

ÇA CHANGE TOUT

Revue n° 2 – octobre 2019

—
**LE
NUMÉRIQUE
EST-IL FACTEUR
DE PROGRÈS ?**



Industrie 4.0, confiance intelligence ar

et big data, tificielle

Le numérique change en profondeur nos façons de consommer, d'habiter, d'interagir, de produire et de nous déplacer. Depuis vingt-cinq ans, des vagues technologiques déferlent les unes après les autres à une cadence soutenue.

Si celles-ci ouvrent de nouveaux horizons, elles nous obligent aussi – citoyens, entreprises, États – à élaborer d'autres équilibres, à définir de nouvelles règles et à nous adapter. Sources de progrès, les innovations posent autant de questions qu'elles apportent de réponses. Elles soulèvent des sujets de fond, voire éthiques, en lien avec l'évolution des métiers, la liberté individuelle ou encore la protection des données. Pour ces raisons, nous avons souhaité consacrer cette Revue n°2 au numérique. En nous posant cette question clé : **le numérique est-il vecteur de progrès... économique, sociétal, individuel et environnemental ?**

Pour y répondre, il faut comprendre la finalité et les ressorts de ces technologies, faire un pas de côté et croiser les points de vue. Notre conviction, chez EDF, est que le numérique est un levier indispensable à la transition énergétique. Il la rend possible, il l'accélère, il la met à portée de tous, et ça,

**ÇA
CHANGE
TOUT**

Le numérique est-il facteur de progrès ?

Le numérique et l'intelligence artificielle (IA) peuvent-ils aider la transition énergétique ?

Une question posée à **Étienne Klein (É.K.)**, physicien et philosophe des sciences, et **Françoise Soulié-Fogelman (F.S.-F.)**, informaticienne spécialiste en IA, le 11 septembre 2019, dans le podcast « Ça change tout » animé par Thierry Guerrier et sa complice Yolaine de La Bigne.

Retour sur leurs échanges.

F.S.-F. Lorsque l'on a une activité numérique, on génère des données qui sont collectées et utilisées par des algorithmes. Celui qui réussit à collecter des données en quantités massives et à les interconnecter entre elles peut générer quelque chose de puissant.

É.K. Il y a une ambiguïté sur le mot « intelligence ». En anglais, l'intelligence, c'est la gestion des données, c'est ce qui a donné l'IA. Alors que pour les Français, l'intelligence, c'est la capacité à créer des concepts. Et ça, l'IA ne peut pas le faire.

F.S.-F. Le problème avec l'IA, c'est que, si on utilise beaucoup de données, l'algorithme va consommer énormément d'énergie pour les analyser. Afin d'aller vers une *green AI*, nous devons être plus efficaces pour consommer moins d'énergie et passer du *big data* au *small data*.

É.K. Il y a une diversité des sources d'énergie, et avoir toutes ces données nous permet, avec l'IA, d'optimiser leur répartition. Mais, si toutes nos décisions sont prises par des algorithmes qui ne disent pas comment ils sont arrivés aux conclusions qu'ils proposent, est-ce que nous continuons d'être capables de comprendre ce qu'il se passe dans notre environnement ?

F.S.-F. En déployant l'IA dans les entreprises, on va obtenir des « travailleurs augmentés ». Mais quand des décisions pointues sont prises par des gens travaillant avec des outils IA, est-ce que l'expertise ne disparaît pas ?

É.K. La physique moderne est née sans données. Aujourd'hui, est-ce que le réel va nous apprendre plus de choses par les données numériques qu'il nous livre qu'il ne nous donnait de l'information par les théories physiques par lesquelles on le décrivait ?

F.S.-F. Ça, c'est une superbe question, c'est la question de la science ! Historiquement, elle a posé des lois physiques et les a validées avec les données. Aujourd'hui, est-ce qu'on peut inverser la démarche ? Avoir des données qui généreraient des lois physiques ?

É.K. L'enjeu de la transition énergétique n'est pas que technologique ou scientifique, il est aussi culturel. La façon de parler des choses détermine les usages.

F.S.-F. Pour que l'IA se déploie de façon efficace en Europe, il faut qu'on soit capables de produire une IA de confiance. L'IA doit être acceptée, comprise par les citoyens.

Découvrez le podcast « Ça change tout » sur toutes les plateformes d'écoute et de téléchargement : Apple Podcasts, Spotify, Deezer, Podcast Addict, Google Podcasts... et sur edf.fr





Entretien

« La capacité à agir des industriels est déterminante dans les domaines de l'énergie et de la lutte contre le réchauffement climatique. »

—
Étienne Klein

Physicien, directeur du Laboratoire de recherche sur les sciences de la matière du Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), et philosophe des sciences.

Étienne Klein porte un regard de philosophe sur la science et les technologies. Ses travaux l'ont mené à s'interroger à de nombreuses reprises sur la place du progrès dans nos sociétés et sur notre capacité à définir un futur. « *Aujourd'hui, l'innovation remplace le progrès* », explique-t-il. Une mutation aux enjeux plus importants qu'il n'y paraît.

— Le mot « progrès » a connu un destin étrange. Il était indissociable de la modernité depuis les Lumières et, aujourd'hui, nous avons l'impression qu'il est préférable de ne plus en parler. Pourquoi ?

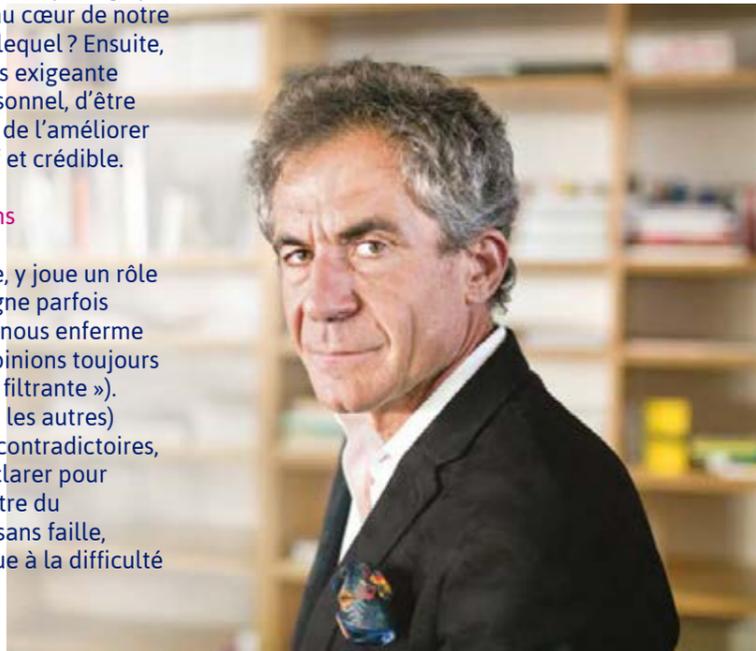
Étienne Klein : Il ne s'agit pas simplement d'une impression mais bel et bien d'un fait. Pour un ouvrage (*Sauvons le progrès*, éditions de l'Aube, 2017), j'ai contribué à une analyse des prises de parole publiques et le mot « progrès » disparaît tout simplement du discours. Plus exactement, il cède sa place. Au mot « innovation ». Et ce glissement sémantique n'a rien d'anecdotique. La rhétorique, qui accompagne l'innovation, s'appuie sur l'idée d'un temps corrupteur. Le temps qui passe corrompt, abîme... Il devient donc indispensable d'innover pour préserver, réparer ce qui existe déjà. On utilise alors l'état critique du présent (le fameux « *rien ne va plus* ») pour justifier l'innovation. En résumé, « *il faut que tout change pour que rien ne change* », comme le dit le personnage de Tancredi dans le roman et le film *Le Guépard*. Le mot « progrès » induit un tout autre raisonnement. Avec lui, le temps est au contraire constructeur. C'est un allié, un complice de la volonté des hommes, de notre envie d'avancer.

— Alors pourquoi le progrès disparaît-il de nos conversations et de nos projections ? Après tout, la définition que vous venez d'en donner est plus positive et stimulante que celle de l'innovation.

É. K. : Peut-être vivons-nous actuellement une période passagère, une sorte de contrecoup de l'an 2000. Cette date a longtemps cristallisé l'attention et les espoirs de plusieurs générations. Une fois ce cap passé, nous pourrions être dans une phase de redescente, à l'image de l'alpiniste galvanisé par la conquête d'un sommet et beaucoup moins par le retour au pied de la montagne. Que l'an 2000 ait tenu ses promesses ou non n'a pas d'importance. Il s'agissait surtout d'un horizon partagé par tous. Il permettait de représenter le futur, de le placer au cœur de notre présent. Peut-être faut-il trouver un nouveau cap, mais lequel ? Ensuite, ne nous voilons pas la face, la notion de progrès est plus exigeante que celle d'innovation. Il s'agit de sacrifier son bien personnel, d'être prêt à abandonner une situation existante dans l'espoir de l'améliorer à l'avenir, dans le but de bâtir un futur collectif attractif et crédible.

— La notion de bien commun est donc essentielle dans l'invention du futur ?

É. K. : Il me semble, en effet. Le numérique, au sens large, y joue un rôle capital et ambivalent. Il raccourcit les distances et éloigne parfois les êtres. Il ouvre des horizons et, dans le même temps, nous enferme souvent dans une vision du monde, façonnée par des opinions toujours semblables aux nôtres (c'est ce qu'on appelle la « bulle filtrante »). Il augmente les inégalités (entre ceux qui y ont accès et les autres) mais accroît le niveau de vie mondial. Face à ces élans contradictoires, il est important de contourner un premier piège : se déclarer pour ou contre la technologie. Cela n'a pas de sens ! Ce registre du « *j'aime* », « *j'aime pas* », de l'indignation ou du soutien sans faille, est extrêmement problématique aujourd'hui et contribue à la difficulté



de définir un futur commun. La technologie doit être observée, analysée sans angélisme et sans catastrophisme. On peut toujours rêver de changer d'époque, mais c'est encore assez difficilement réalisable. Et puis, même si vous fantasmez de vivre dans les années 1920 pour la vie culturelle, par exemple, je ne suis pas certain que vous accepteriez d'aller chez le dentiste en 1920. Vous voyez, nous sommes bloqués dans notre présent. La seule issue serait le futur mais, aujourd'hui, nous le redoutons.

— L'industrie, les entreprises sont-elles aujourd'hui les espaces où peut s'inventer concrètement un futur ?

É. K. : Oui, si elles ne cessent jamais de configurer l'avenir, via la prospective ou la perspective. La première consiste à regarder le présent et proposer une trajectoire. La seconde diffère légèrement : il s'agit de concevoir le futur, de le dessiner, puis de tracer une voie pour y parvenir. Les industriels peuvent faire ce pari : faire ressembler l'avenir à ce que l'on voudrait qu'il soit. D'autant plus que la capacité à agir est déterminante dans de nombreux domaines, comme l'énergie ou la lutte contre le réchauffement climatique. Sur ce point, il est essentiel de penser l'avenir pour pouvoir mettre en œuvre les solutions adéquates. À ce sujet, je trouve que les ingénieurs et les industriels sont trop absents des débats sur la technologie. Ils peuvent porter, mieux que quiconque, une parole réaliste, argumentée.

— Les technologies du numérique nous apportent un service très efficace avec une simplicité incroyable et inédite. Cette facilité d'usage et d'accès ne banalise-t-elle pas l'idée de progrès à nos yeux ?

É. K. : Le smartphone est en effet un condensé incroyable de technologies et de progrès scientifiques. Un objet d'une complexité abyssale. Or, nous pouvons l'utiliser sans même lire un mode d'emploi. Ses prouesses nous semblent quasiment naturelles. On ne valorise plus l'avancée technologique. Et puis, corollaire inévitable de l'efficacité et de la simplicité d'utilisation, l'homme externalise, confie à la technique nombre de ses compétences. Ce qui nous amène à la question cruciale de la responsabilité : nous devons prendre nos responsabilités face à la révolution numérique, face à l'IA, en déterminant précisément nos objectifs, en fonction de ce que nous voulons et de ce que nous savons. De ce que nous savons, j'insiste sur ce point. Les *fake news* défient chaque jour la réalité. La croyance ne doit pas progresser plus vite que la connaissance.

— Comment faut-il s'y prendre, selon vous, pour « revitaliser » le progrès, pour réintégrer le mot dans notre lexique commun ?

É. K. : En reprenant le progrès au sérieux, en soumettant cette idée fondatrice de la modernité à elle-même, à notre regard critique. Je vous propose de mener une « expérience de pensée », comme on le dit entre physiciens. Imaginez que plusieurs grands hommes du siècle des Lumières, comme Condorcet, Diderot, d'Alembert, reviennent de nos jours. Nous leur organisons un tour d'horizon de notre société. Ils peuvent ainsi assister à des cours de mathématiques de terminale, à une présentation des grandes découvertes scientifiques récentes, comme le boson de Higgs. Puis, on leur explique le principe de la télévision, la possibilité de diffuser l'image et le son. Ils sont impressionnés, sidérés même, puis demandent : « Et qu'en avez-vous fait ? » Vous allumez alors la télévision et... il y a de fortes chances qu'ils soient de nouveau sidérés, mais pas pour les mêmes raisons. Et quand vous les reconduisez à leur hôtel, ils voient des personnes qui dorment dans la rue. De nouveau, la même question : « Qu'avez-vous fait de ces progrès fantastiques ? » Nous revenons ainsi à l'idée de responsabilité : dans quelle direction voulons-nous aller ? Vers quels buts collectifs et avec quels moyens ? En répondant à ces interrogations, nous pouvons redéfinir un horizon commun et raviver la dynamique du progrès.

