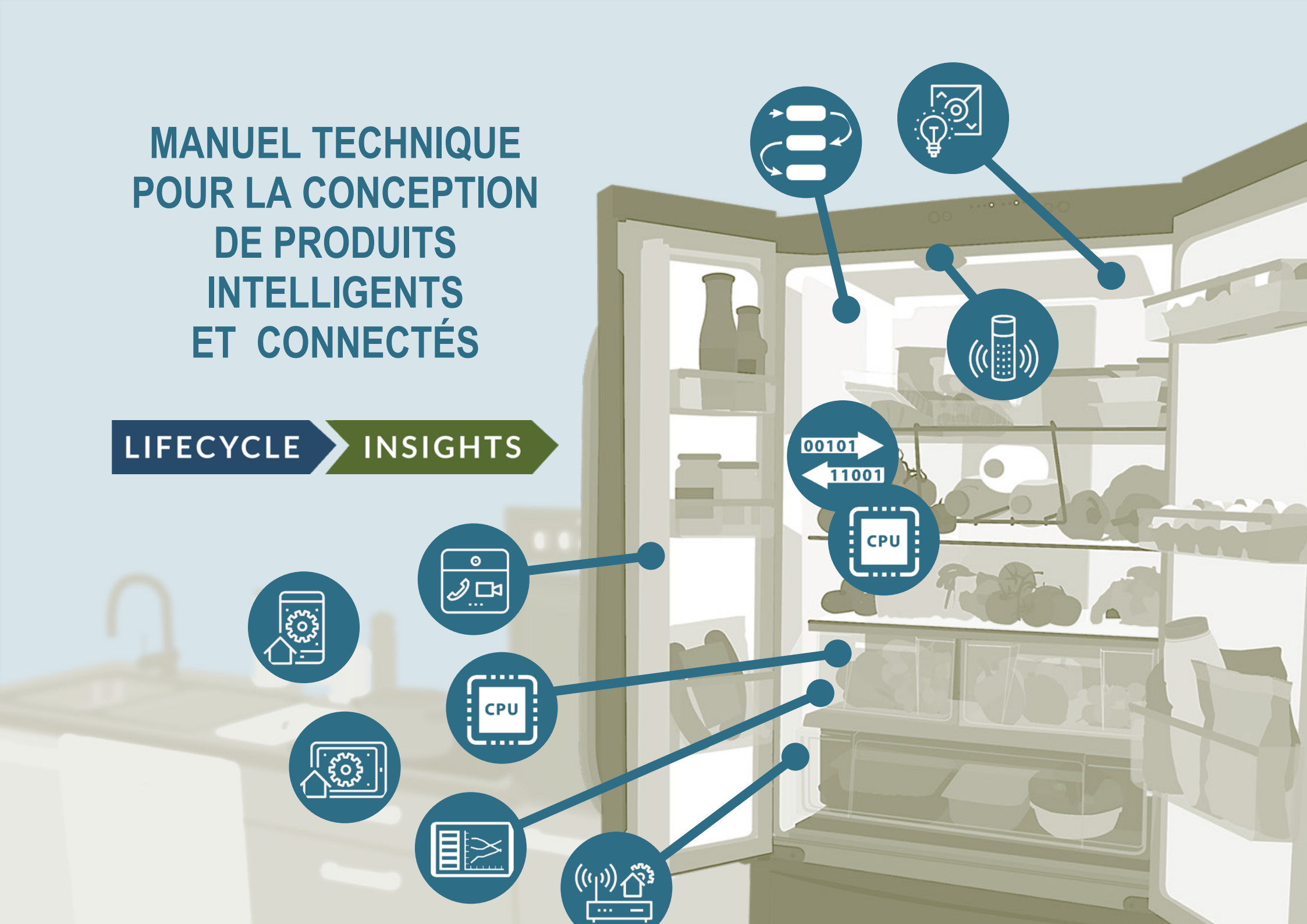
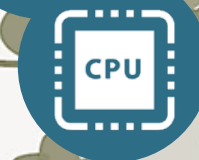
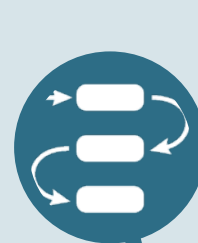
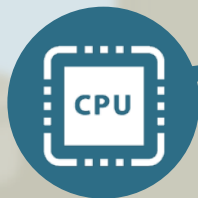


