### Frédéric CRAMPÉ

Frédéric possède un diplôme d'ingénieur SUPAERO et un MBA de l'INSEAD. Il a commencé sa carrière aux US à Caltech puis à la NASA. Tout son parcours est ensuite axé autour des énergies renouvelables avec des fonctions successives commerciales, stratégiques, financières et de gestion d'entreprise. Il a fondé avec succès et a été PDG d'une banque d'affaire spécialisée dans les énergies propres à Singapour pendant 10 ans (ReEx Capital Asia).

### Patrick LEGUILLETTE

Patrick est Polytechnicien et ingénieur SUPAERO. Il apporte son expertise en modélisation et calculs numériques, accumulée tout au long de sa carrière débutée dans les essais en vol au sein de la DGA. Il connaît bien le secteur de l'énergie, après avoir dirigé divers projets industriels chez Alstom Power puis Vergnet Eolien. Patrick a aussi fondé SimplX, une société spécialisée dans le développement d'applications Web à forte valeur ajoutée.



## NOMMÉ AU PRIX DE LA CROISSANCE

### Comment est née et s'est développée Deepki ?

Tout commence par une rencontre. Vincent Bryant et Emmanuel Blanchet, les co-fondateurs de Deepki, se sont rencontrés en 2010. Ils partageaient tous les deux l'idée que l'exploitation des données existantes par le *Data-Analytics* contribuerait à accélérer massivement la transition du secteur immobilier.

C'est en 2014 qu'ils décident de créer Deepki, avec pour objectif commun de rendre l'immobilier plus durable grâce à la donnée. Depuis, l'aventure continue !

### Quelles sont les perspectives d'évolution ?

Nous ambitionnons de poursuivre notre croissance et de devenir le leader européen, tant sur notre expertise, en poursuivant le développement technologique de nos modèles prédictifs, qu'au plan de notre empreinte géographique. Après la France, l'Italie et l'Espagne, nous aspirons accélérer notre déploiement particulièrement en Allemagne, aux Pays-Bas et au Royaume-Uni.

Nous avons également pour projet de faire évoluer notre logiciel : grâce à notre récente levée de fonds, notre équipe va pouvoir créer de nouveaux algorithmes toujours plus performants. À terme, nous voulons augmenter massivement le nombre de connecteurs pour rendre notre solution d'autant plus avancée afin d'accroître notre impact environnemental.

### Quelle est la particularité de votre entreprise ? Qu'est-ce qui vous différencie ?

Deepki a créé une technologie 100 % Made in France grâce à une grande équipe de développeurs et d'ingénieurs (plus de 50 % des effectifs). Notre technologie collecte 15 000 factures par jour en moyenne, ce qui fait de nous une des entreprises qui collecte le plus de données issues des bâtiments en Europe. Nous sommes également présents dans 3 pays (France, Espagne et Italie) et poursuivons notre expansion à l'international. Enfin l'entreprise connaît une hypercroissance si bien que notre équipe a doublé de taille en 1 an.

### Comment voyez-vous le monde dans 10 ans, à l'aune de la transition écologique ?

Il reste encore tellement à faire ! Toucher plus de bâtiments, faciliter les mises en œuvre massives des actions, libérer encore plus de temps à nos clients, devenir le juge de paix des économies de CO<sub>2</sub> réalisées...

Notre ambition est et reste d'utiliser l'intelligence des données pour rendre la gestion immobilière plus durable et plus efficace. Nous continuons notre engagement de manière pragmatique. Nous souhaitons prendre notre part de responsabilité en offrant des applications qui massifient la Transition Environnementale.







Rol entre **3 et 15 %** et entre **6 et 12 mois**  
**30** personnes dont 15 en R&D  
 2018, levée de fond de **1,5M€**  
 Été 2020, levée série A entre **5 & 8M€**

## Comment est née et s'est développée votre entreprise ?

À l'origine, la création a été motivée par la volonté de réduire les consommations en énergie des *data centers* (d'où le DC de DCbrain), puis nous nous sommes réorientés vers 3 secteurs principaux : *utilities*, industrie et logistique.

Tous les associés sont activement impliqués dans les activités et tâches de l'entreprise.

Il existait un marché à prendre car les besoins en optimisation des gestions des réseaux commençaient à se concrétiser, et les solutions proposées voici 5 ans étaient balbutiantes. Nous sommes arrivés au bon moment pour prendre un marché naissant et désormais en pleine expansion.

## Quelles sont les perspectives d'évolution ?

Devenir un acteur de référence en France dans les prochaines années sur le pilotage et l'optimisation de réseaux complexes (réseaux d'énergies ou logistiques).

## Quelle est la particularité de votre entreprise ? Qu'est-ce qui vous différencie ?

Optimisation des consommations, intégration d'énergies renouvelables, diminution de l'impact transport... l'intelligence artificielle est la clé pour maîtriser la transition énergétique.

Notre technologie d'intelligence artificielle révolutionne les process industriels et sa mise en place ne prend que 8 semaines.

Nous proposons une technologie unique basée sur 3 grandes briques:

- Jumeau numérique
- Module IA
- Hybridation des données

# NOMMÉ AU PRIX DE LA CROISSANCE

Nous nous adressons à tous les industriels qui gèrent des réseaux physiques complexes dans les secteurs *utilities* (électricité, réseaux de chaleur, gaz, eau...), industrie et logistique / supply chain.

Nous agissons principalement en France mais sommes également actifs en Europe.

## Comment voyez-vous le monde dans 10 ans, à l'aune de la transition écologique ?

- Intégration de nouveaux producteurs sur les réseaux (renouvelables).
- Flux multidirectionnels (consommateurs, stockage, producteurs).
- Exigence des consommateurs et clients d'avoir une vision de l'impact environnemental.

## LES FONDATEURS



### Arnaud de MOISSAC (2009)

Diplômé de l'INSA Strasbourg en génie électrique et de Télécom Paris.

En 2014, il décide de co-crée DCbrain qui est devenu le spécialiste de

l'Intelligence Artificielle appliquée aux réseaux physiques complexes, permettant aux industriels et aux gestionnaires de réseau d'énergie et de marchandises de fiabiliser et d'optimiser leurs flux en temps réel grâce à l'IA.

### Benjamin de BUTTET

COO de DCbrain, est diplômé de l'ESCP Europe et a effectué une partie de ses études à Madrid et à Londres. Après une carrière dans le conseil, notamment au sein de Bearing Point, Benjamin De Buttet rejoint DCbrain en 2016 pour y développer la stratégie commerciale.

[dcbrain.com](https://dcbrain.com)

@DCbrain\_feed DCbrain dcbrain

# Le numérique

## AU SERVICE DE LA DÉCARBONISATION

Par

Corentin Robineau (2019)

Hany Daher (2020)

Pierre Saudin (2019)

Mathilde Garnier (2019)

étudiants à Télécom Paris



---

Centre de l'attention dans les débats politiques, la transition écologique est devenue un enjeu majeur de notre époque. On observe depuis 10 ans une explosion du secteur CleanTech à savoir les entreprises qui proposent des produits et des services qui s'inscrivent dans une logique de développement durable. Cela correspond d'une part à une prise de conscience de la société avec également un travail d'influence, et d'autre part à une volonté politique, comme le prouve la stratégie 2050 de la Commission européenne. Plusieurs objectifs sont décrits et tous se retrouvent dans celui de la neutralité carbone pour une augmentation de 1,5° C maximum à l'horizon 2050.

Dans le cadre de notre travail sur le Prix des Technologies Numériques, nous nous sommes ainsi demandé quelle est la place du numérique dans cette transition écologique ? Dans quelle mesure l'écosystème des start-up tech est-il aujourd'hui vecteur d'innovations allant dans le sens de la décarbonisation et de l'économie d'énergie ? Tel est l'objet de notre étude d'une centaine de start-up tentant de relever le défi en France. Nous vous proposons ici d'en dégager les grandes tendances.

---

### LE NUMÉRIQUE AU SERVICE DE L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE

**L**e thème « Environnement et Numérique » englobe des approches très diverses. Mais en France aujourd'hui, le secteur s'oriente clairement vers l'énergie. En effet, le programme pluriannuel de l'énergie (PPE) français vise des objectifs ambitieux, telle une baisse de 20 % de consommation d'énergie fossile en France dès 2023. Additionnellement, les certificats d'économie d'énergie imposent économiquement des comportements énergétiques de plus en plus sobres. Conséquemment, les investissements CleanTech se focalisent jusqu'à plus de 50 % sur les énergies renouvelables ainsi que sur l'efficacité énergétique.

L'efficacité énergétique se définit comme « Le rapport entre les résultats, le service, la marchandise ou l'énergie que l'on obtient et celle consacrée à cet effet ». Sur ce sujet, les solutions numériques abondent. Plateformes de collecte

des données, maintenance prédictive, optimisation des flux d'énergie : la data se place au cœur du secteur comme le moyen d'économiser et d'optimiser les usages. Par ailleurs, l'émergence des réseaux intelligents (smart grids) représente une réponse aussi bien économique que technologique pour répondre à ces enjeux d'économies d'énergie. Prenons la start-up DCBrain par exemple. Elle crée des jumeaux numériques des systèmes de réseaux physiques industriels et les place sous la main des opérateurs afin de visualiser les pics d'usage et de proposer des solutions d'économie.

Que ce soient bâtiments tertiaires, industriels ou d'habitation, les données sont là, prêtes à être récoltées et traitées afin de moins consommer. Et les start-up françaises s'associent avec les grands producteurs d'énergie, tels que CNR, Engie et Dalkia pour non seulement produire de l'énergie plus efficace, mais aussi pour atteindre une clientèle qui pourrait en consommer moins.

Le secteur plus spécifique des énergies renouvelables adopte lui aussi les technologies numériques, surtout l'IoT, pour surmonter ses contraintes de rendement, d'autonomie et de fiabilité. MyLightSystems par exemple, déploie une multitude de produits, variant du coffret connecté à la solution logicielle dont l'objectif est simple : augmenter la performance des installations solaires d'autoconsommation. Les capacités offertes par un système communicant, connecté et une collecte des données suivie d'une visualisation de ces dernières ont permis de surmonter les obstacles de ce secteur.

### L'ÉMERGENCE TIMIDE D'UN NUMÉRIQUE DURABLE

Si l'on s'écarte de la production pour aller vers les grands consommateurs d'énergie, on s'aperçoit que le numérique est un des secteurs les plus consommateurs d'électricité. Le numérique représente aujourd'hui 10 % de la consommation mondiale en électricité, les *data centers* représentant près de 40 % cette facture. De plus, le numérique n'est pas seulement un consommateur d'énergie. Nombre de produits qui voient le jour aujourd'hui nécessitent des matériaux comme les métaux précieux ou les terres rares. Tout cela génère un coût environnemental conséquent, surtout lorsque l'on sait que peu de ces objets sont recyclés du fait de leur complexité. Une première approche est bien évidemment de réduire la consommation du numérique. Cette approche est peu envisagée car le numérique génère de gros profits et la dépense devient souvent secondaire. Les préoccupations écologiques sont toutes récentes et les grands acteurs du secteur commencent seulement à se pencher sur la question.

### Un système « on edge » consomme 25 % d'énergie de moins

Nous nous sommes donc demandé si certaines innovations technologiques pourraient permettre de réduire la consommation du numérique lui-même.

Prenons l'exemple de l'intelligence artificielle qui a toujours nécessité beaucoup de puissance de calcul, en effet, la norme était de récolter les informations, de les acheminer vers un datacenter puis de faire fonctionner l'intelligence artificielle dans le datacenter et ensuite de retourner les données traitées. Cartesiam, une start-up du Sud de la France veut changer la donne. Cette start-up s'intéresse au Nano Edge AI (*edge computing*), c'est-à-dire de ne pas réaliser les calculs dans un datacenter mais au plus près de la donnée, dans les capteurs. Plus précisément, Cartesiam a réussi à créer un logiciel permettant de transformer les microcontrôleurs en cerveaux capables de faire fonctionner une intelligence artificielle. Pour parler d'économies, un système « on edge » consomme 25 % d'énergie de moins qu'un système centralisé dans un datacenter.

Une autre conséquence du numérique est la croissance exponentielle de dispositifs obsolètes ou considérés comme tels. La complexité de ces objets est toujours plus grande et donc leur recyclage est en général trop onéreux. Deux start-up françaises, Back Market et Certideal, s'attellent à résoudre ce problème en proposant des solutions de reconditionnement pour favoriser le recyclage de dispositifs numériques tels que les téléphones portables ou les ordinateurs. Ces derniers ont déjà reconditionné plus de 26 000 tonnes de dispositifs. Cette tendance au reconditionnement est particulièrement importante sachant qu'auparavant, les appareils obsolètes étaient envoyés dans des décharges où ils n'étaient pas recyclés et leur décomposition prenait plusieurs milliers d'années.

Enfin, certains ont préféré prendre le problème à l'envers et se sont tournés vers la construction. Ainsi, Energie IP fournit une solution de câblage des bâtiments permettant de faire passer du courant et de la donnée simultanément et ce, pour tous les appareils. Cela permet de réaliser des économies à la construction en divisant la quantité de matière première par deux et cela simplifie la gestion de l'énergie dans le bâtiment.

### UN SECTEUR EN ÉMERGENCE, EN FRANCE ET DANS LE MONDE

Bien qu'aujourd'hui la part d'investissement dans les start-up dans les énergies renouvelables et positionnées sur l'efficacité énergétique reste majoritaire, on constate une augmentation des investissements dans d'autres secteurs tels que la gestion des déchets, l'écomobilité et l'agriculture. D'après un rapport de la société d'investissement privée Cambridge Associates, 42 milliards de dollars ont ainsi été investis dans les cleantech en 2018 (capital risque et capital-investissement) dont 26 milliards aux États-Unis.

Dans ce secteur, la France semble être plutôt bien positionnée en termes d'innovations technologiques et entrepreneuriales dans le secteur « Environnement et Numérique ». En effet, le CleanTech group, qui établit régulièrement un index afin de répondre à la question "Quels pays ont le plus de potentiel pour générer des start-up cleantech qui commercialiseront des innovations technologiques propres dans les 10 prochaines années ?", place la France en 13<sup>e</sup> position sur 40 pays étudiés en 2017. Le Danemark, la Finlande et la Suède arrivent en tête et on remarque que les États-Unis, qui sont un gros pollueur se placent en 5<sup>e</sup> position. Si on compare les notes obtenues pour les différents critères de notation, on voit que malgré une forte émergence de la CleanTech Early Stage en France (investissements early stage, dépôts de brevets,...), les start-up françaises ont du mal à passer à l'étape de la commercialisation.

Cependant, nous avons constaté que la France a vu le nombre d'acteurs d'accompagnement des start-up cleantech exploser sur son territoire ces dernières années. En effet, la

grande majorité ont moins de 10 ans d'ancienneté et un nombre important, moins de 5 ans. Du fait de la jeunesse de ces acteurs, il est encore trop tôt pour déterminer avec précision leur impact sur l'innovation française en matière de cleantech et sur la transition vers une économie durable. Il sera intéressant de voir comment tous ces nouveaux acteurs des cleantech impacteront le classement de la France dans le prochain rapport.


Ces acteurs sont principalement composés de fonds d'investissement, d'incubateurs et d'accélérateurs mais également de prix, associations et sommets qui visent à récompenser, encourager et médiatiser les start-up du secteur. Il est intéressant de constater que certains de ces acteurs ne sont pas indépendants. De nombreux grands

groupes, notamment dans l'énergie, lancent des initiatives avec le but de trouver et de favoriser les start-up de l'économie de demain. C'est le cas de l'incubateur plant 4.0, une initiative de Total, où a séjourné DC Brain, ou bien du prix EDF pulse décerné à Lancey en 2016.

Par ailleurs, une tendance peut être mise en évidence chez tous ces acteurs à savoir un lien fort entre start-up environnementales et start-up sociales. En effet, un grand nombre d'entre eux promeuvent également les start-up sociales. Cela vient peut-être du fait que les 17 objectifs de l'ONU pour le développement durable mêlent ces deux thématiques. D'ailleurs beaucoup de fonds indiquent clairement sur leur site web se baser sur ces critères pour choisir leurs start-up.


### LES AUTEURS

#### Corentin ROBINEAU




Je rejoins Télécom Paris en 2016 après une licence informatique. Entre 2018 et 2019, j'effectue une année de césure qui me permet de découvrir le travail dans un grand groupe ainsi que le travail au sein d'une startup. Je décide ensuite d'utiliser ma dernière année à Télécom Paris pour me lancer dans la réalisation d'un projet entrepreneurial.

#### Hany DAHER




Étudiant ingénieur en double diplôme Télécom Paris / Université Libanaise Faculté de Génie. J'ai intégré la filière sciences des données en 2<sup>e</sup> année suivie par le master « Innovation et Transformation Numérique » en partenariat avec Sciences Po. Je compte amorcer ma carrière professionnelle dans le conseil tech, notamment à travers un stage en conseil data et analytique chez Capgemini Invent.

#### Pierre SAUDIN



À la suite d'une classe préparatoire, j'ai rejoint Télécom Paris où j'ai eu l'occasion d'apprendre les bases en matière de numérique. J'ai ensuite choisi de faire un double diplôme avec HEC Paris afin d'acquérir des compétences de Management. Aujourd'hui, je m'oriente vers l'entrepreneuriat avec l'ambition de créer une start-up.

#### Mathilde GARNIER



Étudiante en double diplôme à Télécom Paris et à HEC Paris, j'ai souhaité compléter ma formation en sciences des données par une formation en stratégie et management avant de m'orienter vers l'économie du numérique et de l'innovation. Convaincue de la nécessité de mettre le numérique au service de la transition écologique, j'ai décidé de m'investir dans la recherche de startups de la CleanTech pour le Prix des Technologies Numériques 2020.



# PALMARÈS DES LAURÉATS

## 1998 2020



### PRIX DU MANAGER

**Emery JACQUILLAT**  
Président Directeur Général  
Camif



### PRIX DE L'INNOVATION

**CARTESIAM**  
**Joël RUBINO** Co-fondateur & CEO France  
**François de ROCHEBOUËT** Co-fondateur  
& CTO France  
**Michel RUBINO** Co-fondateur & Président  
France  
**Marc DUPAQUIER** Co-fondateur & General  
Manager Amérique du Nord, USA



### PRIX DE LA CROISSANCE

**MYLIGHT SYSTEMS**  
**Ondine SUAVET** Co-fondatrice

## LES MANAGERS

- 2019** **Nathalie Balla**, Co-Présidente de la Redoute et Relais Colis et **Éric Courteille**, Co-Président de la Redoute et Relais Colis
- 2018** **Jean-Stéphane Arcis**, Fondateur de Talentsoft
- 2017** **Georges Karam**, Co-fondateur et PDG de Sequans Communication
- 2016** **Vivek Badrinath**, Directeur général adjoint d'AccorHotels
- 2015** **Nicolas Dufourcq**, Directeur général de Bpifrance
- 2014** **Henri Seydoux**, Fondateur et Président-directeur général de Parrot
- 2013** **Jean-Charles Decaux**, Président du directoire et Codirecteur Général de JC Decaux SA et **Jean-François Decaux**, Codirecteur Général de JC Decaux SA
- 2012** **Jean-Paul Bailly**, PDG de la Poste
- 2011** **Frank Esser**, PDG du groupe SFR

- 2010** **Nicolas de Tavernost**, Président du Directoire du groupe M6
- 2009** **Olivier Piou**, DG de Gemalto
- 2008** **Léo Apotheker**, PDG adjoint de SAP
- 2007** **Bernard Charles**, DG Dassault Systèmes
- 2006** **Bernard Liautaud**, PDG et co-fondateur de Business Objects
- 2005** **Jacques Veyrat**, Président et Fondateur de N9uf Télécom
- 2004** **Pierre Haren**, PDG d'ILOG
- 2003** **Pasquale Pistorio**, Président et Chief Executive Officer de STMicroelectronics
- 2002** **Thierry Gattegno**, DG adjoint de SFR, DG de SFR Grand public et Universal Music
- 2001** **Jean-Louis Constanza**, Vice-président Européen de Télé 2
- 1999** **Bernard Ghillebaert**, DG Mobistar France Télécom
- 1998** **Laurent Samama**, DG de Nokia France

## PRIX DE L'INNOVATION

- 2019** Reda El Mejjad, Fondateur et CEO de IZICAP
- 2018** Luca Verre, Co-fondateur et CEO de Prophesee
- 2017** Julien Cohen-Solal, Président et CEO de Kartable et Sarah Besnainou, DG et Directrice pédagogique
- 2017** Nicolas Hernandez, CEO et Président de 360Learning
- 2016** Bénédicte de Raphélis Soissan, Fondatrice et CEO de Clustree
- 2015** Marc-David Choukroun, Fondateur de La Ruche qui dit Oui
- 2014** Frédéric Potter, Fondateur de Netatmo

## PRIX DE LA CROISSANCE

- 2019** Cyril Chiche, Co-fondateur et CEO de Lydia et Antoine Porte, Co-fondateur et CTO de Lydia
- 2018** Christophe Sapet, Fondateur de Navya

## PRIX DE L'OBJET CONNECTÉ

- 2017** Marie Mérouze, Fondatrice de Marbotic
- 2016** Cédric Mangaud, Co-Fondateur et directeur général de PIQ
- 2015** Stéphane Savouré, Fondateur de Koolicar
- 2014** Jean-Luc Errant, Fondateur de Cityzen Sciences

## PRIX SPÉCIAL DU JURY

- 2014** Paul Benoit, Président fondateur de Garnot computing

## LES INNOVATEURS

- 2013** Jean-Louis Schmitlin, Président fondateur de Parsys Télémedecine
- 2012** Eric Carreel, Président fondateur de Withings, Sculpteo et Invoxia
- 2011** Jacques-Antoine Granjon, PDG et fondateur de vente-privee.com
- 2010** Eric Garcia, Fondateur de Covalia
- 2009** Yannick Levy, Fondateur et PDG de DiBcom
- 2008** Tariq Krim, Fondateur de Netvibes
- 2007** André-Jacques Auberton-Hervé, Cofondateur et co-PDG du groupe Soitec

- 2006** Olivier Giroud et Thomas Serval, Fondateurs de Baracoda
- 2005** Michel Alard et Aram Hékimian, Fondateurs de Wavecom
- 2004** Diaa Elyacoubi, Fondatrice et PDG de STREAMCORE
- 2003** Pascal Béglin, Fondateur et PDG de STREAMWIDE
- 2002** Jean Cherbonnier, Jean-Baptiste Rudelle et Francis Cohen, Fondateurs de K-mobile
- 2001** Olivier Hersent, Fondateur et PDG de Netcentrex
- 1999** Frédéric Artru, Fondateur et PDG de ODISEI
- 1998** Jean-Louis Henriot, Fondateur et PDG de LASCOM Technologies

## LES PROMOTEURS

- 2013** Jacques Marescaux, Créateur de l'IRCAD, Prix de la personnalité numérique
- 2012** Tristan Nitot, Président de Mozilla Europe
- 2011** Jean-Michel Billaut, Cofondateur et président d'honneur de l'Atelier BNP Paribas
- 2010** Daniel Kaplan, Cofondateur et délégué général de la Fondation pour l'Internet, Nouvelle Génération (FING)
- 2009** Giuliano Berretta, PDG d'Eutelsat Communications
- 2008** Didier Lombard, PDG du Groupe France Télécom
- 2007** Isabelle Falque-Pierrotin, Présidente du Forum des droits sur l'Internet
- 2006** Gilles Kahn, PDG de l'INRIA
- 2005** Jean-François Abramatic, Président du W3C
- 2004** Pierre Laffitte, Sénateur des Alpes Maritimes et Fondateur du Parc Scientifique et Technologique, Sophia Antipolis
- 2003** Jean-Michel Hubert, Vice-président du Conseil Général des Technologies de l'Information C.G.T.I.
- 2002** Erkki Liikanen, Commissaire Européen chargé des Entreprises et de la Société de l'Information
- 2001** Philippe Lemoine, Co-Président du groupe Galeries Lafayette et Président de LASER
- 1999** Nicolas Beytout, Directeur de la Rédaction des Echos

**spécial**

# LE NUMÉRIQUE ET L'ENVIRONNEMENT



Par

**Laura Peytavin (1990)**

et **Michel Cochet (1973)**

Télécom Paris et l'association de ses diplômées ont invité l'Environnement à la 22<sup>e</sup> édition de leur événement majeur, le Prix des Technologies Numériques. Une occasion d'y interroger le rôle que les technologies du numérique jouent déjà et vont jouer dans sa meilleure connaissance, sa maîtrise et son amélioration, mais aussi de parcourir quelques-unes des solutions conçues pour limiter leur impact néfaste et direct sur la planète.

