



# La nouvelle Périphérie Intelligente

Les quatre moteurs de transformation numérique au niveau de la périphérie intelligente, et les questions à se poser pour mettre en œuvre une stratégie efficace

[www.windriver.com](http://www.windriver.com)



# Transformation numérique : une affaire de méthode plus que de choix

Au sein des services informatiques des entreprises, le thème de la transformation numérique est désormais omniprésent dans les conversations.

Le digital n'est pas qu'un concept : il s'agit désormais d'un des ingrédients indispensables à la réussite des organisations. Ainsi, bien conscientes de l'importance de ce paramètre, plus de 68 % des sociétés cotées en bourse font désormais référence à la progression de leur transformation numérique dans leurs rapports trimestriels.<sup>1</sup> Jetez un œil à votre structure : **si votre entreprise dispose d'un directeur du numérique, vos chances de réussir votre transformation sont largement plus élevées (54 %) que celles des autres entreprises.**<sup>2</sup>

54%

Dans ce contexte, les équipes chargées des technologies embarquées doivent elles aussi se focaliser sur cet aspect. La taille du marché de l'Internet des Objets (IoT) n'est pas le seul paramètre à prendre en compte (en 2025, le nombre d'équipements connectés devrait avoisiner les 75 milliards<sup>3</sup>). Il est tout aussi important de s'intéresser à la façon dont ces objets fonctionnent les uns avec les autres, afin de générer de la valeur au niveau de, et via une périphérie de réseau en pleine migration vers la 5G. **En effet, cet « edge » devrait, selon les prévisions du cabinet Garner, gérer plus de 80 % de l'ensemble des données en 2025.**<sup>4</sup>

- 1 inc.digital
- 2 Forbes/inc.digital, 2019
- 3 IDC, 2019: [www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS45213219](http://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS45213219)
- 4 Gartner, 2018: [www.gartner.com/smarterwithgartner/what-edge-computing-means-for-infrastructure-and-operations-leaders](http://www.gartner.com/smarterwithgartner/what-edge-computing-means-for-infrastructure-and-operations-leaders)

“La réussite des stratégies numériques doit être la priorité absolue à l'heure où les organisations modernisent leurs processus de développement pour tirer parti de leurs technologies embarquées.”

—Michael Gale,  
auteur de *The Digital Helix*,  
ouvrage à succès sur le thème  
de la transformation numérique  
(selon un classement du *Wall  
Street Journal*)



Selon les prévisions du cabinet Gartner, en 2025, 80 % de l'ensemble des données IoT seront gérées par des équipements en périphérie de réseau.

# Notre responsabilité : créer un monde reposant sur l'intelligence artificielle et totalement sécurisé

Le volume des données et la nécessité de les mettre rapidement à profit pour garantir l'efficacité des stratégies de transformation numérique entraînent des changements immédiats dans la façon dont nous modernisons les équipements embarqués, de leur développement à leur gestion, en passant par leur déploiement.

Les technologies telles que l'IA et le machine learning devront faire l'objet d'une intégration transparente et simple au sein de ces équipements. Et parce que les besoins évoluent, ces appareils devront être capables de s'adapter tout au long de leurs cycles de vie.

Bien entendu, tout ceci pose des problématiques en matière de développement. Un tiers de l'ensemble des développeurs s'emploie actuellement à créer des architectures cloud natives, et 30 % prévoient de le faire dans les 12 prochains mois. Mais la périphérie de réseau peut être une région hostile pour ces développeurs. L'accès physique et la sécurité sont des notions problématiques, et les dispositifs installés en bordure de réseau ne sont ni standardisés, ni interchangeables comme le sont les serveurs d'un centre de données. **En outre, après la sécurité (38 %), deux des trois principales problématiques des développeurs IoT sont la connectivité (21 %), et la collecte et l'analyse de données (19 %).**<sup>5</sup> Ces préoccupations s'étendent même aux spécialistes des technologies d'automatisation : en effet 93 % d'entre eux estiment ne pas être prêts ou totalement préparés pour relever les défis des appareils intelligents.

“L'époque où, après une phase ponctuelle de conception et de déploiement, nous assurons la gestion d'un appareil jusqu'à sa fin de vie est révolue : à l'avenir, ces équipements s'adapteront constamment grâce aux technologies numériques.”

