

# THE **AGILITY** EFFECT

MAGAZINE

SOLUTIONS  
POUR DATA  
CENTERS VERTS

AGILITY LEADER  
PARTICULES  
ÉLÉMENTAIRES

GRABIT,  
L'AMI  
CYBERSÉCURITÉ

VACCINS COVID-19

## LE MARATHON DE L'INDUSTRIE PHARMACEUTIQUE



**AGILITY PICTURE**

**20 MINUTES POUR INSTALLER UNE UNITÉ MOBILE DE SOINS D'URGENCE**  
4

**AMSTERDAM ACCÉLÈRE VERS LA VILLE CIRCULAIRE**  
6



**24 H DU MANS : UNE BATTERIE ULTRARAPIDE**  
9

**L'AMÉNAGEUR URBAIN DE DEMAIN SERA D'ABORD UN INTÉGRATEUR**  
10

**LE BÂTIMENT S'OUVRE AUX USAGES MULTIPLES**  
12



**DES SOLUTIONS POUR DES DATA CENTERS PLUS « VERTS »**  
15

**AGILITY LEADER**

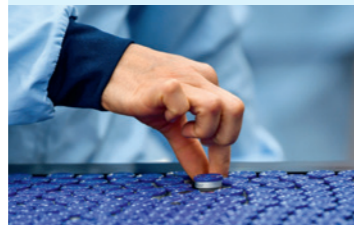
**EMMANUELLE DUEZ, LA FORCE DES PARTICULES ÉLÉMENTAIRES**  
18



**AGILITY FOCUS**

**LE MARATHON DE L'INDUSTRIE PHARMACEUTIQUE**  
21

**PRODUCTION DE VACCINS : UN IMPÉRATIF DE TECHNICITÉ ET DE FLEXIBILITÉ**  
22



**LES DÉFIS DES SALLES BLANCHES**  
26

**LE FROID, UN ENJEU STRATÉGIQUE**  
28



**L'INFORMATIQUE, GARANT DU DERNIER KILOMÈTRE**  
30

**LE STOCKAGE DE DONNÉES AU COEUR DE LA PRODUCTION**  
32

**PROTÉGER LA SANTÉ GRÂCE À LA TRAÇABILITÉ NUMÉRIQUE**  
34

**GRABIT, LE COBOT QUI SENSIBILISE À LA CYBERSÉCURITÉ DANS LES USINES**  
36



**DEVOPS, DE L'AGILITÉ DANS LES DÉPLOIEMENTS LOGICIELS**  
39

**LA LIVRAISON ÉLECTRIQUE DANS LES STARTING-BLOCKS**  
40



**VINCI ET PARIS TECH ACCÉLÈRENT DANS LA RECHERCHE APPLIQUÉE**  
41

**COMMENT VINCI ENERGIES AMÉLIORE L'ACCÈS À L'EAU EN AFRIQUE**  
42

**LE STOCKAGE AU SERVICE DE L'ÉQUILIBRE DES RÉSEAUX ÉLECTRIQUES**  
45

**AGILITY OPINIONS**

**PRIORITÉ À LA PRÉVENTION POUR QUE VOUS ET VOTRE ORDINATEUR RESTIEZ EN BONNE SANTÉ**  
46

**AGILITY PICTURE**

**LE ROYAUME DU PORTO PILOTÉ PAR LA DATA**  
48

La période que nous traversons aujourd'hui peut être perçue comme un moment propice aux transformations : aux nôtres et à celles de nos clients, partenaires et fournisseurs. Elle nous permet également d'identifier ce qui est essentiel et ce qu'il faut préserver, ainsi que notre besoin d'actions collectives. Depuis quatre ans maintenant, nous relatons dans *The Agility Effect* des exemples de transformations et de mutations, qui caractérisent finalement notre capacité collective à résister et à nous adapter face aux défis, qu'ils soient énergétiques et climatiques, et récemment sanitaires. Entre réchauffement climatique et raréfaction des ressources naturelles, notre ambition environnementale adresse une immense attente. Il s'agit en effet de trouver, dans une logique partenariale avec nos clients, les solutions qui mènent à la décarbonation de nos économies. Pour VINCI Energies, c'est un véritable chantier de transformation à long terme. Il est au cœur de la stratégie de nos entreprises, avec une stratégie de croissance résolument tournée vers l'avenir et le recrutement de talents, l'acquisition d'expertises, et l'intégration d'entreprises qui vont nous permettre de relever ces défis. C'est dans la mise en réseau de l'intelligence, de la créativité et de l'inventivité de chacun que nous trouverons un chemin plus durable.

Je vous souhaite une bonne lecture.

Arnaud Grison  
Président-directeur général de VINCI Energies



## AGILITY PICTURE

# 20 MINUTES POUR INSTALLER UNE UNITÉ MOBILE DE SOINS D'URGENCE

Pour soulager son service d'urgence qui, durant la deuxième vague de Covid-19, commençait à saturer face à l'afflux de patients, le centre hospitalier de la côte basque à Bayonne (Pyrénées-Atlantiques, France) a accueilli en novembre 2020 un hôpital mobile unique en son genre : l'Unité mobile polyvalente Europe Occitanie. Conçue en partenariat avec Cegelec Défense, cette unité de soins a été installée en seulement 20 minutes avec tout l'équipement nécessaire pour traiter simultanément 10 malades en urgence relative et 8 en urgence absolue.

# AMSTERDAM ACCÉLÈRE VERS LA VILLE CIRCULAIRE

**La capitale des Pays-Bas s'est fixé une feuille de route exemplaire pour atteindre une économie totalement circulaire d'ici à 2050, par une maîtrise des chaînes de production et de consommation.**

Voilà cinq ans qu'Amsterdam a amorcé un changement de cap majeur en décidant d'échanger le traditionnel modèle de développement linéaire contre un projet d'économie circulaire, afin de ne pas épuiser complètement les ressources de la Terre.

Les solutions mises en œuvre passent par la réutilisation des différents matériaux et en premier lieu des matières premières. En réduisant les déchets au minimum, en recourant aux énergies renouvelables, l'économie circulaire facilite l'atteinte des objectifs climatiques, affirme le rapport adopté par la ville d'Amsterdam *Stratégie circulaire 2020-2025*.

Cette feuille de route s'inscrit dans le droit-fil des expérimentations menées par la ville dans le domaine de la construction, notamment avec le nouveau quartier construit selon des normes circulaires près de l'aéroport international de Schiphol.



Elle décrit les actions à mener pour réduire de moitié l'utilisation de nouvelles matières premières d'ici à 2030 et s'inscrire dans une économie complètement circulaire d'ici à 2050. Ce plan stratégique est basé sur les résultats du travail réalisé avec l'outil City Circle Scan, qui a identifié les secteurs dans lesquels la ville pouvait accomplir des progrès significatifs en mettant en œuvre des business models correspondant à des solutions durables. La construction et le traitement

des déchets organiques ont été retenus comme des moteurs potentiels de la transition. Les retombées possibles de l'investissement dans ces deux domaines ont été chiffrées. La mise en œuvre de stratégies de réutilisation des matériaux peut créer 85 millions d'euros de valeur par an tandis qu'un traitement plus efficace des flux de déchets organiques peut rapporter chaque année 150 millions d'euros, indique le rapport. Les économies de matériaux pourraient s'élever à près de 900 000 tonnes par

an, un montant à rapporter aux importations annuelles pour la région qui se montent à 3,9 millions de tonnes. Des effets sur l'emploi sont aussi attendus : les gains de productivité devraient se traduire par la création de 700 postes dans la construction et de 1 200 dans l'agro-alimentaire.

## Réduire la logistique

Le plan stratégique 2020-2025 fixe une feuille de route pour chacune des chaînes de valeur qui

charpentent l'économie circulaire : l'alimentaire et les flux de déchets, les biens de consommation et le bâti. Pour fournir un système alimentaire durable, le plan privilégie les circuits courts, vise la consommation de produits régionaux par la stimulation de l'agriculture circulaire et de l'agriculture urbaine.

*Les secteurs de la construction et du traitement des déchets organiques ont été retenus comme des moteurs de la transition vers la circularité.*

L'impact de la logistique sur l'environnement devrait s'en trouver amoindri. La municipalité d'Amsterdam s'implique dans le plan d'action alimentaire de différentes façons : en achetant des produits issus de la région et en stimulant l'agriculture urbaine. Au nombre des expérimentations déjà lancées, l'initiative des habitants du K-District fait figure de pilote. Les résidents ont pris en charge la gestion de la Zuidoost Food Forest, une forêt où l'on produit des baies, des herbes, des fruits et des légumes. Afin d'améliorer la collecte et le traitement des déchets, toujours dans une optique de réduction du gaspillage, il est prévu de traiter

séparément les flux de cuisine et ceux des jardins, avant 2023. Là encore, la ville s'implique en « donnant le bon exemple », dit le rapport, et en sensibilisant les habitants au tri des déchets non contaminés. Elle prévoit en outre la création de sites de collecte et de réutilisation des déchets.

### Partager et réparer

La question des résidus non alimentaires a partie liée avec le changement de comportement des citoyens au regard de la consommation et de l'achat de produits comme l'électronique, les textiles et les meubles. Sur ce terrain, il s'agit de trouver des solutions pour accroître la durée d'usage des objets et empêcher l'incinération des matières premières et d'autres déchets. La ville d'Amsterdam se veut exemplaire et se fixe comme objectif de réduire sa consommation globale de 20 % d'ici à 2030. Elle met en œuvre un processus d'approvisionnement circulaire à 100 % qui commencera avec les consommables et l'ameublement des locaux municipaux.

### La « ville beignet »

La stratégie circulaire d'Amsterdam est basée sur un modèle économique de « City Doughnut » dans lequel la ville est schématisée comme un beignet (doughnut ou donut en anglais). Conçu par Kate Raworth, une économiste britannique, *The Amsterdam City Doughnut* est un cadre d'évaluation appuyé sur quatre axes : social, écologique, local et global. Le premier cercle du beignet recense tous les besoins fondamentaux devant être couverts pour bien vivre : l'accès à l'eau potable, à la nourriture, à un logement décent, à des installations sanitaires, à l'énergie, à l'éducation, aux soins, ainsi que le droit à un revenu, à l'expression politique et à l'égalité entre les sexes. Si un habitant n'a pas accès à ces bases vitales, il vit « dans le trou du beignet ». Le cercle extérieur du doughnut liste les besoins de la planète. Le mélange réussi de ces deux cercles définit l'économie circulaire performante.

La réduction de la consommation pour les habitants doit passer notamment par le partage des appareils et des matériels, l'usage primant sur la possession. La ville entend, dans cette optique, encourager les pratiques et les espaces de réparation. Le troisième axe de cette économie circulaire concerne l'environnement bâti, depuis la construction et la rénovation des bâtiments jusqu'à la conception des espaces publics et des voies de circulation. Là aussi, les objectifs sont datés et chiffrés : d'ici à 2025, 50 % de toutes les activités de rénovation et d'entretien des bâtiments suivront les principes de la construction circulaire. Cette stratégie circulaire, fondée sur le concept de la « ville beignet » (lire l'encadré), se veut évolutive. Dès 2021, une première évaluation des différents projets est prévue pour comprendre ce qui fonctionne et affiner les futures actions circulaires. Afin de mieux piloter ce déploiement de l'économie circulaire, Amsterdam a développé un outil de surveillance qui permet de tracer les matières premières et d'évaluer les initiatives.

ENERGY

INNOVATION

# 24 H DU MANS : UNE BATTERIE ULTRARAPIDE



**Omexom accompagne une équipe d'étudiants néerlandais qui se sont fixé comme objectif de participer à la célèbre course avec une voiture électrique rechargeable en deux minutes. Aussi rapide qu'un plein de véhicule thermique.**

Dans une course automobile sur circuit, le temps nécessaire pour faire le plein est un élément clé. Plus il est court et mieux c'est, cela économise de précieuses minutes. Ce qui est vrai pour une voiture à moteur thermique l'est aussi pour une voiture électrique. Mais là, l'équation est compliquée ! La recharge d'une batterie étant très chronophage, tenter de ramener sa durée à celle du remplissage d'un réservoir représente un réel défi. Pour donner la mesure de l'exploit à réaliser, la recharge d'un véhicule électrique prend une heure quand il faut seulement cinq minutes pour remplir un réservoir de F1. Cinquante étudiants de l'université de technologie d'Eindhoven et de

l'université Fontys de sciences appliquées, aux Pays-Bas, ont décidé de relever ce défi en présentant aux 24 heures du Mans en 2023 une voiture électrique spécialement préparée pour cette course.

Leur équipe, InMotion, rêve de créer la voiture de course la plus innovante du monde. Les étudiants s'appuient sur une technologie novatrice, Electric Refueling, qui devrait permettre de rendre le rechargement de leur véhicule électrique aussi rapide que celui d'un véhicule thermique. « Pour atteindre cet objectif, l'équipe doit gérer la conception du pack de batteries », précise Paul van Schijndel,

le responsable d'Omexom Dordrecht, qui soutient l'opération.

### Le futur de la mobilité électrique

Expliquant la présence d'Omexom (VINCI Energies) aux côtés d'InMotion et des étudiants néerlandais, Paul van Schijndel rappelle que la marque est « investie dans la transition énergétique et la construction d'un futur durable pour tous ».