Si, comme l'« Agribashing » qui depuis quelques années attaque de plus en plus le secteur agricole, le « Digitalbashing » n'est pas encore né, le secteur des technologies du numérique, en expansion continue, commence néanmoins à être la cible de mouvements « écologiques » de plus en plus critiques.

Les acteurs du domaine : enseignement supérieur, industriels et syndicats professionnels doivent prévenir et tenter à se définir comme mission de communiquer clairement vers le grand public et vers la sphère politique.

Bien que les applications numériques soient très consommatrices d'énergie (consommation estimée de l'ordre de 4 à 5 % de l'énergie mondiale, en augmentation de 8 à 10 % par an), elles remplacent partiellement d'autres activités classiques très consommatrices en énergie, en ressources (matériaux et matières) et en services (transport par ex.).

Par ailleurs, les technologies du numérique, qui ne régleront pas les défis liés à l'environnement, contribueront de plus en plus à la connaissance des dérèglements, à une meilleure maîtrise des ressources et des déchets générés par l'activité humaine et à la mise en œuvre de moyens correctifs et surtout préventifs.

Nous vous souhaitons une bonne lecture !





# Mesure de l'impact potentiel du numérique

## POUR LUTTER CONTRE LE CHANGEMENT CLIMATIQUE

Par  
**Francis Charpentier**  
(1980)

**C**omment s'assurer que le numérique peut contribuer à limiter le changement climatique et à préserver l'environnement ? Le « *Climate Change Artificial Intelligence group* » vient de publier un long article d'approfondissement exemplaire sur le sujet<sup>[1]</sup>. Comme en témoigne cet article, répondre à cette question nécessitera de la décliner pour les différents domaines d'application du numérique et un examen approfondi.



## MESURER L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL DU NUMÉRIQUE EST COMPLEXE

Il est certain que la mesure des effets environnementaux du numérique devrait faire l'objet de davantage d'études scientifiques. Car si la mesure de l'*empreinte directe* du Numérique n'est pas simple, la mesure de ses *effets indirects*, positifs ou négatifs sur l'empreinte carbone et environnementale de l'ensemble de l'économie, l'est encore moins. Cela transparaît à travers les quelques travaux et rapports existants sur le sujet <sup>[2,3,4]</sup>.

La multiplicité et la complexité des effets indirects repose d'abord sur un constat d'évidence. Le numérique, tout comme l'énergie, la finance, l'alimentation, la santé, l'éducation, les transports, la construction, a des effets multiples et diffus sur un grand nombre d'activités économiques. Ainsi, son effet positif pour l'économie des pays en développement est avéré. Ses effets indirects, positifs et négatifs, sont potentiellement massifs. Pour s'assurer que le numérique a un impact global positif, il faut vérifier que la somme de ses effets indirects positifs soit supérieure à la somme de son empreinte directe et de ses effets indirects négatifs. Vaste programme...

Nous allons évoquer ici les quelques travaux et rapports ayant tenté de prévoir ou mesurer les impacts du numérique, leurs enseignements et leurs limites.

## COMMENT PRÉDIRE LES EFFETS POSITIFS DU NUMÉRIQUE ?

Dès 2008, la « *Global eSustainability Initiative (GeSI)* » avait lancé le débat sur les *effets positifs* avec son premier rapport *Smart 2020*, puis ses rapports *Smarter 2020* (en 2012) et *Smarter 2030* (en 2015), dans lesquels elle estimait le potentiel d'effets indirects positifs respectivement à 15 % et 16,5 % en 2020, et 20 % en 2030, de réduction des émissions mondiales de GES. L'équipe de chercheurs suédois d'Ericsson, Malmmodin et al, qui avait contribué à *Smarter 2020*, ont réanalysé la méthode et modéré ces chiffres en introduisant des scénarios plus ou moins optimistes <sup>[3]</sup>.

L'approche générale de tous ces travaux consiste à partir d'études de cas détaillées d'applications « *smart* » qui offrent des effets positifs évidents, dans les domaines du réseau électrique, des transports et de la logistique, du télétravail,

du chauffage des bâtiments, de l'agriculture, de l'industrie, à les mesurer et à les extrapoler dans l'hypothèse d'une généralisation chaque fois que c'est techniquement possible. Malmmodin et al définissent deux scénarios, correspondant à la généralisation semi-optimiste à 50 % et très optimiste à 100 % des techniques positives observées dans les études de cas, et sont arrivés à des potentiels de réduction respectivement de 7,5 % et de 15 % des GES, largement supérieurs à l'empreinte directe du Numérique, estimée selon eux à 2,35 % des émissions globales de GES (3,2 % du CO<sub>2</sub>) pour l'année 2015.

Deux problèmes statistiques se posent : premièrement, la marge d'incertitude sur la représentativité des études de cas choisies ; deuxièmement, l'extrapolation à l'échelle globale, qui correspond à des facteurs multiplicatifs de plusieurs ordres de grandeur (entre 100 et 1000 pour les cas les mieux documentés), élargissant d'autant l'incertitude. Il faut être précautionneux en extrapolant les études de cas à une large échelle. Le risque est l'excès d'optimisme.

Malgré ces imprécisions, le potentiel d'effet positif semble important. Toutefois, il ne s'agit que d'un *potentiel*. Ce n'est pas une prédiction de réduction d'émissions qui vont nécessairement se produire. Elles ne sont pas faciles à réaliser, encore moins automatiques. Pour concrétiser ce potentiel au niveau d'un pays, de l'Europe, du monde, il faut mettre en place des politiques publiques adéquates.

## PEUT-ON OBSERVER DÈS À PRÉSENT UNE INFLUENCE DU NUMÉRIQUE SUR L'ÉVOLUTION DES ÉMISSIONS GLOBALES DE GAZ À EFFET DE SERRE ?

Les effets positifs du numérique sont censés infléchir une trajectoire virtuelle d'émissions que l'économie aurait suivi sans le numérique. Le résultat global devrait être visible dans le meilleur des cas par une stagnation ou une décroissance des émissions. Quoiqu'il en soit, on peut d'ores et déjà conclure qu'avec les 20 % de réduction des GES mis au crédit du numérique par *Smarter 2030* - qui maintiendraient les émissions globales de 2030 au niveau de 2015 -, le numérique à lui tout seul ne peut pas résoudre l'ensemble du problème. Quoiqu'il arrive, les autres secteurs doivent aussi faire décroître leurs empreintes directes.

Considérons par exemple le scénario *Smarter 2020* qui en 2012 prédisait une réduction de 16,5 % en 2020 par rapport

à une cible tendancielle estimée à 55 Gt CO<sub>2</sub>e. Selon cette prédiction, grâce aux effets positifs, on aurait dû rester en deçà de 50 Gt CO<sub>2</sub>e en 2020. Or la tendance actuelle nous indique que nous manquons déjà cette cible, puisqu'en 2018 on a atteint 51,8 Gt CO<sub>2</sub>e hors usages des terres et des forêts, dont l'estimation est entachée d'une incertitude forte, et autour de 55 Gt CO<sub>2</sub>e en les incluant. Deux interprétations extrêmes sont alors possibles : soit les effets du numérique ont joué de façon importante mais d'autres secteurs de l'économie en ont annulé les bénéfices ; soit ils ne se sont pas produits...

Considérons maintenant le scénario moyen de Malmodyn calculé en 2015 pour 2030, il calcule un potentiel de 7,5 % de réduction s'appliquant sur une cible de 63 Gt CO<sub>2</sub>e pour 2030 (cible plus élevée que la précédente !). Cela signifie que si les effets positifs jouent sur la décennie qui commence, la progression serait non pas stoppée, mais ralentie pour atteindre un maximum de 59 Gt CO<sub>2</sub>e en 2030. Or nous voici déjà parvenus à 55 Gt CO<sub>2</sub>e dix ans avant cette échéance...

À ce stade, rien ne permet donc de confirmer les impacts positifs escomptés par les études prédictives passées.

### PEUT-ON MESURER ISOLÉMENT DES IMPACTS POSITIFS DU NUMÉRIQUE ?

Les prédictions c'est bien, mais quid de la mesure des *effets positifs* réels sur des années écoulées ? Bonne nouvelle, pour la première fois, la GSMA et le Carbon Trust se sont attelés à cette tâche pour l'année 2018 <sup>[4]</sup>. La méthode est similaire à celle des prédictions. On part d'une trentaine d'études de cas, chacune correspondant à une application « smart » générique. Pour chacune d'elles on mesure les réductions d'émissions, on les met en relations avec un indicateur (un « proxy »), qui peut être un nombre de smartphones, un nombre d'objets connectés ou un nombre de MW d'installations d'énergie renouvelable, et on extrapole la réduction d'émissions par règle de trois en prenant une valeur de l'indicateur pour l'ensemble des cas où l'on estime que

l'application a été déployée. Le rapport reconnaît la forte marge d'incertitude de l'approche et indique avoir utilisé des hypothèses conservatrices pour éviter une estimation optimiste. Il arrive à la conclusion que les communications mobiles auraient contribué à réduire les émissions de 2,1 Gt CO<sub>2</sub>e en 2018, soit 4 % des émissions globales de GES, plus que l'empreinte du numérique et dix fois l'empreinte des réseaux mobiles. Cela n'est pas aussi optimiste que Smart 2020 qui prédisait 16,5 %, mais cela semble plus ou moins conforter la trajectoire de *Smarter 2030* vers la cible de 20 %. En revanche, là aussi on constate que cela n'a pas empêché les émissions globales d'atteindre les quelques 55 Gt CO<sub>2</sub>e. Il semble bien qu'en dépit des effets positifs du numérique ici mis en évidence, nombre d'autres effets négatifs ont continué de se produire dans les autres secteurs de l'économie.



### APPROFONDIR ET RÉPÉTER LES ÉTUDES **SANS OUBLIER D'ÉtudIER LES EFFETS NÉGATIFS**

Il est souhaitable de continuer dans le futur les mesures de type Carbon Trust, d'en améliorer la fiabilité, en parallèle des aux mesures de l'empreinte directe du secteur. Lorsqu'on disposera d'une deuxième année de référence, qui permettra d'apprécier à la fois la variation de l'empreinte directe et l'augmentation des effets positifs, on pourra avoir une idée plus claire en les comparant à l'augmentation globale des émissions.

Toutefois, il manquera aussi pour avoir un paysage complet de l'effet du numérique et connaître son effet global, des études mesurant ses *effets négatifs*, certes aussi difficiles à mesurer que ses effets positifs. Comptons parmi ces effets les *effets rebond* comme ceux constatés pour le télétravail favorisant in fine un éloignement croissant des lieux de travail du domicile, ou encore de possibles effets négatifs « *per se* » du commerce en ligne. Comment ne pas considérer l'hypothèse que la facilitation des voyages, des achats à distance, etc. grâce au numérique encourage le tourisme lointain, le transport accru de marchandises, etc.

fortement émetteurs de CO<sub>2</sub> ? Il est probable que les effets négatifs ne peuvent pas être contenus par le simple jeu du marché, et que des réglementations environnementales doivent jouer leur rôle.

Continuons donc à affiner nos moyens de mesure et d'observation des impacts réels du numérique à différentes échelles et échéances pour disposer du recul et de la précision requis pour piloter ce sujet complexe.

#### Références

- [1] « Tackling climate change with machine learning », Rolnick et al, by Climate Change AI group, Nov. 2019
- [2] « Known unknowns: indirect energy effects of information and communication technology », Horner, Shehabi, Azevedo, Environ. Res. Lett. 11, 2016
- [3] « Exploring the effect of ICT solutions on CHG emissions in 2030 », Malmudin, Bergmark, 3<sup>rd</sup> Int.Conf. ICT for Sustainability, 2015
- [4] « The enablement effect: the impact of mobile communications technologies on carbon emissions reductions », GSMA and Carbon Trust, 2019



#### Francis CHARPENTIER

Diplômé de l'École Polytechnique et de Télécom Paris, Francis Charpentier a mené une carrière d'ingénieur des télécommunications, d'abord dans le domaine de l'innovation autour du traitement de la parole et du dialogue homme-machine, cofondant notamment la startup Telisma en reconnaissance vocale puis dans celui des câbles sous-marins optiques du réseau d'Orange. Il consacre son activité post-professionnelle à des actions d'information scientifique et d'éducation sur les questions environnementales, au sein d'associations telles que « X-environnement », « The Shifters », « La Fresque du climat ».

francis.charpentier@wanadoo.fr  
@fcharpentier



# LE NUMÉRIQUE : outil au service des enjeux environnementaux ?

Par  
Céline Monthéard (2005)



## Céline MONTHEARD

a dirigé pendant 12 ans des projets e-commerce innovants de portée internationale et à forte composante technologique. Depuis 2018, elle s'est résolument engagée pour sensibiliser aux enjeux environnementaux et accélérer la transition agro-écologique des territoires et des systèmes alimentaires.

 celinemontheard  
 @celinemontheard

**T**ransition écologique et transition numérique sont souvent présentées de pair. Mais l'empreinte environnementale des TICs se dessine désormais : 4% des émissions de GES (Gaz à Effet de Serre)<sup>1</sup> -autant que la flotte mondiale de camions- sans compter une pression accrue sur nos ressources abiotiques<sup>2</sup> au détriment des écosystèmes. Et la tendance ne faiblit pas : avec le développement de l'IoT et du trafic de données, le nombre

d'objets connectés et la part du numérique dans les émissions de GES devraient doubler d'ici 2025<sup>3,4</sup>. Alors que, pour tenir nos engagements de l'Accord de Paris, nous devons diviser par 6 notre empreinte carbone d'ici 2050<sup>5</sup>.

Faut-il donc faire rimer transition numérique avec transition écologique ?

Face à l'ampleur des enjeux et des contraintes environnementales des prochaines décennies, comment le numérique saurait-il être un outil effectif ?

**Le  
numérique,  
s'il veut être  
un véritable  
outil, ne peut  
pas juste  
faire moins  
mal.**

**Le numérique est effectivement un outil technologique, qui, bien utilisé, peut apporter sa contribution à l'effort écologique.**

Tout d'abord, en réduisant son empreinte propre. Durabilité des équipements, sobriété des usages, éco-conception et mutualisation des infrastructures et des services numériques sont autant de pistes pour contenir son impact<sup>6</sup> si ce n'est le réduire<sup>7</sup>.

**Mais les grands enjeux sont ailleurs** : biens de consommation, construction et énergie des infrastructures, agriculture et alimentation, transports et loisirs, sont les secteurs structurant de notre empreinte environnementale. Un exemple : du champ à l'assiette, **notre système alimentaire représente environ 30% des émissions de GES<sup>8</sup> et est l'un des premiers moteurs d'effondrement de la biodiversité**. C'est donc en s'attaquant à ces activités que le numérique pourra être un outil.

Les TIC nous permettent déjà de prendre connaissance des enjeux, et de les diffuser à une échelle incomparable.

Avec l'IoT, elles aident à mesurer et optimiser l'utilisation des ressources. Les études d'impact manquent, mais les gains d'énergie potentiels directs évoqués sont de l'ordre de 30% en moyenne, 20% en termes d'émissions de GES<sup>9</sup>. Intégrée aux prises de décision des projets collectifs, la donnée pourrait donc orienter les choix dans une direction plus vertueuse.

Ainsi de plus en plus d'agriculteurs s'équiperont de capteurs, de drones et de services d'imagerie pour mieux cibler les zones de leurs terres à traiter et réduire l'usage d'intrants, de l'ordre de 20% par exemple pour des vignerons<sup>10</sup>. Des applications comme Yuka semblent aussi guider certains consommateurs et industriels vers des pratiques plus éco-responsables<sup>11</sup>.

Cependant, au vu de l'ampleur des transformations nécessaires, ces avancées certes encourageantes paraissent insuffisantes. Mais surtout les estimations d'impacts sont incomplètes car elles ne prennent pas en compte l'ensemble des effets.





La symbiose des coraux tropicaux avec une algue leur permet de vivre dans des eaux pauvres en nutriments et d'abriter des écosystèmes variés. Avec le changement climatique actuel, la rupture de cette symbiose a des conséquences environnementales et socio-économiques majeures.

## Le défi du 21<sup>e</sup> siècle c'est la préservation du vivant.

En effet, le **numérique est systémique** : il est partout, nous en sommes dépendants, son développement accélère les flux humains, matériels et financiers, précipitant sa propre obsolescence et alimentant ainsi sa course en avant.

C'est ce qu'illustre l'effet rebond, mis en évidence par William Jevons dès 1865. Écrans, vidéo, virtualisation : les gains d'efficacité initiaux ont permis une croissance accrue des usages, annulant largement le bénéfice de départ<sup>12</sup> et entraînant les autres secteurs vers toujours plus de numérisation, accélérant en retour leur développement sans autre

considération que les indicateurs économiques. Voyagerions-nous autant aujourd'hui sans les possibilités et les incitations suscitées par le numérique ?

Ainsi, la transition numérique est loin d'être un évident pré-requis à la transition écologique : l'analyse d'impact de tout projet numérique doit être systémique, en incorporant, dans le temps et au-delà de l'activité immédiate visée, l'amont et l'aval de la chaîne de dépendances, sans oublier le rôle déterminant des comportements.

Plus encore, l'ampleur des périls suggère que **le numérique, s'il veut être un véritable outil, ne peut pas**

**juste faire moins mal : il doit s'efforcer de catalyser sinon d'accompagner de véritables transformations.**

Les contraintes environnementales et les perturbations sur nos sociétés vont s'accroître. Faire plus vite et plus fonctionnel sera sans intérêt si les impératifs de résilience et de durabilité ne sont pas adressés. Mais comment faire durable et résilient sous la contrainte quand on s'est construit pendant plus de 70 ans dans une abondance qu'on croyait infinie ?

Une réponse se trouve dans la quête même : **le défi du XXI<sup>e</sup> siècle c'est la préservation du vivant.**

Or, notre écosphère est le résultat de milliards d'années d'évolution, en conditions parfois extrêmes, et nous commençons seulement à la comprendre. Le vivant est circulaire, extrêmement varié, agile à petite échelle et évolutif : la mondialisation linéaire standardisée n'existe pas. Sauf disruption, le vivant s'auto-régule dans le temps long. Si la compétition est observée en situation d'abondance, le vivant se développe majoritairement par la coopération, en particulier en milieu contraint, en s'organisant notamment en réseaux décentralisés.

Le numérique, lui, nous a habitué à mettre les nuances du réel dans des systèmes simplificateurs appréhendables avec des 0 et des 1. Il nous a distancé du vivant, nous a accoutumé à l'instantanéité et à la résolution de nos inconforts par la technique, nous fait croire à l'immatérialité et aux possibilités infinies de notre emprise sur le monde physique. **Comment ne pas douter alors de l'efficacité du numérique à préserver ce qui apparaît comme son antonyme même ?**

Pourtant, le Web n'est-il pas littéralement une émanation numérique des organisations du vivant ? *Machine Learning* et *Deep Learning* ne cherchent-ils pas justement à émuler le fonctionnement du cerveau humain ? **Le numérique serait en train d'apprendre à comprendre le vivant. Il lui reste à trouver sa place auto-régulée pour participer avec les autres champs d'innovation aux symbioses transformatrices dont nous avons besoin.**

Déjà des modèles prometteurs émergent autour de l'économie de la fonctionnalité qui mutualise l'usage des biens (ex : Blablacar, Karos, Vélib') grâce aux mécanismes de confiance que peut créer le numérique.