—Paul Miller,  
Directeur technique,  
Wind River



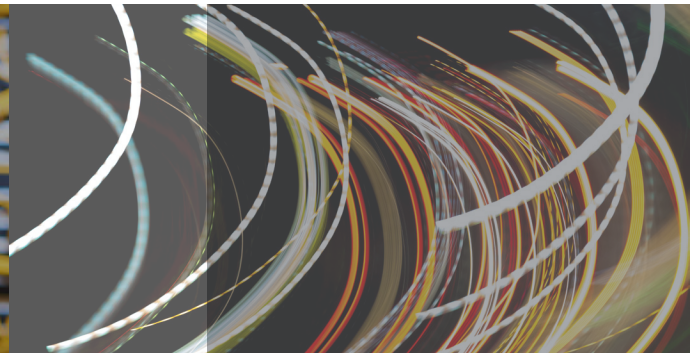
38%

21%

19%

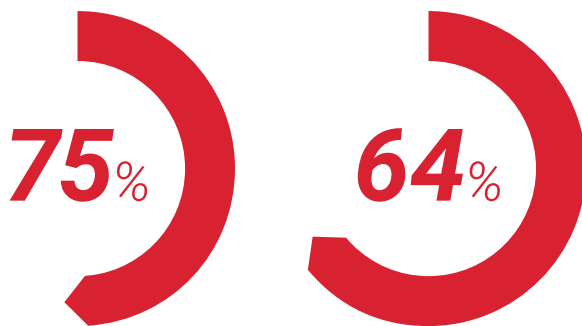
Après la sécurité, deux des trois principales problématiques des développeurs IoT sont la connectivité, et la collecte et l'analyse de données

<sup>5</sup> Eclipse Foundation, 2019: [drive.google.com/file/d/17WEobD5Etfw5JnoKC194IME\\_XCtPNGGc/view](https://drive.google.com/file/d/17WEobD5Etfw5JnoKC194IME_XCtPNGGc/view)



Compte tenu du caractère essentiel de l'agilité dans un monde en constante évolution, les solutions personnalisées et développées en interne n'ont plus leur place dans le domaine de l'embarqué. Mais alors que 28 % des entreprises en pleine transition numérique sont pleinement conscientes du climat d'instabilité, d'incertitude, de complexité et d'ambiguïté (VUCA) régnant sur notre avenir, elles sont parallèlement bien plus convaincues (250 %) de pouvoir y faire face, notamment parce que leur transformation leur donne l'occasion de revoir intégralement leurs modes de fonctionnement.<sup>6</sup> Il ne s'agit pas pour elles de suivre simplement des concepts : le numérique est une composante essentielle de leur existence. **Ainsi 75 % des entreprises estiment que l'intelligence artificielle leur permettra de se lancer dans de nouveaux projets ; en outre, pour 64 % des PDG, l'IA est perçue comme une solution permettant de réduire les dépenses d'exploitation globales.**<sup>7</sup> Ces tendances montrent que la conception et la raison d'être initiales des appareils devront faire l'objet de modifications à l'aide de mises à jour logicielles tout au long de leurs cycles de vie. En effet, la généralisation de l'intelligence artificielle permet de transformer la valeur des équipements pour l'entreprise, aussi bien dans l'immédiat (sur le plan économique) qu'à plus long terme (en particulier grâce au cloud).

Ces tendances montrent que la conception et la raison d'être initiales des appareils devront faire l'objet de modifications à l'aide de mises à jour logicielles tout au long de leurs cycles de vie.



75 % des entreprises estiment que l'intelligence artificielle leur permettra de se lancer dans de nouveaux projets ; en outre, pour 64 % des PDG, l'IA est perçue comme une solution permettant de réduire les dépenses d'exploitation globales.

