

L'impact de l'Internet des objets sur le développement de produits

Découvrez comment transformer vos processus et vos outils d'ingénierie pour gagner en compétitivité en capitalisant sur l'Internet des objets



Introduction

Dans le monde entier, chaque jour, les équipes d'ingénieurs explorent les nouvelles possibilités technologiques de l'Internet des objets (IoT). Aujourd'hui, les produits intègrent moins de composants mécaniques et électriques, mais davantage d'associations complexes conjuguant du matériel, des capteurs, des dispositifs de stockage de données, des microprocesseurs, du logiciel et des systèmes assurant une connectivité permanente. Si les entreprises savent s'adapter au rythme rapide du changement dans ce monde de l'Internet des objets en incorporant et en analysant les données issues d'un large éventail de sources, elles bénéficient de la possibilité inédite d'accélérer l'innovation, de répondre aux attentes croissantes des clients et de gagner en compétitivité dans une nouvelle ère de concurrence.

Cependant, pour réussir dans le monde de l'Internet des objets, elles ont également à réexaminer l'ensemble de leur modèle d'activité. Il est en effet possible d'aborder aujourd'hui les problèmes traditionnels d'une manière totalement nouvelle, ce qui peut être extrêmement perturbant pour les acteurs établis. En s'appuyant sur une bonne idée et un financement participatif modeste (sous la forme de capitaux levés en ligne), une petite startup peut se transformer, en quelques mois à peine, en entreprise de taille mondiale. De plus, la capacité à être le premier sur un marché avec des offres innovantes de produits et de services est plus essentielle que jamais. Pour ce faire, les entreprises ont besoin des innovations de l'Internet des objets pour revitaliser leurs processus (développement, fabrication et opération).

Avec l'ingénierie en continu, les acteurs de l'industrie peuvent transformer leurs business models pour capitaliser sur les opportunités créées par l'Internet des objets, et les ingénieurs résoudre les défis du développement d'une nouvelle génération de produits intelligents. Ce livre blanc explore l'application des meilleures pratiques de l'ingénierie en continu pour maîtriser la puissance de l'Internet des objets et accélérer l'innovation pour acquérir un avantage stratégique.

La vague de la transformation des entreprises

Bien que l'Internet des objets n'en soit qu'à ses débuts, les analystes du secteur prévoient que le nombre des objets connectés atteindra 212 milliards d'ici la fin 2020, dont 30,1 milliards d'objets autonomes.¹ Les prévisions d'investissements dans les technologies et les services font état de montants exceptionnels, ce dont témoigne l'accélération au sein des entreprises du développement de capacités inédites couvrant l'ensemble des catégories traditionnelles de produits. Concrètement, le marché de l'Internet des objets devrait atteindre un montant de 8 900 milliards de dollars d'ici 2020.¹

Aujourd'hui, la plupart des objets connectés concernent le marché grand public (au premier rang desquels les smartphones). Cependant, la transformation la plus significative concerne l'Internet des objets industriels, moins visible, mais caractérisé par ses infrastructures robustes (notamment dans la production d'électricité et le transport) et ses applications puissantes (notamment les équipements industriels, les usines intelligentes, les véhicules intelligents et les équipements médicaux évolués). En capitalisant sur l'Internet des objets industriels, il est possible de trouver de nouvelles approches pour gagner en efficacité opérationnelle et offrir de la valeur, source de transformation, au client.

Dans les faits, les entreprises, tous secteurs confondus, ou presque, explorent les approches nécessaires pour exploiter l'instrumentation, l'interconnexion et l'intelligence des produits liés à l'Internet des objets. En effet, la conjugaison de la disponibilité des données opérationnelles et de l'analytique contribue de manière considérable à la compétitivité, ce qui permet aux entreprises de développer des capacités et des services sans précédent, et donc d'accroître la valeur d'un produit. Une entreprise capable d'analyser les données générées par les produits, les actifs de l'entreprise et l'environnement opérationnel, et d'exploiter les connaissances extraites de ces données peut accélérer son processus d'innovation, améliorer la satisfaction de ses clients et créer de nouveaux business models (en particulier la fourniture de produits sous la forme de services).

L'Internet des objets étend les possibilités de nouveaux types de systèmes et d'applications car les appareils ne dialoguent pas seulement avec les ordinateurs centraux et les téléphones, mais également *entre eux*. Cette communication entre appareils crée les conditions initiales de catégories d'applications et de produits totalement nouvelles aussi bien pour le grand public que pour différents secteurs d'activité (notamment l'industrie manufacturière, le secteur de la santé et l'énergie). Cependant ces environnements s'accompagnent d'une complexité inhérente, et les entreprises ont besoin des bonnes solutions pour y faire face.

