



DIGITAL TRANSFORMS PHYSICAL

# Plateforme de pneu intelligente et connectée

Les industriels inventent la mobilité de demain en partant du sol - littéralement - avec une technologie de pneu connecté.



**BOSCH**

LIVRE BLANC



## Qu'est-ce que les voitures, les camions, les tracteurs, les motos, les vélos et les avions ont tous en commun ?

Ils partagent notamment un composant majeur : les pneus. Que le véhicule soit alimenté par une batterie, de l'hydrogène ou des carburants contenant du carbone, le pneu demeure un élément essentiel. Malgré les profondes transformations de la mobilité, les avancées réalisées pour les groupes motopropulseurs et l'incorporation de logiciels dans les voitures, le pneu reste le seul composant en contact avec le sol. Et si les pneus permettent de déplacer un véhicule du point A au point B, ils sont également déterminants pour la sécurité et le freinage en particulier.

## Importance des pneus

La plupart des gens ne pensent pas vraiment aux pneus et au contact entre le caoutchouc et le revêtement de la route. Au mieux, nous y jetons un coup d'œil épisodique (« a-t-il l'air dégonflé ? » ou « la profondeur de rainure est-elle encore suffisante ? ») et nous leur faisons passer un contrôle périodique au centre de service. Les véhicules commerciaux et agricoles nécessitent par contre des inspections plus régulières et approfondies. Toutefois, ces inspections ne sont ni automatisées ni intelligentes, et peuvent être aisément influencées par la subjectivité.

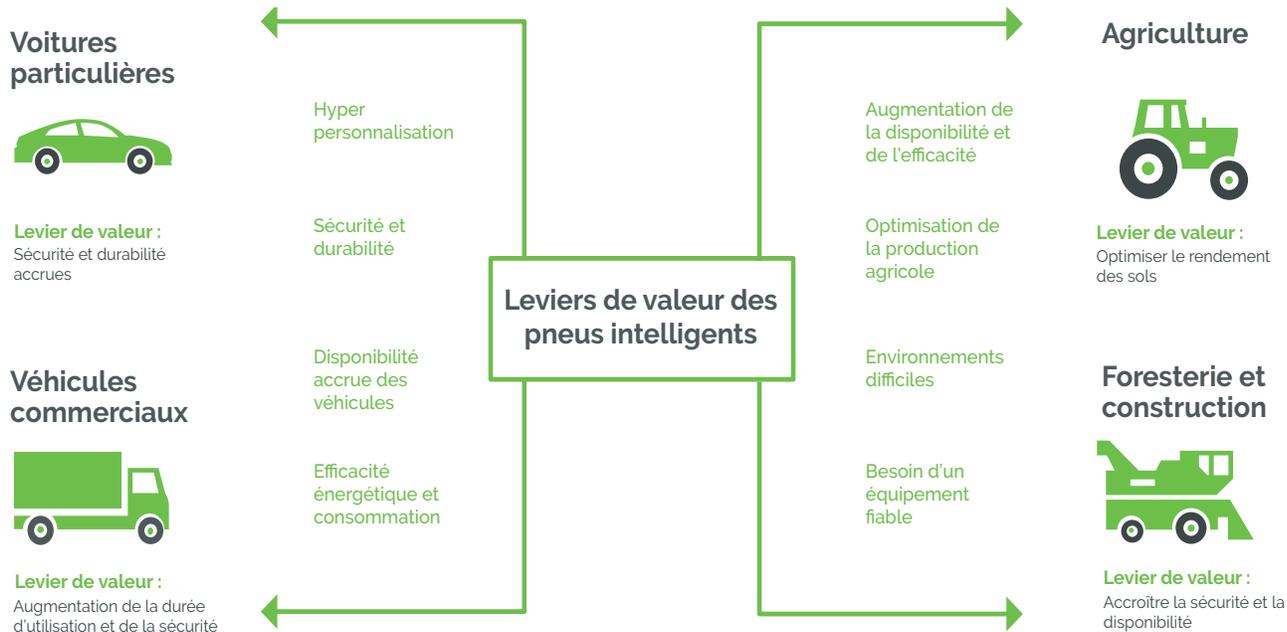
Il existe un lien direct entre l'état des pneus et les accidents, la tenue de route et la consommation de carburant. Il existe également un lien direct entre le pneu et le véhicule sur lequel il est installé - encore que si le constructeur détermine une pression de pneu recommandée, il n'indique pas le type de pneu à utiliser. Des pneus de marque et de modèle identiques sur des véhicules de différents OEM auront probablement des paramètres de pression différents.