<sup>6</sup> Forbes/inc.digital

<sup>7</sup> Forbes/inc.digital

# Les données domineront le monde de demain



Les 41 milliards d'objets connectés que nous dénombrerons en 2025 généreront près de 80 zettaoctets de données.<sup>8</sup>

Ces informations ont une valeur exceptionnelle : 57 % des entreprises en tête de file en matière de transformation numérique reconnaissent que les formes et les perceptions vis-à-vis des de ces données devraient radicalement changer dans les prochaines années. **Les organisations trouvant la bonne formule seront en mesure de concevoir, de recueillir, et de gérer l'ensemble de ces données, qui proviendront essentiellement de l'edge.**

Pour surfer sur les nouvelles tendances basées sur l'intelligence artificielle, la 5G, et les systèmes intelligents en périphérie de réseau, les développeurs devront acquérir de nouvelles compétences, et faire preuve d'un intérêt marqué non seulement pour le développement d'applications, mais également pour l'ensemble des domaines relatifs à la programmation, aux interfaces de communication entre équipements, et à la pertinence des données.

**Voir le volet (et en annexe pour plus de détails) : " Top 10 des compétences requises pour les développeurs IoT " .**

À l'heure actuelle, presque toutes les entreprises utilisent du code hérité écrit dans des langages archaïques. En outre, bien que la génération de développeurs comprenant ces langages approche de la retraite, les écoles et universités n'ont pas préparé la jeune génération à en assurer la maintenance. Ces programmeurs préfèrent de nouveaux langages tels que Rust (83,5 %) et Python (73,1 %) <sup>9</sup>, et d'ici quelques années seulement, ils seront majoritaires dans le milieu professionnel (les millennials et la génération Z représenteront près de 75 % de l'ensemble de la population active en 2025). <sup>10</sup>

## Top 10 des compétences requises pour les développeurs IoT



Machine learning et IA



Conception de données



Automatisation



Réseaux IP



Interface de communication entre équipements



Développement mobile



Conception d'UI/UX



Sécurité des informations



Business intelligence



Travail d'équipe

<sup>8</sup> IDC, 2019: [www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS45213219](http://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS45213219)

<sup>9</sup> World Economic Forum

<sup>10</sup> IDC, 2019: [www.igel.com/wp-content/uploads/2019/06/IDC-Infobrief-Leverage-Linux-to-Transform-Endpoints-Jun-2019.pdf](http://www.igel.com/wp-content/uploads/2019/06/IDC-Infobrief-Leverage-Linux-to-Transform-Endpoints-Jun-2019.pdf)



# Notre gestion des équipements embarqués hérités aura son importance

Jusqu'ici, tout processus de conception exceptionnel comportait son lot de complexité. Mais dans un monde lui-même de plus en plus complexe, cette dynamique n'est plus acceptable.

Cette problématique de base ne peut être résolue simplement en concevant une solution de bout en bout et la développant constamment. **Et en dépit des bienfaits de l'automatisation, il est difficile de concevoir quelque chose de concret malgré le paradoxe lié à la nécessité de simplifier des processus pour gérer de nouvelles complexités.**

La solution : mettre davantage l'accent sur des composants commerciaux standards, s'affranchir des cadres de référence, et tirer parti des connaissances et efforts collectifs—créer intelligemment. Pour la plupart des développeurs de systèmes embarqués, le changement majeur consistera à délaissier une mentalité axée sur l'entretien du code pour adopter celle d'un magicien polyvalent sachant comment concevoir des systèmes.

La transition entre les baby-boomers et les millennials nous offre l'opportunité de recentrer l'avenir de la périphérie intelligente par rapport aux compétences et aux modes de pensée de la nouvelle génération, et de nous ouvrir à de nouvelles dynamiques en matière de conception (telles que détaillées à la page suivante). Ces processus vont bien au-delà du plan de contrôle traditionnel qui domine l'industrie de l'embarqué depuis des décennies. La virtualisation, l'IA, et le développement au sein de conteneurs sont des solutions pratiques à l'explosion des volumes de données, et nécessiteront de se concentrer sur d'autres aspects des architectures.

Des overlays seront bien évidemment créés pour les systèmes hérités. Une autre approche invite à se focaliser sur la valeur des données plutôt que sur les équipements : comment ces données pourront-elles favoriser un meilleur décisionnel en temps réel au sein de l'écosystème élargi ? Dans les domaines des transports, de la fabrication industrielle, de l'énergie, de l'aviation et de la défense, cette nouvelle approche vis-à-vis des équipements hérités pourrait offrir une valeur ajoutée d'une importance considérable.