En outre, une entreprise doit disposer des capacités nécessaires pour appliquer les connaissances issues de l'Internet des objets et transformer ses processus métier pour répondre aux demandes évolutives des consommateurs. D'où l'intérêt d'intégrer des produits et des systèmes hétérogènes pour proposer de nouveaux services. En utilisant des capteurs et des analyses de données détaillées, il est possible de modifier automatiquement les processus de production, par exemple en modifiant les proportions des ingrédients, les températures ou les pressions pour améliorer la qualité, et ce, *sans* intervention humaine. Même si l'utilisation de capteurs et l'automatisation industrielle ne sont pas nouvelles, la technologie est aujourd'hui accessible aussi bien en termes économiques que logistique. De ce fait, les entreprises peuvent exploiter un nombre accru de capteurs et intégrer davantage d'intelligence dans pratiquement tous les appareils.

En outre, les appareils et les systèmes dialoguant davantage les uns avec les autres et pas seulement avec un contrôleur centralisé (qu'il s'agisse d'un ordinateur personnel, d'un smartphone ou d'un environnement Cloud), il est possible d'accroître considérablement les possibilités de configuration des performances et l'efficacité. À cela s'ajoutent la compatibilité et la standardisation entre les appareils, ce qui permet des économies d'échelle et une réutilisation stratégique. Au-delà, les produits eux-mêmes produisent des connaissances porteuses d'innovation en temps réel. À titre d'exemple, une entreprise peut réagir rapidement aux évolutions de la dynamique des marchés ou en fonction d'événements à l'échelle de la planète (par exemple, selon les cours des matières premières ou de l'énergie, les réglementations nouvelles, les opinions exprimées sur les médias sociaux ou les données de cartographie géologique).

L'Internet des objets suscite des changements dans tous les secteurs d'activité

- Une entreprise spécialisée dans l'énergie nucléaire utilise l'analytique pour la maintenance prédictive, les systèmes de contrôle centralisé, la surveillance des actifs à distance et les inspections de sûreté en temps réel.
 - Un constructeur automobile explore les nouvelles technologies de véhicules connectés, la conduite assistée (notamment les alertes de changement de file et le freinage d'urgence) et les véhicules sans conducteur.
 - Une compagnie de transport ferroviaire améliore ses activités grâce à la surveillance des actifs à distance, la maintenance préventive des rails, l'assistance au conducteur et l'optimisation des performances des moteurs.
 - Une firme du secteur aéronautique et spatial utilise l'analytique pour la maintenance prévisionnelle, le contrôle de vol en temps réel, les appareils sans pilotes ou pilotés à distance et la surveillance d'actifs.
 - Un fabricant d'appareils médicaux utilise les nouvelles technologies pour la surveillance des épidémies, les tests à distance avec transmission sans fil et la chirurgie robotique.
-

La nature évolutive des produits

Pour bénéficier de l'Internet des objets, les produits sont aujourd'hui conçus en gardant à l'esprit la possibilité des interconnexions et de l'interopérabilité. Pour leur permettre de s'adapter en permanence à des circonstances variables, ces produits conjuguent les analyses en temps réel avec différents modes de communication (entre machines, entre machine et infrastructure, entre machine et utilisateur). De ce fait, cette interconnexion compliquée avec les systèmes principaux et d'autres produits intelligents transforme les produits en systèmes de systèmes qui viennent encore contribuer à une complexité globale croissante.

La complexité des produits intelligents augmente sous l'effet de nombreuses fonctionnalités nouvelles reposant sur les interactions avec des logiciels fonctionnant à la fois sur l'appareil et le Cloud, ce qui contribue à estomper les limites effectives d'un produit. Aujourd'hui, les consommateurs disposent de fonctionnalités accessibles au travers d'un large éventail d'appareils, par exemple pour contrôler la température de leur logement en utilisant un smartphone, un ordinateur et un thermostat physique. Parallèlement, les appareils connectés à l'Internet des objets dialoguent également entre eux. L'expérience avec le produit repose donc sur l'accès à différents appareils. En outre, la plupart des produits sont aujourd'hui étroitement liés à des services. Dans le cas d'un système audio intelligent, par exemple, le produit est constitué d'un simple boîtier équipé d'enceintes sans fil et de composants audio, mais c'est la valeur spécifique des services de musique en streaming qui intéresse les consommateurs.

La puissance d'une fonctionnalité définie par logiciel est que le produit peut acquérir des connaissances concernant son environnement opérationnel et peut être amélioré grâce à des mises à jour de logiciels transparentes. En effet, les produits peuvent adresser aux fabricants des avertissements préalables relatifs à une défaillance prochaine d'un ou plusieurs éléments, ce qui permet une maintenance proactive et donc la diminution des arrêts de fonctionnement imprévus. Grâce au logiciel, il est également possible d'effectuer des réparations à distance. En outre, les données relatives à l'utilisation et aux performances du produit permettent également de faire remonter des informations vers les concepteurs du produit. Une entreprise pourra ainsi proposer des services ou des fonctionnalités inédites, totalement absentes du produit initialement diffusé.

