

Décupler le pouvoir du Big Data par l'IoT et la réalité augmentée

Mars 2020

Rédigé par Zia Yusuf, Vladimir Lukic, James Heppelmann, Craig Melrose, Neeru Ravi,
Usama Gill et Andres Rosello





Partenaire des grandes entreprises et principaux acteurs sociaux, The Boston Consulting Group les aide à relever leurs défis majeurs et saisir les meilleures opportunités. Créé en 1963, le BCG est le pionnier de la stratégie d'entreprise. Aujourd'hui, nous aidons nos entreprises clientes à se transformer radicalement, en leur suggérant des changements complexes pour se développer, être concurrentielles et améliorer leurs résultats.

La réussite des sociétés passe par la fusion des capacités humaines et digitales. Nos équipes internationales de tous horizons apportent leur vaste expérience de tous les services de l'entreprise et une variété de points de vue suscitant le changement. Le BCG fournit des solutions de premier plan de conseil en gestion et en technologie et de conception sur mesure de projets digitaux pour l'entreprise. Notre modèle unique de collaboration à tous les niveaux avec l'entreprise cliente produit les résultats qu'attendent nos clients pour prospérer.

Les solutions primées et éprouvées de PTC libèrent le potentiel d'innovation des sociétés de tous les secteurs et leur permettent de différencier leurs produits et services et d'améliorer leur excellence opérationnelle et la productivité de leur main d'œuvre.

PTC et son écosystème de partenaires permettent aux fabricants de capitaliser sur les nouvelles technologies prometteuses et la transformation digitale.

Découpler le pouvoir du Big Data par L'IoT et la réalité augmentée

La réalité augmentée (AR, Augmented reality), une toute récente technologie très prometteuse, jouera un rôle essentiel dans la libération de tout le potentiel de l'Internet des objets (IoT). Les applications AR utilisent une pléiade de données de toutes sortes générées par les appareils et composants IoT, améliorant l'efficacité et la productivité des employés.

Afin de créer un cercle vertueux (réduction des coûts et croissance à deux chiffres du chiffre d'affaires et du bénéfice), les entreprises doivent développer une stratégie conjointe IoT-AR, plutôt que déployer ces technologies séparément. Le présent rapport comprend une appli IoT-AR téléchargeable, illustrant la façon dont les entreprises peuvent bénéficier de ces avantages.

Pourquoi l'AR est indissociable de l'IoT

Entre 2016 et 2018, le nombre d'appareils connectés IoT est passé de manière presque imperceptible de 6 milliards à 11 milliards et pourrait atteindre les 20 milliards en 2020, selon Gartner. Cette augmentation a entraîné un véritable Big Bang des données. Selon une estimation de Cisco Systems et IDC, en 2016, le volume de données IoT généré a été d'environ 22 zétaoctets (soit 22 billions de gigaoctets). Depuis, ce volume a plus que doublé, à 52 zétaoctets en 2019, et devrait atteindre les 85 zétaoctets en 2021.

Cependant, le volume de données augmente si rapidement que de nombreuses entreprises ne sont pas en mesure d'utiliser toutes les données recueillies. Ces volumes très importants sont longs à traiter et génèrent des lacs de données. De plus, ces packs de données sont dépourvus de structure cohérente et le nombre de sources à synthétiser dépasse les capacités des bases de données. En conséquence, de nombreuses entreprises ont du mal à extraire de leurs données des informations exploitables par leurs employés au moment et à l'endroit voulu.

L'autre obstacle, souvent sous-estimé, à l'utilisation efficace du Big data est l'impossibilité de visualiser de nombreuses sources de données à la fois sur les outils habituels. Or, la plupart des personnes ont besoin de pouvoir visualiser rapidement les données sous une forme graphique synthétique.