**Mais le potentiel le plus fort de durabilité et de résilience se trouve à la croisée d'innovations économiques, organisationnelles et techniques.**

Ainsi, plutôt que multiplier capteurs et drones qui éloigneraient toujours plus l'agriculteur de sa centaine d'hectares de terres en le rendant dépendant de technologies complexes et coûteuses, un numérique systémiquement vertueux et inspiré du vivant veillera à recréer du lien et de la connaissance entre les acteurs des territoires pour permettre aux agriculteurs de se réapproprier et vivre durablement de leur métier sur des surfaces à taille humaine, au contact de la terre. Le modèle coopératif de C'est Qui Le Patron donne à cet égard des résultats impressionnants<sup>13</sup> : grâce au numérique, la marque fédère sa communauté de sociétaires et co-construit le cahier des charges de produits alimentaires écologiquement et socialement vertueux, nous faisant la démonstration que

le numérique peut catalyser des symbioses viables et utiles aux enjeux environnementaux.

Pour conclure : comme le feu, le numérique paraît magique et nous fascine ; mais comme le feu, il consomme un monde physique et matériel dont nous atteignons les limites, nous imposant des transformations bien plus profondes et rapides que les cadres actuels ne le permettent. Ainsi, pour peut-être entretenir la flamme sans brûler toute la forêt, **c'est bien plus en favorisant des modèles structurellement innovants, inspirés du vivant et au service des activités essentielles, que par une accélération technologique, que le numérique saura être utile à la transition écologique<sup>14</sup>.**

L'horizon du progrès technologique du XXI<sup>e</sup> siècle tiendrait alors plus de la *wide tech* : sobre, décentralisée, inclusive, ouverte, multiforme, durable et résiliente, substrat des symbioses entre acteurs et écosystèmes des territoires, complétée par la juste dose de high tech, uniquement là où c'est effectivement nécessaire.

Rien à voir avec les tendances actuelles. Mais il ne tient qu'à nous de repenser la trajectoire. Nous avons bien réussi, il y a 50 ans, à aller sur la Lune avec l'équivalent d'un e-mail d'aujourd'hui<sup>15</sup>. Alors pourquoi pas employer nos trésors d'ingéniosité à relever ce nouveau défi avec le bagage le plus léger possible ?

### Références

<sup>1</sup> The Shift Project (2018) *Lean ICT - Pour une Sobriété Numérique*.

<sup>2</sup> ADEME (2019) *La face cachée du numérique. Réduire les impacts du numérique sur l'environnement*.

<sup>3</sup> Ibid.

<sup>4</sup> GreenIT (2019) *Empreinte environnementales du numérique mondial*

<sup>5</sup> Convention Citoyenne pour le Climat (2019) *Socle d'information initial à destination des membres de la Convention*.

<sup>6</sup> The Shift Project op.cit.

<sup>7</sup> GreenIT op. cit.

<sup>8</sup> IACE Institute for Climate Economics (2019) *Estimer les émissions de gaz à effet de serre de la consommation alimentaire : méthodes et résultats*.

<sup>9</sup> GeSI AccentureStrategy (2015) *SMARTer2030 ICT Solutions for 21st Century Challenges*.

<sup>10</sup> Atelier BNP Paribas (2013) *Les agriculteurs s'approprient la technologie Big Data*. Consulté le 21/02/2020.

<sup>11</sup> Yuka (2019) *Mesure d'impact. Comment Yuka contribue à faire changer les choses*. Consulté le 21/02/2020.

<sup>12</sup> GreenIT (2014) *L'effet rebond dans le numérique est-il évitable ?* Consulté le 21/02/2020.

<sup>13</sup> C'est Qui Le Patron (2020) *Plus de 14 millions de consommateurs CQLP*. Consulté le 21/02/2020

<sup>14</sup> ADEME, ATEMIS, Patrice VUIDEL, Brigitte PASQUELIN. (2017) *Vers une économie de la fonctionnalité à haute valeur environnementale et sociale - Synthèse*

<sup>15</sup> GreenIT (2019) *La low-tech : un outil de résilience pour l'humanité ?* Consulté le 21/02/20

# Un opérateur téléphonique, acteur de la transition écologique et énergétique : L'EXEMPLE D'ORANGE

Par  
**Philippe Tuzzolino**

## **Philippe TUZZOLINO**

est le directeur environnement du Groupe Orange, en charge de l'environnement et de l'organisation du changement climatique.

Il définit les politiques et surveille la consommation d'énergie et l'empreinte globale du Groupe (Orange est présent dans 164 pays pour le business). Comme responsable de l'empreinte carbone, il a participé à l'élaboration de méthodologies du secteur des TICs pour que le secteur soit conforme aux recommandations du GIEC en tant que membre du Groupe d'Étude UIT-T « Changement Climatique » et participe également aux COP. Il est membre du Comité pour les Matériaux Stratégiques de Bercy. Avant son entrée dans le Groupe Orange, Philippe TUZZOLINO a tenu plusieurs postes sur des projets d'innovations stratégiques à la direction Générale du Groupe La Poste et au Ministère de la Défense.

**L**e numérique est présent dans tous les secteurs de l'activité humaine.

L'accroissement des usages nous oblige à mettre sous contrôle une équation environnementale complexe. Mais a contrario, en transformant radicalement l'ancien monde industriel, il constitue aussi une partie de la solution en faveur de la transition énergétique et écologique.

Dans le cadre de son nouveau plan stratégique **Engage 2025**, Orange s'est donné des objectifs ambitieux : être Net-Zéro Carbone en 2040 et déployer dans tous ses processus des principes de l'Économie Circulaire. Le Groupe vise à se donner les moyens de respecter les recommandations du GIEC pour, à son niveau, contribuer à limiter la hausse des températures à 1,5° C et limiter l'épuisement des ressources naturelles. Le Groupe s'engage donc à réduire ses émissions de CO<sub>2</sub> de 30 % en 2025, scope 1 et 2, par rapport à 2015 (et sera renforcé au premier semestre d'un objectif SBTi sur le scope 3) et à utiliser plus de 50 % d'électricité renouvelable en 2025. Ainsi, nous voulons minimiser les impacts environnementaux pour être exemplaire et aider nos clients à réduire les leurs. De plus, le groupe participe activement à la mise en place avec l'ITU/UIT (l'Union Internationale des Télécommunications) d'une méthodologie pour situer le secteur par rapport aux recommandations du GIEC et être conforme à l'accord de Paris (Travaux ITU, GSMA, GeSi, SBTi et AIE).

## RÉDUCTION DE L'EMPREINTE ENVIRONNEMENTALE : UN EFFORT SOUTENU D'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE ET DE SOBRIÉTÉ

### Une démarche systémique

Le Système de Management Environnemental du groupe a conduit à une certification ISO 14001 remarquable de 66,7 % de son activité Monde en 2017. Le Groupe a été noté A par le CDP et Orange France est certifié ISO 50001 pour l'ensemble de ses 30 000 sites techniques et de sa flotte de 15 000 véhicules, ce qui en fait l'une des premières entreprises françaises à obtenir cette certification à très grande échelle.

### Réduction des émissions de CO<sub>2</sub>

Le groupe travaille à réduire sa consommation d'énergie dans tous ses secteurs d'activité :

- **Les réseaux et les SI (82,1 % de la consommation énergétique / 80,2 % des émissions de CO<sub>2</sub>).**

Nous déployons sur toutes nos géographies le programme Green ITN 2020 avec la mise en œuvre systématique de solutions techniques moins énergivores comme par exemple :

- 90 000 machines virtuelles sur 130 000 serveurs au niveau Groupe pour 70 % d'économies d'énergie,
- en attendant l'ouverture en 2020 du futur data center de Mainvilliers (Eure-et-Loir), celui de Val-de-Reuil en Normandie, l'un des plus performants du secteur, permet une économie d'énergie équivalente à la consommation électrique annuelle d'une ville de 30 000 habitants,
- 2 800 sites solaires pour alimenter les systèmes de

téléphonie mobile en Afrique, permettant d'éviter chaque année l'émission de 80 000 tonnes de CO<sub>2</sub>.

- **Les bâtiments tertiaires (11,7 % de la consommation énergétique / 12,7 % des émissions de CO<sub>2</sub>).** Depuis décembre 2017, l'ensemble de notre processus immobilier est reconnu ISO 50001. Dans le cadre du concours Cube2020, l'Institut Français pour la Performance du Bâtiment a décerné le prix du parc le plus performant, avec des économies de 14 % pour les immeubles inscrits au concours.

- **Les déplacements et les transports (6,2 % de la consommation énergétique / 7,1 % des émissions de CO<sub>2</sub>).**

Véhicules électriques, limitation des déplacements professionnels, promotion de modes de transports collaboratifs et solidaires ; Orange explore des solutions technologiques et humaines innovantes pour réduire ses émissions. Ainsi :

- avec près de 2 550 véhicules, le groupe possède la 1<sup>re</sup> flotte en auto-partage d'Europe et
- un objectif de 7000 véhicules électrifiés en 2025.

**Fin 2018, le groupe a atteint son objectif 2020 en réduisant de 56,59% les émissions de CO<sub>2</sub> par usage-client. L'empreinte carbone globale, scopes 1 et 2, a diminué de 3,5 % (1,37 M T CO<sub>2</sub> fin 2018 vs 1,42 M T CO<sub>2</sub> fin 2016).**

### Les objectifs 2025 de réduction des émissions nécessitent un fort déploiement des énergies renouvelables.

Dans la zone Afrique-Moyen-Orient avec le programme ESCO (*Energy Services COmpany*) et la création de fermes solaires – trois fermes solaires ont déjà été créées en Jordanie, elles couvrent 70% de la consommation électrique d'Orange en Jordanie et l'autosuffisance électrique grâce au solaire est visée dans ce pays. En Europe nous déployons des PPA : « *Power Purchase Agreement* » pour alimenter en énergie renouvelable notamment les sites techniques.

### Intégration de l'économie circulaire dans l'organisation et dans les processus

Suite à un Dialogue Parties Prenantes réalisé au niveau Groupe en 2017, un comité de pilotage stratégique de l'Économie Circulaire a été mis en place pour définir l'ensemble des actions à déployer au cœur des métiers. L'évolution progressive de nos modèles économiques et processus, en lien avec tout notre écosystème, couvre plusieurs chantiers : l'écoconception, la limitation des consommations en ressources critiques, la modularité et le réemploi des équipements, l'optimisation de la gestion des déchets et la possibilité de redonner une 2<sup>e</sup> vie aux déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE).



### LEXIQUE DES CERTIFICATIONS

#### GeSi : GLOBAL ENABLING SUSTAINABILITY INITIATIVE

In collaboration with members from major Information and Communication Technology (ICT) companies and organisations around the world, the Global Enabling Sustainability Initiative (GeSi) is a leading source of impartial information, resources and best practices for achieving integrated social and environmental sustainability through Digital technologies

**SBTi : Science-based targets** provide companies with a clearly defined pathway to future-proof growth by specifying how much and how quickly they need to reduce their greenhouse gas emissions. The Paris agreement in 2015 saw 195 of the world's governments commit to prevent dangerous climate change by limiting global warming to well below 2 degrees celsius. This signalled an acceleration in the transition to a low carbon economy. Many companies are already demonstrating they have the skills, expertise and ingenuity to make this a reality – but need ambitious emissions reduction targets that ensure the transformational action they take is aligned with current climate science.

Targets adopted by companies to reduce greenhouse gas (GHG) emissions are considered "science-based" if they are in line with what the latest climate science says is necessary to meet the goals of the Paris Agreement – to limit global warming to well-below 2°C above pre-industrial levels and pursue efforts to limit warming to 1.5°C. Watch this 2 minute animated infographic to learn what corporate science-based emissions targets are and why they matter in the global effort to prevent the worst consequences of climate change.

**AIE : L'Agence internationale de l'énergie (AIE)** (International Energy Agency en anglais, ou IEA) est une organisation internationale fondée à l'OCDE en 1974, basée à Paris.

L'AIE est reconnue mondialement pour la publication de son rapport annuel, le *World Energy Outlook* (WEO), ainsi que ses rapports *Energy Technology Perspectives* et ses rapports sur les perspectives à moyen terme sur les marchés du pétrole, du gaz, du charbon, et plus récemment des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique. En 2019, ses quatre grandes missions sont :

1. Sécurité énergétique (par la promotion de la diversité, l'efficacité, la flexibilité et la fiabilité des carburants et sources d'énergie) ;
2. Développement économique (par le soutien aux marchés libres, pour favoriser la croissance économique et éliminer la pauvreté énergétique) ;
3. Sensibilisation à l'environnement (en analysant les options politiques permettant de compenser l'impact de la production et de la consommation d'énergie sur l'environnement, en particulier pour lutter contre le changement climatique et la pollution de l'air) ;
4. Engagement mondial (en travaillant en étroite collaboration avec les pays partenaires, notamment les grandes économies émergentes, pour trouver des solutions aux préoccupations énergétiques et environnementales communes.

**CDP** : est une organisation internationale à but non lucratif, anciennement appelée « **Carbon Disclosure Project** » jusqu'à fin 2012. Elle détient la base de données mondiale la plus importante sur la performance environnementale des villes et des entreprises. L'organisation **CDP** encourage les investisseurs, les entreprises et les villes à prendre des mesures afin de construire une économie réellement durable, en mesurant et comprenant leur impact sur l'environnement.

Depuis 2003, elle effectue une campagne annuelle à l'aide d'un questionnaire pour recueillir des informations sur les émissions de gaz à effet de serre (GES) des entreprises. En 2010 un module « Oil & Gas » a été ajouté. La même année, le **CDP** a étendu son champ

d'action en proposant une enquête annuelle sur la gestion de l'eau « **CDP Water** » et, en 2013, une autre enquête à propos de l'impact sur les forêts « **CDP Forests** ».

Jusqu'à 2016, la méthode d'évaluation de l'organisation **CDP** reposait sur le **Climate Disclosure Score** et le **Climate Performance Band**.

Depuis, seul le **Level of Engagement Score** (A-D) est donné. Les entreprises sont alors évaluées sur la base de 4 critères : « Levels » :

1. Leadership (A) : les « Best Practice » des entreprises ;
2. Management (B) : la gestion environnementale ;
3. Awareness (C) : les entreprises conscientes de l'influence des questions environnementales ;
4. Disclosure (D) : l'entreprise fournit toutes les données requises et répond à toutes les questions du questionnaire.

L'organisation **CDP** regroupe 650 investisseurs avec 87 milliards de dollars d'actifs. Plus de 5 600 entreprises et 533 villes ont répondu à ce questionnaire sur les changements climatiques, l'eau, la forêt et la chaîne d'approvisionnement en 2017. Grâce à **CDP**, 71 états et régions dans le monde mesurent désormais leur impact sur l'environnement.

#### Certification ISO 14001 :

La **norme ISO 14001** est une norme internationale traitant l'aspect environnemental du Développement durable. Elle fixe les principes d'un **Système de Management Environnemental**, incluant notamment la nécessité pour l'entreprise d'établir une politique environnementale visant à anticiper et limiter ses impacts.

La **norme ISO 14001** s'applique à toute entreprise et collectivité, indépendamment de sa taille, son statut, son secteur d'activité, ses produits ou services.

Un bilan carbone réalisé après l'obtention du certificat ISO 14001 pourra poursuivre la démarche environnementale de l'entreprise, mesurer son empreinte carbone et permettre la mise en place d'une compensation carbone.

#### Les principaux avantages de la certification ISO 14001 :

La certification environnementale, outil de protection de l'environnement, d'amélioration et de maîtrise budgétaire.

- L'anticipation, la connaissance et la maîtrise des risques environnementaux.
- Une consommation réduite d'énergie et de matières premières, grâce à une gestion plus efficace.
- Des gaspillages réduits et donc une meilleure maîtrise budgétaire.
- Des collaborateurs motivés par l'adhésion à un projet collectif.
- Des clients encore plus confiants.
- Une avance concurrentielle favorisant le développement de nouveaux marchés.

#### Certification ISO 50001 :

Publiée le 21 août 2018, la norme ISO 50001:2018 décrit les exigences pour un processus s'appuyant sur des données axé sur l'amélioration continue de la performance énergétique. Les organisations certifiées ont trois ans pour se mettre en conformité avec la version révisée.

Le changement le plus significatif réside dans l'introduction de la structure de haut niveau, l'annexe SL, qui assure la compatibilité avec d'autres normes relatives aux systèmes de management de l'énergie, à l'instar d'ISO 9001, ISO 14001 et ISO 45001, ce qui simplifie l'intégration.

La nouvelle version d'ISO 50001 exige des organisations qu'elles portent leur regard au-delà de leurs propres exigences en matière d'énergie et considèrent les exigences externes et les risques existants. Les risques et opportunités doivent être considérés comme faisant partie intégrante de l'orientation stratégique de haut niveau afin d'assurer l'intégration des principes de management de l'énergie dans la structure de l'organisation.

La norme ISO 50001:2018 se concentre davantage sur l'amélioration continue de la performance énergétique et sur l'implication plus forte du leadership et des employés. La norme révisée est également censée améliorer l'efficacité et réduire les coûts énergétiques, ce qui permettra aux organisations de réduire leur impact environnemental et de gagner en compétitivité.



### Limitation de nos impacts sur les ressources naturelles

Les équipements (réseaux, terminaux...) utilisent des matières critiques et des ressources limitées ou sensibles.

Le recyclage et la valorisation des DEEE ainsi que le développement du principe de réutilisation constituent une obligation qui nous positionne en acteur important de l'économie circulaire :

- 2,8 millions de téléphones mobiles usagés collectés en 2018 – 15 millions depuis 10 ans,
- 49 533 tonnes de DEEE évacués en 2018 (démantèlement/recyclage) et valorisés à 83,3 %,
- Mise en place au niveau Groupe d'une plateforme commune de type « stock market place » pour le réemploi des équipements réseaux usagés. Un suivi régulier est effectué pays par pays,
- Orange est membre actif du CE100 de la Fondation Ellen MacArthur.

### L'INNOVATION POUR FAIRE DU NUMÉRIQUE UN LEVIER DE LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE ET ÉCOLOGIQUE : IT FOR GREEN

Nous avons la conviction que le numérique fait partie de la solution et peut contribuer de façon positive à la transition écologique et énergétique.

Nous proposons à nos clients des services et des solutions pour des alternatives durables et innovantes en matière de villes intelligentes (*smart cities*), de *Machine To Machine* (M2M, IoT), d'optimisation énergétique (*smart grids*), de réduction de leur empreinte carbone, de mobilité écoresponsable...

Nous souhaitons par ailleurs accompagner nos clients pour aller vers de la sobriété numérique « Orange, coach environnemental pour des usages raisonnés ».

### POLITIQUE DE SOUTIEN DES PROGRAMMES DE RECHERCHE SUR LE CHANGEMENT CLIMATIQUE

- En montagne, avec le Centre de Recherche sur les Ecosystèmes d'Altitude (CREA) à Chamonix, pour l'acquisition et le traitement de données climatiques et relatives à l'évolution de la faune et de la flore. Un partenariat distingué lors de la COP23 par le prix « *Momentum for Change* » de l'ONU.
- Dans les océans, avec le programme océanographique européen Euro-Argo. Les navires câbliers d'Orange Marine participent au déploiement de balises renforçant le système d'observation globale du climat

Il y a un débat sur l'augmentation des usages, de la quantité de data et du nombre des terminaux qui

accroissent les consommations du Numérique et l'usage de matières premières et métaux rares. Sans nier cette croissance, certains observateurs oublient de déduire dans leurs prospectives les résultats des plans d'actions qui réduisent les consommations et les émissions car ils ne les connaissent pas ; tout n'est que à charge. Ils ne déduisent pas non plus les effets positifs actuels et à venir ; ce ne sont parfois des calculs pas très scientifiques. Il y a une transition du vieux monde industriel vers un monde numérique. Cette transition est récente. A titre d'exemple les premiers smartphones ne sont arrivés qu'en 2008 (contre deux siècles de productions pour le vieux monde industriel : le secteur du numérique représente 3,5 % des émissions de CO<sub>2</sub> mondiale en 2015 – d'après source Malmödin & Lunden article scientifique de 2018 – alors que l'industrie représente 43 % des émissions, les bâtiments 26 % et les transports 25 %) , il est normal que cette transition prenne du temps car dans un premier temps le numérique crée, car il y a substitution de modèle macro-économique, de nouveaux usages. Il faut savoir donner du temps au temps, cette croissance se stabilisera en son temps quand nous arriverons à un point d'équilibre de cette substitution économique. Le numérique a de plus fortement investi pour réduire les consommations et les émissions de CO<sub>2</sub> par des innovations des plans d'actions et en ce sens il est exemplaire. Si on prend le cas de Orange, l'augmentation des consommations a été largement maîtrisée. Malgré une augmentation de plus de 100 millions de clients et des usages nous avons obtenu une baisse réelle des émissions de CO<sub>2</sub>, grâce aux plans de sobriété et à des innovations.

# Pourquoi la technologie ne nous sauvera pas du désastre écologique

Par  
Clément Jeanneau

**F**ace au dérèglement climatique, « le développement technologique est la seule issue » affirmait il y a quelques mois le polémiste Laurent Alexandre, marchant ainsi dans les pas de nombreux autres techno-prophètes. Dans l'ensemble de ses propos sur le sujet, Laurent Alexandre a raison sur un point : écoutons les scientifiques. Or que nous disent-ils ?