Pour prendre un exemple, Tesla effectue des mises à niveau de logiciel pour ses véhicules, ce qui lui permet d'améliorer en permanence l'expérience client en proposant de nouveaux services. Dans les faits, l'entreprise vient d'annoncer qu'une simple mise à jour de son logiciel, sans aucune intervention mécanique, permettrait une conduite pratiquement autonome de ses voitures.² De plus, une voiture peut à tout moment demander de manière autonome une mise à niveau corrective du logiciel. Cependant, pour garantir l'efficacité de cette stratégie, il est essentiel que le logiciel soit actualisé en fonction des évolutions du produit tout au long de son cycle de vie. Pour prendre un exemple, un constructeur comme Tesla peut-il assurer le suivi de toutes les options et modifications après-vente, pour chaque numéro de série, afin d'adresser à un véhicule la

bonne version de logiciel ? En effet, la sûreté, la fiabilité et la sécurité sont des préoccupations essentielles, et une défaillance des freins ou d'un moteur du fait d'une erreur de logiciel pourrait s'avérer catastrophique.

Enfin, les produits sont de plus en plus souvent personnalisés pour des marchés spécifiques afin de s'adapter à des préférences culturelles ou à des obligations légales spécifiques. Prenons l'exemple évident d'une voiture livrée à la fois en Amérique du Nord et au Royaume-Uni. Les deux variantes de cette automobile partagent pour l'essentiel un design commun, à l'exception de la position du conducteur. Mais pour d'autres produits, et même concernant les automobiles, les constructeurs procèdent à des personnalisations subtiles pour optimiser l'attractivité du modèle sur un éventail plus large de segments du marché.

L'effet de réplique sur le développement des produits

Les entreprises font évoluer leurs produits pour capitaliser sur l'Internet des objets. Le développement des produits et les technologies associées doivent donc se transformer également. En effet, les pratiques d'ingénierie traditionnelles, fondées sur une démarche « de bout en bout » n'ont pas été conçues pour intégrer l'approche actuelle de systèmes de systèmes. Créer des produits en procédant par phases linéaires (définition des exigences, conception, réalisation, test, etc.) provoque des goulots d'étranglement et des retards, ralentissant ainsi la diffusion des produits. Dans ce modèle traditionnel, le seul retour d'informations possible vers les concepteurs résulte du chiffre d'affaires réalisé et des réclamations des clients lorsque le processus de conception et de production est déjà terminé. En outre, les activités opérationnelles constituent fréquemment une fonction isolée, assurée par une entreprise distincte.

À l'heure de l'Internet des objets, il est donc essentiel d'assurer la remontée des informations de performances opérationnelles vers l'équipe de développement produit. Mais plutôt que de se contenter de réagir aux retours d'informations, par exemple en cas de réclamation relative à la garantie ou de défaillance d'un produit, une *approche proactive* est plus appropriée, car elle permet aux ingénieurs d'appliquer des analyses aux données (performances, activités opérationnelles) pour en extraire des connaissances pertinentes. Les équipes d'ingénierie peuvent donc acquérir des connaissances en dynamique et actualiser les performances produit plus rapidement qu'auparavant.

Avec un processus de développement en boucle fermé intelligent et proactif, les ingénieurs produit et les développeurs peuvent :

- Intégrer et analyser les données en décloisonnant les domaines traditionnels de l'ingénierie (technologies mécanique, électrique et logicielle).
 - Vérifier que le système fonctionne de manière appropriée avant de construire des produits physiques coûteux pour les tester.
 - Procéder à différents types d'analyses lorsque les tests traditionnels ne sont pas suffisants pour une certification ou pour des raisons de complexité.
 - Gérer des exigences multiples et différentes, assorties de dizaines, voire de centaines de variantes de produits simultanées.
-

La complexité croissante des produits liés à l'Internet des objets exige une discipline de conception accrue, car les ingénieurs doivent prendre en compte *l'impact de leurs décisions sur l'entreprise* et la relation mutuelle des fonctions Conception, Opérations et Services. Ce qui conduit les ingénieurs à repenser l'ensemble de leur approche, qu'il s'agisse de la manière de gérer la conformité réglementaire et la maintenance prédictive, l'intégration des modifications de design et les services associés, ou encore le déploiement de processus de développement logiciel agiles et d'autres meilleures pratiques.