« InMotion s'inscrit pleinement dans cet objectif, estime-t-il. Ce partenariat est logique, Omexom souhaite relever les défis dans le domaine de l'e-mobilité et des infrastructures électriques. Le rechargement d'un véhicule électrique doit se faire aussi aisément que le ravitaillement d'une voiture en carburant. Quand nous aurons atteint cette équivalence, alors la mobilité électrique sera devenue une réalité. »

InMotion n'en est pas à son premier essai sur les circuits de course. L'équipe a déjà développé la première voiture de course au bioéthanol aux Pays-Bas. Avec la deuxième, « Fusion », l'équipe a couru sur les circuits néerlandais pour montrer de quoi une équipe de jeunes étudiants est capable. Avec « Vision », la troisième création, InMotion entend bien préfigurer le futur de la mobilité électrique.

# L'AMÉNAGEUR URBAIN DE DEMAIN SERA D'ABORD UN INTÉGRATEUR

**La révolution des usages et la transition écologique propulsent l'aménagement urbain dans l'ère de la complexité.**

**La question de l'intégration de nouvelles fonctionnalités, compétences et aspirations est au cœur du futur de la ville.**

Nouveaux usages, explosion numérique, transition écologique, crise sanitaire : l'aménagement urbain doit intégrer des horizons aussi inédits qu'incertains.

Face à ces facteurs de complexité, comment les aménageurs doivent-ils réinventer leur métier, promouvoir de nouvelles compétences ?

Et qui seront demain les intégrateurs de l'aménagement urbain ?

Les villes elles-mêmes, des aménageurs publics ou privés, les GAFAM ?

Autant de questions soulevées le 28 septembre 2020 lors de la conférence « Profession aménageur 3.0 : qui sera l'aménageur de la ville des usages ? » dans le cadre du Festival Building Beyond organisé par Léonard, plateforme de prospective du Groupe VINCI, en partenariat avec La Fabrique de la Cité, autre structure de réflexion de VINCI.

Tous les experts présents se sont accordés sur un diagnostic commun, résumé par Hugues Parant, directeur général d'Euroméditerranée : « Les usages sont le primat de la fabrication de la ville et leur mixité est un facteur de créativité. » Pour autant, le grand défi de l'aménagement se trouve tout entier concentré dans la gestion d'équations de plus en plus délicates : autonomie grandissante de la société civile et légitimité de la décision politique, relance de la croissance et sobriété des consommations, etc.

**« L'aménageur-intégrateur doit être garant de la pérennité des usages. »**

## Nouvelles équations

« Elus, salariés, investisseurs, promoteurs..., le client est partout et le modèle financier de l'aménageur devient de plus en plus complexe », a souligné Christophe Lasnier, senior manager d'EY Consulting, pilote du Panorama de l'immobilier et

de la ville. Cette criticité de la maîtrise des nouveaux modèles économiques se trouve accélérée par le développement des enjeux environnementaux, a complété Virginie Leroy, directrice générale adjointe Aménagement et Grands projets urbains et directrice de département Bureaux de VINCI Immobilier : « La "zéro artificialisation nette" et la raréfaction du foncier obligent à reconstruire la ville sur la ville. Remembrement du foncier, nouveaux partenariats, opérations de dépollution et de rénovation thermique des bâtiments anciens : les modèles économiques à actionner ne sont pas évidents. »

Les métiers de l'aménagement vont de ce fait devoir se polariser sur la compréhension et le financement de l'aval de la chaîne de valeur immobilière. Cécile Maisonneuve, présidente de La Fabrique de la Cité, a insisté sur le poids de ces nouvelles contraintes :

« On est passé du "qu'est-ce qu'on veut faire ?" au "qu'est-ce qu'on doit faire ?". » De l'avis convergent de l'ensemble des interlocuteurs, la mixité des usages et la complexité croissante des opérations obligent à une coopération accrue de l'ensemble des acteurs de la filière le plus en amont possible du processus d'urbanisation.



## Storytelling de la concertation

Dans cette anticipation maximale des étapes, quelle place pour la concertation publique ? La question a inspiré davantage de réserves de la part des participants à la conférence. Pas tant sur le principe même de concertation : dans un système de plus en plus régi par les usages, il est en effet indispensable d'associer les usagers aux choix urbains, se sont accordés les différents intervenants de la table ronde. Mais les modalités de la concertation jusqu'à présent mises en œuvre se soldent d'évidence par un bilan en demi-teinte. Cécile Maisonneuve a rappelé l'échec du projet Quayside de Google à Toronto, entreprise notamment fondée sur une promesse

de concertation citoyenne.

« La concertation s'adresse toujours à des habitués des procédures de concertation et de débat public », a confirmé Hugues Parant, et le fait d'organiser une réunion publique en semaine le soir à 19 heures ou le week-end à 9 heures n'y change rien. « Il faut repenser la concertation comme un storytelling, faire en sorte que les projets intéressent les gens », a soutenu le directeur général d'Euroméditerranée. Et de mettre en garde les aménageurs contre la tentation du retrait une fois les décisions validées : « On ne peut pas associer les citoyens à une concertation autour de ce que seront leurs usages demain et quitter le tarmac au bout de deux ans. L'aménageur-intégrateur doit aussi être garant de la pérennité des usages. »

## Supplément d'âme

L'aménageur doit dès aujourd'hui imaginer les réponses aux grands défis de la ville de demain : hybridation entre espaces privés et espaces publics, création d'espaces privés collectifs, production de bâtiments réversibles, construction de logements sobres énergétiquement, végétalisation des artères et des surfaces, prise en compte des activités de loisirs, compensation de la rareté du foncier par la densification. Autant dire que les expertises juridiques et urbaines des aménageurs devront se doubler d'une puissante capacité de compréhension, d'anticipation, d'intégration. Bref, ont insisté les experts, d'un supplément d'âme.

# LE BÂTIMENT S'OUVRE AUX USAGES MULTIPLES

**De l'accueil aux postes de travail, en passant par les salles de réunion, l'immeuble intelligent est aussi un immeuble multifonctionnel. Pour ses occupants « attirés », mais pas seulement...**

Le smart building constitue une opportunité jamais offerte jusqu'à présent, d'observation et d'expérimentation des usages professionnels, et au-delà, des nouveaux et futurs modes de vie. Les outils numériques et le travail sur la donnée permettent en effet de suivre, mesurer, analyser les comportements et les pratiques des utilisateurs des bâtiments, en temps réel et sur la durée. *« Jamais les acteurs de l'immobilier n'ont disposé d'un tel niveau d'information pour nourrir une proposition de services répondant à des usages et des besoins de plus en plus complexes, car de plus en plus exigeants en termes de flexibilité »*, développe Philippe Conus, directeur Building Solutions et directeur de l'Innovation de VINCI Energies. Flexibilité, évolutivité, modularité : voilà ce qui sous-tend toute la démarche d'innovation dans

le secteur de l'immobilier tertiaire. La démarche ne va pas sans risque. Poids du secteur oblige, les enjeux et les investissements induits sont colossaux et chaque « faux départ » peut s'avérer très dommageable sur les plans économique et environnemental. Le premier ennemi de l'innovation, ici, est donc sans doute l'innovation elle-même. Alors que la société tout entière exprime un besoin urgent de sobriété numérique, gare à la tentation de faire valoir une vision hyper-techniciste de la transformation numérique. Les notions de modularité, d'évolutivité, de flexibilité doivent rester aussi pratiques pour les usages qu'intelligibles pour l'entendement. *« Les modes de travail évoluent, les usages également, et le bâtiment intelligent doit accompagner ces changements. Mais il doit le faire avec simplicité »*, met ainsi en garde Emmanuel Prod'homme, directeur de projet VINCI Energies, en charge de l'aménagement de l'Archipel, futur siège du groupe VINCI. Pas d'interopérabilité des systèmes, pas d'évolutivité des équipements sans fluidité des usages. Exit l'inutile, le gadget. Même modulaire – surtout modulaire! –,



le smart building est d'abord au service de ceux qui le « vivent », depuis l'accès au bâtiment jusqu'aux salles de réunion, en passant par les espaces de travail. Cela commence de fait par l'accueil. Un espace qui, logique de modularité oblige, n'est plus seulement réservé aux visiteurs, mais offre une mixité d'usages, permettant par exemple aux collaborateurs d'une entreprise hébergée de se retrouver pour faire un point informel. Les espaces de travail, eux, doivent intégrer et implémenter une subtile équation entre ouverture et personnalisation. « Il va falloir jouer savamment avec les cloisons, leur nombre, leur forme, leurs matières, en misant sur la présence de capteurs et l'analyse des données d'occupation afin d'anticiper les nécessités d'aménagement des espaces tout en rendant les adaptations transparentes pour les occupants », souligne Emmanuel Prod'homme. La conception des espaces de travail doit en outre intégrer une nouvelle métrique : l'hygiène. Les règles de distance physique s'imposent désormais dans tous les environnements publics. Les postes de travail indépendants vont prendre le pas sur les îlots de quatre ou six postes. Quant aux salles de réunion, équipées

de systèmes de webconférence ou d'écrans tactiles pour répondre à une multiplicité d'usages, elles doivent disposer de cloisons mobiles permettant d'agrandir ou de réduire l'espace en fonction du nombre de participants. Là encore, note Emmanuel Prod'homme, la facilité

**« Les modes de travail évoluent, les usages également, et le bâtiment intelligent doit accompagner ces changements. Mais il doit le faire avec simplicité. »**

d'utilisation des équipements est essentielle : « L'expérience montre par exemple qu'une cloison mobile automatique sera beaucoup plus utilisée qu'une cloison manuelle. » Aujourd'hui, la modularité du smart building renvoie davantage à l'acceptation d'usages mixtes qu'à la transformation de la structure

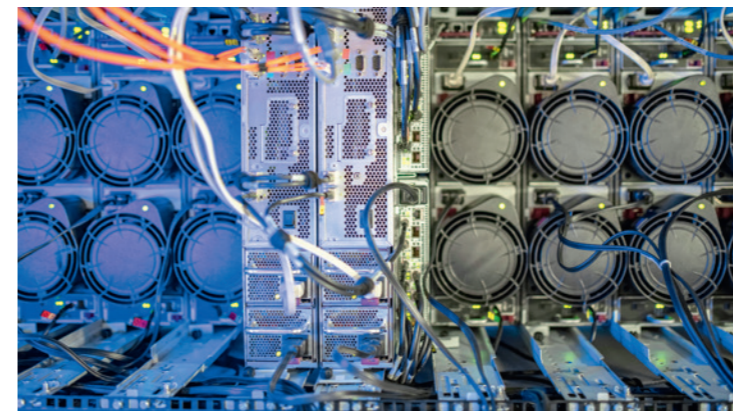
elle-même (sauf dans les espaces de travail, par le jeu de l'amovibilité des cloisons et du déplacement de postes et des équipements). Mais la prochaine étape du smart building pourrait bien être celle de la modularité « en dur », autrement dit la modularité du bâti (lire l'encadré). « La rencontre des activités et des publics au sein d'un même édifice devient non seulement possible, mais consubstantielle à un bâtiment qui répond à un cahier des charges urbain, intégrant dans sa conception même des ouvertures sur la ville, ses rues, ses commerces, ses gares », souligne Philippe Conus. Ainsi, le projet de l'Archipel à Nanterre, qui accueillera ses occupants et visiteurs en 2021, s'inscrit dans un ensemble immobilier plus vaste, composé d'immeubles de bureaux (74 000 m<sup>2</sup>), de 90 terrasses (qui pourront être utilisées pour se restaurer, se réunir, travailler, se reposer), d'un hôtel et de commerces (1 500 m<sup>2</sup>). Conçu comme une suite d'îles interconnectées et interdépendantes, reliées les unes aux autres par des passerelles, le complexe revendique d'emblée une porosité avec la ville environnante et le réseau des transports. Un immeuble modulaire dans une ville de plus en plus mobile et adaptative.

#### Bientôt le modulaire « en dur » ?

La rencontre du smart et du modulaire constructif aura-t-elle lieu ? C'était l'une des promesses de Google et de son projet Quayside à Toronto. Construit sur une friche portuaire de 5 ha, le quartier intelligent porté par Sidewalks Labs, la filiale du groupe Alphabet dédiée au pilotage du projet, devait sceller le mariage de la connectivité et de la modularité. Des rues dynamiques, composées de dalles équipées de LED, faciles à extraire et à replacer pour installer des mobiliers urbains interchangeables... Des rez-de-chaussée d'immeubles constitués de modules précâblés et prééquipés pour accueillir cafés, marchés, bibliothèques, espaces communautaires... Des bâtiments construits par empilement

et juxtaposition de modules changeables et aménageables selon les besoins... Google a finalement abandonné son projet en mai 2020, officiellement en raison des « incertitudes économiques inédites » liées à la pandémie de Covid-19. Mais la brèche est bel et bien ouverte. En France, des acteurs de la construction réunis au sein de la Smart Buildings Alliance ont ainsi récemment répondu à un appel à projets du ministère des Armées portant sur des solutions de prise en charge des malades facilement et rapidement reproductibles, en proposant le déploiement en six semaines de modules bois réemployables, comprenant environ quinze chambres de soins intensifs et des locaux associés.