“ Les transformations numériques représentent une incroyable opportunité, mais l'utilisation d'outils et de processus archaïques pour résoudre de nouvelles problématiques n'est pas une approche logique dans un monde évoluant rapidement .”

—Michael Gale,

auteur de *The Digital Helix*,  
ouvrage à succès sur le thème  
de la transformation numérique  
(selon un classement du *Wall  
Street Journal*)



# Les 6 nouvelles dynamiques en matière de conception à l'ère du numérique



Alors qu'elle se limitait à des missions précises et ciblées, l'utilité des équipements devrait s'élargir considérablement à mesure que leur capacité à agir de façon autonome en s'appuyant sur les informations collectées et gérées augmentera.

**1. Se focaliser sur le système :** les silos sont l'un des trois principaux freins à la réussite des transformations numériques.<sup>11</sup>

Le fait que les ingénieurs en électrotechnique ne soient plus aux commandes, mais juste des membres à part entière des projets, montre bien à quel point l'heure du changement est venue. Les organisations peinant à gérer le mélange de propriété intellectuelle et de ressources seront bien à la peine, car contraintes d'utiliser des modèles de l'ancien temps pour résoudre des problématiques du monde moderne.

**2. Penser en terme de cycle de vie :** le modèle traditionnel consistant à créer puis à vendre des produits ne fonctionnera pas éternellement. À l'avenir, ces derniers feront l'objet d'ajustements dynamiques afin d'ingérer de nouvelles données—essentiellement via la périphérie de réseau—dans le but de proposer des ressources et expériences variées tout au long de leurs cycles de vie. *Et avec la 5G et d'autres méthodes de connectivité, les mises à jour via réseau cellulaire deviendront monnaie courante.*

**3. Le processus de conception doit s'adapter :** adopter une approche orientée système implique de penser aux besoins d'adaptation éventuels dès le processus de conception. La définition du terme « adaptation » s'apprête d'ailleurs à changer du tout au tout sous l'impact du numérique. Dans un monde où l'on dénombre bientôt 41 milliards d'objets connectés, les architectures doivent donc être conçues pour faire preuve d'une élasticité quasiment infinie, et ce dès le départ. Il suffit de comparer un centre d'appels à un site web. Alors que la capacité du premier est limitée par le nombre de personnes constituant ses effectifs, celle d'un site web n'est limitée que par l'infrastructure sur laquelle il repose.

**4. La nécessité absolue de comprendre certaines fonctionnalités :** à l'heure du numérique, pas question d'immobiliser un avion pour en changer les pièces : en d'autres termes, il est inconcevable de mettre à niveau des systèmes entiers d'un seul coup. *Outre la capacité à effectuer des mises à jour à grande échelle sur des systèmes en fonctionnement, les organisations devront être en mesure d'en faire de même sur leurs applications au niveau des threads et microservices.*

**5. La rapidité, la précision et la valeur des données comptent dans le cadre de la prise de décisions en temps réel :** les entreprises doivent impérativement être en mesure d'extraire, de gérer, et d'intégrer des technologies d'intelligence artificielle. Les PDG de différents secteurs, à l'image de celui de la fabrication industrielle, sont d'ailleurs d'ores et déjà conscients de l'importance de cet élément en tant que facteur de différenciation : 28 % d'entre eux utilisent l'intelligence artificielle dans le cadre de la collecte et de la gestion constante de leurs données. Ces derniers enregistrent ainsi un ROI de 2,6 supérieur à celui de leurs homologues.<sup>12</sup> Les développeurs de l'edge intelligent se doivent de jouer un rôle actif dans ce scénario.

**6. La nature de la sécurité évolue :** Si la sécurité a toujours été une priorité, cela ne concernait jusqu'ici que les plateformes. Mais maintenant que les appareils sont tous capables d'interagir les uns avec les autres, le besoin de sécurité est amplifié—presque à l'infini. L'intelligence et l'adaptabilité sont essentielles pour créer un ensemble sécurisé partout et à tout moment.

<sup>11</sup> Forbes

<sup>12</sup> Forbes/inc.digital

# Les déploiements nécessiteront une approche plus adaptable

Dans le monde hyper agile d'aujourd'hui, le déploiement de produits complets n'est pas une approche viable.