La complexité des produits, avec la présence de capteurs et la nécessité de générer des données, impose de les concevoir sous forme de systèmes. En outre, l'interaction de ces produits complexes avec leur environnement d'exploitation connecté, lui-même imprévisible, exige de concevoir l'ensemble sous la

forme de systèmes intégrés à d'autres systèmes. Du fait de l'intégration, au cœur de la démarche, de fonctionnalités et de services basés sur le logiciel, les ingénieurs, toutes disciplines confondues, doivent connaître l'impact de leurs décisions de conception. Ce qui explique pourquoi cet ensemble de capacités a été baptisé « *ingénierie en continu* ».

L'ingénierie en continu : transformer en opportunités les défis en matière d'innovation

L'ingénierie en continu permet de faire face aux défis du développement de produits pour l'Internet des objets. Elle est conçue pour accélérer la création de produits connectés de plus en plus sophistiqués en aidant les entreprises à rester en phase avec un rythme de changement toujours plus rapide. L'ingénierie en continu aide les entreprises dans les domaines suivants :

- **Améliorer l'expérience client** : intégrer les connaissances acquises sur le client et créer des produits pertinents.
- **Gérer la complexité** : accélérer l'innovation et accroître l'efficacité du développement.
- **S'engager dans la connectivité** : manipuler des informations imparfaites pour créer des systèmes élargis et interconnectés.
- **Faciliter la collaboration entre disciplines** : intégrer en amont pour éviter les problèmes d'intégration en fin de processus, sources de perturbations.

Appliquer l'ingénierie en continu aux produits liés à l'Internet des objets

L'ingénierie en continu est essentielle pour les fabricants qui ont besoin d'actualiser constamment leurs produits en fonction d'exigences dynamiques, ce qui devient la nouvelle norme avec l'avènement de l'Internet des objets.



L'ingénierie en continu apporte aux fabricants la possibilité de tirer parti de nouvelles opportunités pour proposer des produits conçus pour l'Internet des objets. Parallèlement, leurs ingénieurs peuvent ainsi mieux gérer les défis que pose ce type de développement.

Répondre à la complexité

Lorsque les produits sont essentiellement des systèmes de systèmes puisque liés à l'Internet des objets, la discipline dans la création des systèmes est essentielle pour assurer un processus de conception efficace. À cet effet, l'ingénierie des systèmes facilite la collaboration interdisciplinaire des ingénieurs pour éviter les incompréhensions pouvant donner lieu à des problèmes de conception imprévus. De fait, les équipes de conception traditionnelles, structurées en départements, n'ont pratiquement aucun moyen de partager leurs données et d'apprendre les unes des autres. En revanche, avec l'ingénierie des systèmes, une équipe intégrée peut plus rapidement déterminer comment répondre à une nouvelle demande des clients. Par ailleurs, si une norme de sécurité a changé, il est plus facile de coordonner les activités entre différentes disciplines pour assurer plus rapidement la conformité.

Autre capacité essentielle pour gérer la complexité, il est possible de réutiliser de manière stratégique les informations de conception. Grâce à la réutilisation stratégique des éléments de conception communs, les équipes de conception peuvent rapidement personnaliser les produits liés à l'Internet des objets

pour des marchés spécifiques, et ce, à un coût raisonnable, dans des délais acceptables et au niveau de qualité voulu. L'approche apporte aux équipes les moyens de réutiliser des concepts, des composants et des sous-systèmes éprouvés et réputés fiables, ce qui permet de gagner en efficacité et de diminuer la complexité.

Dans le passé, les ingénieurs opéraient selon l'approche dite « clone-and-own », qui consistait à réutiliser une partie d'un développement antérieur dans un nouveau. Dans ce cas, les actifs développés étaient simplement copiés et modifiés pour répondre aux besoins d'un nouveau produit. Cependant, l'approche complique la propagation des modifications entre les deux copies complètement distinctes des actifs de conception, en particulier lorsque le suivi de la réutilisation et du stockage des clones est insuffisant. En l'absence d'une réutilisation effective, la complexité s'accroît de manière exponentielle pour chaque configuration de produit supplémentaire. Et dans l'environnement de l'Internet des objets, il est possible que des structures créent des centaines, voire des milliers de variantes de produits en combinant et en associant différents composants pour des besoins spécifiques.

En revanche, en utilisant une approche centrée sur la construction de lignes de produits, il est possible d'assurer un suivi plus précis des composants et des variantes, de répondre à des changements et d'optimiser la conception de produits et la collaboration des équipes d'ingénierie. Baptisée « *ingénierie par ligne de produits* », cette approche apporte aux entreprises une énorme capacité de diagnostic et de résolution des problèmes *avant* tout impact sur l'entreprise. En effet, il est possible de localiser et de résoudre plus rapidement les problèmes en comparant le comportement de différentes variantes de produits. À titre d'exemple, si les variantes de produit A, B et C partagent 80 % d'une même conception, leurs données opérationnelles peuvent apporter des informations sur les éléments affectant les performances. De même, en corrélant les données pour l'ensemble des lignes de produits, les ingénieurs peuvent identifier la configuration défaillante, sans aucune équivoque, et apporter une correction.