# DES SOLUTIONS POUR DES DATA CENTERS PLUS « VERTS »



**Pièce maîtresse de l'infrastructure des réseaux, les centres de données sont de gros consommateurs d'énergie. Pour réduire leur empreinte sur l'environnement, il est possible d'actionner plusieurs leviers.**

Les data centers sont ainsi au cœur de la transformation numérique. Ils abritent les équipements informatiques (baies de serveurs) qui permettent le stockage, le traitement et la protection de données. La croissance soutenue de la production et de l'usage de données numériques, par les particuliers comme par les entreprises, exige une capacité de stockage toujours plus importante et une gestion optimisée de ces données. On pourrait légitimement craindre une explosion similaire des consommations énergétiques.

« A l'heure des engagements européens sur les émissions de gaz à effet de serre, il est indispensable de monitorer ce sujet de près », indique Aymeric Tissandier, directeur Building Solutions chez VINCI Energies et administrateur de France Data center - association qui regroupe les acteurs de l'écosystème des data centers -, qui a adopté le Code de conduite européen pour l'efficacité énergétique des centres de données. Comment accompagner le développement des usages tout en limitant l'impact sur l'environnement ?

Pour les data centers, la maîtrise de la consommation d'énergie passe par des actions sur les matériels et les processus. Elle est aussi liée à la diversification des sources de production électrique en intégrant les énergies renouvelables. Pour ce qui concerne les équipements informatiques, les progrès ont été spectaculaires, ce qui a permis de contenir les dépenses énergétiques. « Entre 2010 et 2018, quand la consommation d'un serveur de calcul a été divisée par quatre, celle d'un serveur de stockage l'a été par neuf, souligne Aymeric Tissandier. Au global, le volume de calcul a plus que quintuplé dans la période, et la quantité d'énergie électrique consommée n'a finalement augmenté que de 6 % . »

En complément, les infrastructures ont été modernisées. Les consommations ont été optimisées grâce à une meilleure gestion du refroidissement, et à du matériel de plus en plus sophistiqué. « On le constate à notre échelle d'installateur, le centre de données est l'un des secteurs qui offrent la meilleure technicité », ajoute Aymeric Tissandier. Cela concerne des projets de travaux neufs, mais aussi de nombreux projets de remplacement ou de rétrofit, avec des matériels de dernière génération moins énergivores.



## Optimiser la consommation et développer les énergies renouvelables

Les opérateurs de data centers ont toutes les raisons d'investir dans l'optimisation de la consommation d'énergie, et notamment des raisons de coûts puisque l'énergie est le premier poste de dépenses d'un data center (49 %), selon l'ATEE,

### *L'outil de simulation de la mécanique des fluides de VINCI Facilities « permet de réallouer les serveurs et de mieux répartir les consommations ».*

L'Association technique énergie environnement. Cette énergie, c'est celle qui alimente les serveurs, mais aussi celle qu'il faut dépenser pour les ventiler et les refroidir. Car 100 % de l'électricité consommée par les matériels informatiques se transforme en chaleur qu'il convient d'évacuer. De plus, la demande d'« électricité verte » de la part des grands clients amène les centres de données à jouer sur les deux tableaux : optimiser la consommation et intégrer les énergies renouvelables dans leurs solutions. Equinix, le plus grand fournisseur mondial de data centers et de services d'hébergement d'infrastructures au monde, affiche ainsi « une consommation mondiale couverte à 90 % par une énergie sans impact carbone », souligne Régis Castagné, son directeur général pour la France. Ce ratio intègre notamment de la production d'énergie renouvelable en Californie et de l'achat de certificats d'énergie verte.

## Mécanique des fluides et PUE

Dans le cadre de l'exploitation, l'efficacité énergétique peut aussi être améliorée en travaillant sur les flux d'air froid et d'air chaud à l'intérieur de la salle informatique.

Les spécialistes parlent à ce propos d'« urbaniser un centre », c'est-à-dire séparer les flux par des parois en orientant les baies informatiques (étagères de serveurs) dans le bon sens pour souffler l'air chaud du même côté, en évitant le mélange des flux. VINCI Facilities offre un outil de simulation de la mécanique des fluides dans un data center. « Cet outil permet de réallouer les serveurs et de mieux répartir les consommations », indique Thomas Felgines, responsable d'affaires au sein de l'entreprise VINCI Facilities Data Center & Télécom. Après une phase d'audit, VINCI Facilities met en place un monitoring, appuyé sur des capteurs de données, afin d'identifier les leviers sur lesquels agir afin de réduire la consommation.

Dans la phase de recommandations qui suit, l'expert va proposer des actions d'urbanisation, des remplacements de matériels, des réglages. Il va aussi définir un PUE cible. Le PUE, ou Power Usage Effectiveness, est le rapport entre l'énergie totale consommée par le data center (informatique, ventilation, refroidissement, éclairage) et l'énergie totale consommée par l'informatique et les équipements réseaux. Cet indicateur de performance énergétique peut varier du simple au double. Chez Equinix, le PUE varie de 1,1 à 1,3 alors que « dans les data centers plus axés sur la sécurité que sur la consommation, il peut atteindre 2,5 », précise Aymeric Tissandier. Plus le PUE est proche du chiffre 1, plus le data center sera performant du point de vue énergétique. Sachant que le PUE moyen est de 1,8 et que 12,5 % des data centers ont un PUE supérieur ou égal à 2,5, il reste encore du travail pour accompagner la transition énergétique des opérateurs de la transition numérique.





# EMMANUELLE DUEZ, LA FORCE DES PARTICULES ÉLÉMENTAIRES

**Avec The Boson Project, la consultante défend une conviction : la transformation des entreprises passe d'abord par l'autonomie et la responsabilisation de leurs collaborateurs.**

*« Avec la généralisation du télétravail dans le contexte de la crise sanitaire, on a parfois oublié que le bureau était aussi un espace de justice sociale qui permet à chacun d'avoir les bonnes conditions pour travailler. »* Fondatrice

en 2012 de The Boson Project, une société de conseil qui accompagne les entreprises dans leur mutation, Emmanuelle Duez souligne les conséquences de la fermeture des bureaux sur les collaborateurs.

*« Il y a deux risques majeurs qui sont liés à la période que nous sommes en train de vivre, développe-t-elle. Le premier, c'est le désengagement. Le deuxième, c'est l'isolement. La réponse à y apporter se trouve dans l'excellence managériale, cette capacité à prendre soin des autres dans l'entreprise. »*

Et d'ajouter : *« Malheureusement, je ne pense pas que la plupart*

*des entreprises ont compris à quel point le rôle de cette population de managers allait être crucial dans l'enjeu de la remise en mouvement du corps social aux termes de cette crise. »*

Avec son équipe de consultants, les « Bosons » – en référence aux particules élémentaires du même nom qui servent de « colle » pour lier la matière –, Emmanuelle Duez ambitionne de *« créer les conditions permettant l'expression pleine et entière du potentiel humain, individuel et collectif »*.

Pour préparer les transformations culturelles et organisationnelles de l'entreprise de demain, *« il faut avoir le courage d'ouvrir la boîte de Pandore en impliquant les principaux concernés, les collaborateurs, ce qui n'est pas un facteur de risque mais au contraire de durabilité des changements en cours »*, estime-t-elle.

## Recherche de l'impact

À 34 ans, Emmanuelle Duez a déjà l'assurance d'un vieux routier du monde de l'entreprise. Cela agace parfois. « Dans le cadre d'une conférence où j'intervenais sur le rapport que l'on a aujourd'hui au travail, un homme dans l'assistance, qui s'interrogeait sur ma légitimité à parler du sujet de façon aussi assurée, a questionné l'intervenant à côté de moi, un amiral DRH de la Marine nationale, pour savoir ce qu'il en pensait. Mon voisin l'a littéralement étrillé. Suite à cet épisode, l'amiral et moi avons sympathisé. » C'est ainsi qu'Emmanuelle Duez a rejoint en 2014 la réserve citoyenne de la Marine nationale, « une formidable occasion de créer des ponts entre les mondes civil et militaire ». Depuis bientôt deux ans, elle fait même partie des membres extérieurs du Naval Innovation Hub, la structure d'innovation de rupture de Naval Group.

**« Les entreprises doivent engager une réflexion profonde sur ce qui justifie que les gens se déplacent de chez eux pour venir travailler au bureau. »**

« Cette collaboration avec le monde de la marine a donné une dimension très pratique à The Bason Project », assure-t-elle aujourd'hui. Emmanuelle Duez cultive le don de transformer l'adversité en atout. Entrepreneuse dans l'âme, c'est pourtant un peu par hasard qu'elle découvre sa voie : « Enfant, je voulais être "profil". C'est la raison pour laquelle j'ai fait des études de droit pénal. J'ai suivi la filière avocat-



magistrat pour me dire finalement que j'avais envie de sauver le monde. Je suis donc passée de la magistrature à une école de commerce – l'ESSEC en apprentissage – pour, par le biais de l'entrepreneuriat, monter un projet qui puisse avoir un impact sur la vie des gens. »

C'est plus particulièrement en créant l'association WoMen'Up en 2011, dans le cadre de la Chaire Leadership et Diversité de l'ESSEC, qu'elle découvre en elle cette fibre entrepreneuriale.

« L'acte entrepreneurial n'est rien de moins que le moyen d'exprimer ma personnalité », confie-t-elle. Avec pour devise « en entreprise, femmes et jeunes générations, même combat ! », le projet WoMen'Up, qui travaille sur les sujets de management liés aux problématiques de mixité hommes-femmes dans les grandes entreprises, lui a ouvert de nombreuses portes.

« C'est un levier des pratiques managériales en entreprise qui permet d'aller voir des dirigeants et de leur dire : si vous n'êtes pas convaincus par la parité pour des raisons éthiques, vous devrez de toute façon faire évoluer vos organisations pour des raisons économiques et des enjeux d'attraction et de rétention des talents. »

## L'espace au cœur de l'excellence humaine

En cette période de crise, cette capacité à sentir les mutations en cours, notamment auprès des jeunes générations, fait de The Bason Project un laboratoire d'idées couru. Depuis 2016, The Bason Project travaille sur les problématiques humaines liées aux changements d'ordre spatial dans le cadre du lieu de travail (réaménagement, déménagement). Emmanuelle Duez incite les entreprises à engager rapidement « une réflexion profonde sur ce qui justifie que les gens se déplacent de chez eux pour venir travailler au bureau ».

Réinventer l'espace de travail est pour elle une impérieuse nécessité. « Dans le cadre de projets de promotion, il est indispensable de pouvoir traduire en finesse les enjeux humains et stratégiques des organisations dans l'espace et d'accompagner le corps social dans l'appropriation de ces projets immobiliers, pour en faire non pas un irritant, mais une opportunité d'engagement. Il ne faut pas négliger le volet humain des transformations spatiales. »



La bataille contre la Covid-19 est entrée dans une phase décisive. Les premiers vaccins, issus d'une recherche internationale menée en un temps record, ont déjà permis de lancer de vastes campagnes de vaccination dans plusieurs pays. Dans cette course contre la montre, les industriels du secteur ont fait preuve d'une grande adaptabilité. Tout au long de la chaîne de fabrication des vaccins, les groupes pharmaceutiques ont dû concilier rapidité et exigence notamment en termes de sécurité et de conformité. À toutes les étapes de ce processus qui est en tout point exceptionnel, les entreprises de VINCI Energies ont apporté leurs expertises respectives en s'adaptant aux spécificités de la production vaccinale. De la création ou l'aménagement des lignes de production à la fiabilisation de la chaîne logistique en passant par l'équipement de salles blanches, la gestion du froid, la traçabilité numérique des produits et le stockage des données, leurs apports ont contribué à rendre possible ce grand défi planétaire.

**SOMMAIRE. Production de vaccins** : un impératif de technicité et de flexibilité, p. 22...  
Les défis **des salles blanches**, p. 26... **Le froid**, un enjeu stratégique, p. 28...  
L'informatique, **garant du dernier kilomètre**, p. 30...  
**Le stockage de données** au cœur de la production, p. 32...  
**Protéger la santé** grâce à la traçabilité du numérique, p. 34...

# PRODUCTION DE VACCINS : UN IMPÉRATIF DE TECHNICITÉ ET DE FLEXIBILITÉ

**Les normes et les contraintes auxquelles sont soumises les unités de production pharmaceutiques sont aujourd'hui d'autant plus fortes que la course aux vaccins contre la Covid-19 bat son plein. Un environnement exigeant qui induit, pour les laboratoires, comme pour les entreprises VINCI Energies qui les accompagnent, un exercice de réactivité et d'agilité.**

La pandémie de Covid-19 et la course aux vaccins soumettent l'industrie pharmaceutique mondiale à un niveau de pression inédit. C'est notamment le cas dans le secteur de la production, un domaine où les entreprises de VINCI Energies sont en première ligne par les solutions concrètes qu'elles apportent aux fabricants de vaccins pour lancer leur production plus rapidement.