« La croyance ne doit pas progresser plus vite que la connaissance. »

Étienne Klein



À l'ère de la 4^E RÉVOLUTION INDUSTRIELLE

Le numérique est partout. Il révolutionne nos façons de consommer, mais aussi de produire, et modifie en profondeur le visage de l'industrie. On parle aujourd'hui communément d'usine 4.0 ou d'usine du futur. Derrière ces terminologies, c'est un nouveau paradigme industriel qui se dessine, il repense les processus et les manières de faire sur toute la chaîne de la création de valeur, et fait émerger de nouveaux métiers et savoir-faire.

Qu'ont en commun une paire de baskets, une voiture et un avion de ligne? Rien *a priori*. Et pourtant, la transformation digitale de l'industrie impacte l'ensemble des secteurs et des types de production, du bien de consommation le plus simple aux produits les plus complexes. Ce mouvement de fond est lié à des enjeux purement industriels, mais aussi à l'évolution des attentes clients vers toujours plus de réactivité, plus de compétitivité sur les prix et davantage de personnalisation. Dit autrement, on demande à l'industrie de produire en série limitée des objets à forte valeur ajoutée, le plus rapidement possible et au prix d'une production de masse. Pour relever ce défi, les industriels digitalisent leurs process pour accroître la qualité et les performances d'ingénierie sur l'ensemble de la chaîne de valeur, tout en optimisant les coûts et en respectant les normes de conformité, de sûreté et de sécurité les plus exigeantes. Comme les avions, les réacteurs nucléaires pourraient demain être construits en série. De la science-fiction? Plutôt une piste de développement, puisque c'est le modèle économique visé par le *Small Modular Reactor*, sur lequel travaille EDF avec TechnicAtome, Naval Group et le CEA.

Nouvelles technologies, nouveaux défis

Cobotique, réalité virtuelle et augmentée, internet des objets, *deep learning*, IA, *cloud computing*, jumeau numérique et simulation 3D, *big data*, fabrication additive... Au cœur de l'usine 4.0, les technologies foisonnent et accélèrent la création de nouveaux procédés et de services. Mises en œuvre dans l'usine, elles permettent des gains de qualité, de coûts et de délais. Avec elles, les appareils de production et la *supply chain* gagnent en agilité, en flexibilité et en performance. Les process se recomposent, les outils se transforment, les gestes métiers évoluent.



Le petit lexique de la digitalisation

Big data : gigantesque volume de données de natures diverses (textes, photos, vidéos, etc).

Blockchain : technologie de stockage et de transmission d'informations. Il s'agit d'une base distribuée, non centralisée et sécurisée de données dont chacun peut vérifier la validité.

Cloud computing (l'informatique en nuage) : pour exploiter la puissance de calcul et de stockage de serveurs informatiques distants par l'intermédiaire d'un réseau.

Cobotique : collaboration homme et robot.

Cybersécurité : ensemble de technologies, de processus et de pratiques visant à protéger les réseaux, ordinateurs et données contre les attaques, dommages et accès non autorisés.

Data analytics : analyse de données, utilisée dans de nombreuses industries pour améliorer les prises de décision. Un grand nombre de données brutes sont rapprochées pour tirer des conclusions et des tendances, non visibles par des méthodes d'analyse usuelles.

Data lake : espace de stockage qui conserve une grande quantité de données brutes, dans leur format natif, en vue d'utilisations futures.

Deep learning : apprentissage approfondi.

Entreprise étendue : forme d'organisation évolutive pour développer une stratégie, des outils/méthodes et des référentiels communs avec les entreprises partenaires.

Intelligence artificielle (IA) : ensemble des théories et techniques employées pour réaliser des machines capables de simuler.

IoT (Internet of Things) : interconnexion entre internet et des objets, des lieux et des environnements physiques.

Jumeau numérique : réplique numérique d'un objet, d'un processus, d'un système qui peut être utilisée à diverses fins.

PLM (Product Lifecycle Management) : ensemble de concepts, de méthodes et d'outils logiciels permettant de créer et d'entretenir les produits industriels tout au long de leur cycle de vie.

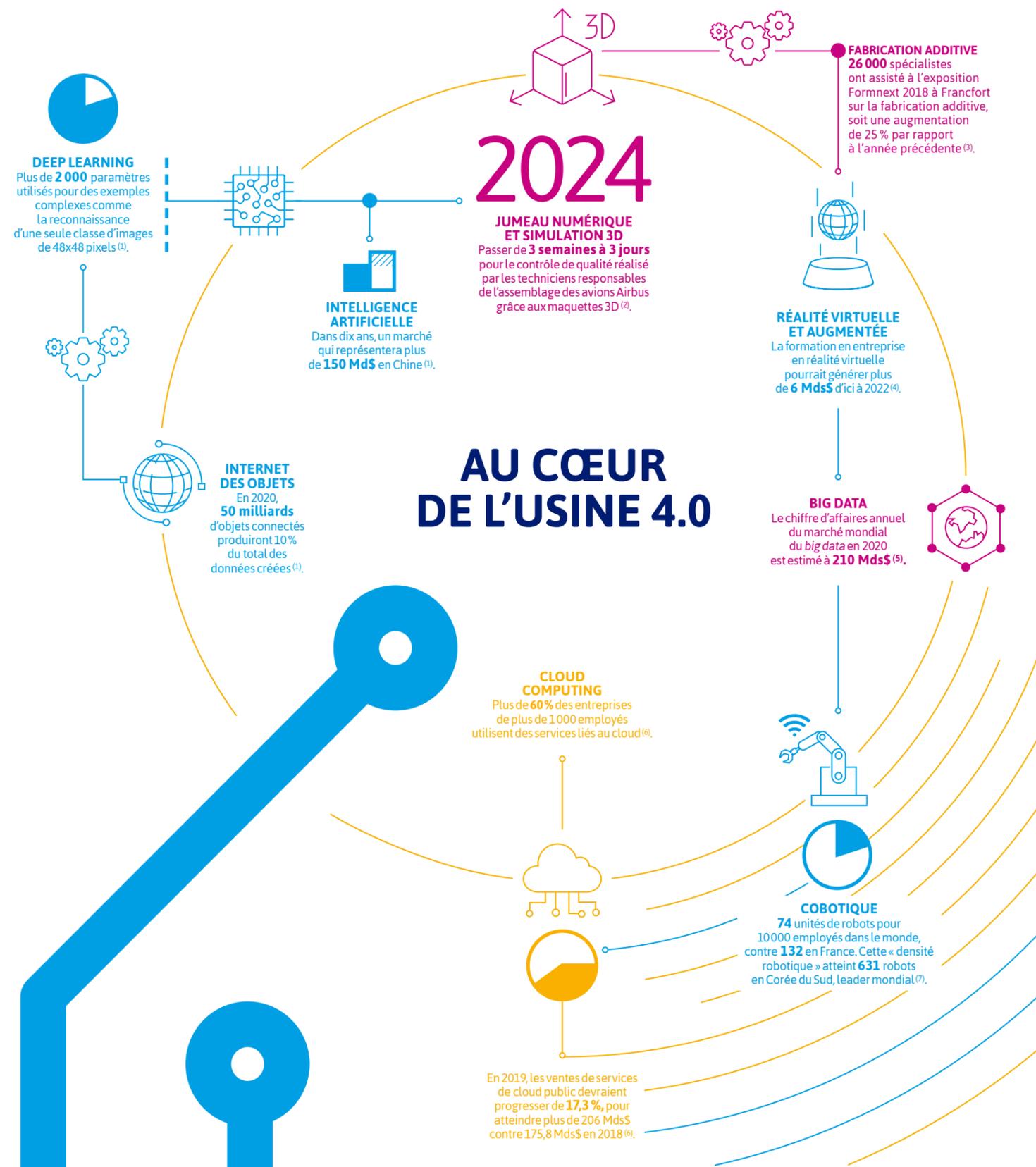
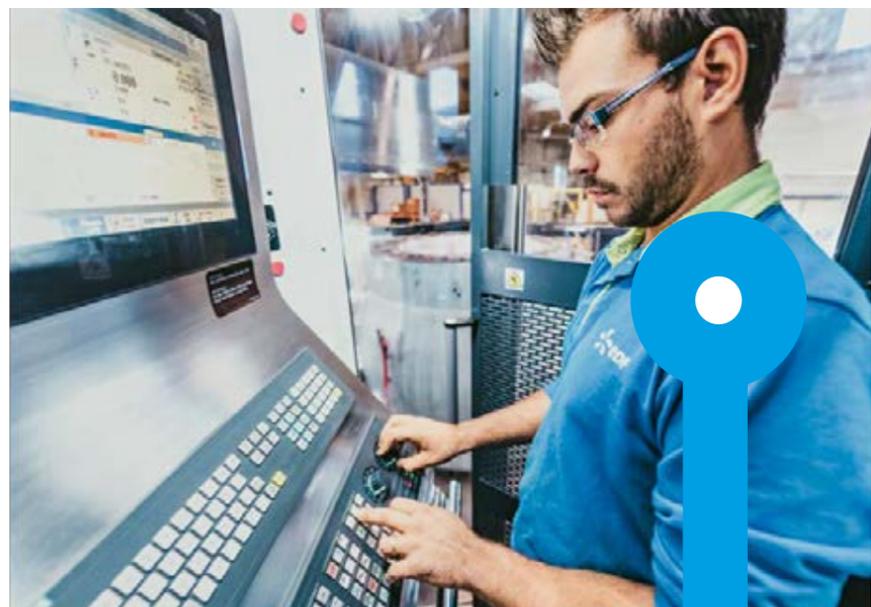
En somme, la transformation digitale crée un nouveau modèle d'entreprise plus intelligente, plus robuste, mais aussi plus agile, à même de réinventer ses manières de penser et de faire. Pour que cette digitalisation porte pleinement ses fruits, les industriels doivent relever trois types de défis : technologique, organisationnel et humain.

Savoir-faire et apprentissage à l'ère du digital

La digitalisation de l'appareil de production modifie certains postes de travail et en génère de nouveaux. L'internet des objets (IoT) est utilisé pour récupérer facilement des informations recensées depuis des capteurs ou pour localiser des personnes et des matériels. Les robots permettent de réorganiser les tâches, ils soulagent les opérateurs des tâches pénibles, répétitives ou à risque, pour amener le geste industriel de l'homme vers plus de création de valeur. L'IA, la simulation 3D ouvrent le champ des possibles. La fabrication additive rend possible une industrialisation de pièces extrêmement complexes, créées sur mesure.

Quant au partage des données, il favorise un pilotage plus performant. D'une organisation basée sur les « documents papiers » et structurée par « métiers » fonctionnant en silo, l'entreprise passe à une organisation étendue, « centrée sur la data ».

La transformation digitale impacte ainsi à la fois les métiers, l'organisation du travail, les manières de faire et de collaborer, ainsi que la relation homme-machine. À tous les niveaux de l'entreprise. Mais aussi, au-delà, sur toute la chaîne de valeur avec l'ensemble des partenaires impliqués sur les projets. Cette dimension intégrée est fondamentale pour améliorer la performance de l'organisation dans sa dimension globale, ainsi que le rôle et les tâches de chacun. En aidant à repenser les interactions et les manières de collaborer, elle permet d'inventer de nouveaux modèles, et donc de nouvelles manières de faire, plus durables.



(1) Source : Rapport d'étude prospective Intelligence artificielle – État de l'art et perspectives pour la France, ministère de la Cohésion et des Territoires, ministère de l'Économie et des Finances, février 2019. (2) Source : étude « Virtual Technology Streamlines Ford's Manufacturing », The Detroit News, juillet 2015. (3) Source : Le magazine de la fabrication additive, 3D Adept Mag N°4 – Volume 2, août – septembre 2019. (4) Source : ABI Research. (5) Source : « L'infographie officielle du big data en 10 chiffres, big data Paris 2019 by Corp », mars 2019. (6) Source : Gartner. (7) Source : Communiqué de presse « La robotisation s'intensifie au niveau mondial » – Fédération internationale de robotique » 7 février 2019.



L'usine 4.0

PLUS SMART, PLUS DIGITALE

La quatrième révolution industrielle, portée par les innovations digitales, transforme déjà la société. Que ce soit au niveau de la production, du transport ou de la distribution, elle rend les activités de l'électricité plus agiles et intelligentes, et joue un rôle d'accélérateur de la transition énergétique.

Intégration à grande échelle des énergies renouvelables sans forcément bâtir de nouvelles infrastructures, numérisation des activités d'ingénierie nucléaire grâce à des jumeaux numériques pour harmoniser et optimiser les processus et méthodes d'ingénierie tout au long du cycle de vie des centrales, montée en puissance de la maintenance prédictive grâce au *big data*... Les progrès inhérents à la digitalisation de l'usine 4.0 sont nombreux. Au sein du groupe EDF, toutes les énergies – nucléaire, hydraulique, éolienne, biomasse – sont concernées. Et des synergies se développent, à l'image de l'usine data analytics pour la production créée en 2018.

Bienvenue dans l'ère de l'ingénierie collaborative.

À l'instar d'autres industries d'ingénierie de pointe (satellites, sous-marins, avions...), l'industrie nucléaire est confrontée à de nombreuses exigences techniques, réglementaires et financières. Leur volume et leur complexité augmentant sans cesse, la conduite des projets n'a de cesse d'évoluer. Véritable levier de transformation, le numérique recompose et simplifie les processus et les méthodes pour mieux maîtriser la complexité des grands projets industriels tout au long de leur cycle de vie (conception, construction, exploitation, démantèlement) à travers, notamment, la mise en œuvre des standards de l'ingénierie système. Avec cette dernière, la centrale devient un produit que l'on découpe en systèmes, c'est-à-dire en grands ensembles (contrôle-commande, îlot turbine, source froide, îlot réacteur, évacuation de l'électricité, etc.). Réunis au départ sur un même plateau physique pour apprendre à travailler ensemble, les experts collaboreront ensuite, à distance, autour d'un modèle numérique : le jumeau numérique.