La tendance est désormais de commercialiser un produit minimum viable et d'y apporter des améliorations au fil du temps. Le déploiement se mue en un processus continu, comme l'illustre parfaitement l'exemple des véhicules Tesla.

Il nous faudra prêter davantage d'attention aux cas d'usage des clients, aux perspectives d'avenir, et à ce que tout ceci signifie en matière de développement. Par exemple, la sécurité et la cybersécurité sont des parts clés de cette équation ; en effet les menaces évoluant au fil du temps, la capacité à effectuer des déploiements de façon agile sera essentielle.

Ces changements vont se matérialiser, lentement dans un premier temps : on estime qu'il faudra encore 9,5 ans à près de trois quarts (72 %) des sociétés du Global 2000 pour atteindre leur stade de maturité numérique.<sup>13</sup> La progression des entreprises vers des transformations numériques plus abouties est actuellement extrêmement lente (TCAC de 11,5 %).<sup>14</sup> En outre, il va sans dire que le monde de l'embarqué ne s'est pas lancé sans arrière-pensée vers la modularité et les modèles de développement dans le cloud utilisés dans le monde de l'informatique. La transformation numérique des systèmes d'information se focalise sur la virtualisation. En effet, la réactivité de cette technologie la rend adaptée aux changements rapides d'aujourd'hui. Cependant, cette adaptabilité doit reposer sur le matériel et l'architecture adéquats. **La virtualisation dans le cloud est donc amenée à devenir un scénario de plus en plus fréquent à mesure que l'automatisation et l'IA se généraliseront au sein des appareils. Dans un avenir tourné vers le numérique, le prototypage et la simulation seront alors la norme.** Ces pratiques représentent en effet les moteurs de changement à adopter pour accélérer les processus de transformation.

<sup>13</sup> Forbes/inc.digital

<sup>14</sup> Forbes, inc.digital

“Le design thinking doit passer d'une vision unique, figée et focalisée sur le produit à une réflexion sur le processus à mettre en place dans l'ensemble de l'entreprise numérique.”

—Michael Gale,

auteur de *The Digital Helix*, ouvrage à succès sur le thème de la transformation numérique (selon un classement du *Wall Street Journal*)



# Un univers plus vaste et puissant



**En 2025, la nouvelle périphérie intelligente n'aura que très peu de points communs avec l'infrastructure hébergeant les appareils embarqués d'aujourd'hui.**

Dans le monde numérique, plus rien n'est distant ou isolé. Du point de vue de l'entreprise, la puissance des nouvelles informations collectées (issues de la périphérie, de la 5G, et d'un écosystème étroitement intégré) réside dans le dynamisme et la connectivité.

Même les organisations les plus performantes dans le cadre de leurs transformations numériques admettent volontiers qu'il est difficile de prédire l'avenir : 97 % d'entre elles considèrent leur stratégie comme un processus progressif, et non comme un plan sur 5 ou 10 ans.<sup>15</sup> La conception et la philosophie au sein de la périphérie intelligente devront suivre le même mode de pensée.

Les industries (et leurs développeurs) doivent être capables de créer des applications pour équipements de périphérie compatibles avec des applications cloud natives, en se basant sur des principes modernes tels que l'intégration et le déploiement continu (CI/CD). Différentes couches d'abstraction permettront de faire face aux complexités de l'infrastructure et des équipements. En outre, les conteneurs prendront en charge les applications des RTOS traditionnels, ainsi qu'une nouvelle catégorie d'applications edge cloud natives. Les frameworks, l'open source et les plateformes s'interfaceront avec des langages de programmation modernes et populaires, et les développeurs finiront par adopter l'approche DevSecOps.

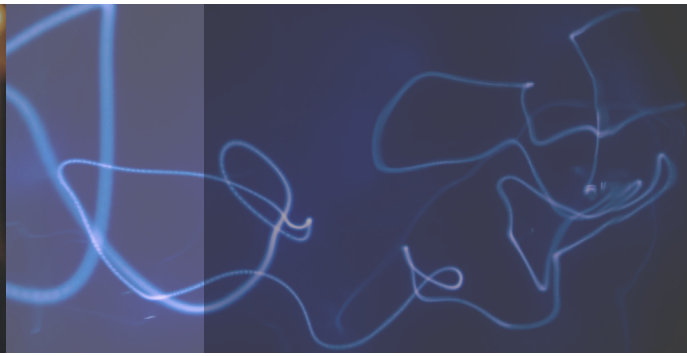
Cette mentalité avant-gardiste et innovante, et ces fonctionnalités adaptatives deviendront la norme au sein des processus de conception. Pour réussir à créer des équipements de périphérie fournissant des informations en temps réel et soutenant la prise de décisions basées sur plusieurs zettaoctets de données, la philosophie de base sera de prendre en charge non pas une vie mais plusieurs phases de la vie de chaque appareil.