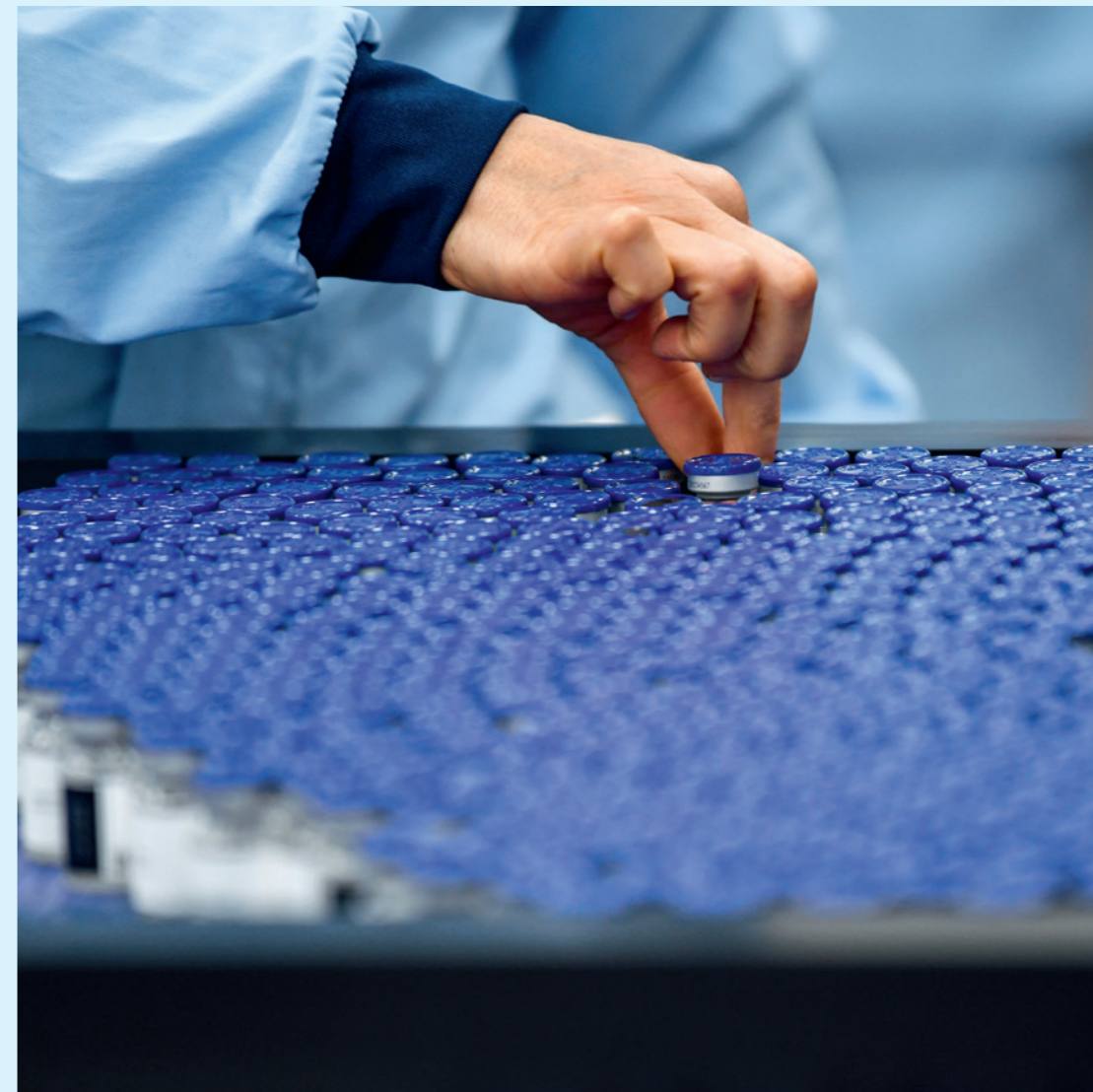
Qui dit production vaccinale en Europe, dit notamment Belgique. Ce pays est en effet la plaque tournante de l'industrie des sciences de la vie sur l'Ancien Continent. VINCI Energies y dispose de plusieurs entreprises qui accompagnent les principaux acteurs du marché.

En novembre 2020, Actemium Leuven, Actemium Herentals et Hooyberghs HVAC ont remporté le marché pour un projet de nouvelle ligne de production de vaccins contre les coronavirus (réseau d'utilités, fabrication et installation d'unités de nettoyage et de filtration, intégration d'équipements de production...). « Sur ce projet, le défi est de construire un système de distribution qui reste totalement stérile avec toutes les qualifications requises, et ce, dans un laps de temps très court : au lieu de deux ans et demi habituellement, nous avons à peine eu un an », souligne Bart Groeninckx.

Le chef d'entreprise d'Actemium Leuven relève également l'agilité que requiert ce projet : « Compte tenu du temps réduit dont nous disposons pour les travaux, la phase d'ingénierie est en permanence challengée, parfois jusqu'à la dernière minute. Cela nécessite une communication continue avec le client. »

Actemium avait précédemment participé à un projet de plus grande ampleur encore : la refonte, de 2016 à 2018, d'une installation complète de fabrication de vaccins près de Bruxelles.

« Nous avons construit l'usine complète avec le concours de neuf entreprises VINCI Energies en Belgique et en France, raconte Jan Meeuwesen, client manager life sciences chez Actemium Herentals. Cela a nécessité une grande flexibilité compte tenu notamment de délais très courts, le volet automation se trouvant toujours par définition en fin de chaîne. »



## Proximité

En Normandie, à la complémentarité et à la flexibilité, Actemium ajoute la proximité.

« Sur le site Sanofi Val-de-Reuil, l'association de trois de nos entreprises de Nassandres-sur-Risle (expertise machines spéciales), Grand-Couronne (électricité et instrumentation) et Le Havre Process Control (informatique industrielle) nous permet de pouvoir gérer et équiper en grande partie le complexe, mais aussi d'être très réactifs, les trois entreprises étant situées à

moins d'une heure du site », avance Ghislain Brière, chef d'entreprise Actemium Le Havre Process Control. Actemium y assure un contrat d'assistance technique en EIA (Electricité, Instrumentation, Automatisation). « Nos missions concernent aussi bien l'installation et la gestion de "retourneurs d'alvéoles" (machines dédiées au retournement des alvéoles d'œufs en sortie de lignes de production des vaccins afin d'évacuer les coquilles vers le traitement des déchets) que d'îlots

**« Le défi est de construire un système de distribution qui reste totalement stérile, et ce, dans un laps de temps très court. »**

robotisés, de transfert de flacons depuis la sortie des remplisseuses vers les lyophilisateurs et de systèmes de convoyage d'œufs depuis l'usine Ovopharm vers le site Sanofi Pasteur », détaille Ghislain Brière.

Mais le site de Val-de-Reuil est aussi un centre mondial de distribution exportant dans 190 pays tous les vaccins fabriqués par Sanofi en France et en Europe, soit 900 millions de doses de vaccins expédiées chaque année.

« Dans le cadre de cette activité de transitique, nous assurons la maintenance de toute la partie informatique industrielle. Notre expertise pour le système numérique de contrôle-commande est fondamentale, car tout le site est entièrement automatisé.

C'est une mission que nous venons de mener pour le projet d'extension du site qui doit être finalisé en 2023 », précise Ghislain Brière qui a pu mobiliser pour l'occasion une équipe en assistance technique dont les collaborateurs ont entre 15 et 30 ans d'expérience dans ce domaine.

#### Plus de 30 ans d'expérience

L'expertise de VINCI Energies sur le marché pharmaceutique et notamment celui des vaccins est en effet aussi le résultat d'une longue expérience, à l'image de celle acquise par Actemium au cours de plus de trente ans de partenariat avec le groupe Sanofi. Sa longue collaboration avec le site Sanofi Marcy-l'Etoile près de Lyon en témoigne. Pour le plus important site de production de vaccins en Europe, qui exporte sa production dans 150 pays à travers le monde, les entreprises Actemium mobilisent de nombreux savoir-faire.

A commencer par le domaine des équipements de production. « Nous sommes présents sur toute la chaîne de production des vaccins, mais c'est notamment sur les étapes de récolte et de purification que nous apportons l'expertise la plus pointue avec la confection de cuves spéciales en inox par nos chaudronniers et tuyauteurs



hautement qualifiés », explique Jean-Pierre Nemoz, directeur du Développement de VINCI Energies France Industrie Centre Est Méditerranée.

En matière de pilotage de l'automatisation des équipements, autre savoir-faire d'Actemium, les différentes entreprises de la marque peuvent s'appuyer sur des professionnels ayant une connaissance fine des procédés pharmaceutiques du fait de leur double cursus automatisation et chimie-pharma.

**« Nos experts ont une parfaite maîtrise de la norme FDA qui régit le marché en matière de process de fabrication et dont l'exigence est très élevée. »**

« Nos experts ont une parfaite maîtrise de la norme FDA (Food and Drug Administration) qui régit le marché en matière de process de fabrication et dont l'exigence est très élevée », note le directeur du Développement. « Nous avons également l'une de nos entreprises qui gère un contrat de maintenance sur l'ensemble du site de Marcy-l'Etoile, de la production à la R&D. »

Enfin, dernier atout, et non des moindres, d'Actemium, selon Jean-Pierre Nemoz : sa capacité à faire du sur-mesure.

« C'est notamment grâce à cette agilité que nous avons engagé avec Sanofi des échanges afin de participer au projet EVF (Evolutive Vaccine Facility) à Neuville-sur-Saône, une unité flexible d'un nouveau type hébergeant plusieurs modules de production qui permettront de produire 3 à 4 vaccins simultanément selon leur saisonnalité. »

# LES DÉFIS DES SALLES BLANCHES

**La maîtrise de la concentration en particules de l'air et de la sécurité incendie de ces locaux destinés à la recherche ou à la production industrielle est particulièrement essentielle en période de crise sanitaire. Les entreprises de VINCI Energies ont développé un précieux savoir-faire dans ce domaine.**

Espaces confinés à l'atmosphère contrôlée afin d'éviter toute contamination de l'air ambiant, les salles blanches sont essentielles à la recherche et à la fabrication de médicaments ou de vaccins. Air extérieur, peinture, revêtements ou encore particules générées par les équipements sur place ou produits chimiques de nettoyage... Les origines des pollutions de l'air d'une salle blanche sont nombreuses. Au-delà de la qualité de leur système de ventilation, ces installations demandent un luxe de précautions en matière de construction, de sécurité incendie et de maintenance. Des compétences bien entendu très recherchées en cette période de crise sanitaire.

**Techniques et matériaux spéciaux**

VINCI Energies compte parmi ses entreprises des sociétés expertes en la matière. C'est le cas de G+H Innenausbau, au sein de son entreprise Reinraumausbau implantée à Ludwigshafen, en Allemagne.

*« Ces salles exigent l'installation de surfaces extrêmement propres et planes avec des joints très fins d'une grande technicité. »*

Forte de près de 40 ans d'expérience dans le domaine de la construction de salles blanches, cette activité comptant une vingtaine de salariés dédiés à la construction de ces installations spéciales a développé, dans

les années 1970, le premier mur de salle blanche en métal doté d'un vitrage affleurant pour l'industrie pharmaceutique. « Ces salles exigent l'installation de surfaces extrêmement propres et planes avec des joints très fins d'une grande technicité », explique Thomas Fuchs, division manager chez VINCI Energies Deutschland Building Solutions.

G+H Innenausbau propose notamment deux innovations dans ce domaine : le plafond VarioAccess et une porte coulissante hermétique. Le premier, dont l'étanchéité est assurée par du silicone, sans joint humide, est assorti de solutions d'installation adaptées pour l'éclairage, les boîtiers de ventilation, etc. La seconde est équipée d'un joint spécial en silicone profilé et offre une isolation acoustique accrue. S'exportant notamment en Suisse et en Turquie, G+H Innenausbau fait partie des leaders sur le marché des salles blanches en Allemagne. « Parmi les projets que nous avons menés, nous avons réalisé en 2018 la requalification d'une grande installation existante pour le groupe Bayer », signale Thomas Fuchs.

**Protection contre l'incendie sur mesure...**

Dans ces espaces hautement protégés que sont les salles blanches, l'installation de systèmes anti-incendie est une autre prouesse. Les équipes de chercheurs et de techniciens y manipulent en effet des virus ou autres principes actifs dangereux nécessitant des systèmes d'extinction et de traitement de leurs eaux spécifiques.

« L'étanchéité des salles doit également être totale. Faire passer des tuyauteries ou des buses à travers les cloisons impose donc de très fortes contraintes », déclare Cyrille Harand, chef d'entreprise Uxello Risques Spéciaux, qui réalise l'installation de la protection contre l'incendie du futur laboratoire de production d'antigènes du groupe allemand Boehringer Ingelheim, en région lyonnaise. Le défi sur ce site classé P4 où

sont manipulés des agents à haute dangerosité est d'autant plus grand que le groupe et le bureau d'études Technip ont privilégié un système par brouillard d'eau. Une première en France pour un laboratoire pharmaceutique.

« L'avantage de ce système est double, explique Cyrille Harand. D'abord, il nécessite en moyenne cinq fois moins d'eau qu'un système par sprinklers. Il réduit d'autant la quantité d'effluents d'extinction incendie et donc le coût de leur stockage et de leur traitement. Ensuite, ce système est aussi, voire plus, efficace que les dispositifs classiques. En effet, plus les gouttelettes d'eau – projetées à très haute pression – sont fines, mieux elles absorbent la chaleur. »

**... et certification ad hoc**

Sur un chantier aussi atypique, cette entreprise spécialisée dans la sécurité incendie a dû s'adapter

et faire preuve d'agilité. « A toutes les étapes du projet, nous faisons du sur-mesure », souligne la direction d'Uxello Risques Spéciaux. « C'est le cas au niveau des études pour les équipements programmables du système de pilotage à distance de l'installation (déclenchement, maintenance, condamnation), mais aussi pour la fabrication des pièces pour le passage des cloisons et pour l'ensemble des équipements en inox 316L, qui garantit une rugosité minimale adaptée au process de nettoyage de l'industriel. » Autre première, sur le futur centre P4 de Boehringer Ingelheim à Jonage, Uxello Risques Spéciaux a su mettre en place tout le processus de certification de cette installation sans brouillard... ne répondant encore à aucune règle établie. « Nous nous sommes tournés vers un organisme notifié basé en Autriche où sont produits les équipements que nous avons installés à Jonage », précise le chef d'entreprise.