Les lignes de produits apportent aux ingénieurs les moyens de localiser les bonnes données de conception liées au dysfonctionnement d'un produit. Par exemple, si un problème ne se produit que pour un marché spécifique, il est probable que la cause est liée à la personnalisation pour ce marché. En revanche, si le problème concerne plusieurs marchés, il est probable que la cause réside dans les éléments de conception communs. Grâce à la réutilisation stratégique, les ingénieurs peuvent résoudre le défaut en un seul endroit, puis propager la correction sur les produits de tous les marchés avant que ne se produise une défaillance. La qualité est essentielle puisque la réutilisation d'un composant défectueux dans une ligne de produits peut s'avérer désastreuse pour l'entreprise. En outre, les tests demandent davantage de planification en amont. Il est par exemple possible pour les équipes de test de définir un plan de test pour les fonctionnalités communes et des plans de test spécifiques pour différents aspects d'une variante.

Au-delà de la phase de développement d'un produit, il est plus important que jamais d'assurer le suivi de variantes spécifiques de produits conçus pour l'Internet des objets dès lors qu'ils ont été diffusés. Par exemple, avant de diffuser les mises à jour de logiciel, les ingénieurs doivent connaître précisément le logiciel déployé et les produits concernés afin de pouvoir effectuer les bons tests pour différentes configurations. (car ils ne souhaitent

pas involontairement créer des problèmes, en particulier pour des actifs industriels à long cycle de vie.) De leur côté, les équipes de développement doivent connaître les liens entre la nomenclature gérée et les nomenclatures correspondant à la production et à la conception. Cette *gestion des configurations* facilite l'identification des éléments communs qui permettent d'accroître l'efficacité du développement. À titre d'exemple, il est possible de réutiliser des composants spécifiques pour éliminer les processus redondants, éviter les travaux de reprise et accélérer la diffusion sur le marché de solutions destinées à l'Internet des objets.

Respecter les réglementations relatives à la sûreté et à la sécurité des produits

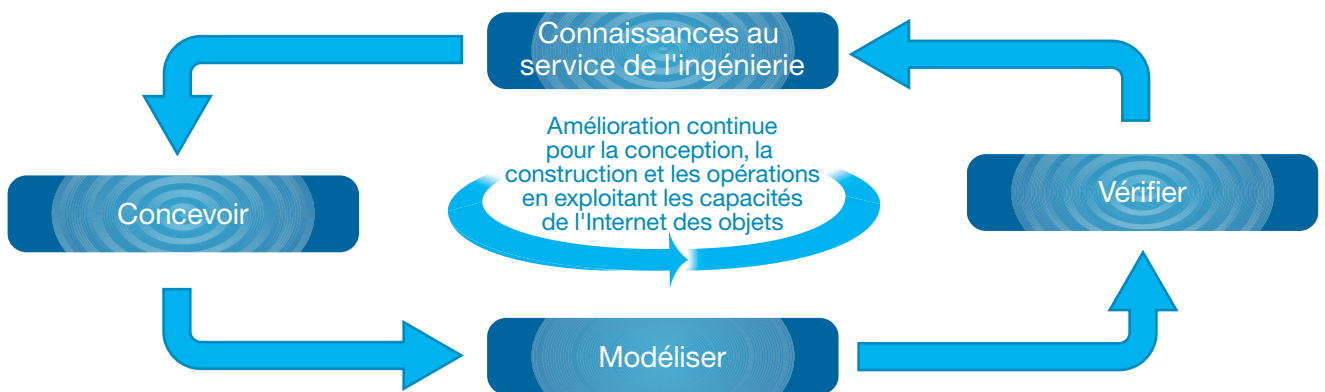
Aujourd'hui, les produits conçus pour l'Internet des objets doivent s'adapter à des éléments généralement inconnus lors de la création initiale du système. Ils peuvent comporter plusieurs millions de composants, eux-mêmes complexes ou fabriqués par différents fournisseurs, ou conçus selon des spécifications et des objectifs opérationnels différents. D'où l'émergence d'un environnement où il est extrêmement difficile de démontrer la conformité avec la réglementation. Si la défaillance d'une application pour smartphone ou d'un appareil personnel de fitness n'est, pour un consommateur, qu'une péripétie ennuyeuse, les dommages potentiels sont mineurs en comparaison des problèmes de réglementation en matière de sûreté ou de fiabilité dans un avion, une centrale électrique ou une plateforme de forage en mer. Et que pourrait-il se passer si un smartphone était connecté à un avion, une centrale électrique ou une installation de forage ? Dans l'univers de l'Internet des objets, tout est connecté, ce qui conduit à la fois à de nouvelles opportunités et à des vulnérabilités inédites.