C'est ici que l'AR entre en jeu. Les appareils IoT enregistrent les données du monde physique à des fins d'analyse et les appareils AR importent ces données et les restituent dans le monde physique sous forme visuelle et interactive. (voir « [Les applications privilégiées des solutions IoT-AR](#) » dans la barre de menus latérale)

Contrairement aux applications virtuelles, nécessitant un utilisateur virtuel, les applications AR superposent les informations digitales à l'environnement de l'utilisateur physique. Une application AR peut, par exemple, ajouter un contenu digital à un flux de caméras live comme s'il faisait partie du monde physique. Cette capacité permet à l'utilisateur d'interagir plus intuitivement avec les données.

Plusieurs sociétés ont développé des applications AR basées sur l'intelligence artificielle, instillant de larges volumes de données de toutes sortes (y compris IoT) à quelques actions essentielles, ainsi disponibles aux employés au moment et à l'endroit voulu, pour des prises de décisions fondées et une meilleure exécution des tâches. Dans de nombreux secteurs, les sociétés n'ayant pas encore expérimenté les stratégies conjointes IoT-AR risquent d'être dépassées par la concurrence.



Les applications privilégiées des solutions IoT-AR

Les solutions IoT-AR sont surtout utiles aux entreprises où toutes ou la plupart des décisions ne sont pas prises par des systèmes automatisés, mais par des employés qui ont besoin de données digitales pour interagir plus efficacement avec les objets physiques, comme les machines et les espaces.

Les applications IoT-AR sont aussi très utiles lorsqu'une synthèse d'importants volumes de données contextuelles diverses faciliterait la prise de décisions, lorsque les employés ont besoin de leurs deux mains pour interagir efficacement avec les objets de leur environnement en temps réel ou doivent interagir avec des objets ou des parties d'objets non visibles.

L'utilisation de l'IoT et de l'AR se développe rapidement

L'AR pour les entreprises se répand de plus en plus : après les avoir testées pour le marketing et les ventes, les entreprises explorent de nouveaux domaines d'utilisation. (Voir le rapport du BCG d'avril 2018 « *La réalité augmentée : la caméra, la prochaine révolution publicitaire ?* ») Elles étendent leurs expérimentations à d'autres services, comme la production, les opérations, la maintenance et la formation. (Voir l'article du BCG d'octobre 2018 « *Déployer la réalité augmentée sur le terrain* »). L'expansion de l'AR repose plus sur la prolifération des smartphones et des tablettes compatibles que sur le développement des appareils dédiés.

Afin d'identifier les tendances prévalentes, le BCG et PTC ont mené une étude quantitative auprès de 200 cadres supérieurs d'entreprises utilisant des solutions IoT ou AR ou les deux. Nous avons aussi interviewé plusieurs dirigeants. Il en ressort que beaucoup considèrent l'IoT et l'AR comme complémentaires. 81 % des entreprises interrogées utilisent l'IoT et envisagent d'utiliser aussi l'AR, tandis que 76 % de celles développant des solutions AR pensent qu'ajouter l'IoT à leurs applications augmenterait leur valeur.

Synthétisant un volume important de données contextuelles les plus diverses, les solutions IoT-AR permettent aux employés de prendre des décisions plus fondées.

L'utilisation conjuguée de l'IoT et de l'AR est une tendance récente. Si quelques sociétés expérimentent les solutions IoT-AR depuis 2010, leur nombre a fortement augmenté depuis 2017. Plus de 80 % des sociétés interrogées pensent, en outre, que les solutions IoT-AR seront la norme dans leur secteur dans les cinq ans à venir. Cette enquête a révélé les autres grandes tendances suivantes dans cinq domaines :

- **Secteurs.** Plusieurs secteurs pionniers utilisent à la fois les technologies IoT et AR. L'industrie lourde montre la voie, suivie par la technologie, l'ingénierie, l'aéronautique, les télécommunications et les médias. Dans les services comme la maintenance des équipements, nous avons découvert que les applications IoT et AR sont déjà la norme.
- **Conception.** Notre enquête a révélé que 47 % des entreprises utilisant l'IoT-AR ont commencé par expérimenter l'IoT avant d'y ajouter l'AR. Toutefois, les dirigeants interrogés déclarent que les technologies IoT et AR sont plus faciles à déployer et rentables lorsqu'elles ont été mises en place ensemble dès le départ.
- **Appareils.** De nombreux utilisateurs d'applications IoT-AR des entreprises interrogées travaillent sur plusieurs appareils AR. Le smartphone est le plus prisé (51 %), suivi par Microsoft HoloLens (39 %), Google Glass (18 %), les

appareils personnalisés (17 %), les visiocasques (16 %), les portables RealWare (11 %) et l'écran Magic Leap (9 %).