MANUEL TECHNIQUE POUR LA CONCEPTION DE PRODUITS INTELLIGENTS ET CONNECTÉS

LIFECYCLE

INSIGHTS



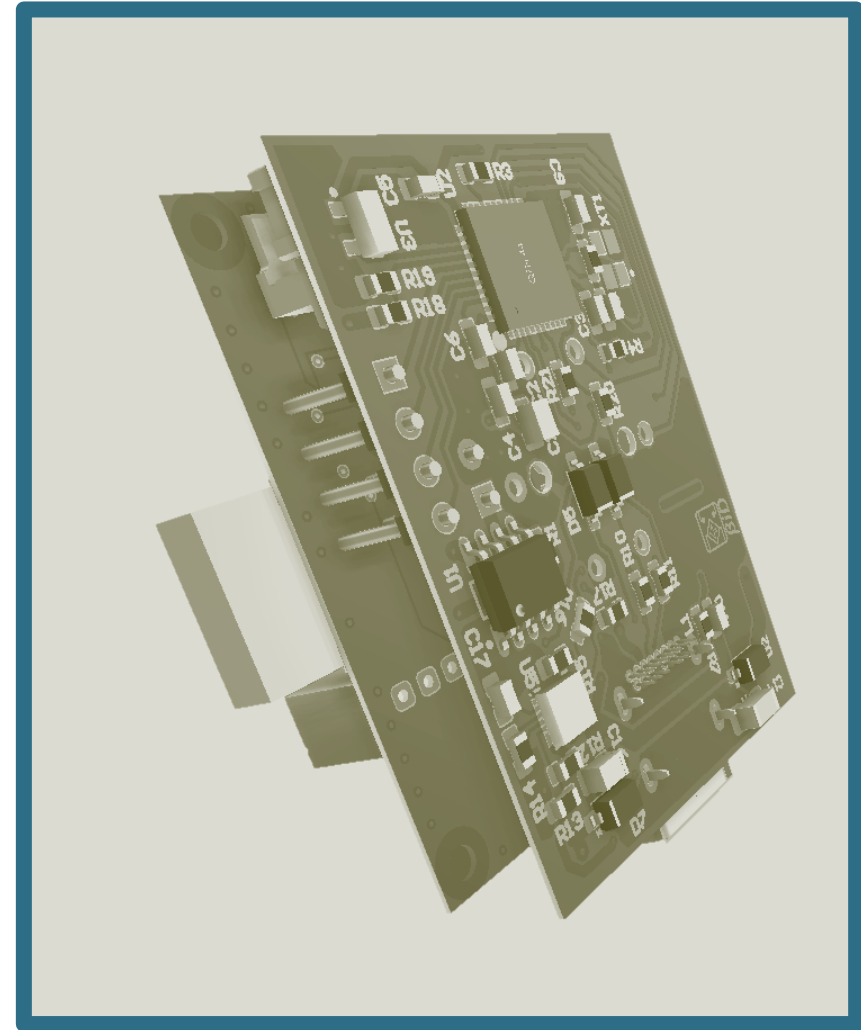
COMMENT DÉVELOPPER DES PRODUITS INTELLIGENTS ET CONNECTÉS ?

L'Internet des Objets, ou IoT, entraîne son lot de changements importants. Là où certains le considèrent comme une formidable opportunité, d'autres le voient comme une redoutable menace. Quoi qu'il en soit, les entreprises qui adoptent cette technologie s'en servent pour concrétiser des transformations plus importantes, comme obtenir des informations sur l'utilisation des produits, surveiller ces derniers à distance ou encore planifier de manière préventive les visites de maintenance.

La portée du changement ne se limite toutefois pas aux opérations menées par l'entreprise une fois le produit livré. Les produits eux-mêmes font également l'objet de bouleversements importants. Pour tirer le meilleur parti de l'IoT, les entreprises créent des offres *intelligentes et connectées* : les produits traditionnellement composés d'éléments mécaniques se voient dotés de capteurs, d'antennes, de circuits imprimés, de logiciels intégrés et de faisceaux de câbles complexes.

Évidemment, cette transformation des produits a des répercussions importantes au niveau des entreprises d'ingénierie. Côté concepteurs, le développement de produits intelligents et connectés (respectueux des délais et du budget) passe par de nouveaux processus ainsi que par de nouvelles compétences et technologies. Quels sont les postes à pourvoir ? Quelles sont les nouvelles formations requises ? Comment utiliser les données en flux continu ? Quels processus spécifiques doivent être adoptés ? Quels nouveaux outils doivent être acquis ?

Cet eBook vise à répondre à toutes ces questions. Il détaille les tendances qui poussent les entreprises à développer des produits intelligents et connectés, tout en expliquant comment tirer profit des données en flux continu. Cet eBook aborde les changements qu'une entreprise doit accueillir afin d'assurer la transition la plus fluide possible vers une nouvelle ère de produits intelligents. Pour découvrir comment votre entreprise peut sortir gagnante d'une telle transformation, lisez ce qui suit.



COMMENT DÉVELOPPER DES PRODUITS INTELLIGENTS ET CONNECTÉS ?

Aujourd'hui, à l'heure de l'IoT, les entreprises transforment leurs produits de deux façons, en les rendant 1) plus intelligents et 2) plus connectés. Ces deux évolutions impliquent le développement de nouvelles fonctionnalités de produits, qui seront abordées dans cette section.

CRÉER DES PRODUITS PLUS INTELLIGENTS

Un produit plus intelligent offre généralement des fonctionnalités visibles à l'extérieur, d'une manière ou d'une autre. Il peut, par exemple, interagir de façon intelligente avec l'utilisateur ou encore réagir en toute autonomie dans son environnement ou durant son fonctionnement. Son secret ? Pouvoir détecter et réagir de façon intelligente.

Les entreprises développent des produits intelligents avant tout pour créer un avantage concurrentiel. Il peut s'agir de se différencier (repousser la concurrence), de perturber un marché existant (déstabiliser ses acteurs historiques), ou encore de proposer de nouvelles fonctionnalités innovantes moyennant un supplément tarifaire.

Quel que soit l'avantage offert, un produit intelligent exige un ensemble spécifique de fonctionnalités reposant sur la technologie.

- Ce type de produit nécessite des capteurs détectant l'environnement ou des interfaces utilisateur autorisant l'interaction humaine.
- Il nécessite également un réseau de communication capable d'envoyer des relevés ou des commandes au système électronique.
- Ce produit doit en outre intégrer des circuits imprimés, embarquant eux-mêmes des processeurs et des logiciels afin d'interpréter les données et d'envoyer des commandes à une interface ou des composants pilotés.
- Enfin, ces mêmes composants pilotés sont indispensables pour exercer un contrôle physique sur le produit ou l'environnement.

À mesure que les entreprises rendent « intelligentes » leurs offres traditionnelles, les services d'ingénierie doivent pouvoir développer et intégrer ces nouvelles technologies dans leurs produits. En d'autres termes, ils doivent apprendre à :

- Développer et installer la bonne configuration de capteurs dans leurs produits.
- Développer des logiciels intégrés capables d'exercer les types de contrôles adéquats pour leurs produits intelligents.
- Concevoir et installer des circuits imprimés et des systèmes électriques dans leurs produits.
- Intégrer tous ces composants dans un système fonctionnel.