# LE FROID, UN ENJEU STRATÉGIQUE

**De la production au transport et au stockage, la gestion du froid est un impératif absolu pour les industriels des médicaments et des vaccins. En France comme en Europe, les entreprises de VINCI Energies apportent leurs solutions à une sécurisation de la chaîne du froid.**

Le 8 décembre 2020, la première injection du vaccin Pfizer-BioNTech contre la Covid-19 était administrée à une patiente britannique de 90 ans. Une dose parmi les 800 000 alors stockées dans un entrepôt tenu secret à une température de -70 °C. Le vaccin du laboratoire américain et d'une start-up allemande rappelle combien la gestion du froid tout au long de la chaîne (production, transport, stockage) est essentielle dans l'industrie pharmaceutique. Mais au-delà des gros titres des médias, Michel Lecarpentier, directeur du développement Réseau Froid de VINCI Energies, rappelle que « le froid à très basse température est tout à fait maîtrisé aujourd'hui jusqu'à -80 °C, voire -100 °C ». « Ce n'est pas la technologie qui pose un problème mais la capacité financière à équiper », ajoute-t-il.

Les coûts peuvent en effet être multipliés par deux ou trois pour des installations à très basse température par rapport aux chambres froides classiques.

« Un surcoût qui s'explique par une exigence de conception, mais aussi par la qualification spécifique de l'enclume climatique installée, et bien sûr par une consommation d'énergie supérieure pour ces basses températures », précise Michel Lecarpentier.

## Seuils de conservation réglementés

Les différentes typologies de médicaments et de vaccins nécessitent des seuils de conservation très précis et réglementés : température dirigée (en dessous de +25 °C), produits thermosensibles (+2 °C à +8 °C), température négative (-20 °C à -40 °C) et très basse température (-70 °C et en deçà). « La haute qualité des produits pharmaceutiques impose de garantir la chaîne du froid de façon permanente. C'est pourquoi les installations frigorifiques sont doublées, voire triplées – chacune étant autonomes – pour éviter la panne. Des enregistreurs de température, souvent équipés d'un système d'alarme, sont également

installés. Enfin, la maintenance des équipements frigorifiques exige quatre à six visites par an contre habituellement deux à trois dans l'industrie alimentaire », souligne l'expert de VINCI Energies. Autre spécificité du marché pharmaceutique : un environnement sanitaire très exigeant avec, souvent, une atmosphère contrôlée nécessitant des systèmes de filtration sophistiqués et un environnement industriel contraint. Des particularités que les différentes entreprises du Réseau froid de VINCI Energies, spécialisées dans la sécurisation de la chaîne du froid, ont l'habitude de gérer.

## Expertises très pointues

En Belgique, Actemium Herentals a ainsi installé un système de surveillance pour superviser les congélateurs qui stockeront les vaccins Covid-19 pour l'Europe. Pendant le transport interne, la température des vaccins conservés sur de la glace sèche dans des conteneurs réfrigérés est également surveillée à l'aide de capteurs sans fil. « Plus de 1 300 capteurs câblés dans les congélateurs et 40 capteurs sans fil dans les conteneurs réfrigérés seront installés

pour contrôler en temps réel la température. Les capteurs sans fil ont été testés dans le cadre d'un Proof of Concept (PoC) pour une utilisation dans un grand entrepôt rempli de rayonnages métalliques et de congélateurs et ont donné des résultats très positifs. En plus du stockage des vaccins, notre solution EMS (Environmental Monitoring System) est également utilisée pour vérifier la température, la pression, l'humidité et les particules des salles blanches où les médicaments sont produits », détaille Roderick Nijffels, responsable d'affaires chez Actemium Herentals. Un autre laboratoire a, pour sa part, confié à Actemium la création en 2018, et l'extension en 2020, du système de surveillance IMS (Information Management System) de son parc-conteneurs à congélateurs de vaccins. Une installation qui a été agrandie en 2020 et qui le sera à nouveau en 2021 avec un bâtiment de stockage d'environ 2 000 m<sup>3</sup> à des températures inférieures à -50 °C. « Nous testons actuellement [décembre 2020] de nouveaux conteneurs spécialement destinés à

stocker des vaccins Covid-19 pour les connecter au système IMS. L'entrepôt est en construction et sera pleinement opérationnel en avril », explique Henk Coolen, project engineer automation chez Actemium Herentals.

## Confiance dans la durée

En France, CEF Nord Industrie Picardie collabore avec le groupe Sanofi depuis plus de quinze ans sur le site de Compiègne. Cette entreprise du Réseau Froid de VINCI Energies y gère la maintenance préventive et curative des groupes de production d'eau glacée, les chambres froides des matières premières et des produits finis et les enceintes climatiques de stockage d'échantillons. « La relation de confiance avec Sanofi est basée sur des services sur mesure, déclare Xavier Delattre, chef d'entreprise de CEF Nord Industrie Picardie. En plus de notre service de maintenance permanente, nous proposons une offre

atypique avec une visite annuelle mixte associant nos techniciens et ceux des constructeurs de machines installées sur le site qui ont une parfaite connaissance du vieillissement de leurs machines. »

**« La haute qualité des produits pharmaceutiques impose de garantir la chaîne du froid de façon permanente. »**

« Cela nous permet d'améliorer notre maintenance prédictive et nos équipes acquièrent ainsi des savoir-faire supplémentaires. En parallèle de ces projets de maintenance, CEF propose des équipements neufs qui permettent d'associer efficacité énergétique et fluide frigorigène propre », ajoute Xavier Delattre.



# L'INFORMATIQUE, GARANT DU DERNIER KILOMÈTRE

**La répartition est le dernier maillon de la chaîne médicamenteuse et vaccinale. Pour fiabiliser une logistique ultrafine et assurer le « dernier kilomètre », l'informatique décisionnelle et la veille permanente sont essentielles. Exemple avec Axians, qui gère les systèmes informatiques de Phoenix Group, un des principaux répartiteurs pharmaceutiques en Europe.**

En Allemagne, Phoenix Group est le plus grand répartiteur de médicaments sur ordonnance ou en vente libre pour les pharmacies, les médecins et les établissements de santé. Sa mission : distribuer chaque année des centaines de millions de produits de santé. Présent dans 27 pays européens avec 161 centres de distribution, le groupe détient le monopole de la fourniture de médicaments en Scandinavie. En outre, Phoenix Group gère également environ 2 700 pharmacies. Sa position stratégique en fin de chaîne d'approvisionnement du secteur

pharmaceutique est cruciale : la moindre défaillance de sa part peut en effet menacer le système de santé.

## Un système IT qui n'a pas le droit à l'erreur

Au cœur de cette machine bien huilée, le système informatique est un élément clé. Travaillant depuis plus de quinze ans avec Phoenix Group en Allemagne, Axians, la marque IT de VINCI Energies, a signé à l'automne 2015 un contrat d'exploitation de l'infrastructure serveur IBM Power du répartiteur. « Les applications et process les plus importants du client, tels que l'architecture SAP, s'exécutent sur cette infrastructure IBM Power. Et c'est sur l'ensemble des marchés, et pas seulement en Allemagne, que nous gérons ce dossier », déclare Jacques Diaz, CEO d'Axians en Allemagne. Axians assure notamment le fonctionnement des plateformes du serveur d'IBM Power avec les systèmes d'exploitation UNIX et Linux. « Nous gérons également l'ensemble de l'environnement de sauvegarde IBM, tout ce qui était

autrefois connu sous le nom de "Tivoli Storage Manager", rebaptisé "Spectrum Protect" [application de gestion de stockage d'IBM] », détaille Zoran Olujic, business unit manager, Managed & Cloud Services Factory chez Axians en Allemagne. La société, spécialiste des services et solutions ICT, prend en charge aussi l'ensemble des systèmes Windows et Linux sur une base de serveurs Intel x86 (modèle de microprocesseurs). « Les applications qui fonctionnent sur ces systèmes sont très diverses. On ne compte pas moins d'une vingtaine de technologies différentes de Business Intelligence [informatique décisionnelle] utilisées principalement par des clients du marché de détail ou des entreprises de logistique comme Phoenix Group. C'est extrêmement important pour prendre des décisions rapides sur les commandes de médicaments », observe Zoran Olujic. Axians a donc pour obligation de s'assurer que ces systèmes peuvent être utilisés 24 heures sur 24, 7 jours sur 7 et 365 jours par an. « Cela permet à Phoenix Group d'avoir accès en permanence à ses indicateurs de performance en affichant par exemple des chiffres et des évaluations sur les niveaux de stock. »



## Tester en permanence des innovations

Dans le cadre de la campagne de vaccination contre la Covid-19 engagée en Europe, les sociétés pharmaceutiques, les centres de distribution et les pharmacies, dont certaines sont équipées de salles blanches et de système de refroidissement intensif, sont en première ligne pour préparer les nouveaux vaccins en vue de leur utilisation ultérieure dans les centres de vaccination. Les services informatiques de Phoenix Group sont essentiels dans ce dispositif, ils assurent le système de commande et de distribution des pharmacies. « Notre tâche est de maintenir opérationnel l'environnement informatique. Sur l'infrastructure de sauvegarde, par exemple, nous introduisons toujours des innovations techniques et

des options d'optimisation. Nous testons de manière approfondie les innovations de nos partenaires fournisseurs informatiques et les mettons en œuvre si elles sont utiles pour Phoenix Group », avance Jacques Diaz.

**« Il faut savoir s'adapter selon les pays aux diverses exigences en matière d'exploitation des infrastructures. »**

Axians fournit également des services de conseil auprès des utilisateurs chez Phoenix Group afin de leur permettre d'accéder

plus rapidement aux données et aux informations. Pour pallier toute éventuelle défaillance de serveurs, dont les conséquences peuvent être dramatiques pour les systèmes de santé des pays concernés, Axians a mis en place un service de permanence de ses techniciens, week-end compris. « Un autre défi est celui des menaces cybercriminelles. Il faut savoir s'adapter selon les pays aux diverses exigences en matière d'exploitation des infrastructures. Par exemple, si la Norvège impose des règles particulières sur la manière d'effectuer une sauvegarde afin d'éviter les attaques en conséquence, nous devons les mettre en œuvre », souligne Zoran Olujic qui s'appuie également sur les compétences de ses collègues d'Axians IT Security. L'enjeu est d'importance pour Axians, dont Phoenix Group est l'un des plus gros clients.



# LE STOCKAGE DE DONNÉES AU COEUR DE LA PRODUCTION

De la conception à la production de médicaments et de vaccins, la dimension IT est primordiale. La masse de données et la puissance de calcul en jeu nécessitent des capacités de stockage considérables. Exemple avec les data centers d'un spécialiste français de la production pharmaceutique dont Axians est partenaire de premier rang.

Depuis plus de quinze ans, Axians travaille avec un industriel français leader de la production de médicaments et vaccins. La marque ICT de VINCI Energies intervient notamment sur une composante du service informatique hautement stratégique pour le groupe pharmaceutique français : le stockage de ses données. L'industriel s'est équipé dans ce domaine auprès de Dell EMC et NetApp. C'est sur la technologie de ce dernier qu'intervient Axians, l'une des deux seules sociétés en France à avoir le plus haut niveau de certification STAR auprès du prestataire de stockage américain. « Nous sommes fournisseurs pour cette technologie, qui a comme avantage de proposer deux protocoles au sein d'une même baie de stockage, à savoir des solutions NAS (Network Attached Storage) et une architecture de type

SAN (Storage Area Network) qui permettent le partage de volumétries de données importantes pour les utilisateurs et les serveurs applicatifs », explique Gaëtan Garcin, directeur régional d'Axians Cloud Builder.

## Puissance et agilité

Mais le système NetApp offre bien d'autres bénéfices, selon le spécialiste d'Axians, à commencer par sa forte « scalabilité » (extensibilité), qui permet de monter sur des volumétries très élevées sans changer de système d'exploitation. Ainsi, aujourd'hui, chez cet industriel, ces solutions de stockage hautement disponibles représentent déjà plus de 4 pétaoctets de données. « L'autre avantage du système NetApp

est de présenter une très forte résilience et une grande disponibilité qui peuvent parer à tout type de panne en ayant la capacité de basculer facilement sur d'autres data centers », ajoute Gaëtan Garcin.

La première mission d'Axians auprès de ce client est de conseiller le groupe en matière de design d'architecture, notamment en choisissant les technologies les plus à même de faire évoluer le système NetApp afin qu'il reste toujours à la pointe de la performance. « Chaque année, notre client ajoute en effet plusieurs centaines de téraoctets à son système de stockage », fait remarquer l'expert d'Axians qui, en plus du data center central, s'occupe également d'équiper les sites locaux installés dans les différentes usines du groupe. La marque de VINCI Energies

apporte enfin toute la technologie nécessaire au provisionnement de data via le cloud public.