“Des systèmes heuristiques exécutés en périphérie de réseau seront capables de surveiller des formes anormales ou changeantes en temps réel. Nos appareils auront donc pour mission de participer à des processus d'orchestration bien plus ciblés sur la (cyber)sécurité qu'auparavant.”

—Paul Miller,  
Chief Technology Officer,  
Wind River



<sup>15</sup> Forbes/inc.digital



À l'avenir, les processus qui nous ont permis d'arriver où nous en sommes aujourd'hui devront être revus en se focalisant sur la réussite des transformations numériques. Maintenant que nous savons créer des systèmes embarqués, nous devons créer des solutions adaptatives et cloud natives, et tout mettre en œuvre pour réussir à long terme dans un monde en pleine transformation numérique. En nous y prenant correctement, nous avons la possibilité d'enregistrer des succès remarquables (ce qui n'a pas échappé aux leaders du secteur).

**Interrogés dans le cadre d'une enquête menée par Wind River® pendant la crise du COVID-19 (avril 2020), plus de 65 % des responsables DevOps et DevSecOps aux U.S. et en Chine ont répondu que loin de stagner, leurs investissements dans l'IoT, l'intelligences artificielle, le développement applicatif pour le cloud, les projets liés à la 5G, et le développement au sein de conteneurs étaient en hausse. Les cadres dirigeants seraient même plus optimistes (88 % en Chine) quant au passage à du code open source lié au COVID-19.**



Même une crise internationale ne saurait freiner la transformation numérique du monde professionnel. Au contraire, les responsables de la périphérie intelligente seront même contraints de l'accélérer afin de lancer urgemment ce processus.

Wind River est un leader mondial des logiciels pour la périphérie intelligente. L'entreprise propose un portefeuille complet de solutions, ainsi que des services et une assistance aux entreprises de classes mondiales s'appuyant sur un vaste écosystème de partenaires. Les logiciels et l'expertise de Wind River accélèrent les transformations numériques des systèmes d'infrastructures critiques les plus exigeants en matière de sûreté de fonctionnement, de sécurité et de fiabilité.

© 2020 Wind River Systems, Inc. Le logo Wind River Systems est une marque de Wind River Systems, Inc., et Wind River et VxWorks sont des marques déposées de Wind River Systems, Inc. Rev. 09/2020



# Prêt pour la nouvelle périphérie intelligente ?

Découvrez comment vous et votre organisation vous préparez à l'avènement d'un monde numérique. Effectuez cet exercice simple avec quelques collègues pour identifier votre niveau de synergie, et à quel point vous êtes prêts pour le monde de demain.

**Une fois terminé, envoyez-nous vos réponses, ou contactez-nous pour passer ce test avec vous et vos équipes en temps réel.** Nous disposons d'experts qui travaillent avec un grand nombre de marques ayant brillamment réussi leurs transformations numériques dans le monde entier, et capables de proposer les meilleures pratiques à mettre en place.

Répondez à chaque affirmation sur une échelle de **1** (*nous n'y pensons même pas*) à **5** (*il s'agit d'un facteur de différenciation majeur pour notre entreprise*):

**1.** Notre philosophie quant à la conception de nos équipements de périphérie est étroitement liée à la transformation numérique globale de notre entreprise.

1  2  3  4  5

**2.** Nous nous attendons à ce que nos équipements passent par plusieurs étapes au cours de leurs cycles de vie.

1  2  3  4  5

**3.** Nous requalifions nos développeurs afin qu'ils puissent gérer nos systèmes hérités.

1  2  3  4  5

**4.** Nous considérons la sécurité et la cybersécurité comme des défis / opportunités indissociables dans nos processus de développement.