CRÉER DES PRODUITS TOUJOURS PLUS CONNECTÉS

Rendre un produit plus connecté et rendre un produit plus intelligent sont deux concepts radicalement différents. Connecter des produits signifie généralement transmettre des données depuis des capteurs vers un stockage numérique sur Internet. Notez que l'utilisateur d'un produit connecté peut tout à fait ignorer que son produit est connecté : en effet, les fonctionnalités de ce dernier peuvent passer inaperçues depuis l'extérieur.

Les entreprises qui connectent leurs produits utilisent souvent des données en flux continu afin de mettre en place diverses stratégies. Pour certaines entreprises, ces données permettent de passer à une offre de produits en tant que service, dans le cadre de laquelle elles facturent le temps d'utilisation des produits. Pour d'autres entreprises, ces données permettent de collecter des données sur l'utilisation des produits tout en créant des opportunités de revenus sur le plan de la maintenance. Pour d'autres encore, les données informent sur les paramètres du produit qui devront être améliorés dans la prochaine génération.

Du point de vue de l'ingénierie, les produits connectés exigent un socle commun de fonctionnalités reposant sur la technologie.

- Des capteurs générant leurs relevés à partir du produit ou de son environnement.
- Des réseaux de communication envoyant les données soit à l'électronique (qui traitera les données avant de les transmettre à une antenne), soit directement à une antenne à des fins de transmission.
- Des antennes communiquant ces relevés via Internet à un serveur distant (serveur cloud ou serveur de l'entreprise).

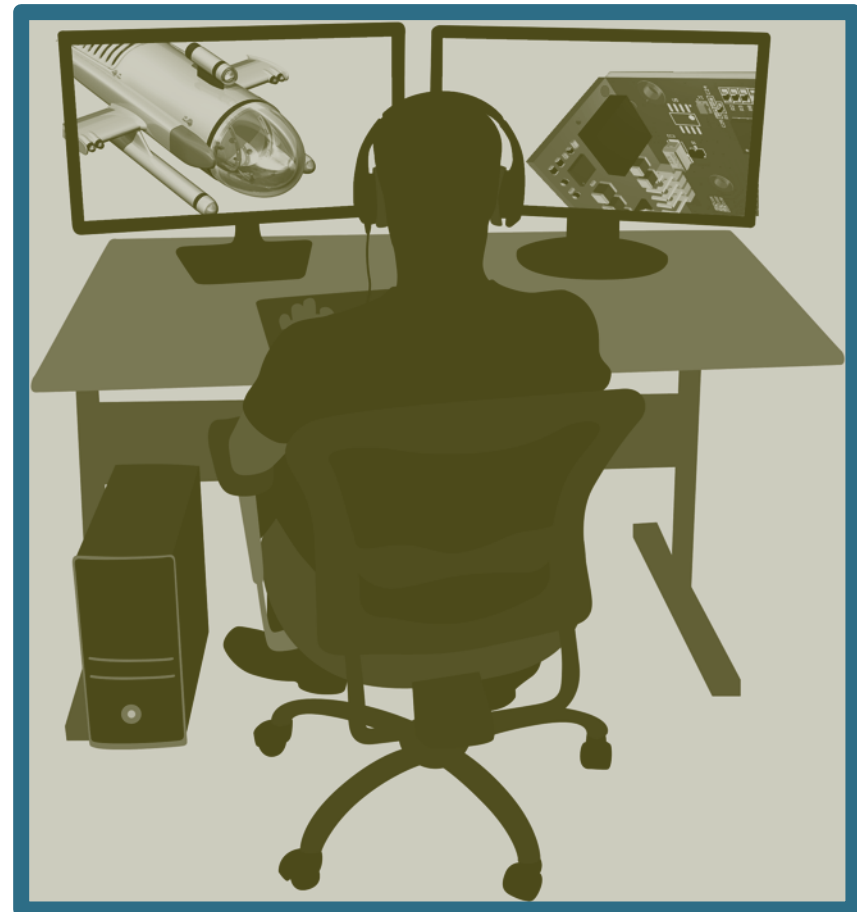
Les entreprises d'ingénierie ont besoin d'un éventail de fonctionnalités pour intégrer ces technologies dans leurs offres et, ainsi, améliorer la connectivité des produits traditionnels. Elles doivent :

- Développer et installer la bonne configuration de capteurs dans leurs produits.
- Développer et installer des antennes de façon à ce que le produit puisse se connecter à Internet et communiquer les relevés des capteurs.
- Concevoir et installer des circuits imprimés optionnels capables de traiter les relevés dans les produits.
- Concevoir et router des systèmes électriques dans leurs produits afin de permettre les communications.

Du point de vue de l'ingénierie, la connectivité d'un produit constitue un défi en soi. Non seulement il convient d'identifier les données importantes à diffuser sur une plate-forme IoT, mais aussi de déterminer la bande passante du réseau nécessaire. Vous devez en outre répondre à deux questions : où héberger les données, et comment les sécuriser ? Enfin, il est vital de savoir comment tirer, à partir de ces données, les conclusions qui appuieront les objectifs de l'entreprise. C'est donc une lourde tâche qui attend les responsables d'ingénierie.

POINT CLÉ : L'INGÉNIERIE ÉVOLUE

Poussées par une double exigence (proposer des produits plus intelligents ET plus connectés), les entreprises d'ingénierie sont contraintes d'opérer des changements fondamentaux. Elles doivent accroître leurs capacités à développer et à intégrer de nouvelles technologies dans leurs produits, ce qui exige de nouvelles compétences, mais aussi de nouveaux processus et outils de conception.



EXPLOITER LES DONNÉES EN FLUX CONTINU

La diffusion de données à partir de produits connectés est une formidable opportunité, pour les entreprises, de mettre en œuvre de nouvelles stratégies. Cette section passe en revue un certain nombre de ces approches.