Optimiser le nucléaire existant.

Le parc nucléaire, en France, compte 58 réacteurs. La transformation numérique au sein du parc nucléaire en exploitation s'articule autour de la mobilité industrielle, les data analytics et les données 3D. Elle vise à simplifier les interventions, sur le terrain, des utilisateurs et à gagner en performance. Aujourd'hui, toutes les installations nucléaires existantes sont en cours de numérisation afin de créer leurs jumeaux numériques en 3D. Ces maquettes seront ensuite couplées aux données de tous les équipements : documentation technique, schémas électriques et mécaniques

Or64 N154710NNB3113 37 CUI7U3113 14 C3N7r413 D3V13N7 UN
PrODU17 QU3 10N D3C0UP3 3N 5Y573M35

— L'usine 4.0 : plus smart, plus digitale

et plans des bâtiments. Véritable portail 3D d'accès aux données, la maquette numérique devient « hybride » et permet de visualiser le futur de l'installation, à chaque étape. Concrètement, tous les acteurs de la filière accéderont en toute simplicité aux données de chaque centrale, en temps réel. Le PLM archivera la moindre opération réalisée pour s'étoffer depuis la conception jusqu'au démantèlement d'un site, soit sur une période d'un siècle. En quelques clics, un intervenant métier ou une autorité de contrôle pourra retracer l'historique de vie du moindre élément.

La transformation digitale permet également d'effacer les frontières et de créer une continuité entre partenaires, au cœur de l'entreprise étendue. Au final, toute la filière nucléaire française gagnera en performance et les 2 600 entreprises profiteront des avancées du numérique. Dans cet esprit, une dizaine d'organismes indépendants et d'entreprises, dont EDF et Framatome, ont signé fin 2018 une convention pour la création d'une plateforme digitale dédiée aux équipements sous pression dans le nucléaire. Elle offrira le partage des plannings, des documents et des données d'ingénierie et elle facilitera l'obtention de la certification des équipements dans les délais industriels, en fluidifiant les échanges entre les différents acteurs.

Plus de données pour mieux anticiper les interventions. Si les installations deviennent plus performantes, c'est grâce à la généralisation de la maintenance prédictive permise par le *big data*. Réunies au sein d'une usine data analytics pour la production, les données de tous les producteurs – nucléaire, hydraulique, éolien, solaire, thermique – sont classées et analysées pour anticiper les interventions de maintenance et augmenter la disponibilité des installations (durées de maintenance plus courtes, arrêts fortuits évités).



14 724n5f02m4710n d1917413 p32m37 d'3ff4c32 135 f20n713235 37 d3 c32 32 un 3 con71nu173 4u c03u2 d

14 FI11313 NUC134113
FR4NC4153 646N314 3N P31FOR4MNC3 37 135 2600 3N733P1-535 Pr0F173r0N7 D35 4V4NC335 DU NUM3r1QU3
14 724n5f02m4710n d1917413 p32m37 d'3ff4c32 135 f20n713235 37 d3 c32 32 un 3 con71nu173 4u c03u2 d 3 1'3n 723p2153 373ndu3



Quant aux intervenants sur le terrain, ils ont accès à leur Système d'Information (SI) en mobilité pour un travail plus serein et efficace. Pour les agents de maintenance des parcs éoliens et solaires, et pour ceux qui travaillent dans les sites nucléaires, EDF déploie des outils de mobilité, supports d'applications. Fin 2018, 4 400 tablettes étaient disponibles sur les sites nucléaires pour optimiser la maintenance des équipements et la surveillance des chantiers. Elles seront plus de 10 000 fin 2020. EDF Renouvelables, quant à elle, a lancé sa démarche « Digital Vision Initiative » afin de développer une culture numérique touchant tous les métiers.

Être au service de la compétitivité et de la performance.

— Nucléaire : augmenter la durée de vie. L'analyse poussée des données de maintenance, de chimie et d'exploitation des générateurs de vapeur a servi à optimiser leur durée de vie en réduisant le nombre d'opérations de détartrage. On a ainsi pu prédire l'évolution du colmatage des générateurs en fonction des conditions d'exploitation et engager des actions pour le limiter.

— Hydraulique : superviser pour gagner en productivité. Super Viz'Orte est un outil *big data* de supervision des installations hydroélectriques pour évaluer les phénomènes de dégradation en cours des machines et améliorer la maintenance. Doté d'une grande puissance de calcul et de profondeur d'analyse, cet outil peut corréler les actes de maintenance aux données e-exploitées pour programmer les actes de maintenance avec des données concrètes. Il s'utilise avec des filtres facilement interchangeables – pompage, turbinage, plage de fonctionnement... – pour cibler les analyses et les interventions.

WINN est la nouvelle salle de commande du système d'information (SI) de l'ingénierie nucléaire, lancée en 2018. Cette « tour de contrôle » supervise, en temps réel, l'état de santé des applications et simplifie la vie des utilisateurs.

SWITCH vise à développer une ingénierie nucléaire, numérique, agile, industrialisée et collaborative, au service de la sécurisation des grands projets industriels et de la filière nucléaire française. EDF a choisi Dassault Systèmes en tant que fournisseur de solution PLM en s'appuyant sur sa solution 3DEXperience. Quant à Capgemini, il accompagne la transformation et assure le rôle d'intégrateur des solutions Dassault au sein du SI de l'ingénierie. Objectif : digitaliser tous les processus et déployer une approche 100 % « data centric » sans compromettre les projets en cours.



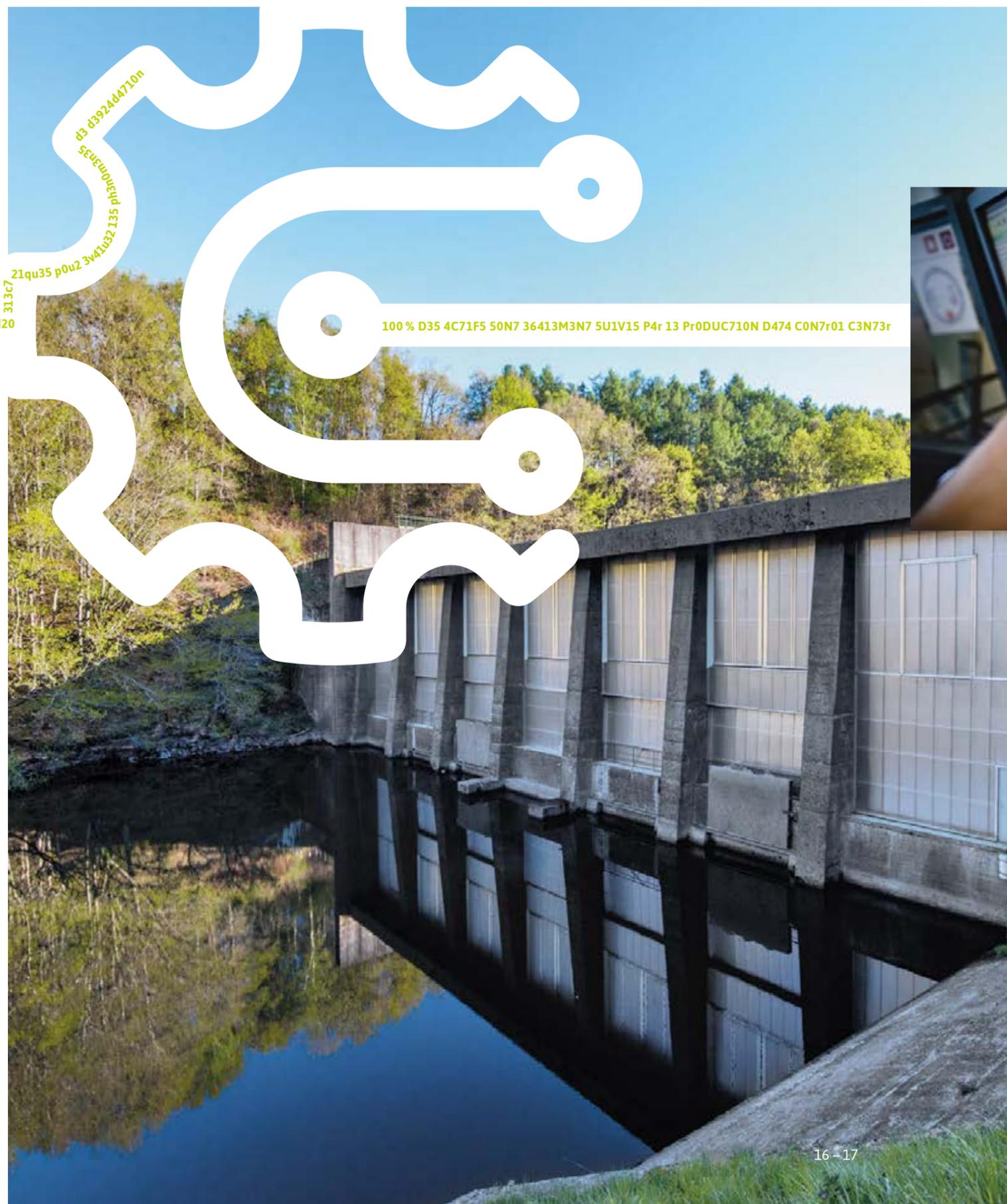
La numérisation des installations et l'analyse de grandes quantités de données optimisent la préparation des interventions et la sécurisation des grands programmes industriels, comme le Grand carénage ou la déconstruction des centrales en fin de vie.



v12'0273 357 un 0u711 819 d474 d3 Sup32v1510n d35 1n574114710n5 hyd20

— Éolien et solaire : *l'e.monitoring*. EDF Renewables dispose de trois *Operation Control Centers*, situés à Emden (Allemagne), à Colombiers (France) et à San Diego (États-Unis). Les équipes y suivent, 24 heures sur 24, les moyens de production, les remontées d'alarme, et interviennent à distance sur les postes électriques, les éoliennes ou les centrales solaires, afin de limiter les temps d'arrêt de production. Aujourd'hui, 100 % des actifs sous la responsabilité d'EDF Renewables Services en Europe sont également suivis par le *Production Data Control Center*. Ses équipes monitorent, en temps réel, les données de production, afin de détecter des pertes d'information et garantir des remontées d'informations fiables des installations dans les bases de données, tout particulièrement, dans la nouvelle plateforme numérique, RED.

— *e-surveillance* : penser en mode européen. Inspiré par les centres régionaux d'*e-exploitation* des centrales hydroélectriques d'EDF, l'*e-diagnostic Center* en Europe a été créé pour développer la maintenance prédictive. Ses équipes y analysent et suivent les performances des machines pour capter les signaux faibles de défaillance afin d'anticiper les pannes, de rationaliser les interventions, d'éviter les casses et, en définitive, de limiter les arrêts de production. Fin 2018, près de 1 000 jours de production ont été préservés par le déploiement de la maintenance prédictive, représentant un gain de 650 000 euros par an. 300 modèles ont été mis au point, chaque modèle correspondant à un nombre d'algorithmes de détection.



« Faire parler les données, regroupées depuis la création d'EDF, en 1946, c'est le métier que j'exerce au sein de SoDATA, le nouveau service de valorisation des données de l'entreprise. Aujourd'hui, le *big data* nous permet d'innover et d'imaginer plusieurs scénarios pour prendre les meilleures décisions. Pour savoir, par exemple, à quel moment exact telle ou telle tranche nucléaire sera disponible. Avec mon équipe, nous avons imaginé une fonction mathématique utilisant de longs historiques pour affiner, spécifiquement de chaque réacteur à l'appui, l'instant T de leur retour sur le réseau. Ces données, ce sont un peu les empreintes digitales des réacteurs. Elles nous permettent de donner du sens et d'accompagner le changement. »

Stéphane Ternet,
responsable de l'équipe data scientists
de SoDATA



« Au sein du groupe IA, notre travail consiste à analyser différents types de données (images, textes, séries temporelles), afin d'en extraire de la valeur pour les métiers du groupe EDF. Nous pouvons, par exemple, effectuer des prédictions, faciliter la recherche d'informations ou encore automatiser certaines actions. L'appellation change mais je pense que le métier de data scientist est une transformation du métier de statisticien.

Avec l'explosion du volume de données et la puissance de calcul à bas coût, l'utilisation de l'IA fournit aujourd'hui des résultats intéressants. L'informatique prend une part essentielle dans notre métier. »

Aliénor Grandclément,
ingénieure, spécialiste de la data science et de l'IA à EDF

Une approche
100%
data centrée avec SWITCH.



14 7r4N5F0rM4710N D1617413 357 4U551 0r64N154710NN3113 37 CUI17Ur3113 0r65Ur311



La capacité à adopter de nouvelles postures managériales et à opérer un changement culturel, en acceptant l'échec, fera le succès de cette transformation digitale.