## Clément JEANNEAU

Clément Jeanneau est entrepreneur (cofondateur de Blockchain Partner, leader français du conseil sur les technologies blockchains) et auteur du site [SignauxFaibles.co](http://SignauxFaibles.co). Il intervient régulièrement dans le débat public sur les enjeux de prospective et de société (Les Echos, Le Point, La Recherche...) et est à l'initiative de la newsletter « Nourritures terrestres » sur les questions environnementales.

🐦 @Clemnt\_Jeanneau

[signauxfaibles.co](http://signauxfaibles.co)

🐦 @Signaux\_Faibles

[nourrituresterrestres.substack.com](http://nourrituresterrestres.substack.com)



Les Scientifiques nous montrent que la « solution » de la **géo-ingénierie**, cet ensemble de techniques visant à modifier le climat en espérant anéantir le réchauffement de la planète, est un **mirage**. C'est par exemple le résultat des travaux du chercheur Alexandre Magnan, qui a étudié avec d'autres scientifiques les techniques de géo-ingénierie appliquées aux océans : celles-ci constituent, dit-il, « **des solutions hasardeuses, avec de potentiels effets collatéraux importants, et qui s'adressent aux symptômes sans répondre aux causes de la crise climatique** ».

## DES TECHNOLOGIES ILLUSOIRES

Les voix sont nombreuses pour alerter sur les risques de ce type de solutions. Les techniques de capture et de séquestration du CO<sub>2</sub> sont à considérer avec d'autant plus de prudence qu'elles ne se feront pas sans coûts. Elles coûteront d'abord **cher financièrement** ; or, comme le souligne l'ingénieur Jean-Marc Jancovici (1986), notamment membre du Haut Conseil pour le Climat, qui paiera pour mettre sous terre ce CO<sub>2</sub>, dans un système où personne ne gagne d'argent directement pour le faire ? Elles coûteront **cher énergétiquement**, ensuite, puisque capturer du CO<sub>2</sub> implique une pénalité énergétique élevée. Elles pourraient coûter **cher écologiquement**, enfin, en raison des risques qu'elles posent pour les équilibres naturels.

De la même façon, il serait irréaliste de faire reposer nos espoirs de transition énergétique sur l'hypothétique maîtrise de la fameuse fusion nucléaire : si celle-ci serait effectivement, sur le papier, un gigantesque pas en avant, ses perspectives restent bien trop lointaines pour en faire une solution envisageable dans les délais impartis. De façon générale, l'idée que nous pourrions éviter les effets catastrophiques du dérèglement grâce à des découvertes technologiques bute sur un **simple problème de calendrier** : à supposer que de telles découvertes soient faites (postulat déjà optimiste), **les phases de planification, construction, tests, mises en place aux échelles suffisantes prendrait des décennies**. Nous ne disposons pas de ce temps. Croire l'inverse revient à nier l'ampleur du problème.

## LES MIRAGES DE LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

Appréhender l'avenir avec sérieux implique également d'écouter les historiens. Jean-Baptiste Fressoz, historien de l'environnement et chercheur au CNRS, montre dans ses travaux que **l'impact des technologies dans la transition énergétique a tendance à être largement surestimé**. Il souligne qu'au cours des derniers siècles, l'homme a surtout additionné des consommations d'énergie, plus qu'il n'a mené de véritables transitions énergétiques. De fait, 38 % de l'électricité mondiale est encore aujourd'hui alimentée au charbon, avec une production et une demande en hausse en 2018.

En réalité, comme l'explique Jean-Baptiste Fressoz, le fait de se focaliser sur l'offre d'énergie, c'est-à-dire sur les choix de mix énergétique et sur les techniques de production, conduit à se détourner d'un levier essentiel de changement : agir sur la demande d'énergie, ce qui implique de diminuer la consommation.

Or cette diminution ne peut se faire en misant uniquement sur une meilleure efficacité énergétique permise par des technologies innovantes : **ces gains d'efficacité risquent en effet de mener, comme par le passé, à une augmentation des usages et donc de la consommation, annulant ainsi les bénéfices environnementaux initiaux**...Viser plus de sobriété est donc un impératif.



### LE « VIVANT » DÉPASSE LES TECHNOLOGIES

Enfin, la technologie est une réponse d'autant plus limitée que la question climatique n'est pas la seule facette du problème. La biodiversité est encore trop souvent la grande oubliée des discours techno-optimistes. Or l'effondrement du vivant n'est pas une croyance propre aux pessimistes ou aux « collapsologues », mais déjà une réalité, qui fait consensus parmi les chercheurs. Sur ce terrain-là aussi, il est urgent d'écouter les scientifiques.

La notion de services écosystémiques, en particulier, reste étonnamment incomprise de la part d'individus prétendant vouloir « changer le monde » par la technologie. L'innovation technologique est largement impuissante aussi bien pour freiner l'érosion de la biodiversité que pour en limiter les conséquences : reproduire la complexité et la richesse des services écosystémiques, qui permettent la vie sur Terre, ne peut être envisageable sérieusement, d'autant plus que l'homme est loin d'avoir découvert tous leurs mécanismes.

### EN GUISE DE RECOMMANDATION

In fine, croire que la technologie peut nous sauver du désastre écologique relève de l'hubris, cet orgueil de l'homme qui n'est d'ailleurs pas sans lien avec un trop-plein de virilité à travers le monde. L'affirmer n'est pas être pessimiste mais réaliste, au regard des multiples alertes des scientifiques.

Dans ce contexte, il est urgent de sortir des postures caricaturales et des oppositions binaires entre pro et anti-technologie. Celle-ci peut être un instrument de progrès et d'émancipation, en fonction des cas. Elle n'est simplement pas une baguette magique. La foi aveugle en la technologie est dangereuse parce qu'elle nous illusionne sur la gravité des problèmes écologiques et sur l'ampleur des efforts à mener : pour ses partisans - et tous ceux contraints de subir leur entêtement - la chute n'en sera que plus dure.



# TDF ACCÉLÈRE LA COUVERTURE MOBILE À L'INTÉRIEUR DES BÂTIMENTS

*L'utilisation du mobile à l'intérieur des bâtiments explose : elle représente désormais 80 % des communications et 90 % de la data. Dans ce contexte, TDF innove pour répondre aux besoins incontournables de la connectivité indoor.*

L'amélioration de la couverture mobile des lieux de vie - métros, gares, centres commerciaux, bureaux, campus, etc. - représente un véritable enjeu pour les opérateurs de téléphonie. La croissance exponentielle de la consommation de données mobiles dans les bâtiments construits selon les nouvelles normes HQE (Haute Qualité Environnementale), dont les matériaux font obstacle aux fréquences mobiles, nécessite le déploiement de solutions techniques spécifiques.

## LA SOLUTION TECHNIQUE INNOVANTE DE TDF

TDF développe une expertise reconnue dans la conception de solutions de couverture indoor et accompagne les opérateurs et les propriétaires immobiliers dans le déploiement de ces réseaux. La solution proposée par TDF s'appuie sur la technologie DAS, pour Distributed Antenna System. Cette architecture technique sur mesure est capable de rediffuser les réseaux de tous les opérateurs mobiles.

Pour gagner de l'espace et limiter les interventions sur place, TDF peut, selon la localisation du projet, héberger à distance sur ses propres sites TDF les équipements des opérateurs.



## LA 4G DANS LE MÉTRO DE RENNES

En 2017, Rennes Métropole a choisi TDF pour déployer l'infrastructure du réseau 3G/4G du métro de Rennes. TDF a installé plus de cent antennes dans les tunnels et les treize stations de la ligne a. Dès la mise en service en octobre 2018, la couverture des quatre opérateurs de téléphonie mobile était assurée. Pour la ligne b en cours de construction, le déploiement a déjà commencé.

## UN ACCORD D'EXCLUSIVITÉ POUR LA COUVERTURE DES GARES

Pour renforcer l'infrastructure télécom de ses 3 000 gares, SNCF Gares & Connexions fait appel à TDF. Cet accord permet aux opérateurs de réseaux mobiles d'améliorer et de densifier la couverture des gares, qui accueillent dix millions de personnes chaque jour. Depuis décembre 2019, la première gare équipée est la gare de Lille Flandres.







# LE NUMÉRIQUE DE DEMAIN **associera forcément low et high tech**

Par  
Frédéric Bordage

P

our économiser cette ressource critique, l'écoconception facteur 4 permet de n'utiliser le numérique que lorsqu'il est absolument indispensable. Un moyen aussi de commencer à se sevrer de ce pharmakon.

L'avenir numérique qu'on nous vend tous les jours à la radio, à la télévision et plus généralement dans les médias, ne peut pas exister. En effet, comment allons nous fabriquer la ville intelligente hyper-connectée de demain alors que les réserves de certains minerais s'épuisent à grande vitesse ? Comment allons nous réduire d'un facteur 4 notre consommation d'énergie alors que l'avenir numérique qu'on nous dépeint nécessitera des dizaines de fois plus d'énergie pour être fabriqué (énergie grise) et alimenté en électricité ?

Cet avenir techno baba - dans lequel des véhicules électriques autonomes omniprésents se déplacent dans des mégaloilles intelligentes bardées de capteurs et d'électroniques en évitant des drones qui livrent votre lait frais le matin - est un mythe. Si nous n'y prenons pas garde, cette hallucination collective - essentiellement soutenue par des enjeux économiques à court terme - risque de causer la perte de l'humanité. Ou pour le moins d'engendrer un avenir dont nous ne voudrions pas, même pour notre pire ennemi.

Il faut donc repenser le numérique dans une dynamique plus globale de résilience de l'humanité et de construction d'un avenir enviable. Pour cela, les limites du monde physique - qui s'imposent à nous, que nous le voulions ou pas - sont un bon point de départ. Nous savons depuis 50 ans que, pour avoir un avenir, l'humanité doit diviser son empreinte par quatre. Ce fameux facteur 4<sup>2</sup> s'applique *a fortiori* au numérique. Penser le numérique de demain impose donc de commencer par respecter cette contrainte.



### Frédéric BORDAGE

est l'expert français du numérique responsable et de la sobriété numérique. Depuis quinze ans, il anime la communauté GreenIT.fr et aide de grandes organisations privées et publiques à faire de la low-tech et de l'écoconception des axes d'innovation et de performance. Il est l'auteur des ouvrages et études de références, notamment, pour les plus récents, « Sobriété numérique : les clés pour agir » chez Buchet-Chastel (2019), « Ecoconception web : les 115 bonnes pratiques » chez Eyrolles (2012-2019), et « Empreinte environnementale du numérique mondial » (2019).

### ASSOCIER *LOW* ET *HIGH TECH* POUR ATTEINDRE LE FACTEUR QUATRE (4)

La question est donc : comment diviser notre empreinte numérique par quatre, ou plus si possible ? Au sein de la communauté GreenIT.fr, nous travaillons depuis 15 ans sur la sobriété numérique<sup>3</sup>, un terme que nous avons forgé en 2009. Au fil des ans, nos retours d'expérience concrets nous ont amenés à mettre en œuvre une approche que nous intitulons aujourd'hui l'« écoconception facteur 4 ». Elle consiste à assembler *low* et *high tech* dans une même dynamique de conception.

L'idée est simple : compte tenu des impacts environnementaux du numérique et d'un horizon d'épuisement des minerais dans quelques décennies, tout ce qui peut être fait sans numérique doit l'être fait ainsi. On peut s'appuyer sur les standards internationaux d'analyse du cycle de vie (ISO 14044) pour quantifier les impacts et d'écoconception (ISO 14062) pour les réduire. L'enjeu n'est donc pas technique puisque les guides méthodologiques existent et sont reconnus. Et qu'il suffit de bon sens pour éco-concevoir.

L'enjeu est culturel : nous devons accepter de déconstruire l'hallucination collective du tout technologique et de la technologie salvatrice. Une gageure ! La meilleure façon d'y arriver est d'empiler les preuves, de constater objectivement que des solutions *low tech* font parfois mieux, ou aussi bien, mais avec moins d'impacts que des solutions *high tech*.

### ASSOCIER DES CHIENS ET UNE IA ?

L'exemple le plus marquant est celui de l'intelligence artificielle de Google, DeepMind, qui détecte mieux (moins de faux positifs et négatifs) certaines formes du cancer du sein que des radiologues expérimentés<sup>4</sup>. Cette innovation technologique est un progrès pour l'humanité.

D'un autre côté, le projet KDog de l'Institut Curie<sup>5</sup>, vise un dépistage précoce et fiable à l'aide d'une solution *low tech* : des chiens ! Ces derniers ont un odorat 100 000 à 1 million de fois plus sensible que l'odorat humain.

Formés à la détection, les chiens sont capables de repérer l'odeur caractéristique d'une tumeur dans les fluides corporels comme la sueur. L'autre intérêt c'est qu'un chien ne coûte pas cher, va partout, et fonctionne sans électricité. De quoi mener des campagnes dans des pays émergents.

Faut-il opposer les chiens de l'Institut Curie avec l'IA de Google ? Absolument pas. Le numérique est une ressource critique, non renouvelable, épuisée dans quelques décennies<sup>6</sup>. Pour économiser cette ressource, nous n'avons pas d'autre choix que d'assembler ingénieusement *low* et *high tech*, c'est-à-dire, par exemple, de mener des campagnes de dépistage précoce avec KDog sans se priver de confirmer des diagnostics avec DeepMind.



## DÉCLOISONNER LA CONCEPTION DES SERVICES NUMÉRIQUES

Pour décroisonner notre façon de concevoir les services numériques, nous devons absolument redécouvrir des notions telles que la sobriété et l'ingéniosité qui caractérisent l'innovation frugale / *jugaad*. Autrement dit, il faut réveiller le « MacGyver » qui sommeille en vous !

Réapprendre à faire avec peu, c'est finalement se mettre dans la peau de la NASA et du programme Apollo en 1969. En effet, il y a 50 ans, les États-Unis ont conquis la Lune en associant *low* et *high tech*. Des calculateurs humains<sup>7</sup>, *low tech* donc, calculaient les trajectoires des missions Apollo tandis qu'un ordinateur dernier cri, l'Apollo Guidance Computer<sup>8</sup> (*high tech* donc avec une mémoire vive de 4 ko et de masse de 70 ko) guidait la capsule Apollo dans l'espace. Au sol, une armée d'ingénieur contrôlait les calculs mentaux des astronautes à l'aide de... règles à calcul. Cela peut paraître archaïque, mais c'est cette association de *low* et *high tech* qui nous a permis de conquérir la Lune.

Plus récemment, nous avons éco-conçu un service numérique de prévision pluviométrique qui repose sur des calculs très complexes côté serveur et sur un dispositif d'affichage *high tech* : un smartphone 4G. Dans un scénario standard où chaque agriculteur consulte les prévisions

depuis son smartphone, plus des 3/4 des impacts sont liés à la fabrication et à l'utilisation des terminaux. La seule façon de réduire d'un facteur quatre l'empreinte de ce service numérique est donc de faire disparaître les smartphones au profit d'un dispositif d'affichage *low tech*. Ce qui permet en outre à la startup de conquérir de nouveaux marchés dans des pays émergents.

Ainsi, après avoir envisagé la diffusion des prévisions par onde radio via la radio locale, puis par un serveur vocal comme celui proposé par Météo France, nous avons jeté notre dévolu sur un SMS et ... un tableau noir et une craie. Dans la zone agricole test en Côte d'Ivoire, la 3G et la 4G sont surtout disponibles au cœur du village. Or, c'est aussi à cet endroit que se trouvent la personne la plus lettrée et la plus forte concentration de messagers : le maître et les enfants des agriculteurs. Plutôt que d'utiliser 50 smartphones pour diffuser la prévision pluviométrique, il suffit alors d'un smartphone, d'un instituteur, et des enfants qui informent leurs parents en rentrant de l'école.

Le numérique de demain, si l'on souhaite qu'il soit utile à l'humanité et qu'il contribue effectivement à augmenter notre résilience, sera forcément cet assemblage de *low* et de *high tech*. Dans le cas contraire, si nous n'infléchissons pas notre consommation irraisonnée, il n'y aura tout simplement plus de numérique demain.

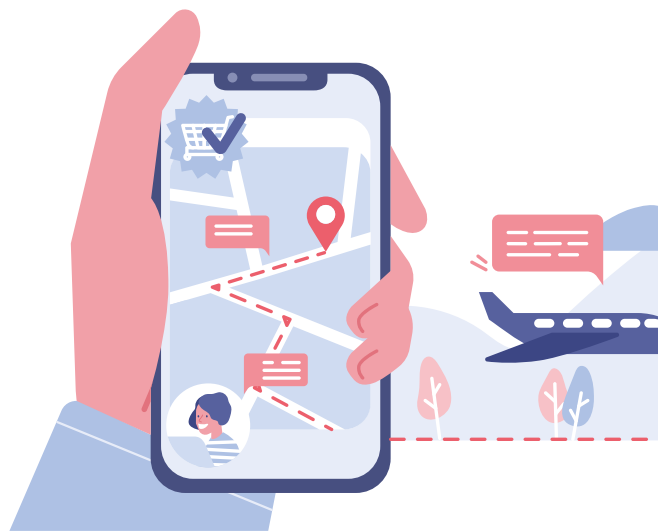


### Références

- <sup>1</sup> L'âge des low tech, Philippe Bihouix, Seuil, 2014, <http://www.seuil.com/ouvrage/l-age-des-low-tech-philippe-bihouix/9782021160727>
- <sup>2</sup> Facteur 4, collectif, Terre Vivante, 2000, <https://www.decitre.fr/livres/facteur-4-9782904082672.html>
- <sup>3</sup> Sobriété numérique : les clés pour agir, Buchet-Chastel, 2019, <https://www.greenit.fr/2019/09/10/sobriete-numerique-les-cles-pour-agir/>
- <sup>4</sup> Nature, International evaluation of an AI system for breast cancer screening, 1er janvier 2020, <https://deepmind.com/research/publications/International-evaluation-of-an-artificial-intelligence-system-to-identify-breast-cancer-in-screening-mammography>
- <sup>5</sup> Institut Curie, Projet KDog, <https://kdog.curie.fr/>
- <sup>6</sup> GreenIT.fr, Pour une low-tech numérique, 24 septembre 2019, <https://www.greenit.fr/2019/09/24/%ef%bb%bfpour-une-low-tech-numerique/>
- <sup>7</sup> Hidden Figures: The story of the African-American women who helped win the space race, William Morrow/HarperCollins, 2016, <http://margotleeahetterly.com/the-human-computer-project-1>
- <sup>8</sup> Apollo Guidance Computer, [https://fr.wikipedia.org/wiki/Apollo\\_Guidance\\_Computer](https://fr.wikipedia.org/wiki/Apollo_Guidance_Computer)

# MESURER notre empreinte numérique

Par  
Frédéric Bordage



**S**ous l'égide de l'ADEME et du CNRS, les meilleurs experts du sujet finalisent un outil consensuel pour quantifier les impacts environnementaux du numérique.

Au sein du collectif GreenIT.fr, nous quantifions les impacts environnementaux du numérique depuis 15 ans, à toutes les échelles : monde<sup>1</sup>, internet<sup>2</sup>, entreprise<sup>3</sup>, service numérique<sup>4</sup>, etc. Cette expérience de terrain nous a appris que pour témoigner justement de l'impact environnemental du numérique, il faut absolument réaliser l'évaluation en cycle de vie complet, de bout en bout, et à l'aide de plusieurs indicateurs environnementaux. Au fil du temps, nous avons développé des outils et des méthodes qui respectent ces principes et font référence.

## PLUS DE DOUTE SUR LA MÉTHODE : CYCLE DE VIE

Notre empreinte numérique est constituée des impacts environnementaux qui ont lieu tout au long de la vie des équipements que nous manipulons et des équipements dont ils dépendent eux même. Un smartphone sans antenne relais (*radio base station*), sans serveur, et sans autre smartphone, n'a aucun intérêt.

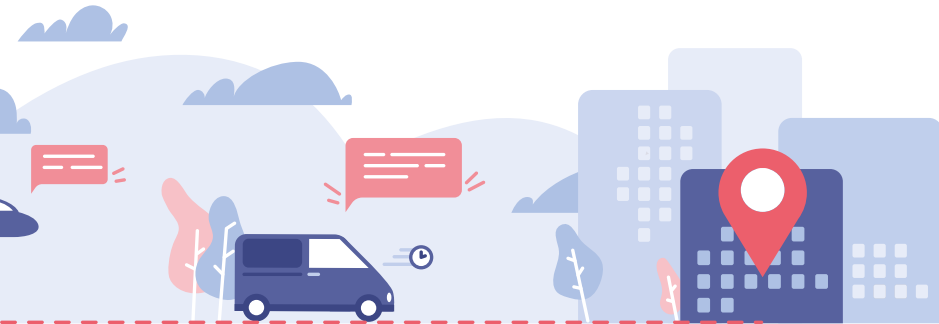
Dans la vie courante, on quantifie généralement les impacts à deux niveaux de granularité : tout le système d'information ou un service numérique. Pour le système d'information, l'enjeu

est d'identifier les sources d'impact pour les réduire par une approche de type Green IT. À l'échelle d'un service numérique, l'enjeu est plutôt de le (re)concevoir différemment au travers d'une démarche d'écoconception. On s'intéresse alors à l'acte métier : prendre un rendez-vous chez un médecin, consulter le solde de son compte en banque, trouver l'horaire d'un train, etc. C'est cette entrée métier qui permet de quantifier correctement les impacts et de les réduire.

Une fois ce périmètre clairement défini, l'analyse se fait toujours en considérant toutes les étapes du cycle de vie de tous les équipements et flux (électricité, papier, eau, etc.) constituant le système étudié. Cette analyse du cycle de vie (ACV) est définie par les standards internationaux ISO 14044 et ISO 14040.