AMÉLIORER L'ENTRETIEN ET LA MAINTENANCE

Les données en flux continu sont souvent utilisées pour optimiser l'entretien et la maintenance des produits. Ces données permettent de surveiller à distance les performances des produits, mais aussi de dépanner proactivement les produits présentant des erreurs de relevés, et ce, au lieu d'intervenir directement sur site en cas de panne du produit (synonyme d'immobilisation du produit et de mécontentement du client).

La clé de cette approche consiste à identifier, dans les données, les tendances signalant soit une défaillance imminente, soit le besoin d'un dépannage préventif. De telles opérations sont rendues possibles grâce à l'apprentissage automatique – des algorithmes logiciels qui traquent les anomalies dans les données – et aux « jumeaux numériques », des répliques virtuelles reproduisant le comportement des produits physiques.

Du point de vue de l'entreprise, l'utilisation des données en flux continu à des fins de planification préventive de la maintenance est essentielle au déploiement d'une stratégie de produits en tant que services, laquelle fournit une fonctionnalité de produit en échange de frais de service, au lieu de demander au client d'acheter un produit physique. Exemple : fournir au client un service de chauffage et de climatisation moyennant une facturation mensuelle, au lieu de demander au client d'acheter un équipement de chauffage/ventilation/climatisation. Autre exemple : imaginez la poussée d'un avion couverte par le biais d'un contrat mensuel, au lieu d'exiger l'achat de moteurs à turbine.

Dans ces deux exemples, un service ininterrompu est essentiel à la rétribution, sans pénalité, de ce même service. La maintenance proactive est un facteur crucial dans le cadre de cette stratégie.

AMÉLIORER LES EXPÉRIENCES CLIENT

Bien souvent, les discussions autour des produits connectés portent uniquement sur l'utilité des données en flux continu une fois celles-ci extraites du produit. Il est toutefois possible d'associer ces données de capteur à d'autres données accessibles au public sur Internet, de façon à offrir des fonctions et fonctionnalités uniques. Par exemple, un système d'arrosage intelligent peut non seulement s'activer à distance, mais également tenir compte des prévisions météorologiques et ne pas arroser la pelouse si le temps est aux averses.

Ces scénarios ont un dénominateur commun : savoir combiner les données de capteur transmises par le produit et les données issues d'Internet. Cette fonctionnalité est souvent fournie dans le cadre de plates-formes IoT basées sur le cloud. Les conditions logiques sont définies soit sur ces plates-formes, soit via les logiciels intégrés au produit, pour une prise de décision intelligente. De telles fonctionnalités peuvent, ainsi, favoriser la fourniture de fonctionnalités de produit hautement différenciées.

AMÉLIORER LA PLANIFICATION DU PRODUIT

Lorsqu'elle planifie un nouveau produit, l'entreprise détermine ses exigences et caractéristiques en fonction d'un certain nombre d'hypothèses sur la façon dont les produits existants sont utilisés. Il peut arriver, cependant, que ces hypothèses soient erronées. Lorsque c'est le cas, le postulat de base échoue loin de sa cible, ce qui entraîne l'échec total des efforts de développement du produit. Les clients se voient, au final, proposer des produits dont ils ne veulent pas ou n'ont pas besoin.

L'ère de l'IoT offre une possibilité : remplacer ces hypothèses par les données issues des produits connectés. Une entreprise peut instrumenter un produit existant doté de capteurs, puis diffuser les données qui attestent solidement de la façon dont le produit est utilisé et fournissent des mesures sur son environnement d'utilisation. Grâce à ces données, l'entreprise contrôle l'utilisation ou le fonctionnement réel d'un produit, et ne se risque plus à émettre des hypothèses.

Si l'ingénierie planifie une gamme de produits fondée sur une architecture modulaire, de telles données peuvent être une véritable bénédiction. Responsables de la planification des produits et ingénieurs peuvent identifier les options et les différentes fonctionnalités réellement utilisées et celles qui ne le sont pas. De telles informations s'avéreront très précieuses pour optimiser la prise de décision à l'avenir.

DES CHANGEMENTS OPÉRATIONNELS IMPRÉVUS

Indépendamment de votre objectif d'utilisation des données en flux continu, des conséquences imprévues peuvent subsister. Lorsque l'entreprise bascule sur une stratégie de produits en tant que services, sa source de revenus se base directement sur la disponibilité de ce service ainsi que sur sa capacité à réparer les erreurs des produits avant que des pannes surviennent. Proposer des fonctions uniques, reposant sur la combinaison des données de capteur et de celles issues d'Internet, exige une connectivité stable, sous peine de donner l'impression d'un produit défaillant. De même, remplacer les

hypothèses par des données en flux continu peut contribuer à éliminer une source d'erreur, bien que ces données exigent du contexte.

À mesure que votre entreprise bascule vers la production et la fourniture de produits intelligents et connectés, prenez le temps d'identifier les facteurs critiques et les fonctions différenciatrices de l'offre. Développez votre étude de rentabilité autour de cette nouvelle offre. En outre, repérez la façon dont les défauts peuvent mettre à mal la réussite de votre nouvelle approche.

Enfin, notez que si les produits connectés, les données en flux continu et l'IoT peuvent révolutionner votre entreprise, ils *n'en ont pas l'obligation*. Il est ainsi parfaitement possible d'appliquer ces fonctionnalités à votre modèle commercial et à vos produits sans procéder à des changements drastiques. Attendez-vous, cependant, à ce que les attentes du client évoluent. Les impacts, tant implicites qu'explicites, des produits intelligents et connectés sont nombreux.

POINTS CLÉS

Les données en diffusion continue permettent le déploiement d'un éventail de nouvelles stratégies, dont voici quelques exemples :

- Suivre à distance les produits, ce qui favorise le dépannage préventif. Une telle stratégie convient aux approches « produit en tant que service ».
- Combiner les données de capteur avec celles issues d'Internet afin de fournir de nouvelles fonctions de produit et, ainsi, de différencier l'offre.
- Remplacer les hypothèses par des données de capteur suffisamment tôt dans le cycle de développement, afin de réduire les risques d'inadaptation au marché du produit.
- La fourniture de produits intelligents et connectés peut avoir des conséquences économiques imprévues. Prévoyez une étude de rentabilité afin de déterminer la façon dont la stratégie peut améliorer votre activité, et pensez à identifier les défauts et autres imperfections.