- **Structure organisationnelle.** 85 % des entreprises interrogées gèrent déjà conjointement leurs applications IoT et AR et 77 % d'entre elles ont des budgets AR dédiés.
- **Retour sur investissement.** Quelque 80 % des sociétés interrogées déclarent attendre un retour sur investissement IoT et AR dans les trois ans, et 26 % l'ont rentabilisé en un an ou moins. En fait, la moitié des sociétés ayant mis en place les deux technologies (ou étant en fin de phase de test) en ont déjà constaté la valeur en interne et 35 % sont en passe de le faire.

L'IoT et l'AR en pratique




Notre enquête et nos entretiens ont identifié plus de 30 types d'utilisations de l'IoT-AR. Lors de notre étude, nous avons constaté que l'analyse la plus probante était de prendre en compte la façon dont celles-ci renforcent les efforts humains et leur impact sur l'entreprise. (Voir Annexe 1.)

L'aide apportée par les applications IoT et AR en trois étapes :

- **Visualisation des données et interaction avec l'environnement.** Les solutions IoT-AR permettent aux employés de visualiser, d'analyser et de comprendre les données et donc de mieux naviguer dans leur environnement. La présentation en trois dimensions des données offre une compréhension plus intuitive. Selon les sciences cognitives, fournir aux employés les données ou connaissances pertinentes pour la résolution des problèmes est la façon la plus efficace de les aider dans leur travail. 20 % des utilisations de l'IoT-AR permettant de visualiser les données et d'interagir avec leur environnement aident les employés à gérer leurs espaces.
- **Diagnostiquer les problèmes.** Les applications IoT-AR synthétisent différents types de données, permettant aux employés de mieux analyser les objets et espaces, mais aussi de diagnostiquer les problèmes des objets physiques et de leur environnement. Ces applications aident, par exemple, les employés à identifier les problèmes de machines complexes sans avoir à les ouvrir, ou à localiser une pièce sans avoir à parcourir toutes les étagères. 22 % des utilisations IoT-AR permettant aux employés de mieux diagnostiquer les problèmes les aident à gérer les équipements et objets.
- **Passer à l'action.** Synthétisant un volume important et une grande variété de données spécifiques au contexte, les solutions IoT-AR permettent aux employés de prendre des décisions plus fondées. Un autre avantage des applications IoT-AR est que les employés peuvent se faire aider à distance en temps réel par des experts. 15 % des