Derrière la technologie, des hommes et des femmes. La technologie ne fait pas tout. Si la fiabilité des nouvelles technologies est au rendez-vous, rien ne présage de leur bonne intégration. L'incapacité de nombreux démonstrateurs dans l'industrie à franchir l'étape du prototype en témoigne. Trop souvent, l'erreur est de considérer la transformation digitale d'un seul point de vue technologique, alors qu'elle est aussi organisationnelle et culturelle. Or, des postes de travail sont modifiés, des responsabilités sont créées et, parfois, l'analyse humaine est remplacée par des algorithmes. Il faut donc aborder avec soin la formation au changement des opérateurs et des autres salariés. La capacité à adopter de nouvelles postures managériales et à opérer un changement culturel, en acceptant l'échec, fera le succès de cette transformation digitale. Des métiers apparaissent auxquels il convient de former les collaborateurs. Ils sont chief data officer, data scientist, expert en cybersécurité, ou encore en machine learning. Pour former à ces nouvelles expertises, le groupe EDF vient de créer l'Académie du numérique, qui s'inscrit dans la feuille de route du numérique, impulsée au niveau du Comex. L'avancée de cette feuille de route est évaluée à travers 52 indicateurs actualisés à fréquence semestrielle. Ils mesurent, par exemple, le nombre de mégawatts *e-monitorés* pour EDF Renouvelables, d'études sur les jumeaux numériques, ou encore de commandes passées en *e-procurement*. Des priorités technologiques ont été identifiées comme le développement de l'IA, l'exploitation de ses données, l'internet des objets ou l'utilisation de la blockchain, en s'appuyant sur la R&D du Groupe, sur tout un écosystème de partenaires et sur les volets innovation et entrepreneuriat.



Entretien

« Nous allons évoluer vers un système mixant plusieurs sources d'énergie. Pour gérer avec finesse des volumes plus réduits et diversifiés, le numérique est indispensable. »

Serge Abiteboul
Informaticien, chercheur et membre
du collège de l'Autorité de régulation
des communications et des postes (Arcep).

Serge Abiteboul étudie, depuis plusieurs années, l'impact des technologies numériques sur l'organisation des sociétés. Une approche éthique du numérique peut-elle s'imposer ? Oui, répond-il, à condition de placer la responsabilité humaine au cœur du débat. Explications.

— IA, algorithmes... Aujourd'hui ces mots se sont imposés dans les conversations. Ils suscitent espoirs et craintes. Comment expliquez-vous cette étrange relation faite d'attraction et de méfiance vis-à-vis de ces technologies ?

Serge Abiteboul : Tout d'abord, ce sont des mots. Il est donc possible de les définir. Qu'est-ce qu'un algorithme ? Une suite d'instructions qui permet de résoudre un problème. Quand l'homme a voulu faire du pain, par exemple, il s'est posé une série de questions, a fait de nombreux essais avant de parvenir au bon dosage d'eau, de levure, de farine. La recette du pain constitue donc un algorithme. Et nous n'avons aucune raison d'en avoir peur. Ensuite, qu'est-ce que l'IA ? Cette notion est plus complexe. Nous pouvons en parler lorsqu'un ordinateur reproduit une tâche réclamant de l'intelligence quand elle est effectuée par des hommes. Alors, pourquoi ces mots sont-ils à l'origine de craintes et d'un sentiment de déposssession ? Parce que, selon moi, nous manquons de culture technologique, nous utilisons des objets de plus en plus perfectionnés, de plus en plus complexes, sans comprendre leur fonctionnement. Ils entrent dans nos vies et la simplifient, comme par magie. Et entre la magie et la magie noire, la frontière est ténue. On est souvent tenté de la franchir.

— Nous serions donc « envoûtés », en quelque sorte...

S.A. : Non, puisque nous sommes les créateurs de ces technologies complexes. Il est impossible de s'envoûter soi-même. L'homme reste l'incontestable maître du jeu. Il est capable de penser avant d'utiliser une machine ou une technologie, de décider si cet outil est utile et dans quel cas. Mais, aujourd'hui, il est vrai, nous vivons un moment paradoxal : les utilisateurs désirent de nouvelles applications sur smartphone, cliquent sur « Installer », donnent ainsi accès à leurs données et, ensuite, se plaignent de l'utilisation de ces mêmes données. Or, la décision reste dans le camp des hommes. Nous pouvons évaluer le bénéfice d'une technologie, son impact sur la société. Bref, nous pouvons exercer notre responsabilité.

— Un monde numérique et éthique est-il possible ?

S.A. : Bien sûr. Et, de toute façon, nous n'avons pas d'autre choix que d'aborder ces questions sous l'angle éthique. Les algorithmes font désormais partie intégrante de la vie de la cité. Notre rôle est donc de délimiter précisément leur place et leur impact. Comme je vous le disais, en matière de technologie, l'homme reste le maître du jeu. Il peut donc imposer des contraintes aux algorithmes. Par exemple, il est tout à fait possible d'exiger de la transparence, de programmer un algorithme afin qu'il justifie les décisions découlant de ses calculs, de ne pas le laisser fonctionner de façon opaque.

— Pour garantir la dimension éthique, faut-il obligatoirement légiférer ?

S.A. : Cela fait bien sûr partie des solutions indispensables, comme nous l'avons vu avec la loi RGPD (Règlement général sur la protection des données). Mais encore faut-il savoir comment légiférer, sur quelle base et après quel dialogue. L'État ne peut pas décider seul, les entreprises non plus. Il est indispensable d'intégrer la société civile, qu'il s'agisse des associations, des citoyens... Je pense sincèrement que la société civile détient les réponses à beaucoup de questions.

— Quel rôle peuvent jouer les innovations digitales dans un enjeu aussi crucial que celui de la transition énergétique ?

S.A. : L'informatique au sens large apporte de nombreuses solutions dans cette problématique. Prenons un peu de hauteur : le monde n'a cessé de se complexifier. Aujourd'hui, un aéroport, un hôpital ou des services publics reposent sur des systèmes extrêmement élaborés. Pendant longtemps, les dirigeants ont cherché à accompagner ce mouvement en centralisant les informations et les systèmes de production ou de gestion. Cette façon de voir atteint aujourd'hui ses limites. L'informatique permet au contraire de travailler avec précision, d'aller dans le détail, de sortir d'une logique de centralisation excessive. Vous vous demandez peut-être pourquoi je vous parle de ce sujet à propos de la transition énergétique ?

— Un peu, en effet...

S.A. : Parce que nous allons évoluer vers un système mixant plusieurs sources d'énergie : le nucléaire, le solaire, l'éolien, l'hydraulique... Il faudra donc gérer avec finesse des volumes plus réduits et diversifiés. Le numérique est indispensable dans ce cas de figure. Il en va de même pour la domotique. L'internet des objets peut bouleverser le rapport de chacun à l'énergie parce qu'il permet de mieux comprendre sa consommation et de se responsabiliser. Vous voyez, on y revient. Quand il s'agit de parler de progrès technologique et d'innovation numérique, la notion de responsabilité est absolument centrale.

— La responsabilité serait donc la clé pour passer de la défiance à la confiance...

S.A. : Tout à fait. Sans oublier un autre point qui me paraît déterminant : soyons capables de façonner un imaginaire positif autour des progrès technologiques. D'innombrables romans, films et séries dessinent aujourd'hui un futur apocalyptique dans lequel le numérique sert uniquement à espionner, opprimer, contrôler... Les jeunes générations grandissent avec ces œuvres parfois intéressantes mais surtout inquiétantes. La science doit permettre au contraire de se projeter vers l'avenir, sans angélisme, mais sans caricature non plus.

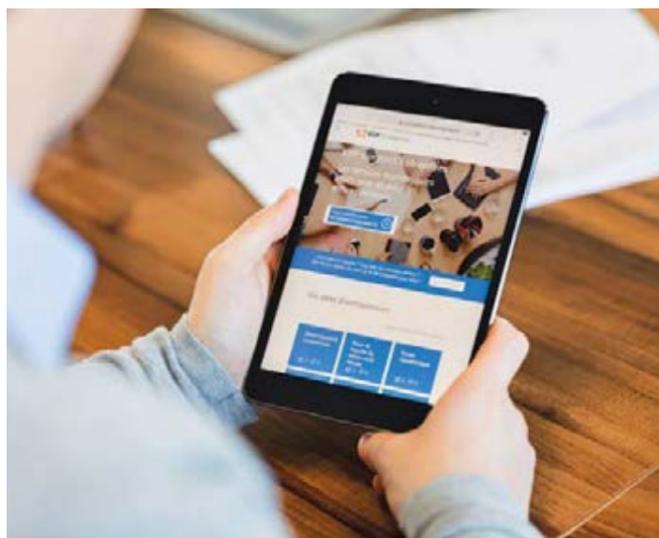
« Face aux innovations digitales, l'homme reste le maître du jeu. »

Serge Abiteboul



Clients

NOUVEAUX USAGES, NOUVELLES EXPÉRIENCES



Et si le numérique rendait chacun acteur de sa consommation ? De plus en plus, les solutions pour augmenter l'efficacité énergétique et permettre de mieux et moins consommer fleurissent. Elles sont portées par le digital et l'essor de la data avec, en toile de fond, un mouvement sociétal de sobriété énergétique. L'enjeu est également économique.

Comment devenir davantage acteur de ses consommations, voire contribuer à l'équilibre du réseau ? Alors que l'autoconsommation d'électricité croît (4 millions de foyers seront autoconsommateurs d'ici à 2035⁽¹⁾), la capacité d'EDF à collecter et interpréter des centaines de milliers de données devient déterminante pour simplifier une complexité nouvelle des usages de l'électricité, plus proche des clients, alliant le déploiement de nouveaux équipements (photovoltaïque, batterie, véhicule électrique, domotique), la volonté d'optimiser les usages de ces équipements et la possibilité de les utiliser pour contribuer à l'équilibre global du réseau (garanti par RTE). Le développement des compteurs intelligents est une brique de ce nouveau système électrique. Il permet au client d'accéder de manière plus régulière et plus simple à sa consommation, voire à des outils le guidant pour réaliser des économies...

Ainsi, EDF a développé un ensemble d'offres et de solutions numériques, notamment à destination des clients particuliers et professionnels pour simplifier leurs démarches, expliquer et conseiller de manière personnalisée leurs usages de l'énergie, voire piloter de manière optimisée les grands usages de l'énergie.

Parcours omnicanal pour plus de réactivité.

En quelques années, les canaux digitaux ont pris une place fondamentale aussi bien dans la prospection et la vente que dans la relation client au quotidien. EDF est devenu un e-commerçant majeur en France et, s'il ne compte plus de boutique physique pour l'accueil des particuliers, il accueille et conseille ses clients par téléphone : les conseillers EDF, tous basés en France, répondent ainsi à environ 1,5 million d'appels clients par mois. L'entreprise poursuit une stratégie phytale pour optimiser les parcours clients, fluidifier les échanges : elle veille à offrir un bon équilibre entre les canaux digitaux et humains, pour favoriser la satisfaction des clients et des prospects et qu'ils puissent contacter EDF au moment adéquat, où qu'ils soient physiquement, et de la manière qui les arrange. Tout est ainsi mis en œuvre pour permettre une navigation sans couture entre les différents canaux et suivre une demande de bout en bout, quel que soit le canal utilisé pour la demande (e-mail, téléphone, formulaire en ligne, etc.).

(1) Source : RTE.

EDF entend notamment combiner la puissance et l'agilité du numérique pour améliorer la qualité et la réactivité du traitement des demandes clients. À l'image de l'IA qui permet de transférer automatiquement et sans erreur aux conseillers spécialisés 90 % des 40 000 e-mails reçus chaque semaine.

La numérisation des métiers est en route.

Impulsée par la feuille de route numérique, la numérisation des processus métiers a déjà pris une place conséquente dans les activités d'EDF. Le Groupe initie de nombreux chantiers pour digitaliser ses processus internes. L'objectif est de simplifier la vie des salariés du Groupe au quotidien et d'être plus performants. C'est le cas, par exemple, pour les processus d'achat avec le développement de l'e-procurement (achats en ligne sur catalogue, directement par l'utilisateur), de la dématérialisation des commandes (250 000 factures papier en moins d'ici à 2020) et des factures fournisseurs (40 % des factures fournisseurs dématérialisées en 2019). Autre domaine d'optimisation : la mise au point d'un outil de signature électronique unique à l'échelle du Groupe. Fin 2019, tous les collaborateurs habilités disposeront d'un outil commun de signature électronique basé sur des certificats d'authentification externes, et d'un parapheur électronique.

10 millions
de visiteurs uniques par mois
sur les sites d'EDF pour les particuliers.
Source : F. Gonci Numérique @EDF.



2/3 des clients EDF
du marché d'affaires
ont un espace client actif.



des Français sont plus attentifs à l'impact des produits qu'ils achètent⁽¹⁾.



27 millions

de factures électroniques émises par EDF en 2017 (sur un total de 156 millions).

46% ⁽¹⁾

de la population âgée de 12 ans et plus se connecte à internet principalement via le smartphone (+ 4 points par rapport à 2017).

31% ⁽¹⁾

estiment qu'internet est trop compliqué à utiliser – 14 points depuis 2017. 40 % d'entre eux souhaitent pouvoir être formés.

30 millions

d'habitants éclairés dans le monde avec MUSE® by Citelum.

25% ⁽¹⁾

des Français sont rassurés par la mise en œuvre du RGPD en mai 2018. Bien qu'inquiète, la majorité d'entre eux n'est pas prête à payer des services qui garantiraient la protection de ses données.

60 000

objets connectés télérelevés chaque jour (iBoard by NetSeenergy).

Quand le numérique crée du chiffre d'affaires.