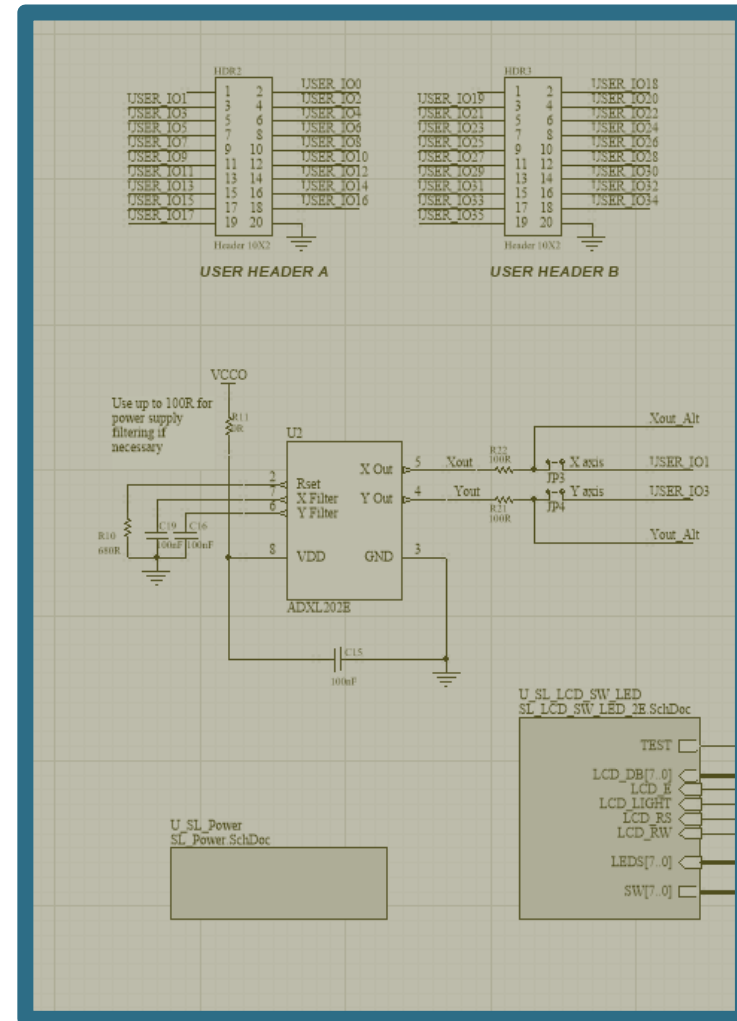
DÉVELOPPER LES SYSTÈMES ÉLECTRIQUES ET L'ÉLECTRONIQUE

Les fonctionnalités – intelligentes ou connectées – des produits modernes se basent sur des systèmes électroniques et électriques, tels que des capteurs, des antennes, des circuits imprimés et des faisceaux de câbles. Lorsqu'une entreprise fabrique progressivement des produits de ce type, elle doit étendre ou améliorer ses capacités de développement.

DES CHANGEMENTS AU NIVEAU DU PERSONNEL, DES PROCESSUS ET DES TECHNOLOGIES

- **Recruter ou former à la conception électrique** : de nos jours, bon nombre de fabricants sont aptes à concevoir des composants mécaniques. La conception de tels éléments au sein d'un système exige cependant des connaissances et des compétences bien précises en conception électrique. Pour pouvoir développer ses compétences internes dans ce domaine, une entreprise devra inévitablement franchir une étape : soit recruter des ingénieurs électriques, soit investir modérément dans des formations d'ingénierie.
- **Processus de vérification et de validation** : l'électronique et les systèmes électroniques contemporains doivent respecter des étapes spécifiques afin de satisfaire à leurs exigences. Dans ce domaine, les technologies peuvent s'avérer une précieuse aide en contrôlant numériquement les nouvelles conceptions. La validation constitue néanmoins une étape cruciale avant celles du prototypage et du test à l'échelle du système.
- **Acquérir les outils de conception adaptés** : il est intéressant d'investir dans des outils de conception assistée par ordinateur appliquée à l'électricité (ECAD) et de conception d'interconnexions, nécessaires à la conception de ces éléments. Il convient en outre de garantir une intégration étroite entre la conception assistée par ordinateur appliquée à la mécanique (MCAD) et l'ECAD, en raison du besoin d'échange itératif durant le développement. La gestion des données joue également un

rôle essentiel dans le suivi des configurations des systèmes. Pour résumer, la réussite passe la mise en place d'un écosystème d'outils étroitement intégré.