Les pneus ont un impact direct sur les coûts d'exploitation (OpEx) - et un impact indirect avec l'efficacité énergétique et la maintenance. Selon la NHTSA (National Highway Traffic Safety Association), les pneus peuvent avoir une incidence de 10 à 15 % sur les coûts d'exploitation pour les flottes. Pour mettre cela en perspective, une famille américaine moyenne dépense 5 000 USD par an en carburant pour ses véhicules. Cela signifie que la pression des pneus seule influence ce coût à hauteur de 500 à 750 USD. Lorsque vous multipliez ce chiffre par les centaines ou les milliers de véhicules que comptent certaines flottes importantes, l'impact financier est loin d'être négligeable. En outre, les pneus qui sont hors d'usage représentent un problème pour l'environnement puisqu'ils sont mis au rebut, s'ils ne sont pas rechapés ou utilisés pour d'autres applications. Conclusion : les pneus comptent. Cependant, nous ne disposons pas d'un moyen intelligent de régler ce problème et nous ne comprenons pas tout à fait comment optimiser ces composants en caoutchouc.

## Importance de l'intelligence

Voici près de 40 ans, les entreprises ont commencé à connecter les actifs critiques à des fins de support et de surveillance à distance. Cela a démarré avec les modems avant de passer progressivement à l'Internet qui, en raison de ses coûts et de ses performances, a permis davantage de cas d'utilisation. Cela a changé la conception de produits, au fur et à mesure que les OEM ajoutaient des logiciels, des capteurs, des codes d'erreur et des diagnostics internes pour permettre le dépannage à distance (et local). Le terme « intelligence » est utilisé pour désigner ce concept. De l'ingénieur témoin Bosch en forme de cloche qui signalait une fuite d'air aux conducteurs au RFID1 en passant par le système rudimentaire de surveillance de la pression des pneus (TPMS), le concept de pneu intelligent n'est pas récent malgré les différents termes employés.

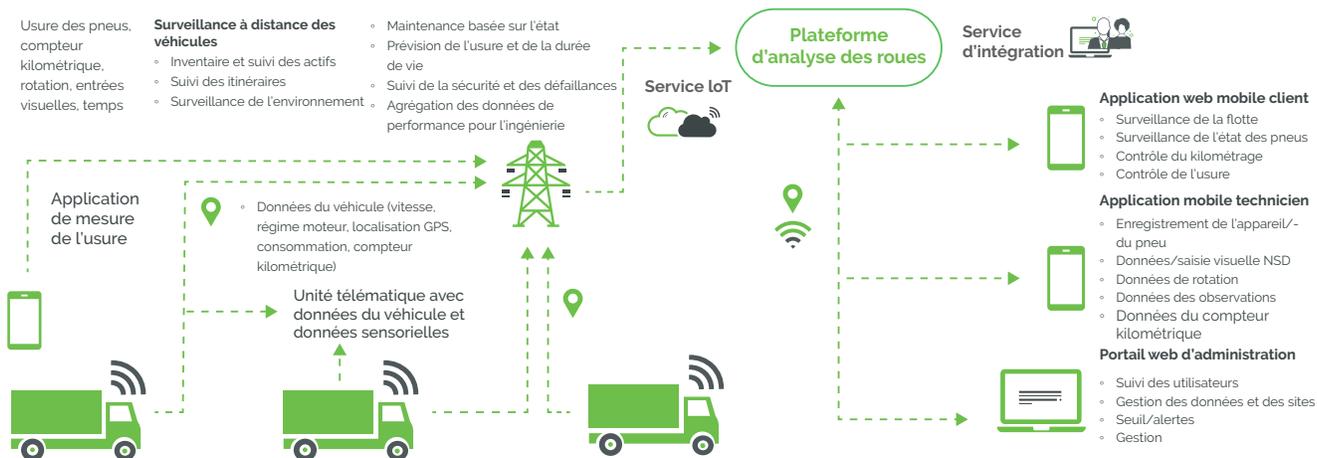
Si les réglementations ont favorisé l'adoption du système TPMS, c'était pour des raisons de sécurité et d'économie de carburant. La performance des pneus ou la conception de nouvelle génération n'étaient pas au centre des préoccupations. Le vrai potentiel des pneus intelligents et connectés est toujours en cours d'exploration. Il ne suffit pas de connaître la pression ou la température. Le caoutchouc présente un fort potentiel pour la technologie intelligente. En outre, les pneus intelligents et connectés permettent de s'écarter du modèle linéaire de bout en bout pour proposer une utilisation écologique en fin de vie.