*Les « clusters de calcul » permettent de modéliser le résultat d'un vaccin sur un virus donné.*

« En plus des data centers centraux et locaux, le cloud public permet de répondre de façon dynamique et agile à des besoins de stockage ponctuels ou spécifiques », précise Gaëtan Garcin.

## Capacités de calcul et recherche fondamentale

Par ailleurs, il est un autre domaine dans lequel Axians, via l'entreprise HPC (High Performance Computing) et IA, apporte son expertise : le maintien en condition opérationnelle des deux plateformes de calcul européennes dédiées à la recherche fondamentale sur les vaccins.

« Nous contribuons en permanence à l'évolution des capacités de calcul de ces machines afin d'éviter toute interruption qui serait extrêmement dommageable : le temps de calcul sur ces plateformes est en effet de plusieurs jours, voire plusieurs semaines. Tout arrêt signifie une perte de productivité pour tous les chercheurs qui mènent différents types de calculs en parallèle », explique Gaëtan Garcin.

L'enjeu est de taille, car ces « clusters de calcul », sorte d'agrégateurs de serveurs offrant des puissances de calcul considérables, permettent par exemple de modéliser le résultat d'un vaccin sur un virus donné. Grâce à l'intelligence artificielle, ces plateformes débloquent le terrain pour ne garder qu'un ou deux candidats vaccins, les plus prometteurs, raccourcissant ainsi le temps d'élaboration du produit, comme en témoigne, ces derniers mois, la rapidité avec laquelle des vaccins contre la Covid-19 ont pu être mis au point. « Dans ce cadre, notre travail consiste aussi à optimiser les architectures adaptées aux codes de calcul créés par les chercheurs. Nos data scientists travaillent ainsi indirectement sur le cœur de métier du client », relève le directeur régional d'Axians Cloud Builder.



# PROTÉGER LA SANTÉ GRÂCE À LA TRACABILITÉ NUMÉRIQUE

Face à la contrefaçon et aux marchés parallèles, la sérialisation des médicaments s'impose sur de nombreux marchés. En pointe dans ce domaine, Courbon Software, entreprise VINCI Energies, déploie sa solution dans le monde entier.

Depuis février 2019, la directive européenne sur les médicaments falsifiés (FMD) impose aux laboratoires et aux pharmacies d'assurer la sérialisation des médicaments. Il s'agit de mettre en place un système de vérification de l'authenticité des produits, système consistant à apposer un identifiant unique sur chaque boîte de médicaments qui sera ensuite enregistré dans une base de données centrale. La « traçabilité à la boîte » doit permettre de lutter contre la contrefaçon et les marchés parallèles.

Entreprise de VINCI Energies, Courbon Software, éditeur de logiciels MES pour l'industrie, a su anticiper cette évolution réglementaire en développant depuis huit ans déjà une solution *ad hoc* adaptée à l'industrie 4.0 : Pharmacim-LSM (Label Serialization Management), l'une des cinq solutions phares sur ce marché.

La solution Pharmacim-LSM est aujourd'hui déployée sur environ 300 lignes de production à travers le monde pour le compte d'une

douzaine de clients, dont Delpharm. Ce groupe pharmaceutique français, façonnier de médicaments, a contracté avec Courbon Software en 2014 afin d'intégrer cette solution sur l'ensemble de ses sites. « *Sur ce type de dossier, tout est à inventer. L'innovation à apporter est autant logicielle que mécanique avec la gestion des machines* », note François Lavabre, chef d'entreprise de Courbon Software.

## Système agile et non intrusif

Les défis à relever ont été nombreux. « *Il a d'abord fallu s'adapter aux évolutions de la réglementation, qui non seulement n'est pas appliquée au même moment dans les différents marchés, mais en plus diffère selon les pays avec des QR Codes distincts, des codifications et tailles variées...* », constate le patron de Courbon Software.

La prouesse technologique a consisté également à adapter le système à des cadences différentes, parfois très élevées

(plus de 300 pièces par minute), à assurer une information en temps réel sur les lignes de conditionnement en gérant un flux de datas massives, à anticiper le remplacement des systèmes d'exploitation ou de matériels arrêtés par leurs fabricants.

Complétée par une équipe de maintenance mobilisée 24h/24 et 7j/7, les « forces projet » de Courbon Software réalisent et mettent en œuvre les progiciels de A à Z jusqu'à la vente des machines ou encore en soutien aux équipes projet du client. « *Afin de déployer le système en même temps en central et sur les lignes de production, il est indispensable de mobiliser des personnels capables de comprendre le métier du client, ses process et donc d'avoir des compétences en automatismes comme en logiciels.* »

La pression est maximale, d'autant que l'implantation de ce type de solutions, hautement stratégique pour l'industriel, est généralement suivi au plus haut niveau de l'entreprise.

Transition énergétique,  
transformation numérique,  
retrouvez tous nos contenus sur  
[theagilityeffect.com](http://theagilityeffect.com)



# GRABIT, LE COBOT QUI SENSIBILISE À LA CYBERSÉCURITÉ DANS LES USINES

**Pour rapprocher les équipes IT et OT de la sphère industrielle face aux cybermenaces, deux marques de VINCI Energies, Actemium et Axians, ont développé des outils en commun, dont un intégrant un cobot.**

Les usines et les ateliers ont longtemps été gérés par des systèmes de contrôle/commande fermés pour l'extérieur et notamment pour les acteurs du monde des technologies de l'information (IT) et de l'Internet. Mais avec la digitalisation de l'industrie impliquant l'arrivée des capteurs et autres objets connectés, le recours à des outils de mobilité, la « cloudification » croissante de nombreuses applications industrielles, etc., on assiste à une convergence des systèmes de production gérés par les systèmes de technologies opérationnelles (OT) avec les systèmes IT. Ceux-ci étant par nature potentiellement accessibles depuis l'extérieur, on augmente la surface d'attaque des installations industrielles. La collaboration entre OT et IT est donc indispensable pour traiter les questions liées à la circulation et au traitement

des données, mais aussi, de plus en plus, pour trouver des solutions aux problèmes de cybersécurité qui touchent l'industrie.

« Sachant que tous les biens que nous consommons, que nous utilisons au quotidien, tous les services comme ceux liés à la production/distribution d'électricité ou d'eau sont gérés/pilotés par des systèmes OT, on imagine bien le risque que représentent les cyberattaques industrielles. Pour les industriels, la question n'est pas de savoir si leurs installations vont être touchées, mais quand elles le seront », prévient Thomas Leseigneur, responsable Innovation à la direction de l'innovation de VINCI Energies. Cela n'épargne personne, même les grands groupes sont frappés par des hackers, à l'instar de Saint-Gobain et Renault, par exemple, avec des conséquences fâcheuses : un serveur de messagerie électronique bloqué pendant plusieurs jours pour le premier, la production arrêtée plusieurs semaines pour le second.

## Réconcilier deux cultures

« Si sa nécessité est une évidence, le rapprochement entre les métiers de l'industrie et ceux de l'information ne va pas de soi », souligne

Vincent Bazillio, responsable du développement chez Axians, la marque de VINCI Energies dédiée aux solutions ICT.

Les différences de culture entre les deux univers se traduisent par des priorités parfois contradictoires : pour les techniciens de l'IT, la confidentialité est l'objectif numéro un et la disponibilité d'une installation vient après ; pour les professionnels de l'OT, c'est pratiquement l'inverse.

De la même façon, les réactions divergent face à une menace : pour l'IT, le réflexe est de fermer l'accès afin d'analyser et de corriger quand la production, même avec une menace, va rester la priorité numéro un pour l'OT.

Or Actemium, par son cœur de métier, est un expert de la culture industrielle quand Axians maîtrise parfaitement les modes opératoires de l'IT. Cette double compétence a amené les deux marques de VINCI Energies à travailler ensemble pour proposer aux industriels des solutions de cybersécurisation qui respectent à la fois les contraintes propres à l'industrie et les bons usages des DSI.



## Outils de sensibilisation

Afin de permettre aux responsables OT et IT de mieux protéger les équipements et les données des unités de production, Actemium et Axians ont mis à leur disposition des outils de sensibilisation basés notamment sur des tests de vulnérabilité et de pénétration des installations par des « gentils hackers ».

L'idée est de montrer de façon très expérimentale quelles failles vont être utilisées pour attaquer une installation industrielle et comment procéder à la sécurisation des équipements de l'installation.

*« Si sa nécessité est une évidence, le rapprochement entre les métiers de l'industrie et ceux de l'information ne va pas de soi. »*

Deux outils de démonstration sont utilisés dans les présentations qui rassemblent les experts IT et OT d'une entreprise : un outil de réalité virtuelle et un petit cobot baptisé GrabIT.

GrabIT se présente comme une simulation d'usine connectée réalisée avec un terminal opérateur, un automate et un robot. Il montre ce qui se passe sur un réseau.

Pour cela, on fait réaliser une tâche au cobot : en choisissant une couleur sur un écran, on lui transmet l'instruction d'aller se saisir avec sa pince d'un objet de la même couleur.

Cela fonctionne, jusqu'au moment où l'on simule un opérateur qui va ouvrir sur son portable un fichier Word pour lire une notice. Le virus hébergé dans ce fichier, transmis avec la clé USB qui contenait le document Word, va alors perturber



le fonctionnement du cobot dont les mouvements deviennent imprévisibles et potentiellement dangereux pour l'homme.

### Recourir aux bonnes pratiques

A cette occasion, les industriels se rendent compte que les PC qu'ils utilisent ne sont pas forcément sécurisés. On leur montre aussi, et c'est une bonne nouvelle pour eux, que 80 % des menaces peuvent être traitées simplement, en recourant aux bonnes pratiques. En la matière, « une simple plexiglas devant le PC inclus dans l'équipement de production aurait suffi à empêcher que n'importe qui y connecte une clé USB infectée », commente Vincent Bazillio.

Cette démonstration avec GrabIT est complétée par une cartographie des équipements connectés, réalisée par les intervenants d'Axians et d'Actemium.

A la surprise des participants, bien souvent, on s'aperçoit avec cette

cartographie du réseau qu'on avait oublié tel équipement ou tel capteur situé dans le faux plafond ou à l'extérieur des locaux, et que, potentiellement, ces appareils constituent des failles de sécurité. Cette cartographie comporte pour chaque élément une fiche descriptive incluant les vulnérabilités. Des informations qui peuvent être précieuses pour les techniciens de maintenance.

Une fois sensibilisés aux enjeux de sécurisation, les industriels mettent en place un certain nombre d'actions, indique l'expert cybersécurité d'Axians, comme « la protection de segments de la ligne de production ». « La segmentation constitue une mesure classique en IT, commente Vincent Bazillio. Il s'agit de placer dans des "bulles de sécurité" des équipements qui requièrent la même protection, par exemple ceux qui ont besoin d'être accessibles à des personnes de l'extérieur. » Cela peut passer par une configuration des commutateurs réseau ou un firewall.

ICT PERFORMANCE

# DEVOPS, DE L'AGILITÉ DANS LES DÉPLOIEMENTS LOGICIELS



Agissant sur la communication et les rétroactions, « DevOps permet de déployer les logiciels plus rapidement, puis de les administrer en appréciant leur performance et leur valeur ajoutée de façon à pouvoir proposer des améliorations pour le prochain cycle de développements », ajoute-t-il.

### En mode agile

Pour mettre ces pratiques en place, Axians propose une gamme de services qui vont du conseil à la formation en passant par l'ingénierie. Ses experts peuvent aussi, si besoin, assister les entreprises dans leurs locaux pour installer les nouveaux outils et former les équipes à une méthodologie agile commune.

« Dans un monde DevOps idéal, résume Ricardo Carvalho, les personnes chargées du développement et des opérations travaillent ensemble au sein d'une seule équipe interfonctionnelle. Cette équipe suit une méthode de gestion de projet agile, en travaillant de manière itérative et en utilisant des cycles de développement courts. Cela permet aux équipes d'être plus efficaces et plus adaptables. »

Enfin, comme le rappelle l'expert, chaque mise en œuvre est unique. En fin de compte, selon Ricardo Carvalho, « les entreprises qui adoptent DevOps mettent leurs produits sur le marché plus rapidement ».

**En appliquant les principes et pratiques de DevOps, les équipes de développement et de production IT harmoniseront leurs objectifs et accéléreront les process. Axians accompagne les entreprises dans cette direction.**

Le chiffre atteste de l'intérêt de faire mieux collaborer les équipes informatiques : 40 % des déploiements logiciels doivent être retravaillés parce qu'ils ne répondent pas aux besoins des utilisateurs. Des ratés qui pèsent sur les résultats de l'entreprise : selon Microsoft, le coût moyen d'un temps d'arrêt d'une application avoisine les 100 000 dollars l'heure. Classiquement, lorsqu'un nouveau déploiement ne fonctionne pas de façon optimale, les développeurs accusent les opérationnels, et réciproquement. Un antagonisme

qui s'explique par des différences de priorités : la stabilité du système pour les premiers, la chasse aux coûts pour les seconds.

Pour réduire cet antagonisme historique, un ensemble de pratiques a été développé sous le nom de DevOps. Il vise à harmoniser les fonctionnements des équipes du développement logiciel (Dev) et de l'exploitation (Ops).

### Déploiement plus rapide

Axians, la marque ICT de VINCI Energies, aide les entreprises à adopter les pratiques DevOps, indique Ricardo Carvalho, responsable de l'Innovation, afin de « mettre en phase les objectifs des équipes qui vont pouvoir étroitement collaborer ».