Annexe 1 - L'enquête IoT-AR a identifié 33 utilisations

Utilisations renforçant les efforts humains

		Visualiser les données et interagir avec l'environnement	Diagnostiquer les problèmes	Passer à l'action
Utilisations améliorant les capacités de l'entreprise (%)	 Améliorer les capacités humaines	<ul style="list-style-type: none"> Assemblage, utilisation et maintenance des équipements Formation juridique et militaire Formation des pilotes Formation médicale <p style="text-align: right;">13 %</p>	<ul style="list-style-type: none"> Demandes de remboursement d'assurance Assistance à distance <p style="text-align: right;">9 %</p>	<ul style="list-style-type: none"> Navigation assistée par visiocasque Services consommateurs Chirurgie Aviation digitale Assistance médicale personnelle <p style="text-align: right;">15 %</p>
	 Gérer les espaces	<ul style="list-style-type: none"> Conception et optimisation d'espaces fonctionnels (entrepôts, magasins et villes) Navigation du consommateur Marketing digital basé sur l'emplacement Surveillance du stock Sécurité et prévention du risque <p style="text-align: right;">20 %</p>	<ul style="list-style-type: none"> Surveillance des espaces et environnements Surveillance des fermes Inspection des bâtiments et usines Optimisation des rotations d'équipes hospitalières <p style="text-align: right;">4 %</p>	<ul style="list-style-type: none"> Préparation des commandes Optimisation spatiale (par exemple pour l'organisation du conditionnement et de l'expédition des commandes) <p style="text-align: right;">3 %</p>
	 Gérer les équipements et objets	<ul style="list-style-type: none"> Conception des produits Conception des constructions <p style="text-align: right;">3 %</p>	<ul style="list-style-type: none"> Assurance qualité des biens Surveillance des opérations Surveillance des équipements et diagnostics Contrôle qualité Optimisation des lignes de production <p style="text-align: right;">22 %</p>	<ul style="list-style-type: none"> Instructions de travaux d'assemblage Installation des appareils Instructions et assistance à la maintenance Instructions aux opérateurs (pour les processus de précision et les équipements industriels de grande taille) <p style="text-align: right;">12 %</p>

Sources : L'enquête IoT-AR et les interviews d'experts BCG-PTC ; l'analyse du BCG

Note : Les pourcentages indiquent la proportion de réponses à l'enquête relatives à un type d'utilisation particulière. Plusieurs réponses étaient possibles.

utilisations de l'IoT-AR aidant les employés à décider de l'action à entreprendre renforcent les capacités humaines.

Ces trois types d'aide sont complémentaires : pour diagnostiquer un problème, l'employé doit visualiser les données et interagir avec son environnement. Et pour décider de l'action à entreprendre, il doit diagnostiquer le problème.

L'impact des technologies IoT et AR sur l'entreprise est également triple :

- Renforcement des capacités humaines.** Les entreprises peuvent utiliser les solutions IoT-AR pour aider les employés à accomplir plus aisément des tâches complexes. Par exemple, une application IoT-AR simulant des produits et leur superposant les données IoT permettra à l'entreprise de former les employés de son usine au montage des équipements ou à l'utilisation des machines. De même, les hôpitaux peuvent utiliser ces solutions pour former les techniciens de leur personnel de santé.

- Gérer les espaces.** Les technologies IoT et AR offrent aux entreprises une vision cohérente de données disparates recueillies dans des espaces physiques, comme les usines, les entrepôts et les magasins détaillants. Comprendre des données disparates est essentiel pour mieux gérer les espaces des différents services. Une application IoT-AR permettra, par exemple, à une entreprise d'optimiser l'utilisation de son entrepôt en déterminant l'espace à attribuer à ses produits à forte rotation, en surveillant l'état de ses stocks et en identifiant les produits obsolètes à retirer. Cette application pourrait guider les employés dans l'entrepôt et leur indiquer l'itinéraire le plus rapide, grâce aux données des appareils IoT et AR. Mettre en place une telle application réduira le nombre d'employés nécessaire et les coûts énergétiques, et améliorera la productivité de la main d'œuvre.



**Les applications IoT and AR sont
déjà la norme dans des services
comme la maintenance
des équipements.**

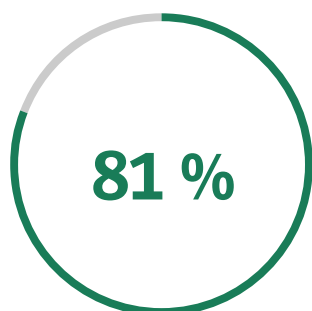
De même, les sociétés pourraient ainsi organiser au mieux l'entrepôt de leurs magasins, grâce aux données AR de circulation dans les allées (balises, applis mobiles et analyses de vidéos). De plus, les données IoT transmises en direct dans un casque AR par des capteurs installés dans les magasins permettent au manager de parcourir les rayons d'un magasin et de détecter les problèmes. En cas de rupture d'un produit ou d'emplacement ou de code-barres erronés, par exemple, une alerte pourra être déclenchée.