La conformité aux obligations réglementaires constitue même un défi plus complexe encore lorsque les appareils sont connectés en temps réel avec de multiples points de décision pilotés par logiciel et que le système utilise des outils d'analyse des données. D'où la nécessité d'adapter de nouvelles méthodologies de conception à ces systèmes de systèmes. La question va bien au-delà des pénalités financières de non-conformité : les risques concernent aussi la santé et la sécurité publiques.

En effet, la prolifération des logiciels et des capacités de connexion dans les produits liés à l'Internet des objets a fait croître le nombre de points d'entrée potentiels pour des atteintes à la sécurité, mais aussi des failles de sécurité possibles. Fort heureusement, la plupart des normes de conception évoluent pour aider les ingénieurs à minimiser les risques pour la sûreté et la sécurité. L'application de ces normes est incontournable pour les applications critiques de sûreté dans nombre de secteurs, notamment l'aéronautique et le spatial et les équipements médicaux.

Cependant, le respect des obligations de conformité est difficile. Il exige de la rigueur dans la gestion des changements de spécifications et la capacité à démontrer l'application de tests appropriés à l'ensemble des spécifications, à tous les niveaux de la conception.

D'où l'importance vitale d'une chaîne d'outils intégrée *assurant la traçabilité*. En liant la conception et les spécifications avec les données relatives aux tests et à l'intégration, les ingénieurs *peuvent suivre* l'utilisation d'éléments de conception tout au long du cycle de développement. Ils peuvent ainsi rapidement identifier les relations entre différents artefacts et prévoir l'impact des changements à l'échelle du système, notamment l'impact potentiel sur les pièces et le code logiciel associés. À ce titre, les standards ouverts, notamment les spécifications OSLC (Open Services for Lifecycle Collaboration), sont utiles pour l'intégration inter-domaines. Les informations sont reliées tout au long du cycle de vie du produit, depuis la phase de nomenclature initiale jusqu'à l'exploitation, contribuant ainsi à améliorer les performances et la réactivité de l'ensemble de l'entreprise.



L'ingénierie en continu permet le développement de produits en boucle fermée, contribuant ainsi à accélérer le rythme des innovations au travers de cycles permanents.

Améliorer la qualité et accélérer le cycle produit

Pour être compétitifs, les fabricants s'efforcent d'améliorer en permanence la qualité de leurs produits tout en accélérant leur diffusion sur le marché. Si ces deux objectifs semblent contradictoires, certaines pratiques permettent de les concilier, comme *la vérification et la validation en continu*.

À ce titre, la *validation en continu* apporte aux équipes d'ingénieurs les moyens d'acquiescer les bonnes exigences et de les valider tout au long du processus de développement pour créer le *bon produit* en fonction des besoins du client. De son côté, *la vérification en continu* permet de s'assurer que les équipes concernées ont accepté ces exigences *pour créer correctement le produit*. Les industriels peuvent ainsi détecter les défauts en amont du cycle de développement, ce qui réduit considérablement les coûts de réparation des défauts identifiés en aval. Au final, ce processus permet d'obtenir des produits de qualité dans les délais voulus et conformes aux attentes des clients.

Avec la validation et la vérification en continu, une entreprise peut analyser ses données opérationnelles pour déterminer si ses produits répondent effectivement aux exigences. Dans ce cadre, les modèles informatiques et les autres prototypes virtuels sont essentiels lors des phases initiales pour valider le fonctionnement du produit en le comparant avec les spécifications de conception du système. Les scénarios de test sont ensuite appliqués en continu au fil de l'évolution de la conception, avec des modèles logiques et physiques pour représenter les entités mécaniques, électroniques et logicielles. Les problèmes d'intégration sont identifiés en amont grâce à des analyses appliquées à des scénarios d'utilisation au niveau système.

Le prototypage et le test virtuels permettent non seulement de connaître le comportement dynamique du système dans son ensemble (y compris les sous-systèmes), mais aussi de réduire

les délais car il n'est plus nécessaire de créer de nombreux prototypes. En effet, les simulations basées sur des modèles permettent plus facilement d'identifier les états du système et de cerner rapidement le design optimal.

Avec la vérification en continu, les ingénieurs peuvent concilier qualité et vitesse, ce qui permet de diffuser les produits plus rapidement, mais sans sacrifier les fonctionnalités. Avec l'analyse en temps réel des données de test, les ingénieurs peuvent prendre des décisions pertinentes et procéder à des changements proactifs en se basant sur des informations quantitatives. Le suivi des défauts et la gestion des changements apportent aux équipes les moyens de hiérarchiser les problèmes et les difficultés, et d'y répondre de manière rigoureuse. En outre, l'automatisation des tests permet, tout au long du cycle de conception, de valider et vérifier plus efficacement les performances du produit par rapport aux spécifications, contribuant ainsi à réduire les erreurs et à atteindre le niveau de qualité requis dans un délai réduit.