Pour éviter les transferts de pollution, ces standards internationaux nous incitent en complément à utiliser différents indicateurs environnementaux : réchauffement global, épuisements des ressources abiotiques, tension sur l'eau douce, eutrophisation, acidification, toxicité humaine, toxicité pour les écosystèmes, etc. L'approche monocritère Gaz à Effet de Serre (GES), *a fortiori* si elle ne porte que sur la phase d'utilisation, est particulièrement dangereuse car elle génère presque toujours d'autres impacts sur une autre étape du cycle de vie.





En résumé, il n'y a aucun débat au sein de la communauté sur l'approche à retenir pour quantifier les impacts. Les rares outils sérieux existants s'appuient tous sur une approche cycle de vie, multicritères, de bout en bout telle que définie par ISO 14044/40.

### UN SOCLE COMMUN POUR ÉVALUER LES IMPACTS

S'il n'y a plus de débat sur la méthode, plusieurs outils ont été développés au fil des ans pour répondre à des besoins spécifiques. C'est le cas par exemple du *Benchmark Green IT* développé par GreenIT.fr depuis 15 ans qui permet de quantifier les impacts environnementaux du système d'information d'une grande organisation en quelques jours.homme (via une ACV type *screening*) pour ensuite comparer cette empreinte avec celle d'autres systèmes d'information. On peut alors se positionner par rapport aux *min*, *max*, *moyenne* de l'échantillon et construire un plan d'action objectif. Cet outil, aujourd'hui le plus utilisé en France et en Europe, a déjà servi de base à des Benchmarks tels que ceux du Club Green IT<sup>5</sup>, du WWF<sup>6</sup>, et de leurs partenaires : C3D, Cigref, etc. ayant réuni plus de 50 grandes organisations au total, situées partout dans le monde.

De son côté, le Collectif conception numérique responsable propose, depuis six ans, un outil d'évaluation pour les pages web – EcoIndex<sup>7</sup> – décliné sous la forme d'un service en ligne et d'extensions pour navigateur. Ces deux outils s'appuient sur ISO 14044/40.

D'autres acteurs, notamment des spécialistes des ACV tels que DDemain, LCIE et Neutreo by APL, ont développé leurs propres modèles et facteurs d'impacts sur la base des standards internationaux.

Le Diable se cachant dans les détails, c'est surtout lors de la définition des critères de coupure et des frontières du système que l'on risque de passer à côté d'enjeux environnementaux. Peut-on économiser quelques jours de travail en n'intégrant pas la phase

de distribution dans le modèle ? Est-il raisonnable d'approximer certains facteurs d'impacts ? Comment ont-ils été calculés ? etc.

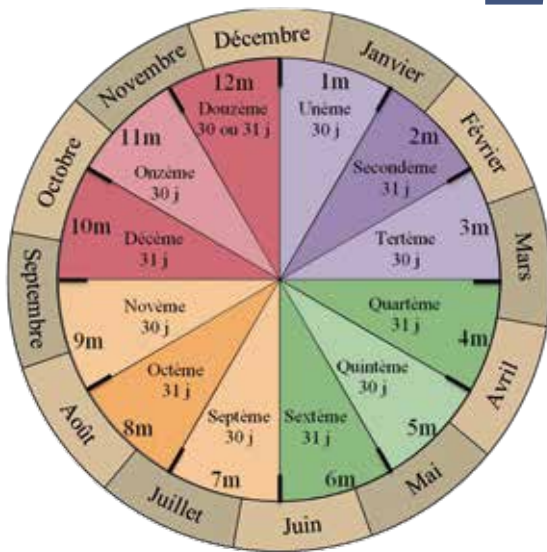
Pour apporter une réponse consensuelle à ces questions, les meilleurs experts du domaine se sont regroupés au sein du projet de recherche NegaOctet<sup>8</sup>. Piloté et co-financé par l'ADEME, il vise à réunir leurs modèles et facteurs d'impacts pour que tout le monde quantifie les impacts du numérique à peu près de la même façon.

Ce socle commun pour évaluer les impacts environnementaux du numérique sera ensuite utilisé pour calculer les facteurs d'impacts « grosse maille » que tout le monde évoque partout, tout le temps, sans jamais les avoir calculé ou lu l'étude sous-jacente, tels que l'envoi d'un mail, la diffusion d'une vidéo pendant une heure, etc.

*In fine*, la France disposera d'ici peu d'un outil consensuel à la pointe de la recherche pour quantifier les impacts environnementaux du numérique. Cet outil mis au point sous l'égide de l'ADEME et d'un comité de pilotage regroupant, entre autres, des experts tels que le CNRS et le Pôle éco-conception pourrait servir de base à la production de facteurs d'impacts publics, multicritères, à l'état de l'art.

### Références

- <sup>1</sup> Empreinte environnementale du numérique mondial, GreenIT.fr, 2015-2019, <https://www.greenit.fr/empreinte-environnementale-du-numerique-mondial/>
- <sup>2</sup> Quelles est l'empreinte environnementale du web ?, GreenIT.fr, 2015, <https://www.greenit.fr/2015/05/12/quelles-est-l-empreinte-environnementale-du-web/>
- <sup>3</sup> We Green IT, WWF France, 2018, <https://www.wwf.fr/projets/numerique-responsable> et Benchmark Green IT, 2017, <https://club.greenit.fr/benchmark2017.html>
- <sup>4</sup> Opération Greenconcept, CCI Occitanie et Ademe, 2016-2019, <http://www.greenconcept-innovation.fr/>
- <sup>5</sup> Benchmark Green IT, Club Green IT, de 2016 à 2019, <https://club.greenit.fr/benchmark.html>
- <sup>6</sup> Étude We Green IT, WWF France, 2018, <https://www.wwf.fr/projets/numerique-responsable-fr/2019/09/24/%ef%bb%bfpour-une-low-tech-numerique/>
- <sup>7</sup> EcoIndex, Collectif conception numérique responsable, <http://www.ecoindex.fr/quest-ce-que-ecoindex/> et <https://chrome.google.com/webstore/detail/greenit-analysis/mofbfhffeklkbebfclfaifejflcpad>
- <sup>8</sup> Projet NegaOctet, <https://negaoctet.org/>



# Limiter notre dépendance au numérique par la maîtrise du calendrier

Par  
**Louis-Aimé de Fouquières**  
(1982)



## Louis-Aimé de FOUQUIÈRES

Louis-Aimé commence sa carrière comme ingénieur en systèmes de communication mobile, puis devient consultant en organisation auprès des administrations et des établissements publics. Parallèlement, il assure successivement plusieurs fonctions au sein du conseil puis du bureau de Télécom Paris alumni, jusqu'en 2016. Tout en développant, autour du calendrier milésien, de nouveaux outils de maîtrise du temps, il continue de participer au comité de rédaction de la revue TELECOM.

@louisdefouquier  
louis-aimé@calendriermilesien.org  
www.calendriermilesien.org

**D**emandez une multiplication à deux chiffres à votre adolescent, et vous brandira sa calculatrice, même pour une opération aussi triviale que 12 fois 31. Ceux qui, comme moi, n'ont pas eu de calculatrice dans leur berceau, auront trouvé le résultat alors que votre ado n'a pas encore ouvert la housse de sa Casio.

## Les insuffisances de nos calendriers

Le calcul mental a perdu de son prestige depuis que nos prothèses numériques permettent de pallier nos faiblesses et notre paresse. Pourtant, certaines opérations restent profondément ancrées dans notre quotidien. Si nous sommes lundi 13 du mois et que je vous propose un rendez-vous lundi dans deux semaines, il ne vous faut pas plus de deux secondes

pour vous rendre compte qu'il s'agit du 27. Et si nous cherchons le jeudi de la prochaine semaine, nous trouverons le 23 sans calculatrice. Nous avons pour cela utilisé les propriétés des congruences modulo 7, une théorie certes moins populaire que celle de la multiplication, mais que nous sommes nombreux à maîtriser comme la prose de M. Jourdain. Nous serions bien en peine d'expliquer comment utiliser les quatre opérations de base pour faire de tels calculs, et c'est normal parce que ces calculs utilisent essentiellement les restes de divisions entières, que nos calculatrices ne gèrent pas.

Ces petits exercices restent toutefois limités aux calculs de jours de semaine dans le même mois. Faut-il anticiper les jours de semaine dans plusieurs mois ? Nous sauterons sur l'agenda de notre portable. Faut-il trouver la date de Pâques ou le nouvel an chinois de l'année prochaine ? Là il nous faut

## Le calendrier milésien, comme moyen de reconquête de la maîtrise du temps...

consulter un site spécialisé. Faut-il estimer la durée du jour à une date donnée ? Sus aux éphémérides des observatoires astronomiques. Alors que même les enfants d'aujourd'hui apprennent encore leurs tables de multiplication, personne n'apprend à maîtriser l'usage de notre calendrier.

Il est vrai que le calendrier grégorien, descendant direct du calendrier julien promulgué par l'empereur Jules César en 45 avant J.-C., est fort incommode pour les calculs simples, en raison de ses mois aux longueurs irrégulièrement réparties. Par ailleurs, ce calendrier, pourtant conçu pour rester synchronisé avec le cycle des saisons, est le seul calendrier solaire dans lequel les solstices et équinoxes tombent loin des débuts de mois. Les avantages immédiats d'un calendrier solaire sont ainsi perdus. Personne ne sait estimer la durée de jour, tout juste sait-on que le jour et la nuit ont la même durée à l'équinoxe. À part les astronomes, personne ne sait indiquer les saisons les plus courtes et les plus longues, même s'il est vrai qu'elles ne diffèrent que de quelques jours.

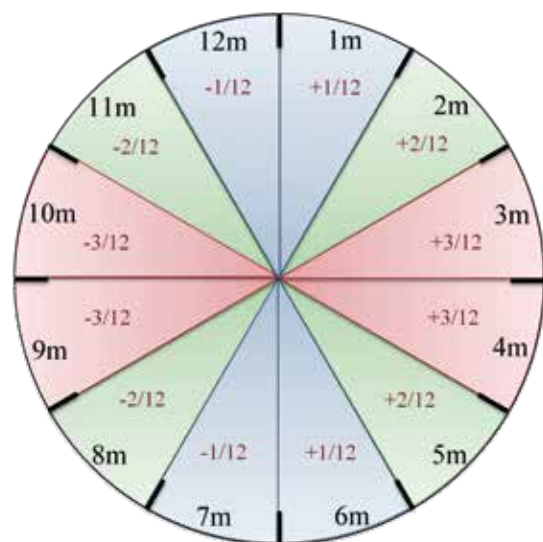
Ces faiblesses du calendrier n'ont d'autres causes qu'historiques, religieuses et politiques. Étrangement, les tentatives récentes de réforme n'ont pas tenté de réaligner les mois, sauf l'expérience sans lendemain du calendrier révolutionnaire français. Cette tentative a échoué non pas tant sur les mois, mais sur la volonté de remplacer la semaine de sept jours par la décade, ce qui rendait impraticables les relations économiques entre pays voisins. Les autres tentatives de réforme, qui proposaient d'ajouter un jour « hors semaine », ont échoué sur le même obstacle : il n'est pas possible de casser artificiellement le rythme de la semaine de sept jours, que le monde entier a adopté.

### Les avantages du calendrier milésien

Malgré ces échecs de réforme, un calendrier nouveau a tout récemment émergé sans bruit dans le cadre de la normalisation internationale : le calendrier en semaines défini de facto par la norme ISO 8601. La norme stipule la manière de numéroter les semaines de l'année. Ceci détermine un calendrier dans lequel l'année est divisée en 52 ou parfois 53 semaines, désignées par leurs numéros. Tous nos almanachs, tous nos calendriers numériques connaissent ce calendrier.

La proposition du calendrier milésien, déjà évoquée dans la revue TELECOM, fait sourire aussi longtemps qu'on la considère comme un projet de réforme. Les expériences brûlantes des réformes passées induisent à conclure que cette proposition passera aux oubliettes de l'histoire comme les précédentes. Mais il faut prendre cette proposition avant tout comme un moyen de reconquête de la maîtrise du temps. À l'aide du calendrier milésien, les laborieuses tentatives de calcul de date de semaine, et même de phase de lune et de Pâques, deviennent facile à comprendre et à reconstituer. On comprend alors comment adapter des principes de calcul simples aux anomalies du calendrier grégorien. Et l'on retrouve ainsi la maîtrise du temps.

Comme l'indique le schéma, le calendrier milésien découpe l'année en douze mois alternativement de 30 et 31 jours. Le 366<sup>e</sup> jour des années longues est le 31<sup>e</sup> jour du dernier mois. L'année commence au solstice d'hiver, soit le 21 ou parfois le 22 décembre.



# Les reconquêtes de la maîtrise du temps

## 1<sup>re</sup>

### RECONQUÊTE

La durée du jour. Celle-ci s'estime de mois en mois, avec la méthode des douzièmes que connaissent bien les marins pour estimer les hauteurs d'eau au cours d'une marée. À nos latitudes, le douzième de la différence de durée des jours est de 40 min (la différence totale est de 8 heures environ). Cette méthode d'estimation n'est possible aisément que dans le référentiel des mois milésiens, ou alors avec les mois d'un autre calendrier solaire comme le calendrier persan ou le calendrier indien moderne.

## 2<sup>e</sup>

### RECONQUÊTE

Le jour de la semaine. Les astronomes de l'Église avaient conçu un système d'utilisation complexe, fondé sur la « lettre dominicale ». À la fin du 19<sup>e</sup> siècle, des mathématiciens Christian Zeller et Lewis Carroll ont défini des méthodes numériques fondées sur les congruences pour calculer le jour de la semaine de n'importe quelle date. C'est à la suite d'un défi que John Horton Conway a défini sa méthode des jours pivots en 1973. Et une simplification drastique de calcul a été publiée en 2011 par Chamberlain Fong et Michael Walkers, mathématiciens dans l'industrie. Le calendrier milésien rend immédiatement visible le fondement de la méthode des jours pivots : deux mois milésiens font toujours 61 jours, or  $61 + 2$  est un multiple de 7. Les dates espacées de 63 jours sont faciles à retenir. La seule complexité de la méthode des jours pivots consiste à contourner les irrégularités des mois grégoriens.

Une extension récente de cette reconquête de la semaine est la conversion de numéro de semaine ISO en date et réciproquement, opération que ne maîtrise aucun chef de projet.

## 3<sup>e</sup>

### RECONQUÊTE

La phase de lune. Certes ce n'est réellement utile qu'à ceux qui ne veulent pas anticiper les marées. Cette reconquête passe par celle de la recherche du reste de la division par 19, facile pour ceux qui comptent en base 20 comme nos ancêtres les Gaulois, et aussi par la multiplication par 11. Elle passe aussi par le constat qu'à l'échelle d'une année, on peut dire que deux lunes font 59 jours, soit 2 mois moins 2 jours.

Ces méthodes de calcul, guère plus ardues que les tables de multiplication, donnent une véritable capacité à apprécier la position d'une date dans l'année tropique. Elles permettent également de mieux comprendre les faits climatiques, comme les dépassements de records de température, où les occurrences d'événements météorologiques. Alors que la tendance naturelle consisterait à s'appuyer sur nos prothèses numériques, il semble qu'au contraire une meilleure maîtrise du temps permet de mieux exploiter et d'utiliser à meilleur escient les données toujours plus nombreuses dont nous disposons désormais. Une voie pour limiter notre dépendance, mais aussi notre empreinte numérique.



# L'ÉCO-CONCEPTION du numérique

Par  
**Marc Vautier**  
et **Mikko Samuli Vaija**

**L'**éco-conception dans le numérique devrait se ramener à l'éco-conception de services numériques, car chaque utilisateur du numérique utilise des services tout en s'appuyant sur un terminal pour accéder à ce service.

La première étape de l'éco-conception passe par une évaluation des impacts du produit ou du service pour ensuite mettre en œuvre un politique ou stratégie de réduction d'impacts. L'Analyse de cycle de vie (ISO 14040/14044) est l'outil reconnu pour évaluer les impacts d'un produit ou d'un service sur l'ensemble des phases du cycle de vie du produit (de l'extraction des matières premières, leur transformation, la fabrication du produit fini, l'usage, la fin de vie et toutes les étapes de transport entre les différentes étapes). Pour un service numérique il faudrait dans le cas idéal faire une Analyse de Cycle de Vie (ACV) pour l'ensemble des éléments constitutifs du service : du terminal jusqu'aux plateformes de services. Vu le niveau de complexité des architectures des services numérique, cette approche est très onéreuse et chronophage.



### La principale action pour réduire les impacts environnementaux d'un smartphone est d'éviter d'avoir à le renouveler

habituellement allumés 24h/24 et 7 jours/7. Une analyse de sensibilité montre que s'il est possible de passer l'équipement en veille lorsqu'il n'est pas utilisé, les impacts liés à la phase d'usage diminuent et peuvent dans le cas optimal être du même ordre de grandeur que ceux de la phase de fabrication. En d'autres termes, le principal axe à actionner pour limiter les principaux impacts d'une Gateway ou d'un décodeur TV est de les passer en mode basse consommation lorsqu'ils ne sont pas utilisés. Dans ce cas le temps de sortie de veille devra être le plus court possible pour ne pas impacter l'usage du client final.

Dans le cadre d'un smartphone, avec une durée de vie de deux ans, les résultats indiquent que la majeure partie des impacts environnementaux (consommation d'énergie primaire, de ressources ou émissions de gaz à effet

de serre, etc.) sont attribués à sa phase de fabrication. La phase d'usage n'a qu'un très faible impact. En effet, les smartphones sont optimisés en termes d'efficacité énergétique, avec une consommation d'énergie à l'usage très faible afin de maximiser leur autonomie, critère clé pour les utilisateurs. Sur une année, avec une recharge quotidienne le coût pour le client est inférieur à un voire deux euros pour les modèles les plus avancés. La principale action pour réduire les impacts environnementaux d'un smartphone est d'éviter d'avoir à le renouveler, c'est-à-dire augmenter sa durée de vie grâce à une conception facilitant la réparation ou son reconditionnement pour réemploi sur un marché de seconde main.

### L'IMPACT DES TERMINAUX

Une première approche est de faire une étude d'impact des terminaux. Dans le cadre des réseaux fixes (technologies cuivre xDSL et fibre FTTH) pour les clients résidentiels une étude rapide sur la répartition de la consommation d'énergie montre que les terminaux type Gateway et décodeurs TV représentent près de 90 % de la consommation d'énergie globale. En complément, il est à noter que pour ces terminaux, avec une durée de vie de cinq ans (durée d'usage usuelle), l'ACV indique que près de 80 % de la consommation d'énergie primaire est liée à la phase d'usage. Sur les 20 % restant la phase de fabrication représente la quasi-totalité, l'impact du transport étant faible voir négligeable si celui-ci est effectué par voie maritime entre le lieu de fabrication (par ex. Chine) et le lieu d'utilisation (par ex. Europe). Ces résultats sont fortement liés à l'usage de ces terminaux,



## L'IMPACT DES SERVICES

L'évaluation des impacts de bout en bout d'un service nécessite de disposer des impacts environnementaux de l'ensemble des produits constitutifs du service, du terminal jusqu'aux plateformes de services, pour ensuite ramener ces impacts à l'usage considéré. Vu la complexité et la variété des réseaux télécom (accès fixe avec le FTTH ou l'xDSL, accès mobile avec les 2G/3G/4G, etc.), la variété des terminaux à prendre en compte (Gateway, décodeur TV, PC, tablette, smartphone) ainsi que la multitude de services disponibles (voix, sms, streaming, consultation de site web, etc.) l'approche classique basée sur l'ACV est onéreuse, chronophage et donc rarement mise en œuvre. Aussi pour avoir un premier niveau de connaissance des impacts d'un service, des méthodes alternatives sont actuellement en développement dans le cadre d'un projet (NégaOctet) collaboratif financé par l'ADEME.

Le monde du numérique, comme beaucoup d'autres domaines industriels, travaille à la réduction de ses impacts en se focalisant dans une première approche sur l'amélioration de l'efficacité énergétique, matière et de ses processus. Cette démarche a pour objectif de réduire les impacts par unité d'information transportée. Ainsi l'efficacité énergétique de la 4G est environ 10 fois plus élevée que celle de la 3G en termes de kWh consommés par GB transmis. Ces gains d'efficacité conduisent à une réduction des coûts globaux, ce qui favorise le développement de nouveaux services et usages fortement consommateurs de données (par ex. la vidéo 4K). Au final, la réduction des impacts globaux n'est pas à la hauteur des gains espérés. Ce phénomène, appelé « Effet Rebond », atténue en partie les gains d'efficacité énergétique menés dans différents domaines (automobile, aviation civile, etc.).

## L'OBJECTIF EST GLOBAL

Une réduction dans l'absolu des impacts environnementaux oblige simultanément à travailler à l'efficacité globale et à la sobriété d'usage des produits & services mis à disposition des clients. L'objectif des fournisseurs de services est de répondre aux justes besoins de leurs clients et de suivre l'évolution de leurs besoins, sans créer d'appel d'air.



### Marc VAUTIER

est impliqué dans le développement durable et l'éco-conception au sein d'Orange depuis plus de 12 ans, d'abord dans différentes activités de R&D puis au sein d'entités marketing afin de réduire l'impact environnemental des produits et services d'Orange (mode basse consommation, éco-conception logicielle, plastique recyclé, plastique bio, rénovation de boîtes, fin de vie, économie circulaire...). Aujourd'hui M. Vautier est en charge de la Communauté d'Experts Orange en Energie & Environnement qui regroupe plus de 60 experts de différents pays Orange (UE & MEA), ayant des compétences en énergies renouvelables, énergie, efficacité énergétique, ACV, éco-conception de produits et services, gestion des déchets, DEEE, EMF/EMC, ACV. Avant de s'impliquer dans le développement durable, Marc a passé près de 20 ans en R&D dans le domaine des télécommunications (accès, transmission, architecture, etc.)