Si le numérique est un outil au service du business à condition d'utiliser pleinement le patrimoine de données que le groupe EDF peut exploiter avec l'accord des clients, il favorise également l'apparition de nouveaux acteurs dans la chaîne de valeur et intensifie la concurrence. Résultat, les acteurs historiques recherchent des relais de croissance, notamment en se positionnant davantage sur la fourniture de services en sus de la fourniture d'énergie. À l'instar de la nouvelle offre *Izi by EDF*, la nouvelle plateforme numérique qui met en relation des particuliers et des professionnels avec des artisans et des professionnels indépendants du bâtiment pour réaliser des petits travaux ou des projets de rénovation. Source d'économies et d'efficacité, le numérique a aussi cette capacité à créer d'autres relais de croissance, fondés sur de nouveaux modèles économiques. Au cours des dernières années, le groupe EDF a ainsi développé plusieurs activités clients innovantes pour générer de nouveaux revenus. Éclairage intelligent, performance énergétique des bâtiments, maison connectée... les champs de développement sont nombreux. Conçue pour les espaces urbains, MUSE® en est une illustration probante. Cette plateforme collaborative de gestion de l'espace public, commercialisée par Citelum, la filiale du Groupe, dédiée à l'éclairage intelligent et aux services connectés, est opérationnelle dans de nombreuses villes du monde entier, comme Dijon Métropole depuis 2018. Destiné aux bâtiments tertiaires, *iBoard* est proposé par NetSeenergy, le spécialiste du management énergétique et immobilier et de l'IoT. Ce tableau de bord interactif permet de maîtriser les consommations énergétiques des bâtiments tertiaires. Autre exemple : *Edelia* met en œuvre des solutions de suivi et de maîtrise de l'énergie pour les particuliers et les professionnels. Elle opère ainsi une plateforme numérique qui permet à plus de dix millions de clients du groupe EDF de bénéficier d'une gamme de solutions digitales innovantes. Notamment, dans le domaine de la maison connectée.

Pour toutes ces solutions, EDF tire parti de son expérience en termes de cybersécurité pour proposer des solutions au meilleur standard du marché concernant la protection du patrimoine de données.

(1) Source : Baromètre du numérique 2018, Agence du numérique/mission société numérique. Enquête réalisée par le Crédoc auprès de 2 214 personnes représentatives de la population de plus de 12 ans en juin 2018.

e.quilibre

Pour mieux comprendre et être informé plus régulièrement et simplement pour agir sur sa consommation, l'espace client particulier d'EDF intègre des fonctionnalités dites « e.quilibre ». L'appli *EDF & Moi* propose en plus un fil d'actualité pour les clients équipés de Linky. Cette solution permet de suivre quotidiennement et d'être alerté sur ses consommations d'énergie en kilowattheures et en euros, et d'agir pour faire des économies.

Sowee

Pour les clients intégrant de plus en plus de nouveaux usages de l'énergie (domotique, photovoltaïque, véhicule électrique, batterie...), EDF a conçu la station connectée *Sowee*, un gestionnaire d'énergie avec assistant vocal pour piloter toute la maison (et bien plus encore).



Feelpro

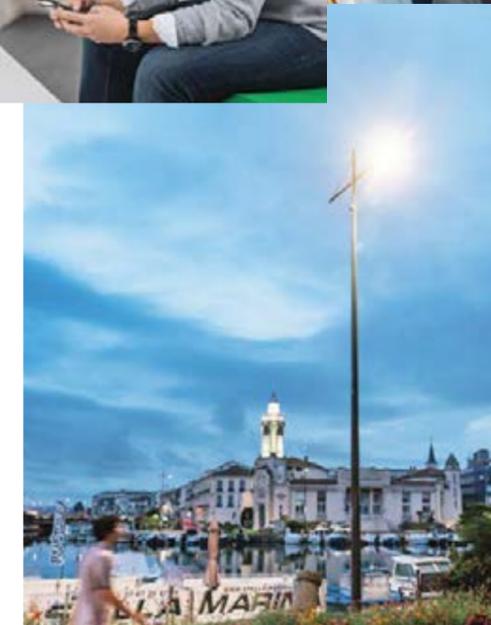
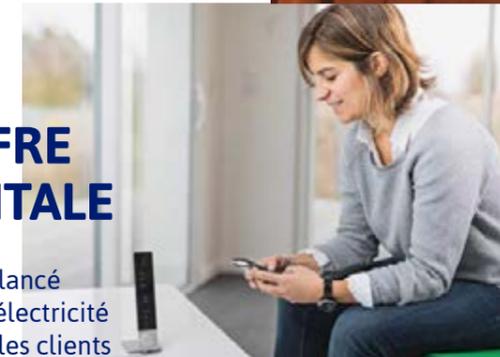
Les petites entreprises bénéficient de *Feelpro*, un outil de diagnostic énergétique adapté à leur secteur : ainsi, un commerçant, un boulanger, un restaurateur peuvent analyser leurs consommations, avoir des conseils et un plan d'action pour réduire leur facture énergétique.

UNE OFFRE 100 % DIGITALE

Fin 2018, EDF a lancé sa première offre d'électricité 100% digitale, pour les clients particuliers souhaitant souscrire et gérer leurs contrats totalement en ligne.

iBoard by NetSeenergy

Au service du *smart building*, l'iBoard permet aux entreprises de suivre et d'optimiser la consommation énergétique de leurs bâtiments. Plateforme digitale disponible en tout lieu, à tout moment, à la fois sur un site web dédié et sécurisé et sur une application mobile, elle informe l'utilisateur sur la consommation en temps réel – en multfluides (en électricité, en eau, en gaz ou en chauffage) et multipostes – et alerte le référent énergie en cas de dépassement du montant du contrat.



MUSE® by Citelum

MUSE® est une plateforme collaborative de gestion de l'espace public. Elle aide les villes à prendre des décisions pour améliorer leur performance énergétique, planifier les interventions de maintenance, à gérer automatiquement l'éclairage public ou encore la gestion du trafic routier. Par exemple, les carrefours sont gérés à distance pour fluidifier la circulation et gérer les priorités entre transports publics et véhicules particuliers.

PRODUCTION ÉLECTRIQUE ACTUELLE
70 % de la production d'électricité mondiale est réalisée à partir de combustibles fossiles, en 2017.

Source : World Energy Outlook 2017, Agence Internationale de l'Énergie.



OBJECTIF :
40 % de la production d'électricité mondiale sera réalisée à partir des énergies renouvelables en 2040.

Source : World Energy Outlook 2018, Agence Internationale de l'Énergie.



22,7%

C'EST LA PART DE CONSOMMATION D'ÉLECTRICITÉ couverte par la production d'électricité d'origine renouvelable en 2018 en France.

Source : Rapport annuel RTE 2018.

70%

DE LA POPULATION MONDIALE habitera en ville en 2050.

Source : ONU.

PAŞ DE TRANSITION ÉNERGÉTIQUE SANS TRANSITION NUMÉRIQUE ?

Avec l'essor des énergies renouvelables et l'émergence de nouveaux usages comme l'autoconsommation, le stockage de l'électricité, les bâtiments intelligents et la mobilité électrique, le système électrique est à l'aube d'un bouleversement majeur dans les prochaines années.

En France, ce mouvement s'inscrit dans la Stratégie nationale bas carbone (SNBC) et la Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE). Il pose surtout la question de l'équilibre de la fréquence sur les réseaux.



Nouvelle donne pour le réseau. D'un réseau à sens unique depuis les centrales de production vers les consommateurs, on évolue vers un réseau qui se ramifie avec des sources de production plus nombreuses. Avec l'essor des énergies renouvelables, la production d'électricité se décentralise, s'individualise et se démultiplie. D'une dizaine d'acteurs, on passe aujourd'hui à des centaines d'acteurs. Demain, ils seront des milliers, voire des millions si l'autoconsommation se démocratise. Tout l'enjeu est d'intégrer ces nouveaux entrants sans dégrader l'équilibre du réseau. RTE (en charge du réseau haute tension) et Enedis (en charge du réseau basse tension), filiales d'EDF régulées et gérées en toute indépendance, doivent s'adapter à ce nouveau paradigme. Celui d'un réseau en partie alimenté par des énergies intermittentes et plus décentralisées. Le numérique a ici un rôle précieux à jouer. Avec lui, l'électricité gagne en agilité. Il rend possible l'intégration à grande échelle des énergies renouvelables sans forcément bâtir de nouvelles infrastructures et il améliore la maintenance prédictive du réseau et encourage la sobriété énergétique de tous.

Les smart grids se multiplient. Ils s'appellent Flexgrid, Smile, You & Grid... Les réseaux intelligents sont des réseaux dynamiques capables de collecter et de traiter rapidement et efficacement de très grandes quantités de données. Ils doivent à la fois faciliter le raccordement et l'exploitation de tous les moyens de production, permettre au consommateur de jouer un rôle actif et augmenter le niveau de fiabilité ainsi que la résilience du système électrique. Bref, ils sont clés pour

◆ Pas de transition énergétique sans transition numérique ?

Vendre au meilleur prix la production d'énergie renouvelable

Plateforme d'optimisation locale, *Agregio* est un agrégateur au service des producteurs d'électricité qui disposent de capacités de production renouvelables et des clients entreprises qui ont des capacités d'effacement. Les premiers sécurisent leurs revenus en limitant l'impact de la fluctuation des prix et de la production sur la valeur de l'électricité et les seconds obtiennent une rémunération s'ils déplacent volontairement leur consommation d'électricité en fonction des besoins du système électrique. *Agregio* fonctionne avec sa propre centrale virtuelle connectée pour piloter en temps réel les installations industrielles de production, de consommation et de stockage des clients. Il contribue ainsi à l'essor des énergies renouvelables en accompagnant les producteurs sur les marchés et en donnant de la visibilité aux investisseurs.



1,2

MILLION
de voitures particulières électriques à l'horizon 2023 en France.

Source : Programmation pluriannuelle de l'énergie.

7 MILLIONS
de points de recharge pour les véhicules électriques en 2030.

Source : site internet Enedis.



VERS 50 %
d'énergies renouvelables dans le mix énergétique en 2035.

Source : PPE.



2035

4 MILLIONS
de foyers autoconsommateurs attendus à l'horizon 2035.

Source : RTE.

2,5 MILLIONS
de logements rénovés en 2023 en France (rénovations performantes ou très performantes).

Source : PPE.



Près de 300 000
données traitées aujourd'hui par RTE en temps réel.

Source : RTE.

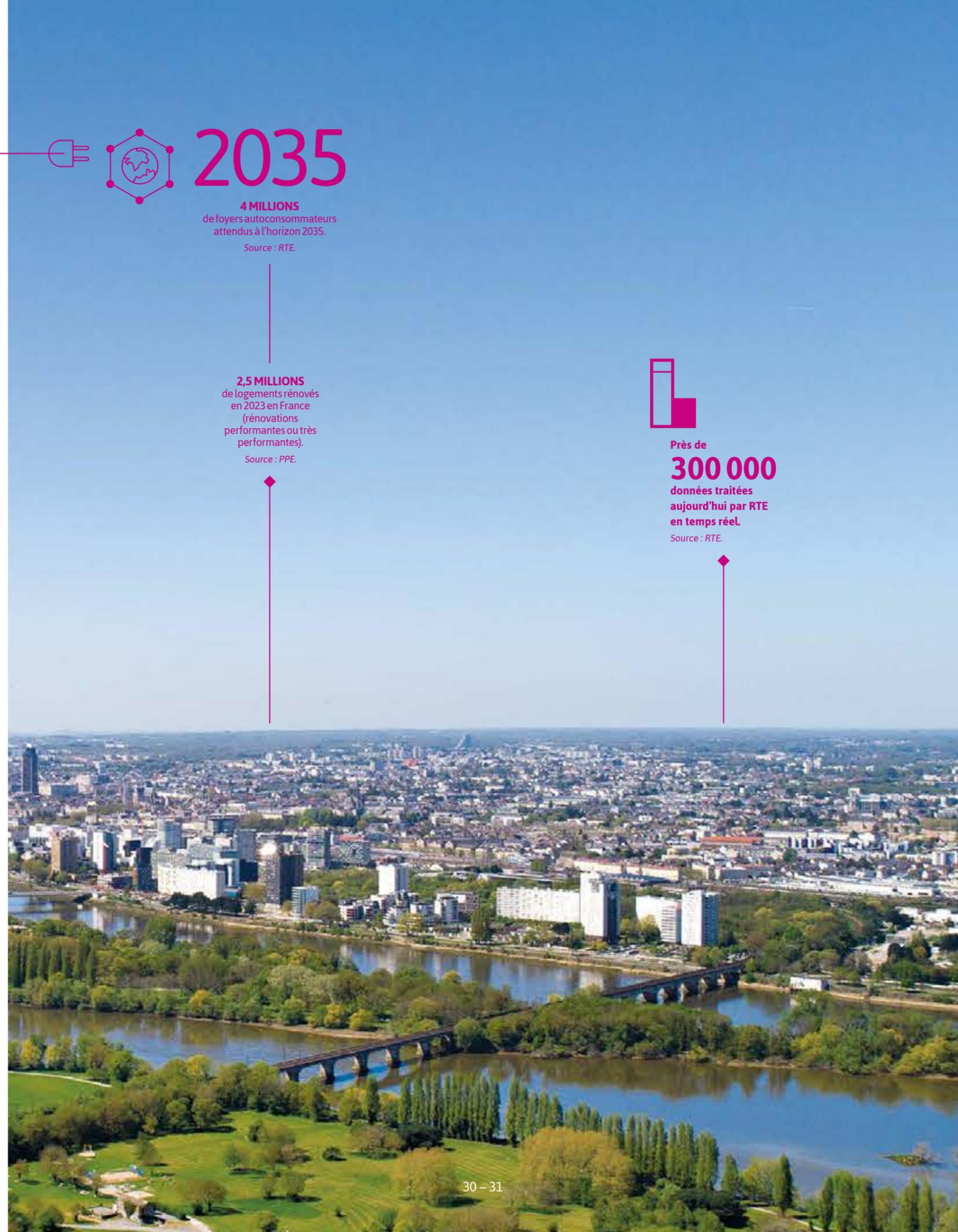
une batterie retient temporairement le surplus de production avant qu'une autre ne la relâche plus loin. Sans avoir eu besoin de construire une ligne supplémentaire et tout en maximisant la production renouvelable et les lignes existantes.

Pour réussir le mariage de l'eau et du Soleil.