S'adapter au changement

Les plus performants des fabricants de produits pour l'Internet des objets seront ceux qui auront su s'adapter aux évolutions des technologies et des attentes des consommateurs. Ce qui les obligera à constamment réactualiser leurs produits pour proposer des offres pertinentes sur les marchés visés. Contrairement à ceux créés dans le passé, les produits intelligents et connectés destinés à l'Internet des objets génèrent des informations relatives à leurs performances et à leur fonctionnement, qui, utilisées à bon escient, constituent un véritable trésor pour les fabricants. Malheureusement, 90 % de ces informations sont non structurées, et 60 % d'entre elles sont obsolètes très rapidement après leur création.³ Cependant, une utilisation appropriée de l'analytique permet de générer des connaissances utiles à la fois pour les ingénieurs et les opérateurs, contribuant ainsi à améliorer la conception et le fonctionnement du produit.

Selon IBM, 90 % des données générées par des appareils connectés à l'Internet des objets, par exemple les smartphones, les tablettes ou les véhicules et les appareils connectés ne sont ni analysées, ni transformées. 60 % de ces données commencent à perdre de leur valeur dans les millisecondes qui suivent leur génération.³

Dans le passé, le fonctionnement du produit était séparé de sa fabrication. Mais aujourd'hui, les données relatives aux performances et à l'utilisation du produit contribuent à améliorer la conception du produit lui-même. À cet effet, les équipes d'ingénieurs doivent adopter une nouvelle manière de collaborer avec le personnel opérationnel, les intervenants de terrain et les prestataires de services pour définir les bonnes données produit à collecter. Ensuite, avec la surveillance et l'analyse en temps réel, un produit peut identifier à quel moment une maintenance préventive sera nécessaire avant qu'une défaillance ne se produise. Concrètement, les produits liés à l'Internet des objets peuvent fréquemment être réparés à distance par logiciel, ce qui réduit les temps d'arrêt et les interventions des équipes de service après-vente.

Si les outils d'analyse facilitent la prévention des défaillances, ils produisent également des informations relatives aux améliorations pouvant être apportées aux produits. Dans ce cadre, la surveillance conditionnelle est particulièrement utile pour la maintenance des systèmes industriels, du fait d'un cycle de vie plus long que celui des produits de grande consommation. En outre, la maintenance préventive permet de réduire les coûts liés à la prolongation du fonctionnement des produits.

De plus, en améliorant l'efficacité de la maintenance, les fabricants peuvent également transformer leur business model pour assurer des prestations de services à moindre coût. Pour prendre un exemple, les moteurs d'avions sont conçus pour assurer un fonctionnement à l'heure, avec des coûts faibles et prévisibles. Les compagnies aériennes ne sont pas elles-mêmes les propriétaires du moteur, et elles n'ont pas à se préoccuper de la maintenance. Parallèlement, les fabricants facturent davantage (ou obtiennent un bénéfice supérieur à facturation équivalente) pour l'aspect service du produit fourni.

Sachant que la plupart des fonctionnalités des produits conçus pour l'Internet des objets reposent sur du logiciel, la capacité d'un fabricant à adapter un produit aux évolutions du marché tient essentiellement à sa compétence en matière de développement logiciel. Une approche agile de la conception des produits est donc critique à la fois pour les équipes d'ingénieurs système et de développement logiciel. Les changements de dernière minute et après-vente sont courants dans le développement des produits liés à l'Internet des objets. Synchroniser les activités de développement de matériel et de logiciel est donc un défi essentiel puisque les mises à jour de logiciels sont extraordinairement plus rapides qu'une actualisation de matériel traditionnelle. Les fabricants les plus performants utilisent les systèmes DevOps pour gérer la diffusion des logiciels, permettant ainsi aux développeurs et aux ingénieurs de se consacrer davantage à l'innovation.

Aujourd'hui, les fabricants ont besoin de prendre des décisions plus rapides en prenant en compte des volumes de données bien plus importants. Ce qui veut dire que les équipes de développement produit ont besoin d'une agilité accrue pour réagir aux informations, organiser leur processus de développement, accorder de l'autonomie à différents interlocuteurs et déployer des outils dans l'ensemble de l'infrastructure de développement. Mais la départementalisation des données ne permet pas le fonctionnement de ce nouveau modèle de développement de produits.