### Samuli VAIJA

Titulaire d'un Master 2 en Ingénierie Système et d'un Mastère Spécialisé en Eco-conception & Management Environnemental M. VAIJA débute son parcours professionnel en 2010 au sein d'Orange Labs Services à Meylan. Il travaille successivement sur la méthodologie d'affichage environnemental Orange pour les téléphones mobiles, la réalisation de multiples analyses de cycle de vie de produits électroniques ainsi que sur le projet d'éco-conception de la quatrième génération de Livebox et de décodeur TV. En 2017 Mikko Samuli VAIJA rejoint l'entité Orange Labs Networks de Cesson-Sévigné pour couvrir les aspects d'économie circulaire des équipements réseaux, avec notamment des travaux sur les impacts environnementaux de la modularité ou de la virtualisation.

CHRISTOPHE FERNIQUE

# L'écoconception numérique : un guide avec

# 45 bonnes pratiques



## Christophe FERNIQUE

est Conseiller Environnement à la CCI Hérault et accompagne les entreprises dans leurs démarches environnementales (labellisation environnementale, gestion de l'énergie, économie circulaire...).

Il anime l'action régionale #GreenConcept portée par la CCI Occitanie avec Digital 113 et le soutien de l'ADEME et la Région Occitanie/Pyrénées-Méditerranée. L'objectif de ce projet est d'aider 30 entreprises (dont 80 % de moins de 50 salariés) à mettre en œuvre les principes de l'écoconception dans le développement de leurs services numériques.

🐦 @CFernique

Face au développement des usages numériques sans cesse croissants avec leurs impacts environnementaux associés, l'ADEME Occitanie, la Région Occitanie/Pyrénées-Méditerranée, la CCI Occitanie et Digital 113 ont engagé sur une période trois ans (de 2017 à 2019) l'action régionale #GreenConcept pour accompagner 28 entreprises dans l'écoconception de leurs services numériques.

## MÉTHODOLOGIE DE L'ACTION #GREENCONCEPT

L'opération a permis d'évaluer les 28 services numériques (pour des entreprises de toute taille et tout secteur d'activité) à l'aide d'une **même méthodologie d'analyse de cycle de vie simplifiée** développée par le groupement de bureaux d'études Neutreo by APL, LCIE Bureau Veritas et GreenIT.fr.

Les services numériques étudiés correspondent à des sites internet, des applications mobiles des bases de données ou des solutions de l'internet des objets.

L'écoconception d'un service numérique prend nécessairement en compte les points suivants

- La définition de la fonction et de l'unité fonctionnelle,
- Toutes les étapes du cycle de vie du service et des équipements associés : fabrication, installation, distribution, utilisation, fin de vie,
- Plusieurs indicateurs environnementaux : épuisement des ressources, émissions de polluants, consommations d'eau, production de déchets, émission de substances contributrices au dérèglement climatique, etc.
- Les trois tiers de l'architecture : terminaux utilisateurs, réseaux de communication et centres de données,
- La mise en place d'un dialogue avec les parties prenantes,
- L'amélioration environnementale progressive et continue sans transfert de pollution.

L'écoconception de service numérique est décrite dans le livre blanc édité par l'Alliance Green IT en 2017 et soutenue par 15 Clusters et fédérations du numérique en Europe.

### ANALYSE DES RÉSULTATS DE L'ACTION #GREENCONCEPT

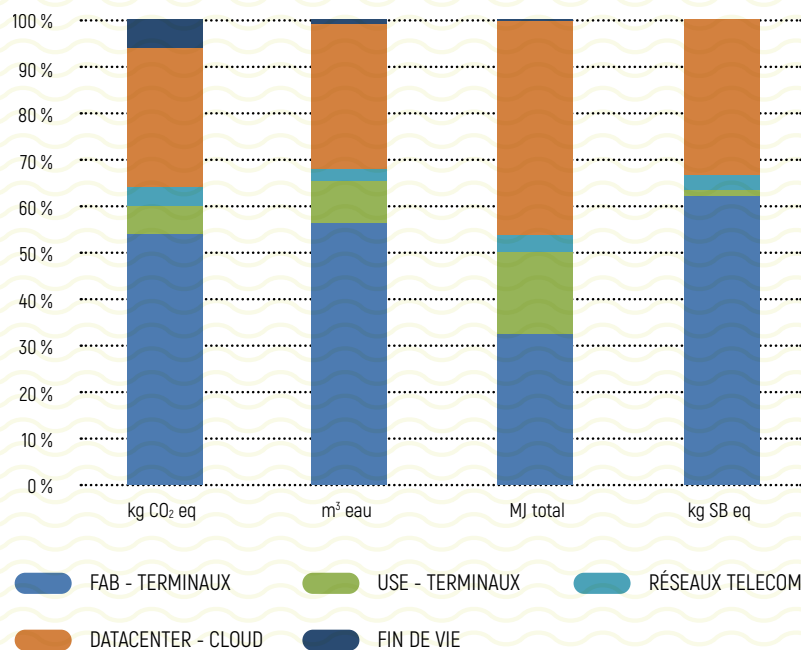
Les 28 services numériques étudiés représentent, sur une année d'exploitation, un impact sur le dérèglement climatique évalué à 1 400 tonnes CO<sub>2</sub> équivalent, soit l'équivalent de 11,5 millions de km en voiture ou 1 200 allers/retours Paris New-York en avion.

On constate en moyenne sur l'ensemble des projets :

- **La principale source d'impact se situe au niveau des terminaux**, essentiellement sur la **phase de fabrication** qui représente entre 30 % et 60 % des impacts selon les indicateurs, et de manière moins significative sur la phase d'utilisation qui représente entre un et 17 % des impacts selon les indicateurs.
- La partie datacenter/cloud est également significative et en moyenne, elle représente entre 30 % et 45 % des impacts environnementaux.
- Dans l'ensemble des projets étudiés, les impacts liés à la fin de vie (transport, démantèlement, recyclage, traitement des équipements électroniques) sont négligeables car nous avons considéré que les déchets électroniques étaient pris en charge par des filières réglementées.

Il est important de noter qu'il s'agit de tendances moyennes sur l'ensemble des projets étudiés qui peuvent varier d'un service numérique à l'autre.

### Répartition des impacts environnementaux à l'échelle des 28 services numériques étudiés



### ...en intégrant les principes de l'écoconception, il est possible de diviser par 3 les impacts des services numériques.

Cette action régionale a mis en évidence de nombreux leviers d'actions pour réduire les impacts environnementaux des services numériques. A l'échelle des 28 entreprises le potentiel de réduction de ces impacts environnementaux se situe autour de 63 % ce qui signifie qu'en intégrant les principes de l'écoconception, **il est possible de diviser par 3 les impacts des services numériques.**

#### AMÉLIORATION DE LA PERFORMANCE ENVIRONNEMENTALE **MAIS PAS UNIQUEMENT...**

D'autres gains ont pu être constatés dans le cadre de cette action, notamment :

- Renforcement de la compétitivité
- Meilleure visibilité : obtention de prix, levée de fond,
- Meilleure relation avec les clients,
- Initiation d'une démarche interne associant les collaborateurs.

#### QUELLES ACTIONS POUR RÉDUIRE L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL **DES SERVICES NUMÉRIQUES ?**

De nombreuses actions ont été proposées aux entreprises pour réduire l'impact environnemental des services numériques. Les plus représentatives sont capitalisées dans le Livre Blanc #GreenConcept\* qui décrit 45 bonnes pratiques d'écoconception numérique. Chacun pourra s'en inspirer pour écoconcevoir un service numérique (du simple site internet vitrine à un complexe service digitalisé).

Ci-après, vous trouverez quelques exemples de bonnes pratiques d'écoconception numérique préconisées dans le cadre de l'action #GreenConcept :

- associer les acteurs de la chaîne de valeur,
- préférer des équipements issus du reconditionnement,
- réduire le nombre de terminaux,
- concevoir en mode « mobile first »,
- simplifier le parcours utilisateur,
- dimensionner au plus juste ses besoin d'hébergement,
- proposer un mode « éco »,
- ...

En conclusion #GreenConcept a mis en évidence que **l'écoconception et le numérique responsable sont des démarches accessibles à toute organisation que ce soit la TPE ou les grands comptes public ou privé et quel que soit l'importance du service numérique développé** (d'une petite application mobile à un important site internet marchand).

Un site internet développé sans intégrer ces principes d'écoconception aura de fortes probabilités d'avoir trois fois plus d'impact sur l'environnement que s'il avait été écoconçu...

\*Le livre blanc GreenConcept est téléchargeable gratuitement sur **[www.greenconcept-innovation.fr](http://www.greenconcept-innovation.fr)** rubrique actualités.



# Vers une agriculture 2.0

Par  
**Romain Schmitt**

Neuf milliards d'êtres humains sur la Terre en 2050. C'est le pronostic des Nations Unies, menant inévitablement à la question suivante : comment allons-nous les nourrir ?

**C**ette question s'est déjà posée après le baby-boom en 1950. À raison d'une augmentation de 10 % tous les cinq ans, la démographie mondiale annonçait un renouveau nécessaire de notre agriculture. C'est donc sans surprise que les années soixante ont vu naître les premiers pesticides, dont le chlordécone, qui empoisonne aujourd'hui les sols martiniquais, et ce, pour les sept cents prochaines années.

En parallèle, le plan Marshall a transformé les campagnes françaises. C'était le début de l'agriculture intensive. Les années quatre-vingts ont été marquées par la première transgénèse qui conduira aux OGM. Constat de 2020 : l'agriculture utilise 11 % des terres habitables de la planète, 70 % de l'eau potable, 21 % de pesticides de plus qu'en 2017 (ceux-là sont à l'origine de la disparition de 75 % des insectes volants européens) et est responsable de 12 % des émissions de carbone mondiales (puisque les aliments voyagent, jusqu'à 2 000 km pour que certaines tomates aillent du champ à l'assiette).

Aujourd'hui, grâce à la sélection artificielle des graines, un plant de tomate produit jusqu'à 10 fois plus qu'en 1950.

Mais comme disait Lavoisier « rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme » Ainsi, au profit du rendement, l'INRA a montré que les plantes sont aussi moins nutritives. Avec la déperdition des nutriments, nos produits ont aussi, malheureusement, perdu leur saveur.



**Romain SCHMITT**

est diplômé d'un parcours neurosciences et biologie synthétique de l'Université Paris-Saclay à l'issue duquel il a créé Farm3 qu'il dirige aujourd'hui. Il est également l'auteur de deux ouvrages de biologie pour le secondaire.

romain.schmitt@farmcube.eu

Farmcube a l'ambition de redonner aux fruits et légumes leurs nutriments et goût perdus, en utilisant des graines anciennes, faisant ainsi revenir à la consommation des fruits et légumes disparus. Ces graines n'ont cependant pas été optimisées pour le rendement ou pour leur résistance au transport et aux agents pathogènes, c'est pourquoi nous leur avons créé le cube.

Le cube est une ferme verticale, ultraponique, téléopérée, avec un contrôle climatique :

- La verticalité permet de mettre jusqu'à 500 plantes dans 7 m<sup>2</sup> au sol.
- L'ultra-ponie est une technique de culture hors-sol. Les plantes poussent en l'air et un nuage d'eau et de nutriments est pulvérisé par ultrason sur les racines. Cette technique utilise jusqu'à 97 % moins d'eau que les cultures traditionnelles et permet ainsi le meilleur rendement possible.
- Le cube est complètement isolé de l'environnement extérieur. Aucun agent pathogène n'entre et donc aucun pesticide n'est nécessaire. Dans cette « salle blanche » tous les aspects du climat, température, humidité, CO<sub>2</sub> et vent sont contrôlés. Ainsi le cube peut faire pousser n'importe quelle plante, n'importe où dans le monde : même du piment péruvien sur un toit parisien en hiver par exemple !



### LE CUBE

- Rendement: x200
- 97% moins d'eau
- 0 pesticide/OGM
- Modulable
- Robotisé
- Peut produire n'importe quoi, n'importe où.

L'environnement créé pour les plantes étant fragile, il n'a pas été souhaité d'intervention humaine au sein de celui-ci. Donc, le cube est fourni avec un bras robotique équipé d'une caméra 3D.

Ainsi, sous la tutelle d'un cultivateur opérant à distance à l'aide d'un casque de réalité virtuelle, ce robot peut effectuer toutes les opérations au sein du cube « ferme ».

Le cube a été conçu pour être modulable. Ainsi une unité, peut satisfaire les besoins d'un restaurant, mais plusieurs peuvent être assemblés et constituer une large exploitation agricole. Il est aussi souhaité notamment en faire profiter les pays dans l'impossibilité de produire eux-mêmes, pour cause de climat trop aride ou trop froid. Enfin, le haut niveau de contrôle au sein du cube en fait un outil unique de phénotypage pour les laboratoires de recherches leur permettant d'étudier l'impact du changement climatique sur certaines plantes clefs.

### Références

**70 % agriculture supplémentaire** : <http://www.fao.org/news/story/fr/item/35656/icode/>

**1958 Chlordécone** : [https://www.encyclopediavirginia.org/Kepone#start\\_entry](https://www.encyclopediavirginia.org/Kepone#start_entry)

**GMO** : <http://www.ogm.org/Tout%20savoir/Historique/plantes-transgeniques-les-grandes-etapes.html>

**Tomatoes yield** : <https://ourworldindata.org/grapher/tomato-yields?ab=chart&year=1971&country=FRA>

**Uses of pesticides** : <https://ourworldindata.org/fertilizer-and-pesticides#pesticide-application-rates>

**Martinique contamination** : <https://news.konbini.com/post/chlordecone-sols-de-martinique-pollues-700-ans>

**Martinique cancers** : <https://www.ouest-france.fr/region-guadeloupe/pollution-chlordecone-scandale-sanitaire-aux-antilles-pour-700-ans-5990477>

**Habitable land** : <http://www.fao.org/docrep/015/i1688e/i1688e00.pdf>

**CO<sub>2</sub> emission** : <https://agriculture.gouv.fr/infographie-le-secteur-des-terres-et-les-gaz-effet-de-serre-en-france>

**Use of water** : <http://www.fao.org/docrep/015/i1688e/i1688e00.pdf>

## COMMENT LUTTER CONTRE LE GASPILLAGE DIGITAL ET SE CONVERTIR AU NUMÉRIQUE CIRCULAIRE

Le numérique prend de plus en plus de place dans nos usages au quotidien. Nous ne pouvons cependant ignorer les impacts liés à cette consommation technologique. L'enjeu est de taille car il ne s'agit pas de brider un progrès à impact positif, souvent subordonné à l'innovation technologique, mais peut-on, pour autant, continuer à accélérer le « tout numérique », qui nous conduit à puiser dans les ressources naturelles et à cultiver l'immédiateté et la vitesse à tout prix. Ce phénomène a d'ailleurs un coût, car si la transformation digitale constitue un levier de création de valeur incontournable, son prix pour la société est réel. En effet, le numérique dépasse déjà les émissions de gaz à effet de serre générées par l'aviation civile<sup>1</sup> soit plus de 4 % des émissions mondiales. Et si Internet était un pays, il serait classé au 3<sup>e</sup> rang des plus voraces en énergie, après les États-Unis et la Chine<sup>2</sup>. Pourtant, le numérique détiendrait les moyens de contrer ses effets. Evidemment, concevoir la technologie comme un unique rempart au réchauffement climatique serait un leurre, mais se priver d'explorer les leviers qu'elle propose pour contenir ses propres impacts et ceux des autres secteurs serait une erreur. À l'heure d'une remise en question sans précédent de nos modes de consommation, comment endiguer les effets de cette production d'énergie titanesque ? Comment repenser nos usages d'objets et de services numériques pour tendre vers davantage de durabilité et ainsi lutter contre le gaspillage digital ? Comment concevoir un numérique circulaire, inclusif et sobre ?

### DES OUTILS POUR MAÎTRISER L'EMPREINTE ENVIRONNEMENTALE DU SYSTÈME D'INFORMATION

Repenser les modes de consommation du numérique est le premier pas vers la maîtrise de son empreinte. Pour cela, les entreprises ont besoin d'avoir une connaissance exhaustive des usages de leurs matériels et logiciels associés. Conscient de la demande croissante de solutions clé en

main, le groupe Econocom a initié depuis 2015 une démarche engagée autour du numérique responsable. L'objectif est de proposer un digital utile en proposant des offres innovantes qui répondent aux enjeux du développement durable. Au sein de ce portefeuille d'offres à impact positif, *Watt's Green* est une solution d'accompagnement conçue pour répondre aux besoins des directions informatiques de maîtriser leur empreinte environnementale. Elle permet ainsi d'évaluer la part que représente le numérique dans l'empreinte globale de l'entreprise. Son objectif est, à partir des résultats présentés, d'agir sur les différents indicateurs étudiés et de proposer des actions d'amélioration permettant d'évoluer vers une démarche de numérique responsable.

### LE CYCLE DE VIE DES ÉQUIPEMENTS PASSÉ AU CRIBLE

L'expertise que propose *Watt's Green* repose sur l'étude de l'ensemble du cycle de vie des équipements informatiques et particulièrement sur les trois étapes qui le composent : la fabrication, l'utilisation, la fin de vie.

Le premier volet de l'étude consiste à estimer la consommation électrique des équipements et de produire les indicateurs énergétiques correspondant à l'étape d'utilisation. Ces données, couplées à des paramètres de dimensionnement définis autour de l'usage, permettent de mesurer les indicateurs suivants : consommations énergétiques en Kwh, émissions de gaz à effet de serre (eq-CO<sub>2</sub>), coût électrique annuel du périmètre, poids DEEE du parc IT.

Le second volet consiste, ensuite, à compléter cette étude par une analyse environnementale dédiée aux deux autres étapes du cycle de vie, à savoir la fabrication et la fin de vie. Trois thèmes spécifiques sont alors étudiés : la conception des équipements, leur transport depuis le lieu de fabrication jusqu'au lieu de livraison, et leur traitement en fin de cycle. Elle permet de dresser un état de l'art et d'établir une

analyse complète du cycle de vie du périmètre numérique.

### POSSÉDER OU LOUER ?

Une fois ce premier jalon posé, vient l'étape de la fin de vie. Dans un contexte de durcissement de la réglementation face à la production de déchets, les entreprises sont de plus en plus nombreuses à remettre en question la possession de leurs équipements. Elles procèdent alors à un arbitrage entre posséder leur matériel et le louer. La location, sans priver l'entreprise de la maîtrise de son parc, lui permet, de déléguer la gestion de la fin de vie à des organisations qui se chargeront du réemploi et du recyclage. Elle offre également la possibilité d'aménager le paiement et le choix des équipements, donnant ainsi aux entreprises les moyens d'opérer un virage vers l'économie de fonctionnalité.

### PROMOUVOIR LE NUMÉRIQUE CIRCULAIRE ET L'ÉCONOMIE DE FONCTIONNALITÉ

Grâce à ses expertises technologiques Econocom fournit aux entreprises des solutions digitales sur mesure, financées selon les nouveaux modes de consommation. De par son positionnement business « *as a service* », Econocom participe et agit concrètement pour relever les défis de l'économie circulaire.

Aujourd'hui, 32 à 47 %<sup>3</sup> des entreprises ont déjà adopté le mode de pensée circulaire en matière d'achat, de conception, de production et de recyclage des produits. Cependant, seulement 12 %<sup>4</sup> d'entre elles adoptent un modèle proposant des produits en tant que service. Cette faible proportion d'entreprises adressant le « *as a service* » dans leurs offres représente un gisement d'opportunités inexploitées.

### DES OFFRES QUI FACILITENT LE PASSAGE DE LA PROPRIÉTÉ À L'USAGE

Concrètement, Econocom s'engage pour contribuer activement à ce changement de modèle et propose des offres spécifiques pour permettre aux entreprises de piloter leurs projets digitaux au plus juste des usages :

- *Use'n'pay* est une solution de paiement à l'usage, modulaire et évolutive, intégrant l'ensemble des composantes des projets digitaux en fonction des besoins de l'entreprise (paiement par abonnement, à l'usage ou par redevance).
- *Mobilité as a service* est un service permettant de renforcer l'efficacité des collaborateurs (techniciens,

commerciaux, ingénieurs) de terrain et mobiles. Cette solution offre un coût prévisible et transparent dans le cadre d'un modèle « prix par collaborateur ».

- *Light as a service* est une solution qui pilote l'équipement de locaux en système d'éclairage LED sur la base d'une redevance mensuelle calculée en fonction des économies d'énergie réalisées, afin que le coût des investissements soit neutre pour le client.

### UN DOUBLE PROJET, SOCIAL ET ENVIRONNEMENTAL

Pour tendre vers la circularité, la gestion de la fin de vie des équipements est un enjeu déterminant. Chaque année, en effet, Econocom récupère 500 000 produits, dont la moitié en France. Pour traiter ces volumes, Econocom s'appuie sur Ateliers sans Frontières ainsi que sur deux entreprises adaptées, ATF Gaia et Recyclea, qui concilient économie circulaire et solidaire. Ces partenariats contribuent à un double objectif : social, en redonnant une chance à des personnes en grande difficulté, et environnemental, en initiant un nouveau cycle d'utilisation via le reconditionnement. Grâce à l'engagement de ses partenaires, Econocom contribue ainsi aux objectifs RSE de ses clients en leur garantissant le respect des normes environnementales et de sécurité, la traçabilité complète du traitement et la destination finale des matériels.