Dans le sud-est de la France, c'est une centrale virtuelle, So FLEX'hy, pour « Soleil » « Flexibilité » « Hydraulique », qui est développée. Elle remédie, en temps réel, à l'intermittence des énergies renouvelables. Des énergies présentes en abondance dans les Alpes-de-Haute-Provence avec ses éoliennes, ses fermes solaires comme celles de Manosque, de Sainte-Tulle et des Mées et sa douzaine de centrales hydroélectriques disposées au fil de la Durance et du Verdon. Quand le Soleil disparaît subitement ou n'est pas au rendez-vous, So FLEX'hy fait appel automatiquement aux barrages hydroélectriques de la Durance et du Verdon pour compenser la baisse d'électricité photovoltaïque. En moins de dix minutes, l'électricité produite par les barrages est injectée sur les réseaux sans qu'il y ait eu de rupture de charge. Cette solidarité entre énergies renouvelables et ce pilotage coordonné et automatique évitent la congestion des réseaux quand le Soleil revient soudainement et que de l'électricité y est massivement injectée. Ainsi que le financement et l'implantation dans le paysage de nouvelles lignes électriques pour pallier cette congestion.

accompagner la transition énergétique. Les *smart grids* facilitent l'intégration des énergies renouvelables sur le réseau, des énergies décentralisées et intermittentes, et des consommations aléatoires comme la recharge des véhicules électriques ou les pompes à chaleur. Ils peuvent lisser des pointes de consommation et éviter le recours à des capacités de production plus coûteuses et plus émettrices de gaz à effet de serre. Aujourd'hui, en France, les acteurs construisent une filière des réseaux intelligents avec de nombreux démonstrateurs dans toutes les régions. Outre leur rôle dans la transition énergétique, ils forment une filière industrielle d'avenir pour la France avec 15 000 emplois sur le territoire.

Lignes et centrales virtuelles. Pour rendre le réseau plus flexible et pallier l'intermittence des énergies renouvelables, RTE, opérateur du réseau de transport d'électricité, expérimente des lignes virtuelles en utilisant des batteries de grande puissance pour lever certains types de congestion. Ce concept, baptisé « RINGO », consiste à utiliser des moyens de stockage, placés à plusieurs endroits du réseau, pour réduire le transit sur une partie du réseau, pendant un certain temps, sans perturber l'équilibre offre-demande... Lors d'un pic de production éolienne,





Entretien

« Le numérique nous pousse à nous poser des questions très profondes, qui touchent aux fondements de notre organisation sociale. »

Françoise Soulié-Fogelman

Spécialiste en *data mining*⁽¹⁾ et *big data*, professeure en informatique, elle a enseigné l'IA à l'université chinoise de Tianjin, et fait aujourd'hui partie des experts retenus par la Commission européenne pour concevoir une stratégie dans ce domaine.

(1) *Data mining* : extraction de connaissances à partir de données.

Françoise Soulié-Fogelman a récemment enseigné l'IA pendant trois ans, en Chine. Elle compte aujourd'hui parmi les experts choisis par la Commission européenne pour concevoir une stratégie dans ce domaine crucial. Pour elle, révolution numérique et questions éthiques sont indissociables et alimentent un dialogue essentiel pour l'avenir de nos sociétés. Une IA démocratique, inclusive et respectueuse de la vie privée est-elle possible ?

— Aujourd'hui, nous sommes à l'aube d'une révolution profonde de nos modes de vie dont l'IA sera le moteur et...

Françoise Soulié-Fogelman : Je peux vous interrompre quelques secondes sur ce point ?

— Bien sûr !

F.S.-F. : Simplement pour préciser que l'IA n'est pas une nouveauté ; elle n'en est pas à ses débuts. Portons un regard historique sur cette technologie, ou plutôt ces technologies. Car il existe, pour résumer, deux types d'IA. L'IA symbolique, tout d'abord, qui reprend des enchaînements de raisonnements logiques, transmis par l'homme à la machine, et qui explicite des règles pour prendre une décision. Et l'IA connexionniste, incarnée par le *machine learning*, dont le *deep learning* ou les réseaux de neurones, qui se fonde sur la capacité d'apprentissage des algorithmes à partir de simples données transmises à la machine. Ces deux familles existent depuis 1955. Vous le voyez, il ne s'agit pas à proprement parler de nouveautés. Lors de nos requêtes sur des moteurs de recherche ou de nos achats en ligne, nous sommes déjà entourés par l'IA ; nous vivons déjà avec elle. Mais il est vrai que, depuis plusieurs années, l'IA connexionniste éclipse très largement l'approche symbolique et nous projette dans une nouvelle ère.

— Pourquoi ?

F.S.-F. : 2012 a été un tournant. À cette date, le chercheur canadien Geoffrey Hinton participe au concours ImageNet (une compétition dont le but est de faire reconnaître et classer précisément des objets et des scènes à un ordinateur à partir d'images) et améliore les scores habituels de 15 % en utilisant des techniques de *deep learning* alors que les techniques habituelles ne pouvaient les améliorer que de 1 à 2 %. L'IA connexionniste s'impose alors comme la plus efficace. Mais tous les jours, le nombre de données explose. C'est capital : en 1985, les algorithmes existaient mais la data était beaucoup plus rare. Or, en matière d'IA connexionniste, plus les données sont nombreuses plus un algorithme est efficace. La conjonction entre progrès technologique constant et croissance exponentielle des données décuple le potentiel de l'IA.

— Cette rencontre entre algorithmes et *big data* marque donc une nouvelle étape qui suscite aujourd'hui de nombreuses interrogations, particulièrement sur le plan éthique. Quel regard portez-vous sur ces questionnements ?

F.S.-F. : Ils me paraissent absolument essentiels. Les données peuvent être utilisées d'une bonne ou d'une mauvaise façon par les utilisateurs. Par conséquent, la question éthique se situe au cœur du numérique et ne doit en aucun cas être éludée. Il s'agit d'édicter pour l'IA les principes qu'elle doit respecter pour devenir une technologie



digne de confiance. Quelles sont les valeurs qui nous paraissent indiscutables ? Plusieurs pays membres de l'Union européenne (UE) répondront, notamment, la protection de la démocratie, la lutte contre les discriminations ou encore le respect de la liberté individuelle. Mais d'autres, comme la Chine, par exemple, n'ont pas le même rapport à ces notions, en raison de leur histoire et de leur culture.

— Comment peuvent se concrétiser ces différences, au-delà des principes ?

F.S.-F. : Prenons une illustration concrète. En Chine, il existe un système de score social. L'ensemble des données collectées sur un individu (achats, déplacements, situation financière...) permet d'établir une sorte de notation qui donne – ou, au contraire, limite – l'accès à des services, des produits... Ce système nous choque généralement. Il en va de même, par exemple, avec la reconnaissance faciale. Ce procédé est tout à fait accepté en Chine. Le numérique aujourd'hui nous pousse donc à nous poser des questions très profondes, qui touchent aux fondements de notre organisation sociale. C'est pourquoi, des décisions aussi importantes doivent se prendre au niveau européen pour porter réellement leurs fruits. Ne serait-ce qu'au niveau budgétaire : l'UE peut réaliser des investissements significatifs (son objectif est de 20 milliards d'euros par an), face à des puissances comme les États-Unis ou la Chine. Le leitmotiv, choisi par l'UE, résume parfaitement la position européenne : *AI for good and for all*. Pour tous... il ne faut pas l'oublier. Le numérique doit contribuer à la cohésion sociale et ne pas devenir une technologie de privilégiés. Là encore, il s'agit d'un parti pris éthique fort.

— Parler éthique revient à fixer des limites. Or les limites ne sont-elles pas, par définition, des barrières à l'innovation ?

F.S.-F. : Je ne le crois pas. Bien sûr, nos valeurs ont, en quelque sorte, « un coût ». Un produit qui respecte plus de principes obéit à plus de contraintes. Il est donc plus cher et, à court terme, moins compétitif. Mais, en changeant de focale, en regardant plus loin, la situation s'avère beaucoup moins simpliste. Un produit conçu selon des règles éthiques sera aussi plus rassurant, plus convaincant et, finalement, plus demandé. La mise en place, en Europe, du RGPD est très instructive. Les premiers temps, les critiques ont fusé. « Ce texte va briser les entreprises », « c'est la fin de l'innovation »... Or, aujourd'hui, la Silicon Valley et la Chine abordent les questions éthiques et regardent l'initiative RGPD avec intérêt. L'approche morale des technologies numériques est un stimulateur d'innovation et un pari sur l'avenir, pas une limite.

— Comment faire mieux comprendre l'importance de ces notions afin que le consommateur les intègre dans ses choix ?

F.S.-F. : En misant sur l'éducation. L'informatique entre enfin au lycée et c'est sans aucun doute le meilleur moyen de sensibiliser les jeunes à la question de l'utilisation des données. Les GAFAs (Google, Apple, Facebook, Amazon) ont construit leur immense succès sur leur capacité à innover bien sûr mais aussi, en partie, sur l'ignorance du public en matière d'utilisation des données. La prise de conscience est en cours et ne fera que s'intensifier. Preuve supplémentaire que l'éthique entrera de plus en plus en compte dans le choix d'un service ou d'un produit numérique.

« Les questions éthiques stimulent l'innovation. »

Françoise Soulié-Fogelman

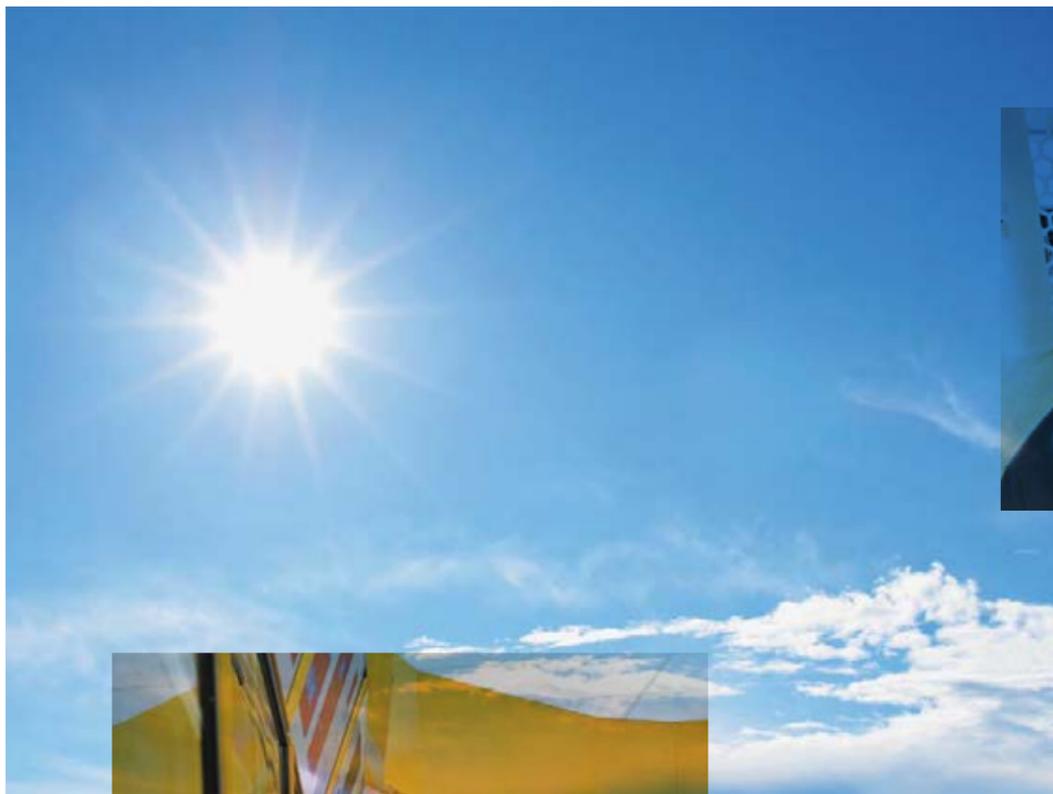
L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Peut-on faire sans ?

Véhicules autonomes, robots, traduction automatique, systèmes prédictifs, *chatbots*... l'IA est déjà partout. Dans les usines, les laboratoires de recherche, à l'échelle d'une ville entière, à la maison et dans toutes les interfaces de programmation applicative que nous utilisons au quotidien avec notre smartphone et qui nous assaillent de suggestions. Avec elle, tout devient *smart*, simple et intelligent. À condition de l'encadrer et de la mettre au service de l'humain, et du progrès.

Grâce à des algorithmes, l'IA permet de construire des systèmes de plus en plus autonomes qui perçoivent et communiquent avec leur environnement, raisonnent, agissent et, au passage, apprennent et s'améliorent. Ils sont notamment capables de résoudre des problèmes complexes non accessibles à l'informatique classique et de s'adapter à des environnements incertains. La puissance de calcul quasi « infinie » du cloud ainsi que les énormes volumes de données désormais disponibles la rendent possible. Quant aux avancées récentes du *deep learning*, un système d'apprentissage itératif, elles ont conduit à des succès majeurs comme dans le domaine de la reconnaissance d'images, mais le chemin à parcourir reste encore important.

IA, un enjeu d'avenir pour la R&D. Maintenance prévisionnelle, conseil augmenté, prévision de consommation pour piloter sa maison connectée et demain optimisation des flottes de véhicules électriques, l'IA au sein du groupe EDF est omniprésente dans le domaine industriel, la relation client, la gestion de l'énergie et des processus internes. La R&D du Groupe, avec plus de 40 data scientists réunis au sein du Data Innovation Lab, est particulièrement présente dans le domaine de la data science, qui vise à produire des connaissances à partir des données numériques.