L'intérêt de DevOps ne se limite pas à faire travailler ensemble les équipes et à automatiser l'environnement et les serveurs.

# LA LIVRAISON ÉLECTRIQUE DANS LES STARTING-BLOCKS



**Les véhicules de livraison électriques arrivent à un point de basculement avec une technologie suffisamment bon marché pour rivaliser avec l'essence et le diesel. Une bonne nouvelle pour la planète alors que la décennie 2020 verra les achats en ligne s'envoler.**

Parmi les tendances accélérées par la pandémie de Covid-19, le commerce en ligne figure en bonne place. Avec son corollaire : les émissions des camions de livraison qui pourraient s'accroître de près d'un tiers au cours de la décennie 2020. Bonne nouvelle pour la planète : les véhicules de livraison électriques arrivent à un point de basculement avec une technologie et des coûts suffisamment bon marché pour qu'ils puissent véritablement rivaliser avec les camions et fourgonnettes à essence et diesel.

L'exemple de l'entreprise de logistique UPS est éclairant. Celle-ci a décidé de profiter de ce basculement en commandant 10 000 fourgonnettes électriques à Arrival, une start-up britannique spécialisée dans les véhicules électriques.

## La Tesla des fourgonnettes

« Arrival est la Tesla des fourgonnettes. Elle arrive sur le marché avec une solution intégrée et complète qui challenge les constructeurs et équipementiers traditionnels dont le modèle reste très largement adapté à une production de véhicules diesel et flex fuel », souligne Nick Chambers, chef d'entreprise d'Actemium Coventry. L'initiative d'UPS est d'autant plus notable que les véhicules utilitaires électriques sont encore très marginaux. En France, le plus gros marché en Europe, la part des véhicules utilitaires électriques était ainsi d'à peine 2 % en 2019.

« Problèmes d'autonomie, de disponibilité et de prix... Tout n'est pas encore tout à fait au point, mais cela devrait s'améliorer à moyen terme, notamment grâce aux progrès technologiques et à la baisse des prix », estime Nick Chambers. L'expert d'Actemium Coventry rappelle toutefois que « la mise en place d'une flotte de véhicules électriques nécessite le recours à un conseil qualifié pour optimiser le processus de transition de sa flotte et l'installation d'une infrastructure de charge adéquate ».

## Moins cher que le diesel

Convaincu de ce mouvement, UPS est allé plus loin encore en acquérant une part minoritaire d'Arrival dont la promesse est forte : elle s'engage à proposer des véhicules moins chers que les diesel des concurrents. UPS mise beaucoup sur les produits Arrival : sa commande auprès de la start-up représentera environ 10 % du total de sa flotte dans le monde. Les prototypes devraient arriver au cours de cette année avant des livraisons plus conséquentes, de l'ordre d'au moins 2 000 véhicules par an, à partir de 2022. Enfin, le transporteur compte aussi sur les opportunités numériques offertes par ce type de véhicules dotés de nombreux capteurs permettant d'améliorer la sécurité et, à terme, de tester la conduite automatisée.

# VINCI ET PARIS TECH ACCÉLÈRENT DANS LA RECHERCHE APPLIQUÉE

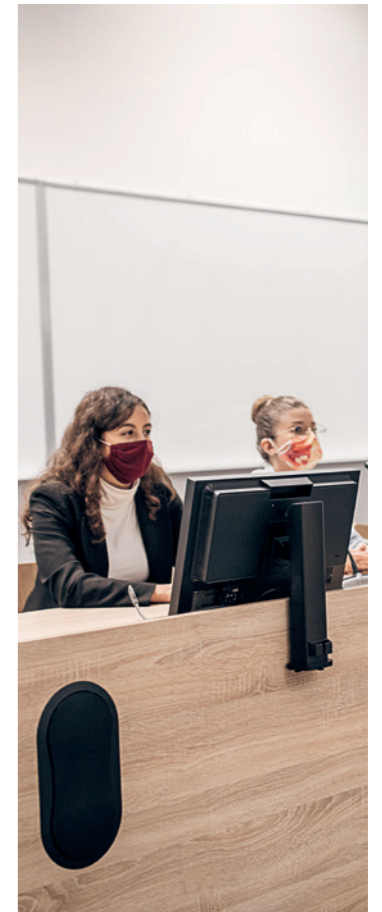
**En association avec Paris Tech, VINCI entend accélérer les partenariats entre science et industrie afin de multiplier les applications opérationnelles. C'est le rôle du Lab Recherche Environnement.**

Fin janvier 2020, la chaire Ecoconception associant le Groupe VINCI et Paris Tech est devenue le Lab Recherche Environnement. Créée en 2008, cette structure affiche un beau bilan : une trentaine de projets de recherche menés dans le cadre de doctorats, 150 publications académiques, plus de 2 500 licences actives du logiciel de simulation énergétique des bâtiments PLÉiades. Avec le Lab Recherche Environnement, VINCI compte renforcer son partenariat avec les trois écoles de Paris Tech : MINES Paris Tech sur l'efficacité énergétique des bâtiments et l'analyse de cycle de vie des quartiers ; l'École des Ponts Paris Tech sur la mobilité durable ; Agro Paris Tech sur la biodiversité. « L'objectif est de multiplier les passerelles entre la recherche scientifique et les métiers du Groupe, nous inscrivant ainsi dans la politique d'engagements de VINCI en matière d'environnement », explique Maxime Trocmé, directeur déploiement R&D Contracting chez VINCI. Cette démarche applicative est guidée pour les cinq prochaines

années par une feuille de route autour de trois thèmes : la limitation des impacts environnementaux des bâtiments et des quartiers en maîtrisant les coûts ; l'intégration de la dimension environnementale dans la digitalisation des métiers, notamment à travers la simulation énergétique dans le BIM (Building Information Modeling) ; l'amélioration du bien-être, du confort et de la santé des usagers.

## Élargir la mobilisation

Des propositions de sujets de recherche peuvent être aussi directement impulsées par les différents métiers de VINCI. C'est le cas du travail mené à l'initiative de VINCI Energies sur l'analyse de cycle de vie des corps d'état techniques pour en réduire l'empreinte carbone. Conformément aux nouvelles ambitions du Lab, VINCI souhaite élargir le public mobilisé, en particulier en interne. « Au-delà des quelque 50 salariés du Groupe impliqués chaque année au sein des programmes de recherche, nous voulons davantage promouvoir les trois grandes conférences annuelles que nous organisons, ainsi que l'Université du Lab dont la première édition, sur le numérique, s'est tenue le 10 novembre 2020 », détaille Maxime Trocmé. Il annonce également le lancement des Ateliers du Lab qui exploreront les sujets



de recherche et leurs applications opérationnelles pour nourrir les business et les solutions vertes de VINCI. La première édition sur l'agriculture urbaine s'est déroulée le 1<sup>er</sup> juillet 2020 à Agro Paris Tech.

# COMMENT VINCI ENERGIES AMÉLIORE L'ACCÈS À L'EAU EN AFRIQUE

**Sur fond d'urgence climatique, démographie dynamique et urbanisation croissante font de la distribution de l'eau potable un enjeu de premier plan en Afrique. VINCI Energies est engagé dans trois projets sur le continent.**

De plus en plus sollicitée et toujours aussi mal partagée, l'eau est une ressource vitale. La demande mondiale ne cesse de progresser et l'UNESCO alerte la communauté mondiale sur la nécessité de répondre au défi de l'accès à l'eau pour tous : « Plus de 2 milliards de personnes vivent dans des pays soumis à un stress hydrique élevé. Et environ 4 milliards de personnes [...] font face à une grave pénurie d'eau au moins un mois par an. » Une situation exacerbée par les effets de la crise climatique. L'accès à l'eau potable est un enjeu particulièrement sensible en Afrique, et notamment en Afrique subsaharienne où vit près de la moitié des personnes qui consomment une eau provenant de sources non protégées, selon le rapport 2017 OMS/UNICEF. Une situation aux conséquences sanitaires lourdes à mettre en relation avec la croissance

démographique (à partir de 2050, le continent africain sera le principal moteur de cette croissance dans le monde) et l'intensification de l'exode rural. Or, les villes d'Afrique subsaharienne, dont la population s'envole de 24 millions de personnes chaque année, ne sont pas en mesure de gérer un tel afflux. L'urbanisation ultrarapide est génératrice de tensions sur les ressources et rend difficile la mise en place de réseaux de distribution d'eau potable et de collecte des eaux usées.

## Au Maroc, mieux répartir la richesse hydrique

Aujourd'hui, c'est bien toute l'Afrique qui est concernée. Au Maroc, par exemple, la demande en eau devrait augmenter de 60 à 100 % dans la plupart des grandes villes d'ici à 2050. Le pays, qui doit faire face à des sécheresses récurrentes, a entrepris différents chantiers d'adduction d'eau, comme l'approvisionnement en eau de la région de Marrakech à partir du barrage Al Massira, et l'approvisionnement en eau potable des villes de Fès et Meknès à partir du barrage Idriss 1<sup>er</sup>. Actemium Eau est partie prenante

de ces ouvrages. Azzeddine Oulahrir, chef d'entreprise, observe que le stress hydrique ne touche pas tout le pays de la même façon et souligne qu'« il s'agit d'un problème de répartition de la richesse hydrique ». « Dans certaines régions dans le nord du pays, la pluviométrie élevée dépasse les besoins en eau tandis que dans d'autres régions, et notamment dans le sud du pays, il y a une pénurie d'eau potable et d'agriculture. Une partie des travaux concerne donc l'acheminement de l'eau d'une région à l'autre », ajoute Azzeddine Oulahrir. Sur le barrage Al Massira, associé à Sogea (VINCI Construction), un des leaders du BTP dans le pays, Actemium Eau se charge

de la réalisation d'une station de débouage assurant un débit de 3,5 m<sup>3</sup>/s – l'entreprise s'est contractuellement engagée sur cet objectif – et d'une station de pompage.

## Répondre à l'accroissement des besoins industriels

L'objectif est de répondre à l'accroissement des besoins en eau de trois pôles régionaux, Al Haouz, Marrakech et Rehamna, et d'alimenter en eau industrielle trois sites miniers de l'OCP, exportateur de phosphate : Ben Guerir, Bouchane et Youssoufia.

*Actemium travaille aussi à « développer une agriculture plus productive » tout en assurant « une gestion efficace et durable des ressources en eau. »*





barrage vers Meknès : équipements hydromécaniques et électriques, et automatismes pour les trois stations de pompage et la station de chloration, détaille Azzeddine Oulahri, ajoutant qu'Actemium Eau est présent sur différents chantiers d'irrigation dans le cadre du Plan Maroc Vert, qui consiste à « développer une agriculture plus productive » tout en assurant « une gestion efficace et durable des ressources en eau ».

### Capter l'eau sur La Mé pour alimenter Abidjan

En Côte d'Ivoire, VINCI Energies Côte d'Ivoire s'est vu confier par Veolia Water STI la réalisation des travaux électriques de la nouvelle station de traitement d'eau située à 25 km au nord-est d'Abidjan dont le captage est fait sur la rivière La Mé. Ce projet fait partie du programme de renforcement de l'alimentation en eau potable de la capitale. Les travaux seront réalisés en collaboration avec les équipes d'Actemium Maroc, avec une mise en service prévue fin 2020. La station sera capable de produire 259 000 m<sup>3</sup>/jour en besoin de pointe, elle aura une capacité de production moyenne de 240 000 m<sup>3</sup>/jour, indique Yann Le Corvec, de VINCI Energies. Les travaux électriques de la station de traitement couvrent la fourniture, le montage et la mise en service de tous les équipements électriques courants forts HT/BT et courants faibles.

Ce chantier va être l'occasion d'implanter Actemium Eau en Côte d'Ivoire. Un renforcement de l'offre de VINCI Energies qui a « l'ambition de suivre les projets en traitement d'eau potable, comme la station de Bouaké, ou en traitement d'eaux usées, indique Yann Le Corvec. Les besoins en Côte d'Ivoire, mais plus largement dans tous les pays d'Afrique de l'Ouest, sont grands ».

Ce chantier va être l'occasion d'implanter Actemium Eau en Côte d'Ivoire. Un renforcement de l'offre de VINCI Energies qui a « l'ambition de suivre les projets en traitement d'eau potable, comme la station de Bouaké, ou en traitement d'eaux usées, indique Yann Le Corvec. Les besoins en Côte d'Ivoire, mais plus largement dans tous les pays d'Afrique de l'Ouest, sont grands ».

Les deux entreprises installent les équipements hydromécaniques des deux stations, deux réservoirs de stockage des eaux débouées de 25 000 m<sup>3</sup>, une station de refoulement (5 x 2 200 kW groupes motopompes), des équipements électriques basse tension/moyenne tension et des transformateurs (2 x 630 kW et 3 x 6 300 kW). « Le contrat d'Actemium Eau ne se limite pas à l'alimentation des équipements, souligne Azzeddine Oulahri. Il comprend aussi l'étude, la fourniture et l'installation des équipements hydrauliques et mécaniques : pompes, moteurs, robinetterie, conduites, y compris l'instrumentation, l'automatisme, la télégestion et la mise en service de la station de pompage. »

### Résorber le déficit d'eau potable à Fès et Meknès

Un autre chantier d'Actemium Eau au Maroc porte sur l'alimentation en eau potable des villes de Fès et de Meknès en acheminant 2 m<sup>3</sup>/s d'eau à partir du barrage Idriss 1<sup>er</sup>. Meknès doit répondre au problème posé par le niveau de la nappe phréatique très sollicitée du fait des besoins croissants de la ville en eau potable.