1  2  3  4  5

**5.** Nous considérons l'automatisation comme une fonctionnalité incontournable, qui doit être conçue et intégrée à nos appareils, compte tenu du volume de données et de protocoles que nous créons pour le nouveau monde du numérique.

1  2  3  4  5

**6.** Nous créons désormais nos systèmes de périphérie pour des workflows extrêmement interconnectés destinés à l'ensemble de l'entreprise.

1  2  3  4  5

**7.** L'intégration d'une IA à tous les niveaux, ou dans la plupart des appareils que nous concevons, sera une pratique courante dans les deux prochaines années.

1  2  3  4  5

**8.** Nous considérons l'edge et la 5G comme des environnements de développement importants pour nous.

1  2  3  4  5

**9.** Le développement open source et au sein de conteneurs pour environnements cloud natives est une exigence de conception pour nous.

1  2  3  4  5

**10.** Nos équipes DevOps et DevSecOps partagent désormais des philosophies et processus de conception similaires.

1  2  3  4  5



# Top 10 des compétences requises pour les développeurs IoT à l'heure du numérique



## Machine learning et IA

La collecte et l'analyse de volumes de données importants nécessitent de pouvoir déchiffrer des motifs (patterns) et prévoir des résultats. L'IoT étant de plus en plus complexe et répandu, les intelligences artificielles devront être en mesure de traiter davantage de tâches et de prendre des décisions de façon autonome.



## Conception de données

Le Big Data est au cœur de l'IoT, et le travail des ingénieurs en logiciels, réseaux et UX est de faire en sorte que ces données puissent servir les utilisateurs sans accroc. Leur capacité à lire et à interpréter des données de façon pertinente sera donc un atout précieux.



## Automatisation

Une enquête de McKinsey révèle que 40 % de la valeur de l'IoT réside dans son opérabilité. Compte tenu de la vaste quantité de données et d'interfaces, les développeurs capables de connecter leurs tests d'API automatisés et leurs tests manuels seront ceux qui parviendront à commercialiser leurs produits.



## Réseaux IP

Dans le domaine de l'IoT, les capteurs embarqués interagissent avec leur environnement, collectant des informations avant de les envoyer pour les analyser. Ces informations doivent transiter via un réseau parfait, sécurisé et fiable, et capable de soutenir un trafic énorme. Les développeurs doivent donc maîtriser les bases de la pile OSI, les tout derniers standards en matière de communication IoT, et comment fonctionnent les protocoles de connectivité.



## Interface de communication entre équipements

La programmation d'équipements est essentielle pour les ingénieurs IoT. Ces derniers doivent savoir comment programmer des interfaces (GPIO, I2C, etc.) ; comprendre au moins un système d'exploitation (ex. : Linux) ; et maîtriser un système embarqué (ex. : Contiki).



## Développement mobile

La plupart des appareils IoT seront gérés à l'aide de smartphones. La capacité à développer des applications communiquant avec des équipements et capteurs externes sera donc une compétence extrêmement précieuse à mettre en avant.



## Conception d'UI/UX

Les interfaces entre l'appareil et l'utilisateur doivent être efficaces et conviviales. Dans le cas contraire, le consommateur ne l'achètera pas. La capacité à créer des web designs et des services réactifs focalisés sur l'utilisateur final est un plus.



## Sécurité des informations

La sécurité est un paramètre essentiel pour les appareils IoT. Les développeurs maîtrisant l'évaluation des vulnérabilités, la sécurité de l'infrastructure à clés publiques (ICP), le hacking éthique, et la sécurité des réseaux sans fil auront un rôle clé à jouer.



## Business intelligence

Le principe de l'IoT est de collecter, stocker et analyser des flux de données issus d'objets intelligents. Les compétences nécessaires pour y parvenir incluent l'analyse de données en provenance de capteurs, la gestion de centres de données, l'analyse prédictive, ainsi que la programmation en Hadoop et NoSQL.



## Travail d'équipe

Une équipe IoT classique comprend un ingénieur en électrotechnique, un ingénieur en mécanique, un ingénieur industriel, un concepteur de systèmes embarqués, un développeur back-end, un développeur front-end, et un responsable produit. Mieux ils comprendront les rôles de chacun d'entre eux, le but du système et le profil de l'utilisateur final, mieux le système entier fonctionnera.