1. Performance industrielle. Grâce à un système d'IA, Metroscope propose aux clients industriels un diagnostic en temps réel pour augmenter et/ou optimiser la performance de leurs installations en identifiant les aléas, les pannes et les pertes de rendement affectant leurs systèmes d'exploitation. Retenue par la Direction du Parc nucléaire d'EDF, cette solution est en cours de déploiement sur l'ensemble des 58 unités de production nucléaire en France. Quant à l'usine data analytics GECKO, elle vise à tirer profit du grand nombre de documents constituant le retour d'expérience de dizaine d'années d'exploitation du nucléaire via un traitement automatique linguistique.

2. Efficacité énergétique. Dalkia, filiale d'EDF, a mis en place les Dalkia Energy Saving Centers, plateformes interactives pour piloter la consommation des installations énergétiques dans les bâtiments. Dalkia continue à travailler sur une application qui rassemble toutes les données énergétiques de chaque site. L'application comprend des algorithmes d'IA qui faciliteront l'identification des dérives de performance et le ciblage des sites à traiter en priorité.



3. Conquête client. Dans le cadre de son projet Automate robot intelligence artificielle lancé par EDF Commerce, EDF mène un important travail d'analyse des données pour comprendre les services et les produits susceptibles d'intéresser un prospect. Dans cet esprit, le Groupe s'est rapproché de la *start-up* ZenWeShare⁽¹⁾, qui utilise l'IA pour optimiser la relation client. En quelques secondes, son algorithme permet aux sites internet d'adapter leur interface, en temps réel, en fonction de la navigation et du profil de chaque visiteur. Cette solution renseigne, par exemple, sur le canal de communication préféré d'un prospect/internaute et sur les thématiques qui lui tiennent à cœur. Pour mieux s'adresser ensuite à lui.

(1) ZenWeShare s'appelle désormais Dotaki.

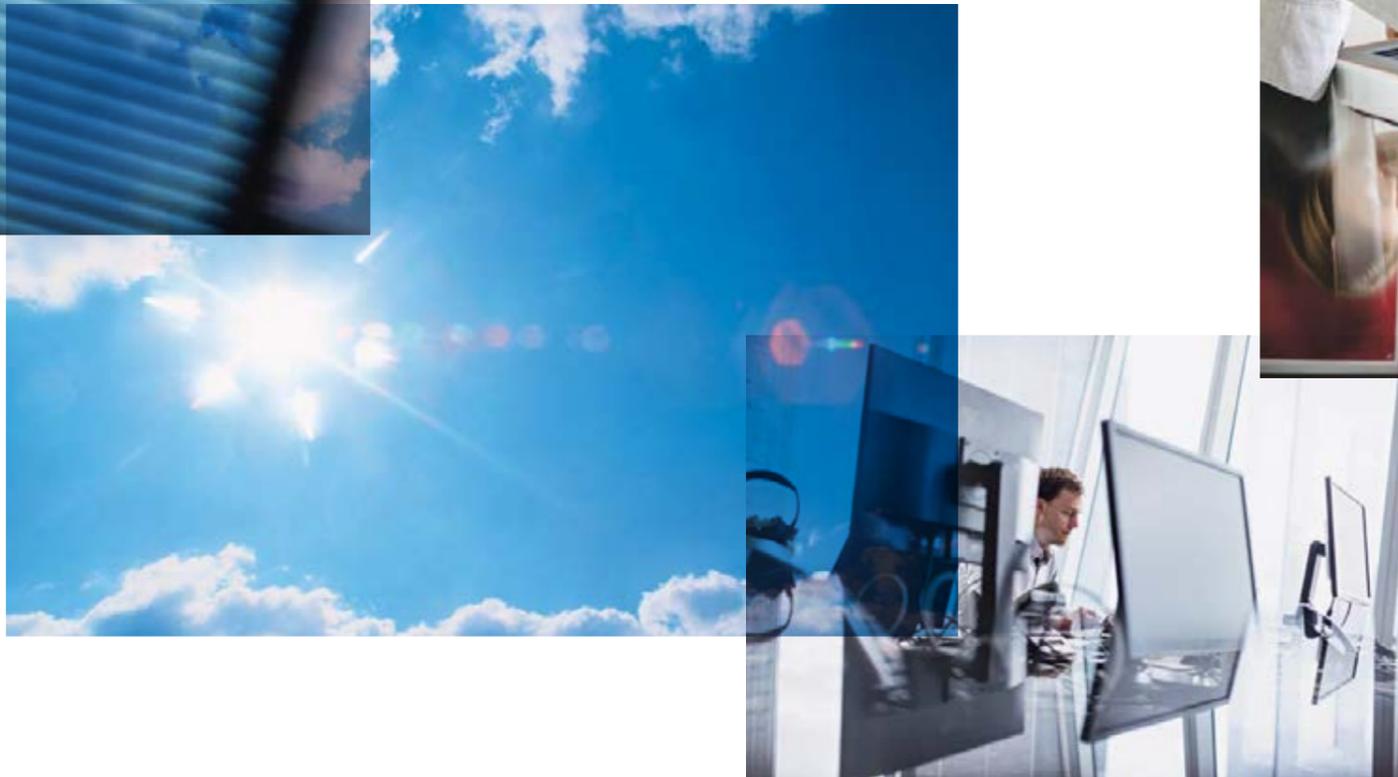


4. Bien-être au quotidien. Avec l'émergence de l'internet des objets, l'IA est présente dans toutes nos pièces. Elle se nourrit des capteurs qui, progressivement, envahissent nos intérieurs. C'est le cas des détecteurs de présence et des thermostats connectés, qui, reliés au système de chauffage, servent à réguler et à piloter la température. Quant aux applications, logées dans les enceintes connectées et dans nos smartphones, elles fonctionnent toutes avec de l'IA. À l'instar de la station connectée Sowe, lancée par EDF, et dotée de l'assistant vocal d'Amazon, Alexa, pour piloter son confort à la maison.



5. Confort au travail et appui aux métiers.

L'IA supprime de nombreuses tâches quotidiennes répétitives et fastidieuses. De nombreux sites Internet proposent ainsi, aujourd'hui, une messagerie hyperréactive. À chaque question posée, une réponse s'affiche dans la seconde. Il s'agit, en fait, d'un programme informatique qui a collecté l'ensemble des questions possibles et des mots correspondants, afin d'apporter une réponse pertinente. Chez EDF, l'IA est déjà largement utilisée pour fluidifier les processus internes et les interactions avec les clients, les fournisseurs et les collaborateurs du Groupe. C'est vrai, par exemple, du chatbot de la fonction juridique, capable de répondre à près de 6 000 questions et d'aider les salariés à rédiger de manière autonome des contrats. D'autres initiatives émergent partout dans l'entreprise, à l'image du service compatibilité, qui s'est doté de robots pour automatiser le travail de rapprochement comptable et le contrôle des factures adressées par les producteurs d'énergie renouvelable qu'EDF leur rachète, du bot Agathe, qui traite automatiquement les e-mails des fournisseurs, ou encore de ChatOA, qui répond aux questions des petits producteurs photovoltaïques indépendants.



VOUS AVEZ DIT BLOCKCHAIN ?

Rarement une nouvelle technologie, aussi jeune soit-elle, aura suscité autant de débats, d'enthousiasme et une certaine appréhension. Il faut dire que la blockchain, méconnue du grand public, a de quoi interpeller.

De l'immobilier à la finance en passant par l'énergie... tous les secteurs, ou presque, sont concernés. À tous, elle apporte une réponse dans un contexte de désintermédiation et d'émergence d'une économie d'échanges pair-à-pair (peer-to-peer). En quoi consiste-t-elle ? On pourrait la définir comme une nouvelle façon de stocker de l'information, de la préserver sans possibilité de la modifier, d'y accéder et d'y intégrer de nouveaux éléments devenant, à leur tour, infalsifiables. De fait, les questions de sécurité, si aiguës dans l'informatique centralisée, sont avec elle radicalement modifiées.

Confiance et traçabilité. Les applications de la blockchain dans le domaine de l'énergie sont aussi nombreuses que diverses. De fait, cette technologie pourrait contribuer au développement de l'autoconsommation collective et des *micro-grids* en réglant une partie des problèmes liés aux transactions entre les clients/producteurs de ces communautés énergétiques. Dans le domaine de la voiture électrique, elle pourrait faciliter le processus de facturation d'un usager qui chargerait sa batterie au cours de son déplacement. Le montant de la transaction étant automatiquement prélevé sur le compte

de l'automobiliste via son smartphone au profit du fournisseur d'électricité ou de l'opérateur de recharge. En mai 2019, la Caisse des Dépôts, EDF, Engie et La Poste ont annoncé le développement d'une infrastructure blockchain pour simplifier et sécuriser les informations liées aux individus et aux entreprises, pour faciliter les démarches demandant des vérifications d'identité tout en laissant aux personnes privées et morales la main sur leurs données. Cette plateforme, appelée « Archipels », commercialiserait d'abord un service de certification documentaire offrant à ses clients une solution pour garantir l'authenticité des documents de type facture.

Quel est le lien entre la technologie blockchain et l'énergie ? Cette technologie, conçue pour gérer les cryptomonnaies et sécuriser les transactions, fait ses débuts dans le secteur énergétique. Échange avec Gilles Deleuze, chercheur senior à la R&D EDF Lab Saclay.

La blockchain : lame de fond ou bulle ?

Gilles Deleuze : La blockchain est aujourd'hui une réalité technique, mais il est encore trop tôt pour parler de révolution. D'autant que la blockchain n'est, au fond, qu'une famille de protocoles informatiques et d'algorithmes, ce sont les applications qu'elle permettra de faire émerger qui décideront de son intérêt. Si l'enveloppe est prometteuse, c'est bel et bien le contenu qui dictera l'avenir de la technologie. Son avantage est d'émerger à un moment où d'autres révolutions sont à l'œuvre dans le domaine énergétique et avec lesquelles elle peut s'articuler. C'est en combinant la blockchain avec de nouveaux paradigmes que pourront véritablement émerger de nouveaux modèles de consommation, voire un renouvellement de notre système énergétique.

Quels sont les atouts de la blockchain ?

G.D. : La décentralisation est au cœur du projet de blockchain. Alors que la tendance de fond est à la centralisation de l'information, à l'image des banques pour la finance ou des GAFAs, la blockchain est fondée sur la répartition des informations et des responsabilités entre de nombreux acteurs, chacun participant à l'équilibre du système entier. Cette décentralisation s'opère, en revanche,

dans le domaine énergétique, avec la montée en puissance des énergies renouvelables et de l'autoconsommation. Dans le futur, la gestion de l'énergie sera peut-être confiée au grand public. Si l'autoconsommation reste une perspective, la massification d'une telle démarche n'est pas encore d'actualité. Elle passe par une démocratisation de la blockchain qui, dans un contexte de fake news, peut consolider le lien entre le consommateur et l'entreprise. Elle a notamment pour qualité d'apporter des garanties sur l'origine de l'énergie grâce au suivi de la production en temps quasi réel.

À quelles conditions la blockchain peut-elle émerger ?

G.D. : Il lui manque surtout un cadre légal dont l'absence freine le développement de projets. Notamment, pour définir le partage de responsabilités dans un système décentralisé, formé d'acteurs autonomes. Une fois ce cadre posé, la solution pourrait bien provenir des *utility tokens*, cette unité de compte numérique qui combine et dépasse les systèmes de paiement, les points de fidélité, les actions et le *crowdfunding*. Ces unités de compte pourraient prendre la forme de kilowatts convertissables en biens ou en services, au sein de communautés d'intérêt.

R3,
le consortium de blockchain le plus connu, compte environ 100 institutions financières.

Source : Infographie issue du livre blanc Comprendre la blockchain, U Change, mai 2018.

En 2024,
le marché de la blockchain devrait atteindre 20 Mds\$ (contre 315 M\$ en 2015).

Source : Transparency Market Research, mars 2018.

Libra,
la blockchain de Facebook, pourrait autoriser jusqu'à 1 000 transactions par seconde (contre 7 pour le bitcoin).

Source : livre blanc Bienvenue à la Libra, Facebook, juin 2019.

La data forme un patrimoine stratégique pour l'entreprise. Ces données sont à la fois son carburant et sa matière première pour créer de la valeur.

LA DATA UN PATRIMOINE INESTIMABLE... POUR L'ENTREPRISE

On distingue la data de production, la data commerciale ou tertiaire. Les métiers de la production disposent d'une abondante quantité de données. Aujourd'hui, le nucléaire compte bien utiliser ses 2 000 années-réacteur de données⁽¹⁾ pour diminuer les volumes de maintenance, les arrêts fortuits et augmenter le rendement des installations.

Un pot commun pour les producteurs. Ce patrimoine, EDF entend bien l'exploiter et le faire fructifier en créant un catalogue de données du Groupe et en définissant des responsables des données. Lancée en 2018, l'usine data analytics pour la production valorise les données en appui des producteurs grâce à l'IA, aux techniques de *data science*, en s'appuyant sur les technologies de *big data* et, bien sûr, sur l'expertise des métiers. Cette usine regroupe sur un plateau une vingtaine de personnes aux compétences informatiques, mathématiques et métiers pointues. Inventoriées, triées et classées, les données peuvent désormais être analysées grâce à la puissance de calcul des algorithmes et aux compétences

des experts de la donnée. Cette usine contribuera à éviter les arrêts de production non programmés et à limiter les coûts de maintenance de certaines interventions. Elle se concrétise par la réalisation de 20 à 30 cas d'usage par an. À l'instar du colmatage des générateurs de vapeur.