## Des capteurs qui donnent du sens

Il existe une multitude de possibilités, par exemple : anticiper la défaillance d'un pneu, prolonger la durée de vie des pneus par l'optimisation, mesurer l'usure des pneus et la profondeur de rainure, ou déterminer la charge et l'alignement du véhicule. La portée, la richesse et la valeur de ces possibilités peuvent varier en fonction de l'interlocuteur. Les principaux fabricants de pneumatiques, les start-ups et les sociétés d'innovation ont reconnu ce potentiel et sa faisabilité. Une innovation révolutionnaire s'opère, permise par les sorties des capteurs et la déduction des motifs d'aire de contact à l'aide d'algorithmes d'apprentissage automatique. Résultat : le potentiel innovant des pneumatiques se concrétise. Considérant la gestion des pneumatiques comme un facteur clé de différenciation pour des solutions de flottes pérennes, de nombreux leaders industriels ont opéré des acquisitions stratégiques de fournisseurs de services dans le domaine de la télématique et de la gestion de parc de véhicules.

## Plateforme de pneus connectée



## Un système de systèmes

### Et si vous dépassiez la gestion de la sécurité et de la performance d'un véhicule unique ?

De l'optimisation de l'état des pneus à la rationalisation des opérations des systèmes de véhicules par la communication véhicule-véhicule (V2V) et véhicule-infrastructure (V2I), la technologie des pneus peut révolutionner la sécurité routière et la gestion du trafic. Les véhicules définis par logiciel (SDV, Software-Defined Vehicle) bouleversent déjà le paysage de la mobilité et redéfinissent l'expérience client personnalisée à grande échelle. Les pneus intelligents pourraient être une application clé dans les app store dédiés aux véhicules avec l'émergence de cas d'utilisation OTA. Si les lidars, les radars et la computer vision ont joué un rôle significatif pour améliorer l'autonomie des véhicules, ils ne peuvent pas remplacer le ressenti d'un conducteur expérimenté. Par contre, les pneus intelligents peuvent compléter les indices visuels par le toucher et sentir ce que d'autres composants ne peuvent pas voir ou entendre. Les pneus intelligents continuent d'évoluer. Dès lors, ils contribueront sans aucun doute à une mobilité plus intelligente, plus propre et plus efficace, et transformeront notre façon de conduire, voire notre façon d'être conduit.

## Pourquoi maintenant ?

Au début, les produits connectés visaient à surveiller des actifs fixes et onéreux qui présentaient un retour sur investissement raisonnable. Ce choix s'expliquait par de nombreux facteurs : la connectivité était chère et insuffisante car l'Internet, le Wi-Fi et la technologie cellulaire étaient encore balbutiants ; les ordinateurs étaient onéreux et volumineux ; les organisations étaient cloisonnées ; les données étaient amassées sans être analysées. Aujourd'hui, ces obstacles techniques, sociaux et même politiques sont tombés dans de nombreux secteurs et métiers. Associés à une connectivité omniprésente et abordable et à une puissance informatique peu coûteuse, la continuité numérique et les jumeaux numériques ont favorisé une nouvelle vague de réflexions innovantes et généré des possibilités apparemment infinies.