EXTERNALISER AUPRÈS DE FOURNISSEURS

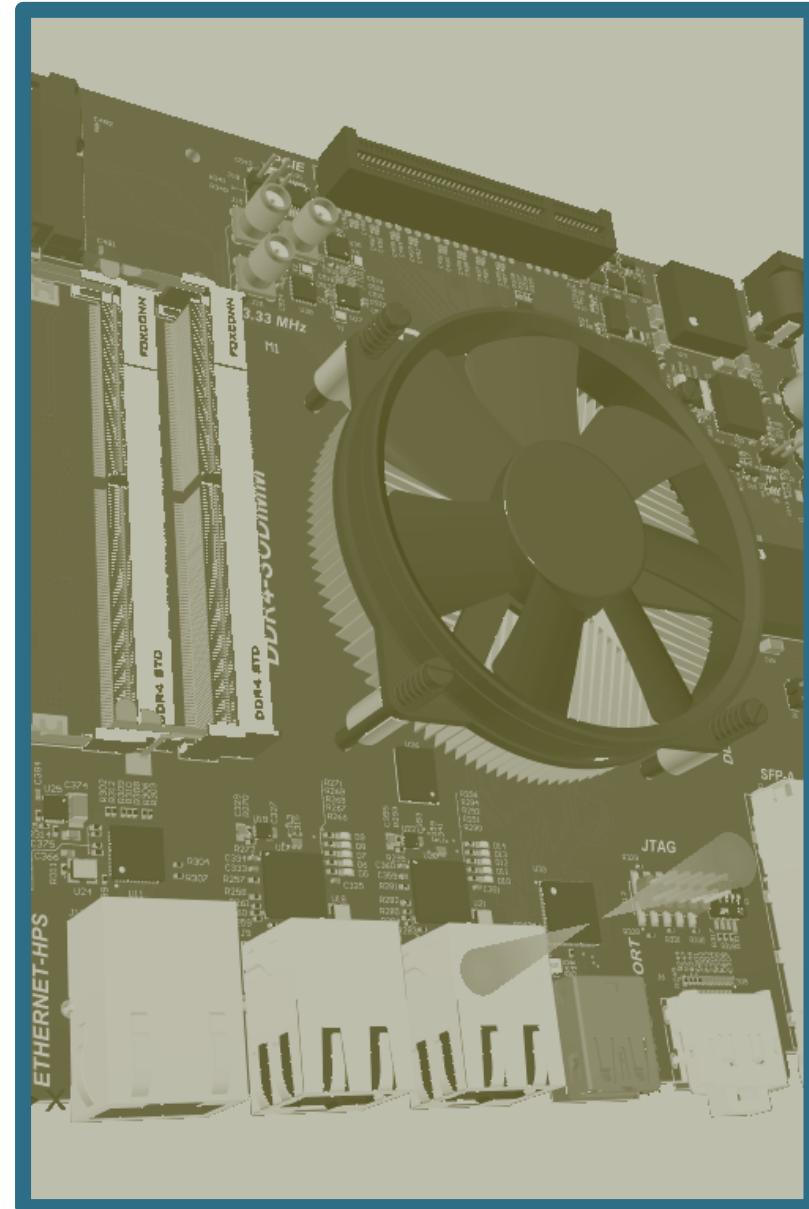
Une alternative au développement de ces compétences consiste à considérer ces domaines comme de simples boîtes noires, et de les externaliser auprès d'un tiers. Ce choix peut réussir si votre entreprise peut définir et gérer parfaitement les exigences en se focalisant sur la puissance, le contrôle, l'intégrité du signal et d'autres caractéristiques de ces systèmes.

Vous devrez toutefois relever l'un des plus grands défis des systèmes de développement pour les produits intelligents et connectés : garantir l'exécution de vos logiciels intégrés sur votre matériel électronique cible. Ce risque doit faire l'objet d'une gestion attentive si vous externalisez les aspects électronique et électrique de tels systèmes.

Enfin, si votre entreprise adopte cette approche, elle ne doit pas se contenter d'intégrer les logiciels, mais bien comprendre comment intégrer l'électronique dans le système. Le prototypage et le test des systèmes, mais aussi l'identification des points de défaillance sont autant d'aspects essentiels.

POINTS CLÉS

S'il est possible de développer ces compétences en interne, souvenez-vous que l'externalisation, auprès d'un fournisseur, de ces tâches – voire de l'ensemble du système de contrôle – constitue une alternative viable. Quelle que soit l'approche choisie, les aptitudes internes à définir les besoins ainsi qu'à concevoir et à tester les systèmes restent des compétences incontournables.



DÉVELOPPER DES LOGICIELS INTÉGRÉS

L'intelligence des produits intelligents et connectés provient de leurs logiciels intégrés, qui alimentent les systèmes de contrôle et traitent les données de capteur transmises aux plates-formes IoT. Cette compétence constitue un autre atout clé dans le cadre du développement de produits modernes.

DES CHANGEMENTS AU NIVEAU DU PERSONNEL, DES PROCESSUS ET DES TECHNOLOGIES

- **Recruter des codeurs ou favoriser la démocratisation :** deux options sont à votre disposition pour acquérir les compétences en matière de développement de logiciels intégrés. La première consiste à recruter ou former des développeurs de logiciels traditionnels. La seconde consiste à responsabiliser les ingénieurs en contrôle, et ce, en leur fournissant des outils de programmation graphique pour modéliser le logiciel et auto-générer le code. Cette seconde option exige la présence d'un ingénieur en logiciels intégrés, chargé de vérifier le code auto-généré avant la phase de test.
- **Approche MBD :** la vérification de l'exécution du code sur le matériel électronique cible est l'une des étapes clés du développement de logiciels intégrés. Si vous attendez de disposer d'un prototype physique d'un circuit imprimé, la moindre défaillance et la moindre relance provoqueront d'importants retards de développement. En alternative, votre entreprise peut contrôler numériquement la compatibilité en suivant plusieurs étapes progressives, appelées collectivement « approche MBD » (Model-Based Development, développement basé sur le modèle). Ces différentes étapes, de « Model-in-the-Loop » (modèle dans la boucle) à « Hardware-in-the-Loop » (matériel dans la boucle), visent à garantir que tout fonctionne parfaitement ensemble, bien avant la création du prototype de la carte. Le développement de produits intelligents et connectés passe inévitablement par l'adoption de ce processus.

- **Outils de développement logiciel :** le développement de logiciels intégrés exige la mise en place d'un écosystème d'outils. Pour produire le code, les développeurs logiciels ont besoin d'un environnement de développement intégré (EDI), généralement open source, ou bien les ingénieurs en contrôle nécessitent des solutions de programmation graphique. La gestion de configuration logicielle, de son côté, est essentielle à une bonne gestion du code. La gestion du cycle de vie des applications, ou ALM, peut également être utile afin de gérer le code tout au long de son cycle de vie.