À chacun son lac de données. Si les producteurs d'énergie se sont regroupés au sein de l'usine data analytics pour la production, chaque producteur et chaque entité se dotent de son propre lac de données, comme les activités tertiaires, le nucléaire avec son *data lake Espadon*, qui contient des centaines de téraoctets de données issues de l'exploitation ou de la maintenance, et les énergies renouvelables avec RED. Cette plateforme numérique regroupera l'ensemble des informations (données de vent, production, localisation...) issues du portefeuille renouvelables du Groupe, dans le monde entier. Soit plus de 22 000 MW répartis sur une vingtaine de pays, accessibles au même endroit. L'accès à cet important volume de données, compatible avec une approche *big data*, permettra de mieux comprendre le comportement des parcs, d'anticiper les anomalies et d'améliorer la performance, de prendre le contrôle-commande des actifs, en temps réel, à partir des enseignements tirés de la data science, ou encore d'analyser la production et la consommation en énergie des clients, pour mieux répondre à leurs besoins.

Les photos aussi. Recenser et détourner des objets dans des milliers de photos... Leonard est un algorithme capable d'analyser les photos d'un bâtiment artificiel et de détourner tous les composants selon leur catégorie. Composé de deux réseaux de neurones profonds de dernière génération qui se complètent pour détecter la quasi-totalité des composants, des calorifuges aux robinets incendie, il facilite considérablement le travail des ingénieurs de la maintenance et de la déconstruction des centrales nucléaires.

RED

la plateforme qui regroupera l'ensemble des informations issues du portefeuille renouvelable du Groupe.



⁽¹⁾ 2 000 années réacteur signifie que les 58 réacteurs nucléaires totalisent 2 000 années de fonctionnement depuis leur mise en service... et ont donc généré une quantité phénoménale de data.

La cybersécurité,

UNE QUESTION DE SURVIE POUR LES ENTREPRISES

Par sa taille, la sensibilité de ses installations et l'immense quantité de données accumulées depuis des dizaines d'années, le groupe EDF est particulièrement vigilant à mettre en place une politique de cybersécurité et de protection des données très robuste. Elle s'appuie, notamment, sur un centre de sécurité opérationnel, capable de détecter et repousser les intrusions sur son SI. Le challenge est triple : concilier cybersécurité et agilité, s'assurer du niveau de sécurité des applications métiers et des infrastructures IT et se mettre en conformité réglementaire. Pour minimiser les coûts liés à la sécurité, l'accent est mis sur le design des SI. Pourquoi ? Parce que plus on avance (intégration, recette et production), plus les coûts augmentent. Le sujet de la « sécurité *by design* » était d'ailleurs au cœur de la troisième édition de la plénière Cybersécurité, organisée en mars 2019 par le Groupe.



« Aujourd'hui, la cybersécurité est devenue stratégique pour les entreprises tant les attaques et les dysfonctionnements peuvent engendrer de graves conséquences matérielles, financières et humaines. Je suis chef de projet au sein du projet "CYNERGIE" (Cybersécurité iNnovation Et Recherche pour le Groupe Industriel EDF). Lancé début 2018, ce projet réunit des experts en cybersécurité de la R&D d'EDF, de l'Institut Mines-Télécom, du LAAS-CNRS et des représentants des métiers du Groupe. Ensemble, nous travaillons au développement de techniques nouvelles, destinées à mieux sécuriser nos infrastructures industrielles. En matière de cybersécurité, tout évolue très vite. Les attaquants cherchent toujours à avoir une longueur technique d'avance et nous devons relever ce défi en permanence. »

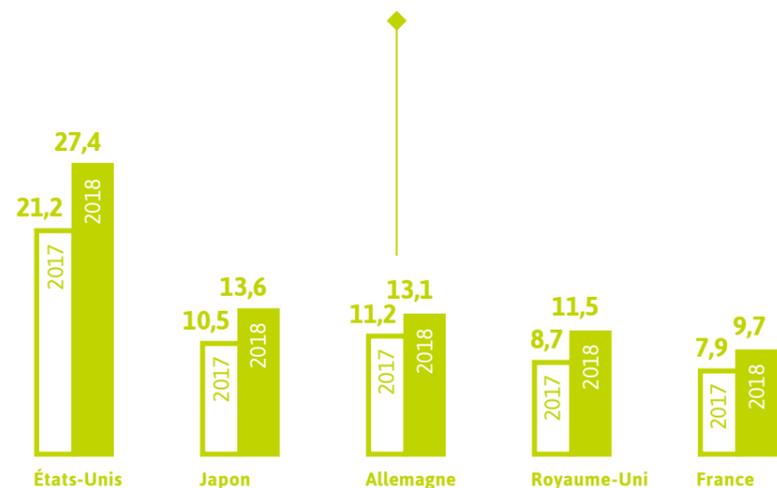
Youssef Laarouchi,
spécialiste en cybersécurité





Les coûts liés à la cybercriminalité

en millions de dollars



Source : Les Échos.

20 M€

Amende maximale pour les entreprises qui n'auraient pas respecté les règles de collecte et de conservation des données personnelles des tiers.

Source : RGPD.

600 Mds\$

Coût annuel de la cybercriminalité = 0,8% du PIB mondial.

Source : Center for Strategic and International Studies.

40 secondes

Fréquence des attaques sur les entreprises 2017 par ransomwares (technique qui empêche l'accès aux appareils moyennant une rançon pour lever ce blocage).

Source : Association of Certified Fraud Examiners.



Ilan Gracier est un hacker. Il pirate les systèmes informatiques des entreprises, des hôpitaux ou des administrations. Mais il le fait en accord avec leur direction pour permettre aux organisations de se renforcer. Ce rôle est celui du white hat, ou hacker bienveillant. Il nous livre son analyse des risques et des espoirs dans nos sociétés digitales.

Le hacking est une menace. Mais de quelle ampleur ?

Ilan Gracier : Il n'existe pas de chiffres ou d'études officielles mais une chose est sûre : la tendance est à l'augmentation des attaques. Durant les trois dernières semaines (l'interview a été réalisée début juillet 2019), trois villes importantes des États-Unis ont été hackées. Elles ont dû ensuite payer des rançons élevées pour récupérer leurs données, sans parler des problèmes occasionnés par l'interruption de plusieurs services publics. Le piratage prolifère, car il repose sur un excellent business model. Ce n'est pas très cher (un bon virus s'achète 20 000 euros environ sur le Net), les gains sont rapides et le marché ne cesse de s'élargir : l'informatique est désormais centrale dans toutes les organisations. Et chaque ordinateur constitue une porte d'entrée potentielle pour un hacker.

Vous vous présentez comme un white hat, un hacker bienveillant. De quoi s'agit-il ?

I.G. : Le white hat lance des attaques en accord avec les dirigeants d'une entreprise ou d'un service public... Seule une poignée de personnes est au courant quand nous menons notre offensive. Nous mettons ainsi en lumière les failles des systèmes informatiques. Cela nécessite bien sûr une confiance totale entre tous les acteurs. J'ai débuté cette activité il y a six ans pour l'administration israélienne, pour leur montrer qu'ils étaient forts mais peut-être pas autant qu'ils le pensaient. Je me suis lancé parce qu'il s'agissait d'un sujet important, d'intérêt commun. Et puis, soyons francs, parce que c'était aussi excitant que le « mauvais » hacking sans passer du côté obscur de la force. Le white hat porte ses fruits. Après nos interventions, les organisations et les pratiques évoluent.

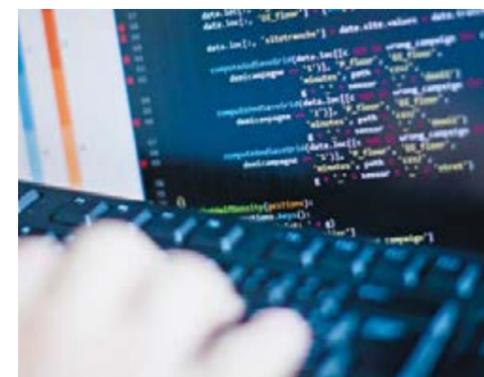
Pourquoi les « mauvais » hackers sont-ils si performants ? Ils semblent toujours avoir une longueur d'avance...

I.G. : Il ne s'agit pas de performance. La défense est simplement beaucoup plus difficile que l'attaque. Vous devez sécuriser au quotidien chaque ordinateur, chaque messagerie, veiller à l'application des bonnes pratiques par chaque collaborateur : une tâche considérable ! Alors que, à l'instar des terroristes, les hackers attaquent quand ils le souhaitent, à n'importe

quel endroit et n'importe quel moment. Ils peuvent aussi s'y reprendre à plusieurs fois pour atteindre leur but. L'exigence n'est pas la même.

Hacking et technologie sont-ils intrinsèquement liés ? Plus on innove, plus on augmente les zones de risques, les failles exploitables par les pirates...

I.G. : J'aime la technologie, elle permet des progrès indispensables, mais je pense simplement qu'elle est souvent mal utilisée ou de façon naïve. Aujourd'hui, par exemple, toutes les données sur une personne sont disponibles via Facebook. Et il suffit de télécharger une pièce jointe inconnue pour lancer une attaque. Chacun doit donc être plus conscient des risques, plus réaliste et responsable. Mais je reste optimiste. La voiture a changé le monde, bouleversé les échanges et la mobilité. Comme toutes les grandes innovations, elle comportait une part de risque. L'industrie automobile n'a généralisé la ceinture de sécurité que dans les années 1960. Puis est venu l'airbag. En matière d'informatique et de digital, nous avons aujourd'hui trop de ceintures de sécurité et aucune n'est totalement efficace. Mais nous allons finir par trouver le bon système.



« Chaque ordinateur constitue une porte d'entrée potentielle pour un hacker »

Ilan Gracier
Hacker bienveillant

ÇA CHANGE TOUT

Des revues sur les grands enjeux
de la transition énergétique.



Revue n° 1 – juillet 2019



Revue n° 2 – octobre 2019



Revue n° 3 – à paraître
en décembre 2019



Des plateaux radio pour explorer
et questionner les grands bouleversements
à l'œuvre, à l'heure du tout numérique, avec deux invités :
Françoise Soulié-Fogelman, spécialiste
en *data mining* et *big data*, ainsi que Étienne Klein,
physicien et philosophe des sciences. 

Des interviews avec des personnalités,
experts... qui « changent tout ». 

Des solutions bas carbone à découvrir sur [edf.fr](https://www.edf.fr)



Revue n° 2 – octobre 2019 Conception éditoriale : Direction de la Communication. Conception-réalisation : HAVASPARIS. Dépôt légal : ISSN en attente.
Rédaction : Antoine Blachez. Illustrations : Satoshi Hashimoto – Dutch Uncle. Crédits photographiques : © CAPA/Alexandre Dupeyron (p. 4, 5, 6, 20, 21, 23, 32, 33, 35),
© EDF/Denis Allard (p. 8, 9, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 38, 39, 44, 46, 47), © EDF/Marc Caraveo (p. 16, 17, 43), © EDF/Adrien Daste (p. 27, 39), © EDF/Jean-Lionel Dias
(p. 16, 24, 29), © EDF/Philippe Eranian (p. 45), © EDF/François Fèvre (p. 37), © EDF/Lewis Joly (p. 8, 9), © EDF/Guillaume Murat (p. 27), © EDF/Alexis Morin (p. 14, 15, 45),
Getty Images – Narvikk – iStock (p. 46), © EDF/Jean-Luc Petit (p. 42, 4^e de couverture), © EDF/Xavier Popy (p. 10, 19, 30, 37), © EDF/Christel Sasso (p. 27), © EDF/Solis
Images – Shutterstock (p. 25), © Getty Images / bgfoto (p. 37) / Valery Inglebert – EyeEm (p. 28, 29, 31) / ooyoo (p. 38) / PixelFit (p. 27) / Xinzheng (p. 8, 9).



L'essor du numérique est-il en train de créer une nouvelle révolution industrielle ?

La réponse est OUI. La preuve avec le déploiement déjà bien engagé de l'usine 4.0 dans de nombreux secteurs d'activités. Notamment, pour la production électrique. Si ces innovations technologiques questionnent la relation homme-machine avec de nouveaux métiers à la clé, elles suscitent aussi de profonds changements sociétaux. Mais toutes les innovations numériques sont-elles pour autant synonymes de progrès ? Au sens de bien collectif et d'un futur meilleur. Un sujet auquel s'intéresse Étienne Klein, physicien et philosophe, alors que le progrès, lui-même, tend à être source de méfiance, voire de défiance dans l'opinion publique.

P. 04

La transition énergétique est-elle possible sans le levier numérique ?

Selon Serge Abiteboul, informaticien et chercheur, le numérique est indispensable pour gérer avec finesse des volumes plus réduits et des sources d'énergie diversifiées comme le solaire, l'éolien, l'hydraulique et le nucléaire. Il contribue surtout à rendre chacun davantage acteur de sa consommation d'énergie. Pour EDF, c'est aussi une formidable opportunité d'enrichir sa relation avec ses clients et d'inventer de nouveaux services, source de croissance pour le Groupe et d'économies pour les entreprises, les collectivités et les particuliers. À condition de poursuivre la numérisation de nombreux processus métiers et d'accompagner les collaborateurs dans cette transformation.

P. 20

IA, blockchain, big data... À quoi servent-elles ? Quel est leur degré de maturité ?

Elles nous obligent « à nous poser des questions centrales qui touchent aux fondements même de notre organisation sociale », comme le souligne ici Françoise Soulié-Fogelman, spécialiste en *data mining* et *big data*, professeure en informatique. Pour EDF, les enjeux sont aussi de taille, à l'image de son patrimoine de data, que le Groupe a réuni au sein de ses « lacs de données » pour optimiser ses parcs de production. De la data qu'il convient de protéger. C'est tout l'enjeu de la cybersécurité abordée notamment dans ce numéro par le white hat Ilan Gracier.

P. 32



EDF
22-30, avenue de Wagram
75382 Paris Cedex 08 – France

SA au capital de 1 525 484 813 euros
552 081 317 RCS Paris

www.edf.fr