Dans le modèle de conception classique, nous rassemblons les informations des utilisateurs, puis nous proposons une hypothèse de conception que nous transformons en produit et nous procédons ensuite aux tests. En fonction du produit, nous pouvons effectuer des tests de performance au niveau de l'unité ou du système, et même utiliser des outils tels que les essais HALT (Highly Accelerated Life Testing). Ces tests sont cependant limités par les contraintes de délai de mise sur le marché, les budgets, les ressources et même notre imagination. Les pneus et les actifs connectés étendent ces tests au monde réel de l'utilisation quotidienne, ce qui nous expose à des configurations (conducteur, véhicule, météo, chargement et état de la route) que nous n'avons peut-être pas envisagées ou que nous n'avons pas la possibilité de recréer. Une fois conscients des scénarios, nous pouvons utiliser les outils de simulation pour tester les nouvelles idées sans les créer. Même si les données ne montrent pas de nouveaux scénarios ou de nouvelles variables, elles sont statistiquement pertinentes et offrent un niveau de confiance que nous ne pourrions pas atteindre par nous-mêmes. Tandis que les équipes marketing se concentrent sur la « voix du client » (ou VOC), il existe une « voix du produit » et une « voix du processus » qui peuvent valider la VOC tout en étant indépendantes de tout biais que le client pourrait avoir.

## Avantages des solutions de produits connectés :

La capture de l'intelligence du produit est le but principal de toute solution d'actifs connectés. Ces solutions procurent de nombreux avantages comme la connectivité, la visibilité, les alarmes et les alertes, l'assistance à distance augmentée, ainsi que diverses autres fonctionnalités. L'intelligence du produit comprend deux composantes : l'optimisation du service et l'innovation de produits.

La solution d'optimisation du service étend les fonctionnalités du produit de différentes façons :

- Résolution des problèmes sans déplacement avec les offres de service à distance
- Libre-service pour les clients permettant aux utilisateurs de gérer leurs problèmes, et ainsi d'accélérer la résolution et d'accroître la satisfaction

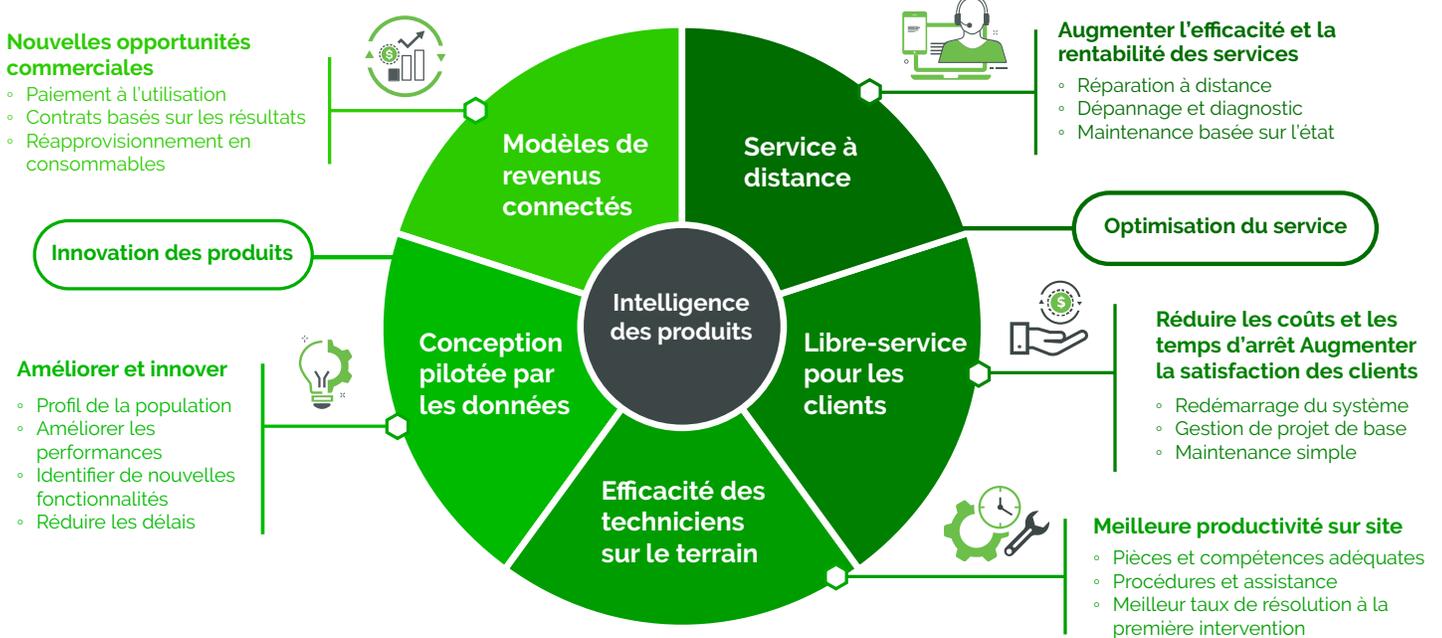
L'innovation de produits procure aux industriels les avantages suivants :