EXTERNALISER AUPRÈS DE FOURNISSEURS

Tout comme l'électronique et les systèmes électriques, le développement de logiciels intégrés peut être externalisé et intégré durant le processus de développement. La gestion des exigences – et leur application auprès des fournisseurs – sur le plan des caractéristiques telles que la taille du code, l'efficacité et le contrôle, est indispensable. Si vous poursuivez dans cette voie, vous devez également exiger du fournisseur qu'il utilise un processus tel que l'approche MBD, dans le but d'éviter tout retard dans la phase finale du développement. Enfin, des capacités en ingénierie système sont essentielles afin de gérer les modifications tout au long de la conception et de vérifier que tout fonctionne parfaitement durant le prototype et le test.

POINTS CLÉS

Le codage des systèmes de contrôle peut être pris en charge par les développeurs ou les ingénieurs en contrôle. L'externalisation à un fournisseur de cette tâche, voire de la totalité du système de contrôle, représente toutefois une alternative. Là aussi, quelle que soit votre approche, la gestion des exigences, la conception de systèmes et le test représentent des compétences incontournables.

DÉVELOPPER DES PLATES-FORMES IOT ET LA CONNECTIVITÉ DES PRODUITS

Tous les produits connectés transmettent en flux continu des données vers une plate-forme IoT, hébergée dans le cloud ou dans un centre de données d'entreprise. Dans tous les cas, de nouvelles fonctionnalités doivent être adoptées afin de prendre en charge une telle plate-forme.

DES CHANGEMENTS AU NIVEAU DU PERSONNEL, DES PROCESSUS ET DES TECHNOLOGIES

- **À la croisée de l'informatique et de l'ingénierie** : le développement et la gestion d'une plate-forme IoT constituent un défi intéressant sur le plan des métiers. Il s'agit d'un système d'entreprise chargé de stocker les données clés, mais qui exige cependant une certaine expertise afin d'assurer la connexion d'un nombre toujours plus important de produits intelligents et connectés. Pour satisfaire cette exigence, un nouveau métier (relevant à la fois de l'informatique et de l'ingénierie) est en train de voir le jour. L'individu choisi doit être soutenu par l'entreprise afin de se développer en même temps que son métier (qui n'a pas encore atteint sa pleine dimension sur le marché).
- **Numériser le prototypage sur la plate-forme IoT** : l'entreprise peut instrumenter les produits dotés de capteurs et commencer à diffuser en continu des données vers une plate-forme IoT. L'entreprise diffuse-t-elle cependant les bonnes informations ? Et est-elle capable de bien interpréter ces données ? Répondre à ces questions pendant le prototypage ou, pire, après la livraison du produit, risque fortement de donner de mauvais résultats. L'entreprise a tout intérêt à diffuser en continu les données issues des simulations numériques vers les plates-formes IoT afin d'éprouver virtuellement ces mêmes données en amont, plutôt que d'attendre le support physique.

- **Flexibilité et agilité sur les plates-formes IoT** : de nos jours, bon nombre d'entreprises doivent expérimenter des produits intelligents et connectés, et ce, avant d'axer leurs efforts sur l'obtention des résultats attendus. Pour satisfaire ce besoin d'évolution, l'entreprise doit choisir des plates-formes IoT autorisant l'exécution facile et rapide de changements. Cette flexibilité et cette agilité sont deux qualités essentielles, à l'heure où nous entrons dans une ère d'expérimentations.

EXTERNALISER AUPRÈS DE FOURNISSEURS

Les plates-formes IoT stockeront des données capitales transmises par les produits, certaines de ces données étant spécifiques aux sites et aux clients. Dans un contexte où confidentialité des données et prévalence du piratage constituent une préoccupation majeure pour chacun, il est vital que l'entreprise gère et protège ces données avec soin.

Le développement et la gestion des plates-formes IoT peuvent être externalisés. L'entreprise doit toutefois être attentive aux conséquences d'une telle relation de confiance vis-à-vis d'un tiers chargé de gérer un système et des données aussi cruciales.

POINTS CLÉS

Pour conclure, les données que vous recueillez à partir des produits deviendront l'une des ressources les plus critiques, voire l'atout majeur de votre entreprise. En outre, celle-ci doit être totalement propriétaire de ces données. Bien plus que la question de l'externalisation des données, l'acquisition des compétences adéquates en vue de la gestion de ces données revêt de la plus grande importance.

DÉVELOPPER DES SYSTÈMES INTÉGRÉS

Enfin, tous les éléments d'un produit doivent s'imbriquer les uns dans les autres afin de former un tout fonctionnel. À cette fin et afin d'éviter la multiplication des cycles de prototypage coûteux, des compétences précises en ingénierie système s'avèrent cruciales.