« Ce projet permettra principalement de résorber le déficit en eau à long terme de Fès et Meknès, et contribuera à la sauvegarde de la nappe du Saïss », explique Azzeddine Oulahri. Actemium Eau a équipé les trois stations qui vont pomper l'eau du

ENERGY

PERFORMANCE

# LE STOCKAGE AU SERVICE DE L'ÉQUILIBRE DES RÉSEAUX ÉLECTRIQUES

## En particulier dans les zones insulaires non interconnectées, les systèmes de batteries pilotés par le gestionnaire de réseau électrique permettent d'assurer efficacement l'équilibrage du réseau soumis à l'intermittence du renouvelable.

Sur un vaste territoire, du fait de l'interconnexion des réseaux électriques, lorsque l'un d'entre eux est trop sollicité par une forte consommation, il peut recevoir de l'énergie d'un autre système afin de pouvoir fournir les clients sans faiblir. A l'inverse, si la consommation est trop faible par rapport à la production, le réseau devra se délester. « C'est un principe intangible : un réseau électrique doit toujours être à l'équilibre entre la production et la consommation », rappelle Thibault Fauquant, d'Omexom Conversion & Storage (VINCI Energies). En France métropolitaine, les centrales nucléaires constituent le principal levier pour équilibrer le réseau. Mais cet équilibre est plus difficile à réaliser dans les zones non interconnectées (ZNI) comme les îles où le réseau électrique isolé ne peut être épaulé par des voies extérieures. Classiquement, ces zones, qui assurent l'essentiel de leur fourniture électrique avec des énergies fossiles

importées (gaz, fioul, charbon), recourent aux groupes électrogènes pour permettre au réseau local de faire face aux fortes demandes de consommation. Le développement des énergies renouvelables a permis de constituer une nouvelle source d'apport. Mais du fait de l'intermittence de leur production dépendante de l'ensoleillement ou du vent, ces énergies posent un problème de stabilité du réseau.

### Accumuler en journée, utiliser la nuit

L'une des réponses consiste à déployer des installations de stockage centralisées qui permettent d'accumuler pendant la journée l'électricité produite par les panneaux photovoltaïques pour pouvoir l'utiliser dans la soirée. « Ce système de stockage est intéressant dans les ZNI pour plusieurs raisons, explique Thibault Fauquant. En premier lieu parce qu'il permet de pallier l'intermittence de la production. Il constitue en cela un outil supplémentaire pour régler la problématique de l'équilibrage. En second lieu, le système de stockage contribue efficacement à stabiliser le réseau que le renouvelable chahute en faisant varier la fréquence qui doit impérativement rester à 50 Hz. » L'entreprise Omexom Conversion &

Storage est intervenue dans plusieurs ZNI pour installer des systèmes de stockage de l'énergie pilotés par le gestionnaire de réseau : en Martinique, au Lamentin, en 2018, en Corse où l'installation est en cours, en Guadeloupe, et prochainement à Mayotte où Total a fait appel à Omexom pour les installations de stockage d'énergie stationnaire qui ont fait l'objet d'un appel d'offres de la Commission de régulation de l'énergie (CRE). La solution d'Omexom a recours à des batteries lithium-ion Saft, une marque du groupe Total, qui offriront une puissance de 4 MW (mégawatts) et une capacité de 2 MWh (mégawattheures).

### Réactivité accrue

En France métropolitaine, pour accompagner le développement des énergies renouvelables, les solutions de stockage de l'énergie vont trouver leur place chez les transporteurs comme RTE et les distributeurs comme Enedis. L'avantage de ces systèmes de stockage pilotés par le gestionnaire de réseau réside dans sa capacité de réaction très rapide : en 300 ms, l'énergie peut être envoyée dans le réseau. Le temps de réponse est beaucoup plus long avec les centrales thermiques et nucléaires.

# PRIORITÉ À LA PRÉVENTION POUR QUE VOUS ET VOTRE ORDINATEUR RESTIEZ EN BONNE SANTÉ



**Au cours des derniers mois, beaucoup de salariés ont eu recours au télétravail. Rapidement, les entreprises ont dû mettre en place les infrastructures nécessaires pour permettre à ces derniers d'accéder à distance aux ressources de l'entreprise. Afin de réserver l'accès au réseau aux personnes dûment habilitées, des dispositifs de sécurité supplémentaires doivent être mis en œuvre. Que signifie la pandémie de Covid-19 pour la cybersécurité dans les entreprises ?**

Lorsque des consignes pour limiter les contacts physiques ont été soudainement instaurées, beaucoup d'entreprises ont mis leurs salariés en télétravail. Rapidement, elles ont dû mettre en œuvre les bases techniques pour que les collaborateurs puissent, avec des ordinateurs portables mis à disposition par leur entreprise, ou avec leurs ordinateurs privés, accéder à distance au réseau de l'entreprise - sans que celui-ci ne devienne vulnérable de l'extérieur. Un VPN permet d'accéder à distance au serveur de réseau tout en cryptant

la connexion. Il sécurise ainsi l'échange de données entre l'ordinateur client à la maison et le serveur de l'entreprise.

## **Soudainement, tout le monde se met au télétravail - en toute sécurité !**

Les entreprises où le télétravail avait déjà été pratiqué avant la crise bénéficiaient d'un avantage, car elles disposaient déjà des infrastructures nécessaires. Toutefois, pour adapter rapidement leurs équipements

aux nouvelles exigences, elles ont eu fort à faire. Ainsi, elles ont dû organiser une montée en puissance de leurs connexions Internet ou des infrastructures qui gèrent les connexions et clients VPN. Dans beaucoup de cas, elles ont dû acheter des licences supplémentaires, car souvent, la performance du matériel informatique existant dépasse les nécessités opérationnelles courantes. Ainsi, les entreprises n'achètent que 100 licences VPN alors que leurs infrastructures pourraient en gérer 1000.

Certains fabricants proposent des licences spécifiques pour ce cas de figure, permettant de monter, pendant une brève période, à 1000 connexions. Souvent, ces solutions ont été déployées pour la toute première fois. En même temps, le matériel d'entreprise qui est utilisé en dehors de la société présente un risque supplémentaire : il peut être perdu ou volé plus facilement. Pour y remédier, on peut améliorer la sécurité en gérant et protégeant les terminaux mobiles par des solutions « Mobile Device Management » (gestion des terminaux mobiles, MDM).

## **Gagner en réactivité grâce aux services managés et aux solutions cloud**

Les solutions basées sur le cloud collaboratif facilitent actuellement la coopération entre les salariés qui se trouvent à des endroits différents. Par conséquent, elles sont de plus en plus demandées. Cependant, pour pouvoir les mettre en œuvre, les expliquer et les paramétrer, il faut du personnel informatique. Grâce aux Managed Security Services, les entreprises peuvent externaliser des activités « de routine » dans le domaine de la cybersécurité et libérer ainsi des capacités pour d'autres tâches, souvent imprévisibles. En même temps, les Managed Security Services peuvent minimiser une multitude de risques. Et ce sera bien sûr toujours d'actualité après la crise sanitaire provoquée par la Covid-19. Security as a Service, des solutions cloud évolutives en matière de cybersécurité, montrent également tout leur intérêt à l'heure actuelle. Comme les besoins sont très variables, par exemple en raison du chômage partiel, les entreprises peuvent faire des économies en utilisant des logiciels mis à disposition dans le Public Cloud et dont les licences peuvent être résiliées à tout moment, permettant d'en limiter les coûts.

## **Une sécurité maximale grâce au « Zero Trust »**

Par ailleurs, des mécanismes de sécurisation, tels qu'une authentification forte, sont également très demandés. Une telle authentification ne se limite pas au nom d'utilisateur et au mot de passe pour qu'un salarié puisse accéder aux ressources de l'entreprise, mais requiert en plus un certificat ou un mot de passe à usage unique. Le concept de cybersécurité « Zero Trust » réduit les risques internes et externes à leur strict minimum. Alors que d'autres architectures de sécurité se basent souvent sur la seule adresse IP source, « Zero Trust » se méfie de toute personne souhaitant accéder aux ressources de l'entreprise. On mise également sur une authentification forte pour empêcher les personnes non autorisées d'accéder à des données sensibles et les logiciels malveillants de pénétrer dans le système. La crise sanitaire montre très clairement l'importance de la numérisation - pas seulement pour les entreprises. La même chose vaut pour les écoles, qui ont dû arrêter l'enseignement présentiel du jour au lendemain. Axians contribue à la numérisation des écoles et étudie actuellement un projet visant à équiper 22 établissements scolaires dans les quartiers sud de Hambourg d'une solution de cybersécurité uniforme, exhaustive, intégrée et automatisée.

## **Les 5 recommandations d'Axians en matière de cybersécurité - en télétravail et ailleurs :**

**1.** Sécurisez l'accès à distance : autorisez exclusivement des connexions VPN cryptées pour accéder aux données de l'entreprise, utilisez une authentification forte.

**2.** Mettez en œuvre le « Zero Trust » : construisez et utilisez une architecture « Zero Trust ».

**3.** Veillez à un réseau transparent : créez de la transparence par des Cloud Access Security Brokers (CASB), le Security Information and Event Management (SIEM), la segmentation et le Vulnerability Management.

**4.** Formez les salariés : utilisez des plateformes dédiées pour envoyer de faux e-mails de phishing aux salariés : cela permet de tester leur réaction et de former de manière ciblée les personnels vulnérables.

**5.** Sécurisez les terminaux mobiles : authentification multiple, Endpoint Security (antivirus, cryptage des disques durs, contrôle des ports, etc.) et utilisation du Mobile Device Management ; tenez à jour les applications et le système d'exploitation.



**Alain De Pauw**  
Responsable de la Division Security,  
Axians Allemagne



## LE ROYAUME DU PORTO PILOTÉ PAR LA DATA

Plus de 30 000 m<sup>2</sup>, 9 restaurants, des bars, 6 musées, des boutiques, une école du vin, une salle d'exposition permanente et plusieurs espaces événementiels... Inauguré fin juillet 2020 à Porto (Portugal), dans le quartier historique de Vila Nova de Gaia, World of Wine est l'une des plus grandes attractions touristiques lancées en Europe ces derniers mois. Pour en piloter l'exploitation avec la plus grande efficacité, Axians Portugal a conçu et déployé une plateforme technologique permettant d'analyser les données issues du comportement des visiteurs.



# VINCI ENERGIES, ACCÉLÉRATEUR DE LA TRANSFORMATION ÉNERGÉTIQUE ET NUMÉRIQUE

Connexion, performance, efficacité énergétique, datas : dans un monde en évolution permanente, VINCI Energies accélère le déploiement des nouvelles technologies, pour concrétiser deux mutations majeures : la transformation digitale et la transition énergétique.

Attentif à ses marchés et intégrateur de solutions sur mesure, VINCI Energies accompagne ses clients dans le déploiement de technologies utiles aux hommes et à la planète, de la conception à la réalisation, l'exploitation et la maintenance.

Ancrées dans les territoires, agiles et innovantes, les 1 800 entreprises de VINCI Energies rendent les bâtiments, les usines, les infrastructures d'énergie, de transport, de communication et les systèmes d'information chaque jour plus fiables, plus sûrs, plus efficaces et plus durables.

## Nous contacter

VINCI Energies  
280, rue du 8 mai 1945  
CS 50072  
F-78368 Montesson Cedex  
Tél. : +33 (0) 1 30 86 70 00  
Fax : +33 (0) 1 30 86 70 10  
www.vinci-energies.com



## THE **AGILITY** EFFECT

### Editeur

VINCI Energies SA  
280, rue du 8 mai 1945  
78360 Montesson  
France

### Imprimeur

Impression & Brochage Snel  
rue Fond des Fourches 21  
Z.I. des Hauts-Sarts - zone 3  
B-4041 Vottem - Liège (Belgique)

### Directrice de la publication

Sabrina Thibault

### Rédactrice en chef

Roseline Mouillefarine

### Conception et réalisation

June 21

### Date du dépôt légal

Avril 2017

### ISSN

2554-019X

P. 4-5 > Navarrabiomed  
P. 6-7 > envatoelements  
P. 9 > @InMotion  
P. 11 > envatoelements  
P. 12-13 > ©VIGUIER\_IDA Marc Mimram Architecture & Associés  
P. 15 > Getty Images  
P. 16-17 > Getty Images  
P. 18-20 > VINCI Energies  
P. 21 > Getty Images  
P. 23 > Getty Images  
P. 24-25 > Getty Images  
P. 27 > Getty Images  
P. 29 > Getty Images  
P. 31 > Getty Images  
P. 33 > Getty Images  
P. 35 > Getty Images  
P. 37 > Getty Images  
P. 38 > envatoelements  
P. 39 > Getty Images  
P. 40 > Getty Images  
P. 41 > Getty Images  
P. 42-43 > Getty Images  
P. 44 > Getty Images  
P. 46 > Getty Images  
P. 47 > VINCI Energies  
P. 48-49 > WOW Porto

Retrouvez-nous sur  
[theagilityeffect.com](http://theagilityeffect.com)