- Ventes de consommables plus efficaces en permettant de savoir comment les clients utilisent l'équipement
- Notification automatique signalant les opportunités de ventes incitatives et croisées
- Modèle économique de Product as a Service
- Meilleure visibilité du déploiement de produit pour les équipes d'ingénierie et de R&D

Les solutions de produits connectés permettent aux organisations de tout type de réduire le coût du service et d'améliorer la satisfaction des clients. Les pneus intelligents et connectés génèrent de la valeur pour les voitures personnelles, les véhicules commerciaux et les équipements agricoles, forestiers et de construction. L'intelligence recelée par les pneus ouvre la voie aux conceptions pilotées par les données, aux modèles de revenus connectés, au service à distance, au libre service pour les clients et à une maintenance sur site efficace - tous ces atouts produiront un impact financier significatif sur votre organisation.



# Dimensions d'une solution de produits connectés :



## Justification des pneus intelligents

Tout au long de la chaîne de valeur...



### Fabricant de pneus

- Amélioration des produits
- Modèle pneu en tant que service
- Fidélisation des clients
- Gestion des garanties
- Services à valeur ajoutée



### Sous-traitants automobiles

- Dynamique du véhicule
- Consommation de carburant
- Sécurité et fiabilité
- Gestion des garanties
- Application client



### Concessionnaires/détaillants

- Connexion client
- Services à valeur ajoutée
- Gestion des stocks
- Diagnostics prédictifs
- Traçabilité des produits



### Consommateur/propriétaire de flotte

- Informations de diagnostic
- Consommation de carburant
- Entretien des pneus
- Sécurité et alertes
- Primes d'assurance
- État des routes

## Analyses au volant du tracteur

Comment optimiser les pneus agricoles intelligents

### Cas d'utilisation de surveillance

- Contrôle de la pression
- Contrôle de la température
- Contrôle de la vitesse
- Surveillance de l'activité et des temps d'arrêt
- Surveillance des chocs
- Surveillance des événements accélérés
- Contrôle des événements de rupture

### Facteurs influençant l'état des pneus

- Surveillance du comportement du conducteur
- Charge incorrecte des pneus
- Surveillance de la charge par essieu
- Contrôle de la traction des pneus
- Contrôle de l'alignement des pneus
- Contrôle de l'état des pneus
- Charge inégale des pneus

### Contrôle de la consommation de carburant

- Pression incorrecte et charge
- Répartition inégale de la charge
- Pression inégale dans les pentes
- Pneus défectueux
- Conduite en pente et sur mauvaises routes
- Moteur tournant à l'arrêt

### Contrôle du lien entre les paramètres

- Contrôle de la pression et de la température
- Contrôle du rapport entre la charge et la pression
- Contrôle de la vitesse des pneus et de la charge
- Contrôle de la vitesse des pneus et de la pression

### Durée de vie des pneus et rendement des sols

- Pression faible et charge élevée
- Pression élevée sans charge
- Tassement du sol et traction
- Evolution de l'usure en fonction du kilométrage
- Détection précoce des défaillances

### Facteurs influençant l'usure des pneus

- Habitudes de conduite
- Mauvaise répartition de la pression
- Mauvais alignement des pneus
- Charge irrégulière des pneus

## Profil de PTC

Établi à Boston, PTC est un éditeur de logiciels employant plus de 6 000 personnes. PTC offre des solutions de conception assistée par ordinateur (CAO), de gestion du cycle de vie des produits (PLM), d'Internet des Objets (IoT) et de réalité augmentée (AR), qui assurent la continuité numérique de l'information entre les unités commerciales (telles que l'ingénierie, la fabrication et le service) et permettent ainsi un retour d'information en boucle fermée tout au long du cycle de vie des produits. Par exemple, les solutions et la plateforme IoT ThingWorx de PTC aident les entreprises à relier les produits et les actifs au moment de leur utilisation ou de leur fabrication en usine.