### VERS UN NUMÉRIQUE UTILE ET RESPONSABLE

Econocom en a la conviction, le numérique ne peut plus être une fin en soi, il doit être utile, éthique et responsable, guidé par des valeurs de respect de l'humain et de son environnement, pour apporter, dès sa conception, des solutions aux questions qu'il pose et aux effets qu'il engendre. Il doit être conçu à long terme, dans le souci de toute une chaîne de valeur, réfléchi et raisonné pour limiter son empreinte environnementale et relever le défi sociétal qu'il soulève. C'est tout l'objet de la « tech for good », qui subordonne l'innovation à l'intérêt général.

[1] The Shift Project, octobre 2018

[2] Source: Global Footprint Network

[3] Modèle du World Business Council for Sustainable Development et du Boston Consulting Group. Voir docs.wbcsd.org/2018/01/The\_new\_big\_circle.pdf

[4] Modèle du World Business Council for Sustainable Development et du Boston Consulting Group. Voir docs.wbcsd.org/2018/01/The\_new\_big\_circle.pdf



# **les actualités DU RÉSEAU**

ASSO • ÉCOLE • VIE ÉTUDIANTE • FONDATION  
INSTITUT POLYTECHNIQUE DE PARIS • LIVRES

## ASSOCIATION

## GROUPE SANTÉ

## Quels rôles jouent les technologies numériques dans l'évolution de la médecine du travail ?

Synthèse de la réunion du 21 novembre, CCI Paris Incuba'School

Par Alain TASSY (1982)

*La médecine du travail est actuellement confrontée à un double défi : améliorer ses performances et restaurer son image, cela dans un contexte de pénurie de médecins du travail. Les récentes évolutions législatives ont focalisé le système de santé sur les parcours et la prévention. Ainsi l'entreprise se retrouve au cœur du parcours de santé des collaborateurs.*

Comme beaucoup d'intervenants du monde médical, la médecine du travail souffre d'un cloisonnement du système de santé. Cette coupure historique peut être aujourd'hui résorbée en partie grâce aux outils numériques et, en particulier, avec le Dossier Médical Partagé (DMP). Ainsi, le médecin du travail pourra, dans un premier temps, avoir accès au DMP pour y déposer des documents. Avec l'accès aux données de santé, les techniques d'intelligence artificielle pourraient être utilisées en amont pour cibler les populations à risque. Ceci permettrait de faire, comme aux USA ou au Canada, la détection de problèmes de santé qui impactent fortement l'entreprise comme l'apnée du sommeil, qui est une priorité pour les assurances santé. En Europe, le RGPD protège les données, ainsi il est nécessaire :

- d'informer le salarié et de ne collecter aucune donnée sans connaître le traitement qui en sera fait,
- de garantir la sécurité à la conception (privacy by design),
- de garantir la sécurité des systèmes et de faire des études d'impacts.

La télémédecine est une technologie qui s'adapte particulièrement bien à la médecine du travail. D'un côté elle permet de faire des visites de pré-reprise ce qui favorise un retour au travail précoce, de qualité et de lutter contre la désinsertion professionnelle. D'un autre côté elle peut être proposée aux personnes qui ne sont pas installées dans les locaux de l'entreprise et permet ainsi de supprimer un temps de déplacement. De plus cela aura un impact positif sur la pénurie de médecins du travail. La médecine du travail, les mutuelles et le système de soin ont tout intérêt à collaborer pour satisfaire aux objectifs de prévention imposés et co-construire des plans de prévention santé intégrés au parcours de santé des collaborateurs. L'enjeu est de taille, car dans le cadre de la réforme, la médecine du travail peut s'approprier les technologies digitales afin de ne plus être perçue comme un impôt mais comme une ressource contribuant à la performance de l'entreprise de manière vertueuse.





# AMPÈRE

## le savant à l'origine de l'électromagnétisme

Par Georges Delorme (1975)



*En 2020, La Société des Amis d'Ampère et la Société des Electriciens (SEE), célèbrent le **bicentenaire de la découverte des lois de l'électrodynamique par Ampère**. Des événements sont prévus à Lyon (Maison d'Ampère, musée des Confluences, ...) et à Paris (musée des Arts et Métiers, Palais de la Découverte), avec des expositions et des conférences, ainsi qu'un festival les 26, 27 et 28 juin à Poleymieux au Mont d'Or. Un concours national pour les classes, de l'école primaire au lycée, est lancé.*

Ampère est né en 1775, dans une famille bourgeoise lyonnaise. Son père travaillait dans le commerce de la soie. Érudit, adepte des idées de Rousseau sur l'éducation, il éduqua André-Marie dans une totale liberté, sans école ni précepteur.

Ampère profita de la bibliothèque de son père, en particulier de l'Encyclopédie de Diderot et d'Alembert, pour acquérir tout le savoir de l'époque.

Sa curiosité, sa mémoire exceptionnelle, accompagnées d'un don pour les mathématiques, lui permirent de devenir professeur de physique, chimie et mathématiques sans être jamais allé à l'école ! Nommé à l'École Centrale de Bourg en Bresse en 1802, puis en 1803 au Lycée de Lyon nouvellement créé, il deviendra enseignant en mathématiques à l'École Polytechnique à Paris en 1804, puis professeur au Collège de France en 1824. Il sera aussi Inspecteur Général de l'Enseignement jusqu'à son décès à Marseille en 1836 lors d'une tournée d'inspection.

La jeunesse d'André-Marie, libre, heureuse et insouciant, avait pris fin cependant en 1792 avec le décès de sa sœur, proche confidente. L'année suivante en 1793, son père, devenu juge de paix à Lyon, fut guillotiné, victime de la Terreur.



Découvrez le programme sur  
[www.ampere2020.fr](http://www.ampere2020.fr)

Ces premiers malheurs furent suivis de la mort prématurée de son épouse en 1803, peu après la naissance de leur enfant Jean-Jacques. Ensuite, et jusqu'à sa mort en 1836, la vie sentimentale d'André-Marie ne fut qu'une succession de malheurs, surmontée par ses relations amicales, lyonnaises et parisiennes, une profonde spiritualité, et une intense activité intellectuelle philosophique et scientifique.

Outre son métier de professeur et ses travaux en mathématiques, il se passionne jusqu'à son dernier jour pour la philosophie, avec le projet, inachevé, d'établir une classification ordonnée de toutes les connaissances, littéraires, philosophiques, scientifiques. A cet effet il créa de nouveaux termes, tels qu'ethnologie, cybernétique, cinématique, solénoïde, ...

Mathématicien reconnu, mais amateur éclairé de chimie, de 1804 à 1814, il contribua à la découverte des éléments simples (chlore, fluor, ...), ainsi qu'à la théorie « moléculaire » (loi d'Avogadro-Ampère).

A partir de 1814, il se consacra à nouveau à la recherche en mathématiques, en particulier la résolution des équations aux dérivées partielles, en vue de son admission à l'Académie des Sciences, obtenue en 1814.

Mais c'est en 1820 qu'il revient avec passion à un domaine de recherche déjà abordé dans sa jeunesse, et qui le rendra célèbre, l'électricité.

Si Volta est l'inventeur de la pile électrique en 1800, Ampère est le découvreur du courant électrique.

Avant lui, on ne connaissait que des décharges électriques, des étincelles, le courant « ordinaire », à l'image de l'éclair de la foudre et des expériences spectaculaires réalisées grâce aux machines électrostatiques à frottement.

Volta et ses contemporains ne voyaient encore dans les effets de la pile qu'une succession de charges et décharges. C'est Ampère qui définit en 1820 la notion de courant électrique circulant à l'intérieur de la pile et à l'extérieur dans le circuit conducteur.

Cette découverte valait bien qu'en 1881 le Congrès international des Électriciens à Paris donne le nom d'ampère à l'unité d'intensité du courant électrique.

Mais cette renommée posthume auprès du grand public à travers le monde, n'a pas l'importance de sa découverte des lois de l'électrodynamique.

En effet son interprétation de l'expérience du danois Oersted en 1820, montrant l'influence d'un courant électrique sur une boussole, a ouvert la voie à la révolution industrielle de l'électricité au XIX<sup>e</sup> siècle.

Il est inspiré par une vision « unitaire » des forces de la nature, dont il conforte l'hypothèse par de nombreuses expériences réalisées grâce à des montages ingénieux.

Ainsi il imagine que d'infimes courants circulent dans les aimants, et il établit les lois mathématiques d'interaction entre des éléments de courant. Il donne la clé pour comprendre et prévoir les forces s'exerçant entre circuits et aimants.

Cette découverte a conduit immédiatement, en 1821, à la réalisation du premier moteur électrique.

Ampère eut rapidement l'idée d'applications techniques de l'électrodynamique, telles que le télégraphe électrique, l'électro-aimant, ...

Ces inventions devaient donner son essor à l'industrie de l'électricité qui transformera la vie quotidienne de chacun.

Le moteur électrique deviendra à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle une machine industrielle efficace avec l'avènement des génératrices réversibles à induction. Ce phénomène d'induction électrique, entrevu par Ampère à Genève avec Gaspard de La Rive en 1822, fut mis en évidence par Faraday en 1831.

Cette année 1831 vit naître Maxwell, le grand physicien de l'électromagnétisme. En hommage à l'œuvre d'Ampère, il considéra celui-ci comme « le Newton de l'électricité ».

#### POUR ALLER PLUS LOIN

- « Le grand Ampère » de Louis de Launay
- « Ampère, encyclopédiste et métaphysicien » de Robert Locqueneux
- Bulletin de la Société des Amis de la Bibliothèque de l'Ecole Polytechnique SABIX n°37 ordonné par Michel Dürr
- Bulletins de la Société des Amis d'Ampère – Poleymieux au Mont d'Or

ÉCOLE

## SOYEZ DES RELAIS AU SEIN DE VOTRE ENTREPRISE !

### La Taxe d'Apprentissage, le soutien de votre entreprise à votre école !

#### NOUVEAU : RÉFORME DE LA TAXE D'APPRENTISSAGE

En 2020, les modalités de collecte de la taxe d'apprentissage évoluent dans le cadre de la « Loi Avenir professionnel » du 5 septembre 2018. La taxe d'apprentissage est décomposée en deux parties :

- une part égale à 87 % destinée au financement de l'apprentissage (ancien quota),
- une part égale à 13 %, appelée solde de la taxe d'apprentissage, destinée au financement des formations initiales professionnelles et technologiques hors apprentissage (ancien hors quota).

Les entreprises assujetties à la taxe d'apprentissage s'acquittent du solde des 13 % directement auprès des établissements et organismes habilités, sans passer par un organisme intermédiaire.

**Télécom Paris est habilitée à percevoir la taxe d'apprentissage au titre du solde des 13 %.**

Les anciennes catégories A et B du hors quota ayant été regroupées, Télécom Paris peut bénéficier de l'intégralité du solde des 13 % de la taxe d'apprentissage de votre entreprise.

#### POURQUOI SOUTENIR TÉLÉCOM PARIS ?

Télécom Paris est la première grande école française d'ingénieurs du numérique, classée dans le Top 5 des grandes écoles françaises d'ingénieurs (classement Le Figaro).

La formation d'un ingénieur nécessite des ressources importantes : le coût de formation est estimé à environ 18 000 € par an. Télécom Paris doit faire face à un besoin croissant d'autofinancement qui représente aujourd'hui 42 % de son budget.

**Télécom Paris a plus que jamais besoin du soutien des entreprises via la taxe d'apprentissage et du relais de ses diplômés.**

“ Je compte sur chacun d'entre vous ! En convaincant votre entreprise de verser à l'École une partie de sa taxe d'apprentissage, vous l'aidez à accroître son niveau d'excellence et soutiendrez la formation de ceux qui demain seront à vos côtés.

Nicolas Glady

Directeur de Télécom Paris

## 3

### Raisons de soutenir Télécom Paris

#### UN PROJET AMBITIEUX :

Membre fondateur de l'Institut Polytechnique de Paris, installée sur le campus de Paris-Saclay depuis l'automne 2019, Télécom Paris a l'ambition de se hisser au plus haut niveau mondial en matière de formation et de recherche dans les domaines de l'innovation et du numérique,

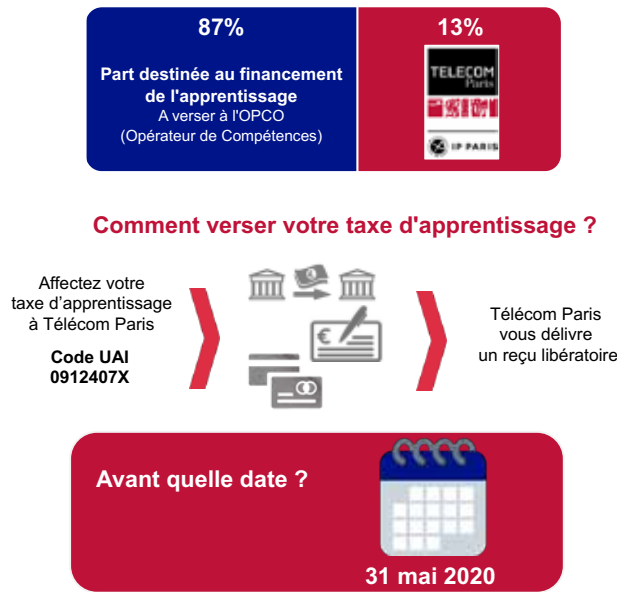
#### UNE FORMATION D'EXCELLENCE:

Grâce à un projet scientifique et pédagogique unique stimulant chez les étudiants la créativité et l'entrepreneuriat et cultivant fortement les liens entre la formation, la recherche et les entreprises, Télécom Paris forme les ingénieurs généralistes du 21<sup>e</sup> siècle et les professionnels du numérique. Ses diplômés sont au service de l'innovation dans les secteurs majeurs de la vie économique au sein d'entreprises de toutes tailles : PME/PMI, ETI, Grands Groupes.

#### L'OUVERTURE SOCIALE ET LA DIVERSITÉ DES PROFILS

Télécom Paris a réactivé la formation par apprentissage, associée à un nouveau vivier de recrutement, offrant aux étudiants une expérience suivie en entreprise.

## Taxe d'apprentissage



### Pourquoi verser les 13 % à Télécom Paris ?

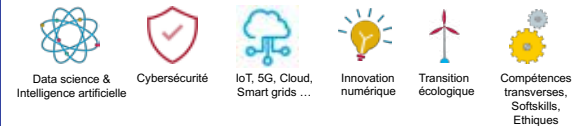
Pour soutenir

- » Une formation d'excellence à la pointe de l'innovation
- » Une recherche au service de l'enseignement et des entreprises
- » L'ouverture sociale et la diversité des profils

### Comment sont utilisés les fonds collectés ?

#### » 50% Fonctionnement pédagogique

- » Recrutement d'enseignants vacataires dans les domaines hautement spécialisés de la transition numérique



#### » 50% Investissements pédagogiques, dont

- » Renouvellement de l'équipement pédagogique des salles de TP
- » Conception et équipement d'environnements de pointe propices à la créativité, au prototypage et aux projets étudiants.



### À QUOI SERT LA TAXE D'APPRENTISSAGE ?

Les fonds collectés par la taxe d'apprentissage sont utilisés à des fins pédagogiques :

#### Recrutement d'enseignants vacataires

- Experts dans les domaines hautement spécialisés de la transition numérique tels que : cloud, big data, machine learning, Intelligence Artificielle, smart grids, internet des objets, cybersécurité,
- Pour former les étudiants à la créativité, aux compétences transverses, à l'éthique, et les sensibiliser aux problématiques de transition écologique,
- En tant que soutien d'activités pour l'accompagnement à l'orientation professionnelle des étudiants.

#### Investissements pédagogiques, dont

- Conception et équipement d'environnements propices à la créativité et au prototypage : fabLab (fabrique), studio design (conception) et e-lab (dédié à l'électronique) pour accompagner les projets des étudiants,
- Achat de matériel de pointe pour les projets étudiants: projet créatif de première année, projets de 3A en systèmes embarqués...
- Achat de mobiliers et d'outils favorisant le travail collaboratif,
- Renouvellement permanent de l'équipement pédagogique des salles de TP afin de les maintenir en l'état de l'art.

**Désigner Télécom Paris comme bénéficiaire de la taxe d'apprentissage, c'est aussi une façon de remercier notre École de tout ce qu'elle nous a apporté. Ton entreprise doit soutenir l'École et participer à son développement !**

**Laura Peytavin (Promo 1990)**  
Présidente de Télécom Paris alumni

### MERCI À NOS CONTRIBUTEURS

En 2019, plus de 300 entreprises nous ont apporté leurs contributions via la taxe d'apprentissage.

### COMMENT VERSER ?

Les modalités de versement sont précisées à l'adresse :

**www.telecom-paris.fr**  
rubrique taxe d'apprentissage

**Versement à effectuer  
avant le 31 mai 2020**

VIE ÉTUDIANTE

## HOW TO MAKE A DIFFERENCE : de l'importance d'un engagement étudiant pour aborder les enjeux du développement durable

A peine quelques mois après son arrivée à la tête de Télécom Paris, notre nouveau directeur Nicolas Gladly partageait avec les élèves un questionnaire ayant pour but la définition de la raison d'être de notre école, à savoir le sens profond de notre projet collectif au sein de l'Institut Polytechnique de Paris (IP Paris). Il s'agit d'un défi, et non des moindres : définir un cap et ouvrir une trajectoire pour les prochaines années afin de faire rayonner l'excellence académique « à la française ». Avoir l'ambition de s'adapter au monde qui change requiert une appréhension des enjeux de notre époque, qu'ils soient numériques et techniques, ou bien environnementaux et sociaux.

Depuis sa création, il y a quelques années, l'association étudiante Make a Difference de Télécom Paris (ou MaD pour les intimes) œuvre pour promouvoir le développement durable comme partie intégrante de notre école, à la fois dans la vie de campus et dans les cursus académiques.

Dans un premier temps, il s'agit de dresser un constat. Bertrand David – le directeur de la formation initiale – avouait plus tôt cette année, lors d'une présentation de Télécom Paris dans une grande prépa, que nous étions cruellement en retard sur la question du développement durable, au même titre que bon nombre de prestigieuses écoles d'ingénieurs. En interrogeant sur le sujet un directeur RH lors d'une visite d'entreprise du plateau de Saclay, nous obtenons comme réponse que c'est « notre génération » qui est attendue au tournant pour redresser la barre d'un navire qui ne cesse toujours pas de dériver.

Cependant, l'heure n'est pas au désespoir et à la révolte. Une des leçons que nous tirons du Change Now Summit 2020, pour lequel l'administration de Télécom Paris a généreusement accepté d'offrir des places à quelques élèves, est que seule l'indignation couplée à de l'optimisme et de l'enthousiasme peut engendrer un véritable plan d'action. C'est justement notre projet à MaD : servir de relai entre l'administration et les élèves pour que notre prise de conscience commune devienne vectrice de motivation et se concrétise.

La spécificité de MaD se trouve dans la variété des enjeux abordés. Nous possédons notamment un pôle handicap, un pôle égalité homme-femme et depuis peu un pôle ouverture social qui viennent compléter nos pôles plus « écologiques » et englober au sens large la notion de développement durable.

Nos champs d'action sont tout aussi divers qu'ils sont nombreux. Une partie importante de notre travail passe par la sensibilisation et l'incitation à se renseigner et à changer ses habitudes. La publication fréquente sur les réseaux sociaux d'articles rédigés par les membres de l'association permet de lancer le débat, des campagnes de sondage servent ensuite à recueillir les impressions et revendications des élèves sur le sujet. Par exemple, notre article sur le harcèlement de rue a précédé un sondage sur le ressenti des éventuelles inégalités sexuelles à Télécom Paris, ou encore notre article sur l'impact de la consommation de viande fut suivi par un questionnaire sur les habitudes alimentaires et le végétarisme. Grâce à ces données, nous avons pu entamer la discussion avec le restaurant universitaire (WAN) et constater des premières évolutions dans les menus proposés.

Cette volonté de rendre le campus plus durable s'accompagne de l'ambition d'intégrer le développement durable – et notamment la question de la transition énergétique – dans les cursus académiques de Télécom Paris. Ceci passe dans un premier temps par l'incorporation de nouveaux cycles de conférences et de cours facultatifs traitant de ces enjeux, puis à terme par l'adaptation de l'ensemble des cours pour que cela devienne une partie incontournable de la formation d'ingénieur à Télécom Paris. Pour cela, nous sommes en relation permanente avec l'administration ainsi que des organismes ou des intervenants extérieurs pour faire converger offre et demande. Le succès des conférences de Jean-Marc Jankovici et de Hugues Ferreboeuf en disent long sur les attentes des élèves à cet égard. Nous siégeons par ailleurs au Comité de

Vous pouvez nous contacter à l'adresse mail suivante :  
[paul.tarbouriech@telecom-paris.fr](mailto:paul.tarbouriech@telecom-paris.fr)



## VIE ÉTUDIANTE

l'Enseignements de l'école dans le but de porter ce projet dans un cadre plus large et plus formel.

Pour reprendre les mots de notre directeur, les écoles de l'Institut Polytechnique de Paris se doivent de partager une ambition commune. C'est pourquoi nous sommes en contact régulier avec les associations développement durable des autres écoles de l'IP Paris, et plus largement du plateau de Saclay. Cette collaboration sans précédent a abouti à la création d'une association inter-écoles – T4E Saclay – qui a organisé son premier projet commun début mars : la Semaine du Développement Durable. Au programme : des activités et conférences sur les différents campus, et surtout une mise en commun des ressources qui, sans aucun doute, donne tout son sens à l'avenir de l'IP Paris.

**Si à MaD nous souhaitons redoubler d'efforts pour poursuivre sur cette belle lancée, nous comptons également sur la participation du riche réseau alumni de Télécom Paris qui peut tant nous apporter, que ce soit à travers la présentation de projets durables ou encore via des témoignages et des retours d'expérience. En voilà une belle raison d'être pour notre magnifique école !**

## CHANGE NOW 2020

Par Octavio Martin (2021)

Fin janvier, des étudiants Télécomiens ont eu la chance de se rendre au salon ChangeNOW, au Grand Palais à Paris. Ils ont pu écouter des intervenants inspirants comme Bertrand Picard, Boyan Slat ou encore Satish Kumar et rencontrer plus de 1000 innovateurs qui ont présenté leurs projets et leurs produits, avec pour objectif commun, l'innovation responsable et durable. Les étudiants ont ainsi pu découvrir de nombreuses solutions prometteuses dans de nombreux domaines. En voici un petit résumé non exhaustif.