D'où l'intérêt des méthodologies agiles, conçues pour réagir aux changements en déplaçant les objectifs des projets pour mieux les corrélés avec les besoins du client. Les boucles de retour d'information client permettent ainsi de mettre en œuvre un processus collaboratif. De plus, les produits conçus pour l'Internet des objets peuvent désormais effectuer eux-mêmes des retours d'informations. Pour prendre un exemple, les produits qui reçoivent des mises à jour de logiciel à distance en fonction d'une analyse des données issues des produits connectés à un écosystème complexe contribuent aux modifications portant sur les performances, la fiabilité ou l'ajout de fonctionnalités nouvelles. Résultat : un processus de développement global mieux intégré et plus agile que jamais. Le temps où une modification de produit prenait des années est révolu. Les nouvelles versions doivent être disponibles en quelques semaines ou quelques mois pour répondre aux besoins des consommateurs et des utilisateurs.

Conclusion

L'Internet des objets transforme le comportement et les attentes des consommateurs, et les entreprises les plus performantes sont prêtes à répondre aux défis et aux opportunités qui s'ouvrent. Le développement de produits conçus pour l'Internet des objets est de plus en plus sous l'influence du consommateur, ce qui impose des processus de développement proactifs intégrant des boucles de retour d'informations activées le plus souvent et le plus tôt possible dans le processus de conception. D'où l'importance de l'ingénierie en continu pour aider les développeurs à gérer la complexité, respecter la réglementation, améliorer la qualité, réduire la durée du cycle produit et s'adapter aux changements pour accélérer le rythme de l'innovation dans l'univers de l'Internet des objets.

Pour plus d'informations

Pour découvrir comment IBM® peut aider vos ingénieurs à maîtriser la puissance de l'Internet des objets, contactez votre représentant IBM ou votre partenaire commercial IBM, ou visitez le site : ibm.com/continuousengineering

De plus, IBM Global Financing (IGF) peut vous aider à acquérir les logiciels dont votre entreprise a besoin de façon plus rentable et stratégique. Si votre entreprise est susceptible de prétendre à un crédit, nous vous proposerons une solution de financement adaptée à celle-ci et à vos objectifs de développement, mettrons en place une gestion efficace de la trésorerie et améliorerons votre coût total d'acquisition. Financez vos investissements informatiques indispensables et propulsez votre entreprise vers l'avenir grâce à IGF. Pour en savoir plus, consultez le site : ibm.com/financing/fr/



IBM France

17 Avenue de l'Europe
92275 Bois Colombes Cedex

La page d'accueil d'IBM se trouve sur ibm.com

IBM, le logo IBM et ibm.com sont des marques ou des marques déposées d'International Business Machines Corporation aux États-Unis et/ou dans d'autres pays. L'association d'un symbole de marque déposée (® ou ™) avec des termes protégés par IBM, lors de leur première apparition dans le document, indique qu'il s'agit, au moment de la publication de ces informations, de marques déposées ou de fait aux États-Unis. Ces marques peuvent également être des marques déposées ou de fait dans d'autres pays.

Une liste actualisée des marques déposées IBM est accessible sur le web sous la mention « Copyright and trademark information » à l'adresse : ibm.com/legal/copytrade.shtml

Les autres noms de sociétés, de produits et de services peuvent être des marques déposées ou des marques de services de tiers.

¹ Larry Dignan, « Internet of things: \$8.9 trillion market in 2020, 212 billion connected things », *ZDNet*, 3 octobre 2013. <http://www.zdnet.com/article/internet-of-things-8-9-trillion-market-in-2020-212-billion-connected-things/>

² Aaron M. Kessler, « Elon Musk Says Self-Driving Tesla Cars Will Be in the U.S. by Summer », *The New York Times*, 19 mars 2015. <http://www.nytimes.com/2015/03/20/business/elon-musk-says-self-driving-tesla-cars-will-be-in-the-us-by-summer.html>

³ « IBM Connects 'Internet of Things' to the Enterprise », *IBM Corp*, 31 mars 2015. <http://www-01.ibm.com/software/info/internet-of-things/iot-prod/iot-announcement.html>

Ces informations concernent les produits, programmes et services commercialisés par IBM France et n'impliquent aucunement l'intention d'IBM de les commercialiser dans d'autres pays.

Toute référence à un produit, programme ou service IBM n'implique pas que seuls ces produits, programmes ou services peuvent être utilisés. Tout produit, programme ou service fonctionnellement équivalent peut être utilisé à leur place.

Cette publication a uniquement un rôle informatif. Les informations peuvent être modifiées sans préavis. Veuillez contacter votre représentant commercial ou votre revendeur local IBM pour connaître les toutes dernières informations au sujet des produits et services IBM.

Les photographies présentées peuvent représenter des maquettes.

© Copyright IBM Corporation 2015



Veuillez recycler