Pour accélérer la transformation digitale, il ne suffit pas de choisir la bonne plateforme d'Internet Industriel des Objets (IIoT). Vous avez aussi besoin d'applications technologiques concrètes qui produisent un effet sur vos activités. Les clients PTC utilisent nos produits IIoT pour gérer des cas d'utilisation éprouvés qui créent une feuille de route répétable vers la réussite. Avec des offres destinées à la fabrication et au service, les solutions IIoT de PTC permettent de régler différents problèmes liés par exemple au rendement opérationnel, à la productivité du personnel, à la surveillance des conditions à distance et à la maintenance prédictive.

L'IoT industriel pour la fabrication : les solutions de fabrication de PTC aident les organisations à élever leurs niveaux d'innovation, de productivité et de croissance grâce à diverses stratégies d'amélioration continue. Tenez la concurrence en respect en diminuant (jusqu'à 12 %) les coûts opérationnels, en améliorant (jusqu'à 50 %) le rendement des actifs et en maximisant la croissance des revenus avec des tailles de lot réduites et des délais d'exécution et de commercialisation raccourcis.

L'IoT industriel pour le service : aujourd'hui, les organisations de maintenance sur site sont confrontées à de nombreuses difficultés, notamment des accords de niveau de service plus contraignants, la pénurie de main-d'œuvre et les niveaux d'expérience inégaux des techniciens. Les solutions de service de PTC aident les entreprises à améliorer le taux de résolution à la première intervention, à réduire les déplacements et à maximiser la satisfaction des clients : les éléments nécessaires pour réduire le coût des opérations de service et accélérer la productivité et l'efficacité des techniciens de maintenance.

## Profil de Bosch

Bosch Software and Digital Solutions (Bosch SDS), une société du Groupe Bosch, est un fournisseur de services dans les domaines du conseil, de l'ingénierie, de la transformation digitale et de l'informatique au niveau mondial. Poursuivant une approche résolument axée sur le client, Bosch SDS vise à accélérer le monde numérique, guidée par différentes thématiques : création d'entreprise résiliente, déploiement de la durabilité et remodelisation des activités pour ses clients. L'objectif est de permettre aux clients de raccourcir le cycle de développement de produits, d'améliorer l'efficacité opérationnelle et énergétique, de fournir une expérience client optimale à l'utilisateur final et de créer de nouveaux modèles économiques grâce à nos produits, solutions et services.

Bosch SDS exerce ses activités via un réseau de bureaux commerciaux sur les marchés d'Amérique du Nord, d'Europe, du Royaume-Uni, du Japon, du Moyen-Orient et d'Asie Pacifique, et via des centres de livraison pratiquant l'externalisation onshore, nearshore et offshore.

# Auteurs

## Anthony Moffa

Directeur principal, Ventes SCP et initiatives stratégiques, PTC Inc.  
amoffa@ptc.com

## Matthew DiCecca

Directeur : Marketing produit,  
PTC Inc.  
madicecca@ptc.com

## Kamakshya Prusti

Responsable du portefeuille d'activités : Produits connectés et IoT  
Bosch Software & Digital Solutions  
kamakshya.prusti@in.bosch.com

## Abhinav Deep Saxena

Responsable du portefeuille - Pneus connectés  
Bosch Software & Digital Solutions  
abhinavdeep.saxena@in.bosch.com



© 2023, PTC Inc. (PTC). Tous droits réservés. Les informations contenues dans le présent document sont fournies à titre informatif uniquement. Elles sont susceptibles d'être modifiées sans préavis et ne sauraient en aucun cas tenir lieu de garantie, d'engagement ou d'offre de la part de PTC. PTC, le logo PTC et tous les logos et noms de produits PTC sont des marques commerciales ou des marques déposées de PTC et/ou de ses filiales aux États-Unis et dans d'autres pays. Tous les autres noms de produits ou d'entreprises sont la propriété de leurs détenteurs respectifs. PTC se réserve le droit de modifier à son gré la date de disponibilité de ses produits, de même que leurs fonctions ou fonctionnalités.