## DES SOLUTIONS POUR TOUT ET POUR TOUS

Organisés par pôles thématiques, les projets présentés au sommet ChangeNOW offraient des solutions dans tous les domaines. Ainsi, l'énergie, la ville durable, la biodiversité, l'agriculture, les rivières et les océans, le recyclage, la mode, faisaient partie des projets abordés et présentés, le tout accompagné par des fonds d'investissement déterminés à faire avancer l'économie verte.

Parmi les nombreuses applications proposées pour nous aider à changer nos comportements, les Télécomiens ont pu découvrir Tooki, un guide de tourisme urbain éco-responsable, on y trouve des restaurants bio, des achats éco-responsables, les transports les moins polluants, le tout à proximité ; ou encore Smile, un réseau social du partage.

## L'ALIMENTATION : UN SUJET SENSIBLE

On parle beaucoup de pesticides, d'additifs ou de colorants ou encore pour la viande, de souffrance animale. Face à ces problématiques, beaucoup de consommateurs s'interrogent sur

l'origine et l'impact environnemental des produits qu'ils achètent. Avec les solutions numériques, les consommateurs pourraient bien prendre la main notamment avec des applications comme celle de Yuka, qui nous aide à faire des choix lors de nos achats de nourriture en scannant nos produits alimentaires.

## LE GASPILLAGE ALIMENTAIRE

Les Télécomiens ont également eu l'occasion de rencontrer à ChangeNOW une application pour professionnels, le mealcanteen (avec le slogan « *Le meilleur déchet est celui qu'on ne produit pas* ») qui permet à la restauration collective d'ajuster la nourriture à la demande, réduisant ainsi le volume de tonnes de déchets alimentaires produits chaque année. Une solution qui pourrait peut-être être utilisée à Télécom un jour, qui sait ?

## CONCLUSION

ChangeNOW et ses 28 000 participants, a permis aux étudiants de prendre conscience que de nombreuses solutions existaient dans presque chaque domaine.

Comme pour l'énergie ou l'économie circulaire, nos modes de consommations, entre autres, grâce au numérique, pourraient bien faire évoluer nos comportements vers moins de gaspillage et plus de qualité.



## VIE ÉTUDIANTE



### TELECOM VOILE

Télécom Voile est une association vouée à la pratique de sports nautiques (la voile particulièrement) et destinée aux élèves ingénieurs de l'école Télécom Paris. Cette association a été créée cette année par les étudiants de l'école afin de répondre au besoin de remettre la voile au centre de la vie Télécomienne ainsi que de transmettre les valeurs qui lui sont liées. Il s'agit en vérité d'une renaissance de la voile à Télécom, puisqu'une ancienne association du même nom avait existé précédemment à Télécom au début des années 2000, durant une période faste pendant laquelle Télécom Voile avait remporté la Course Croisière EDHEC. C'est donc avec une forte motivation et l'esprit entrepreneur que nous souhaitons faire renaître cette passion de la voile à Télécom et renouer avec les succès du passé, en étant porteurs de nombreux projets permettant de transmettre les valeurs de la voile. Nos valeurs sont l'esprit d'entrepreneuriat, le dépassement de soi, la cohésion, le sens de l'entraide et du concret. Notre projet en tant qu'association est de participer à des régates étudiantes, de suivre des formations théoriques poussées sur la pratique de la voile ainsi que de proposer des sorties découvertes en mer ouvertes à un maximum de Télécomiens (week-ends et entraînements voile). Le but est, à terme, de mettre en place une équipe de haut niveau, capable de rivaliser avec les meilleures écoles dans les grandes compétitions étudiantes telles que la Course Croisière EDHEC et la Spi Dauphine et ce dès l'an prochain. Nous ambitionnons également de nous associer durablement à des entreprises pour créer et organiser nous-mêmes des événements nautiques réunissant jeunes pros et étudiants Télécomiens autour d'une même passion : la voile. Dès cette année nous organiseront deux week-ends accessibles à tous les étudiants, nous leurs proposeront deux demi-journées pour tout niveau sur J80.



#### Maxime MICHEL (2022)

Passionné de voile, de musique et d'aventure, 3<sup>e</sup> d'une fratrie de 4 enfants et petit-fils d'ingénieurs, j'ai eu la chance de vivre en Espagne, Italie, Belgique et en Malaisie où j'ai passé mes années de lycée. Ma grande curiosité scientifique et sociale, mes deux années de CPGE à Janson ainsi que mon caractère persévérant et dynamique m'ont amené à Telecom Paris. Je cherche aujourd'hui à allier des compétences scientifiques et d'organisations pour la réalisation de projets fédérateurs en particulier dans la sphère nautique qui permettront aux Télécomiens de vivre des expériences extraordinaires.

[maxime.michel@telecom-paris.fr](mailto:maxime.michel@telecom-paris.fr)

## IP PARIS

Par Eric Labaye (1985),  
Président de l'Ecole polytechnique et  
Président de l'Institut Polytechnique de Paris

### 2019, une année riche en réalisations

L'Institut Polytechnique de Paris, qui réunit l'Ecole Polytechnique, ENSTA Paris, ENSAE Paris, Télécom Paris et Télécom SudParis, a été officiellement créé par décret en mai 2019.

L'année 2019 a été jalonnée de premières réalisations phares : le lancement de la marque en février, la création du centre interdisciplinaire Energy for Climate (E4C) en juin, l'obtention de 4 EUR (Ecole Universitaire de Recherche) en août, la Rentrée de l'École doctorale et la mise en place de l'organisation (Comité d'enseignement et recherche, groupes de travail, communautés disciplinaires) en septembre, l'ouverture des inscriptions aux masters d'IP Paris pour l'année 2020/2021 en décembre. Il a tenu son premier Conseil d'administration définitif en décembre qui a permis d'acter les grandes orientations de l'Institut pour l'année 2020 pour l'enseignement, la recherche et l'innovation.

### 2020, une année sous le signe de l'innovation

Le 14 mai 2020, IP Paris accueillera la troisième édition de Paris Saclay SPRING dans le bâtiment de Télécom Paris sur le Campus de Palaiseau. Ce salon de l'innovation du cluster Paris Saclay permettra à chaque visiteur de repérer talents, projet et pépites et de tisser des liens durables avec l'ensemble de l'écosystème de l'un des 8 premiers clusters mondiaux de l'innovation. Concrètement, des financeurs, des start-ups, des ETI, des grands groupes internationaux, des laboratoires de recherche publics et privés, des étudiants et doctorants des meilleures universités françaises et écoles d'ingénieurs se retrouvent lors de pitches de présentation, de rencontres B to Fi et B to B, d'expositions, de keynotes.... Cinq thématiques (Mobilités, Food Tech, Santé Biotech, Green Tech et Cybersécurité) portées par le cluster et un focus (le champ des possibles offert par le quantique) ont été retenus pour l'événement.

Date : 14 mai 2020. Lieu : Télécom Paris, Institut Polytechnique de Paris, 19, place Marguerite Perey, 91120 Palaiseau. Informations et inscriptions : <https://paris-saclay-spring.com>



FONDATION

# NUMÉRIQUE DURABLE, nouveau cycle de veille de la Fondation Mines-Télécom

Par Emma Pezzani, Responsable mécénat particulier

La Fondation Mines-Télécom publie chaque année un cahier de veille sur un sujet lié à l'actualité de l'innovation numérique. Cette publication est le résultat d'un travail de synthèse sur les thèmes et enjeux technologiques et stratégiques actuels. Elle bénéficie des contributions des enseignants-chercheurs de Télécom Paris, des écoles de l'IMT et des partenaires de la Fondation Mines-Télécom.

La rédaction du cahier s'accompagnera cette année encore d'un **cycle d'événements** (petits-déjeuners débat, conférences, etc.) ouverts à tous.

## NUMÉRIQUE DURABLE ET IMPACT DU NUMÉRIQUE SUR L'ENVIRONNEMENT

Les transitions (numérique, écologique, énergétique, cognitive, sociale etc.) sont globales, interviennent simultanément, à plusieurs échelles et dans toutes les strates de la société, et interagissent entre elles.

Ces transitions vont de pair avec des incertitudes, sur les meilleurs choix à faire, et sur l'avenir, ses ruptures, allant jusqu'à des effondrements, sans qu'il soit aisé de les prédire et de les accompagner.

Ces incertitudes entraînent également de la défiance, envers les institutions, envers la science, envers la technologie. De nombreuses personnes, y compris les jeunes, sont en recherche de sens, cherchent à s'informer et se former pour mieux s'adapter et mieux s'engager.

C'est dans ce contexte que la Fondation Mines-Télécom a choisi de focaliser sa 12<sup>e</sup> publication sur deux transitions majeures : le numérique et l'environnement.

Quatre sujets ponctueront le cycle de veille et la future publication :

- Du hardware dans la Terre
- Numérique, gouffre énergétique
- Le défi de « l'innovation verte »
- Usages, et après

## PROCHAIN RENDEZ-VOUS

Mardi 21 avril 2020

Morning Coworking Sentier (4 rue du Caire, 75002 Paris)

Petit-déjeuner débat « *Quelle stratégie pour les entreprises du numérique en matière de consommation énergétique ?* »





BRÈVES

## BRAVO à l'Institut Carnot TELECOM & SOCIÉTÉ NUMÉRIQUE

Par Gérard Cambillau (1973)

Le 7 février 2020, le Ministère de l'Enseignement supérieur, de la recherche et de l'Innovation a annoncé la labellisation de l'Institut Carnot TELECOM & SOCIÉTÉ NUMÉRIQUE pour une durée de quatre ans avec 38 autres instituts Carnot. Ils bénéficieront de 62 millions d'euros de financement annuels visant à renforcer la recherche partenariale.

Le label Carnot, crée en 2006 est un label d'excellence décerné à des établissements de recherche à l'issue d'appels à candidatures. Les Instituts Carnot favorisent le rapprochement des acteurs de la recherche publique et du monde socio-économique, afin d'accélérer le passage de la recherche à l'innovation et d'accroître le transfert de technologies vers les acteurs économiques. Le label Carnot fait l'objet d'une évaluation régulière, ce qui garantit l'intégration de nouveaux laboratoires au dispositif et le maintien au meilleur niveau des bénéficiaires.

À côté de l'Institut Carnot TELECOM & SOCIÉTÉ NUMÉRIQUE, signalons la labellisation de l'Institut Carnot M.I.N.E.S., ainsi deux Institut Carnot sont labellisés pour l'Institut Mines-Télécom.

## LA 5G, ANTICIPATION ET OPPORTUNITÉS

Par Michel Cochet (1973)

Sans aucune relation, le CIGREF qui souffle ses cinquante bougies en 2020 vient de publier un rapport : « 5G, anticipation et opportunités » résultat des réflexions de son groupe de travail : « Influence de la 5G sur les architectures ». Succédant aux 2G, 3G et à la 4G, encore en déploiement, la 5G permettra de connecter tous les acteurs de l'économie et de la société grâce au très haut débit et sa faible latence. Pour



certaines, elle est considérée comme prélude à une nouvelle révolution industrielle.

Les DSI ont un rôle essentiel à jouer pour une parfaite utilisation au sein de l'Entreprise de cette technologie tout en permettant ses mise en œuvre et déploiement rapides et maîtrisés.

## Le super calculateur Jean Zay\* sur le plateau de Saclay

Par Gérard Cambillau (1973)

Doublant la puissance de calcul française, le super calculateur Jean ZAY vient d'être inauguré le 24 janvier 2020 au centre de calcul IDRIS (Institut du développement et des ressources en informatique scientifique) du CNRS sur le plateau de Saclay. Il double la capacité de calcul totale de notre pays. C'est le premier supercalculateur spécialement conçu pour les besoins de la recherche en Intelligence Artificielle. Il se place dans le « Top 5 » des machines françaises, derrière deux supercalculateurs de l'industriel TOTAL et un du CEA ; il se situe aussi dans le « Top 50 » mondial. Les dix premiers supercalculateurs au monde appartiennent à des universités ou des centres de recherche, la moitié étant située aux États-Unis, trois en Asie, et deux en Europe. Le plus puissant d'Europe Piz Daint, classé 6<sup>e</sup> est situé en Suisse. Il a été construit par les entreprises Cray et Hewlett Packard Enterprise consolidées aujourd'hui sous la seule enseigne HPE. C'est ce même industriel qui a livré Jean ZAY\*. Sa capacité de départ est de 14 pétaflops soit 14 millions de milliards d'opérations par seconde, l'équivalent de 35 000 ordinateurs de bureau. Ce calculateur HPE SGI 86000 fait partie intégrante du plan « *AI for humanity* » lancé par le président de la République pour faire de la France un pays leader en Intelligence artificielle.

(\*) Jean Zay (1904-1944), homme politique Français a été notamment ministre de l'éducation nationale de juin 1936 à septembre 1939.

## Un nouveau laboratoire en Intelligence artificielle sur le plateau de SACLAY

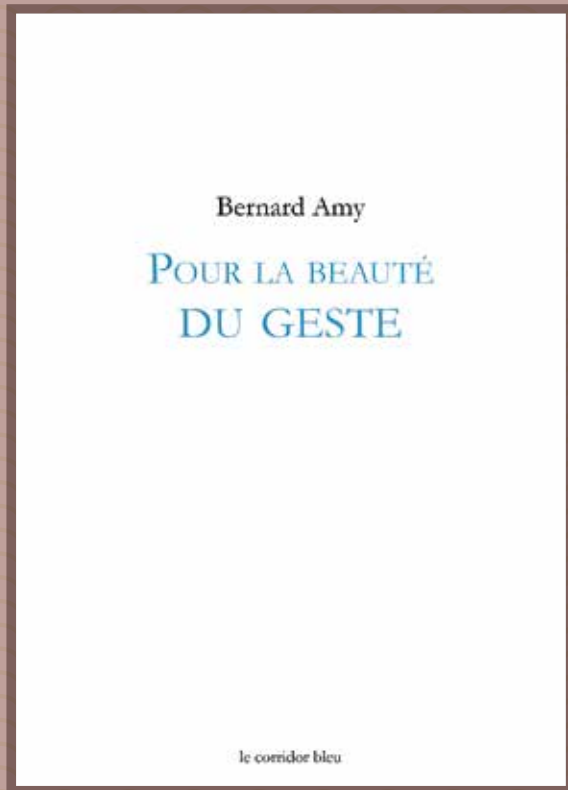
Par Michel Cochet (1973)

Trois industriels ; EDF, Thales et Total ont décidé d'installer sur le plateau de Saclay, dans les locaux d'EDF Lab Paris-Saclay un laboratoire commun destiné à développer une intelligence artificielle « de confiance au service des systèmes critiques industriels » avec un niveau d'exigence absolu sur sa fiabilité et dont la prise de décision puisse être « explicable, voire certifiable ».

L'objectif est de créer un laboratoire de renommée internationale capable de construire des technologies en intelligence artificielle adaptées par exemple à la gestion des centrales solaires ou à la maintenance préventive dans les unités de production d'électricité ou encore pour diminuer l'empreinte carbone des systèmes énergétiques des bâtiments. Un autre exemple porte sur l'optimisation du trafic des transports en commun afin de limiter les bouchons, système qui a été mis en place à Dubaï et qui pourrait un jour arriver en France.

Ce laboratoire souhaite rapidement embaucher une quinzaine de chercheurs qui seront des spécialistes pointus en IA...  
Avis aux Télécom(mien)s !

LIVRE



## Pour la beauté du geste

Du plus petit au plus complexe, quelque dix mille gestes de l'existence nous relient au monde. Rechercher le geste juste en toute occasion permet alors d'être en accord avec nous-même autant qu'éprouver le principe d'harmonie qui guide le réel. Bernard Amy propose d'élucider la question du geste juste en convoquant la physique moderne, les sciences cognitives, le yoga, la danse ou encore l'alpinisme.

*Pour la beauté du geste*, qui se présente à la fois comme une enquête et comme une méditation, invite à mettre au centre de notre attention ce que nous faisons et la manière dont nous le faisons. Parfaire un geste permet de jouir de sa perfection. Et parce que le beau geste est dans le monde, en nous faisant agir avec le monde, il nous place au cœur du monde.

Né en 1940 au Liban, Bernard Amy est un homme de sciences, un alpiniste voyageur et un écrivain au long cours. Ingénieur et physicien de formation, il a terminé sa carrière de chercheur dans le domaine situé à l'intersection des Sciences Cognitives et de l'Intelligence Artificielle. Membre du groupe de réflexion Neurocercle à Grenoble, il est également montagnard expérimenté. À ce titre il a présidé l'Observatoire des Pratiques de la Montagne et de l'Alpinisme. Co-fondateur des revues *Passage et Altitudes*, auteur d'ouvrages et d'articles scientifiques, de recueils de poésie et de livres de littérature de montagne, il conçoit l'investigation scientifique, l'écriture et l'alpinisme de découverte comme une même manière de satisfaire notre besoin de connaissance.

***Pour la beauté du geste***  
de Bernard Amy (1963),  
édition Le Corridor Bleu, 104 pages, 15 €.



## Gravez votre nom en amphi Thévenin !

**Grâce à votre don, soyez enfin autorisé-e à laisser votre empreinte sur un siège, pour 10 ans ou à vie !**

Notre École a besoin de votre soutien pour assurer sa place dans le nouvel écosystème de l'Institut Polytechnique de Paris.

Par votre don, vous soutenez la **diversité sociale, l'attractivité internationale, l'entrepreneuriat et l'excellence scientifique & l'innovation** au sein de votre École.

Vous pouvez échelonner vos dons en plusieurs mensualités grâce à la mise en place **d'un prélèvement automatique**.



Pour **choisir votre siège** et indiquer le **texte que vous souhaitez graver**, rendez-vous sur <https://paris-saclay.telecom-paris.fr/> ou contactez Emma Pezzani [emma.pezzani@fondation-mines-telecom.org](mailto:emma.pezzani@fondation-mines-telecom.org) - 01 87 02 55 78

Siège gravé	Montant du don	Coût net après réduction fiscale sur :		
		Impôt sur le revenu	Impôt sur les sociétés	Impôt sur la fortune immobilière
10 ans	2 000 €	680 €	800 €	500 €
à vie	4 000 €	1 360 €	1 600 €	1 000 €

*Votre don vous permettra de bénéficier d'une réduction d'impôt de 66% de ce montant pour l'Impôt sur le Revenu - 75% pour l'IFI – 60% pour l'Impôt sur les Sociétés.*

# COMMANDER TELECOM

## LA REVUE



**Bulletin à compléter et à nous retourner, accompagné de votre règlement à :**

La Revue TELECOM · Télécom Paris alumni

2 villa Thoréton, 75015 Paris ou [contact@telecom-paris-alumni.fr](mailto:contact@telecom-paris-alumni.fr)

Aucune commande ne sera prise en compte sans règlement joint.

### VOS COORDONNÉES

Nom, Prénom .....

Société .....

Adresse .....

Code postal ..... Ville .....

E-mail .....

Tél. ....

### ADRESSE DE FACTURATION

(si différente de l'adresse de livraison)

Nom, Prénom .....

Société .....

Adresse .....

Code postal ..... Ville .....

E-mail .....

Tél. ....

### VOTRE ABONNEMENT

☐ Je m'abonne à la Revue TELECOM pour une année civile (4 numéros 2020) 60€

☐ Numéro(s) paru(s) depuis moins d'un an : 192, 193, 194, 195 25€

☐ Numéro(s) paru(s) depuis plus d'un an : à partir du n° 1 au n° 188 15€

### MODE DE RÈGLEMENT

(facture sur demande)

☐ Par virement (merci de nous contacter pour obtenir notre RIB)

Date du virement : ..... / ..... / ..... Référence du virement : .....

☐ Par chèque : à l'ordre de l'AIST

☐ En espèce ou par carte bancaire au bureau de l'association : 2 villa Thoreton, 75015 Paris

### COMMENT AVEZ-VOUS CONNU LA REVUE TELECOM ?

☐ Dans votre entreprise

☐ Suite à un événement. Lequel ? .....

.....

☐ Par le site Internet de Télécom Paris alumni

☐ Pendant votre scolarité à Télécom Paris

☐ Autres ? .....

**Important** Les diplômés de Télécom Paris cotisants peuvent souscrire un abonnement à la Revue TELECOM à un tarif préférentiel. Pour plus d'informations : contactez-nous ! [contact@telecom-paris-alumni.fr](mailto:contact@telecom-paris-alumni.fr)



+ Technologie  
de pointe

+ Environnement  
stimulant

+ Evolution  
de carrière

MON MÉTIER N'EST PAS  
SEULEMENT **TECHNOLOGIQUE**,  
IL EST AUSSI **STRATÉGIQUE**.

## **MBDA, AU CŒUR DE NOTRE DÉFENSE**

Nos 10 000 collaborateurs en Europe travaillent dans un esprit de coopération et d'excellence. Ils unissent leurs compétences techniques et leurs qualités humaines pour développer des solutions de défense afin de répondre aux besoins opérationnels de nos clients.

**Avec plus de 100 métiers et de belles perspectives de carrière, MBDA le leader Européen de l'industrie missilière, vous propose bien plus qu'un travail.**

**[www.mbda-systems.com](http://www.mbda-systems.com)**

MBDA est une filiale commune de Airbus (37,5 %), BAE SYSTEMS (37,5 %) et Leonardo (25 %)

**MBDA**  
MISSILE SYSTEMS