DES CHANGEMENTS AU NIVEAU DU PERSONNEL, DES PROCESSUS ET DES TECHNOLOGIES

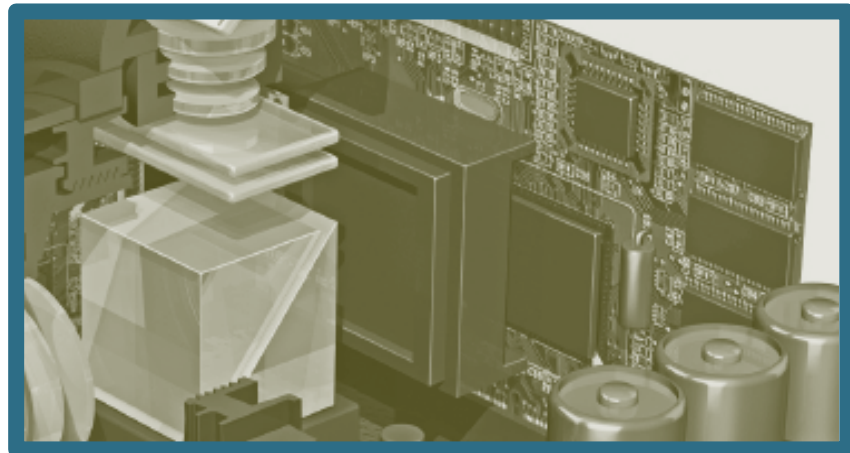
- **Adopter le point de vue du système :** bien qu'issus de domaines techniques très divers, les ingénieurs système ont acquis la même démarche disciplinée en matière de développement, épaulés par des processus et des outils spécifiques. Si un recrutement peut suffire à pourvoir ces postes, les connaissances et les compétences relatives à ces fonctions peuvent également être apprises ou enseignées, sous réserve de disposer d'un système de support adapté.
- **Exigences et définitions fonctionnelle, logique et physique (RFLP) :** au cœur de l'ingénierie système, le processus RFLP est un moyen de définir la portée du développement d'un produit sur le plan des exigences, mais aussi de déterminer la définition progressive de la solution d'ingénierie. La transition d'une étape à l'étape suivante favorise également la traçabilité complète du début à la fin. À leur tour, les ingénieurs doivent pouvoir évaluer tout changement potentiel, que ce soit sur le plan des exigences ou des éléments physiques, et d'en comprendre l'impact. Les approches utilisant un modèle unique afin d'appuyer cet effort sont réunies sous l'appellation « Ingénierie des systèmes basée sur les modèles » (MBSE).
- **Outils de conception de systèmes :** des outils capables de définir, rapidement et facilement, les différents aspects du processus RFLP d'un produit sont d'une précieuse aide dans le cadre des efforts système. Outre ces outils, les solutions de modélisation et de simulation de systèmes peuvent analyser les performances de telles conceptions. Ces deux types d'outils, particulièrement précieux, visent cependant des objectifs différents.

EXTERNALISER AUPRÈS DE FOURNISSEURS

Techniquement parlant, une entreprise peut externaliser la conception de systèmes à un tiers. Bien qu'en réalité, certains fournisseurs possèdent une grande expertise dans ce domaine, cette pratique n'est pas judicieuse. En effet, l'ingénierie système est essentielle pour s'assurer que les conceptions issues des différents domaines sont correctement construites et s'intègrent en toute transparence avant les phases de prototypage et de test. Aussi, le développement de produits intelligents et connectés est une compétence essentielle, qui ne doit pas être transférée à d'autres parties.

POINTS CLÉS

Pour résumer, l'ingénierie système est essentielle au développement de produits intelligents et connectés. Le développement de cette compétence exige le recrutement ou la formation en interne d'ingénieurs système, mais aussi l'adoption d'un processus RFLP et la mise en œuvre d'outils de conception de systèmes.



RÉSUMÉ ET CONCLUSION

Perçu parfois comme une opportunité, et parfois comme une menace, l'Internet des objets incite de nombreuses entreprises à développer des produits intelligents et connectés. Par conséquent, la composition des produits évolue, avec un afflux de capteurs, d'antennes, de circuits imprimés, de logiciels intégrés et autres faisceaux de câbles.

LES NOUVELLES EXIGENCES AUXQUELLES FONT FACE LES INGÉNIEURS

Le développement et l'intégration de logiciels, d'électronique et de systèmes électriques dans des produits mécaniques traditionnels sont loin d'être des tâches faciles. Les entreprises d'ingénierie doivent trouver des façons de développer de nouvelles compétences de conception ou de trouver des fournisseurs auxquels elles peuvent faire confiance en tant que partenaires de développement. Ces efforts exigent de nouveaux métiers, processus et outils.

EXPLOITER LES DONNÉES EN FLUX CONTINU

La connexion de produits intelligents et connectés à des plates-formes permet aux entreprises d'accéder aux données en flux continu, lesquelles offrent à ces mêmes entreprises un large éventail de nouveaux modèles commerciaux et autres stratégies.

Les entreprises peuvent opter pour une approche de maintenance proactive, voire adopter un modèle commercial de produits en tant que services. En combinant données en flux continu et données issues d'Internet, elles peuvent même proposer des fonctions et des services différenciés. Enfin, les entreprises peuvent utiliser les données en flux continu pour remplacer les hypothèses traditionnellement utilisées au début du développement de la planification d'un produit.

Bien que ces scénarios offrent chacun des avantages considérables, les entreprises doivent comprendre que la fourniture de produits intelligents et connectés peut entraîner des changements opérationnels imprévus. Aussi, chaque entreprise doit soigneusement planifier de telles offres, de façon adéquate.

DÉVELOPPER DES PRODUITS INTELLIGENTS ET CONNECTÉS

Le développement de produits intelligents et connectés passe, pour les entreprises d'ingénierie, par l'acquisition de compétences en systèmes logiciels, électriques et électroniques ainsi qu'en IoT. Ces compétences incluent :

- Le recrutement d'individus possédant les compétences et les connaissances spécifiques au domaine d'ingénierie concerné, ou la formation du personnel existant.
- La mise en œuvre de nouveaux processus spécifiques à cette discipline ou facilitant l'intégration entre les domaines d'ingénierie.
- L'adoption de nouveaux outils et systèmes qui permettent la conception et la validation automatiques.

Les systèmes électriques, l'électronique et les logiciels intégrés peuvent être externalisés auprès de fournisseurs. Cependant, nous vous conseillons vivement de développer et de conserver les compétences liées aux systèmes et aux plates-formes IoT à l'intérieur de votre entreprise, et non de les externaliser. Ces deux domaines sont indispensables pour rationaliser le développement et éviter les erreurs synonymes de retards importants dans les délais des projets.



© 2018 LC-Insights LLC

Analyste, chercheur et blogueur chez **Lifecycle Insights**, **Chad Jackson** fournit des réflexions autour des technologies sur lesquelles repose l'ingénierie, notamment la conception assistée par ordinateur (CAO), l'ingénierie assistée par ordinateur (CAE), la gestion des données techniques (PDM) et la gestion du cycle de vie des produits (PLM).
chad.jackson@lifecycleinsights.com