- **Gérer les équipements.** Créer une application AR superposant des données IoT à la représentation visuelle des pièces d'une machine permettra à une entreprise de régler et de réparer de manière optimale ses équipements. Cette représentation permettra aux employés de « voir » à l'intérieur de la machine jusqu'aux endroits les plus difficilement accessibles et de diagnostiquer plus facilement les problèmes. Grâce à l'AR, l'application superpose à l'image des instructions étape par étape et affiche la marche à suivre dictée en temps réel par des experts durant la réparation. Dans certains cas, l'étape suivante de la réparation ne pourra être indiquée au technicien qu'une fois l'étape en cours effectuée et numériquement confirmée, améliorant ainsi la qualité de la réparation.

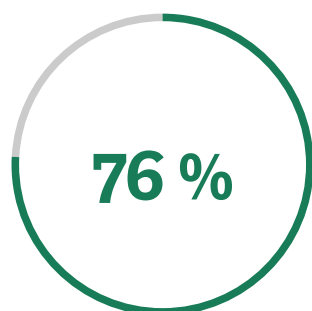
Aux différents étages des magasins, les employés peuvent porter des appareils AR et visualiser les données IoT dans

le contexte de leur travail. Des capteurs IoT, par exemple, pourront être intégrés aux machines d'une ligne de production et les techniciens équipés de lunettes AR pourront parcourir l'étage pour vérifier le fonctionnement des équipements. Plus un technicien se rapproche d'un équipement, plus l'information devient spécifique. Les applications IoT-AR facilitent en outre l'identification des problèmes sur les lignes d'assemblage.

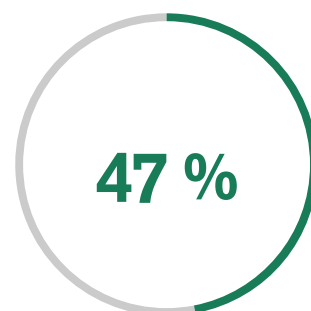
Lors de la conception de leurs équipements, les entreprises peuvent créer des modèles digitaux alimentés par des données IoT et interagir avec ces modèles à grande échelle, donnant ainsi aux concepteurs une vision beaucoup plus précise des futures performances réelles. Cette représentation pourra, par exemple, permettre aux concepteurs de localiser les fonctions les plus utilisées, afin d'améliorer le concept et les performances de la machine. De même, les données recueillies par les appareils IoT à distance (comme les caméras et les capteurs de température) permettent à l'entreprise de créer des jumeaux digitaux. En associant ces modèles virtuels avec des appareils AR, les architectes, entrepreneurs et entreprises de construction peuvent interagir avec les données pour améliorer les données entrées et, notamment, l'emplacement de la plomberie et de l'électricité.



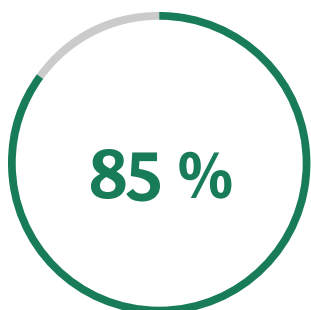
Personnes interrogées utilisant l'IoT et envisageant d'utiliser aussi l'AR



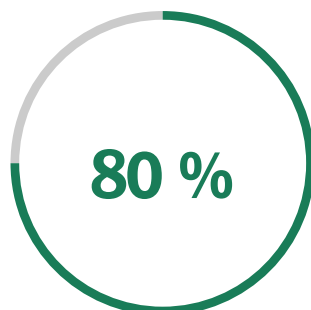
Personnes interrogées développant des solutions AR seules, pensant qu'ajouter l'IoT ajouterait à leur valeur



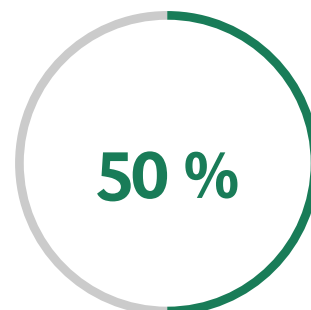
Personnes interrogées ayant commencé par la technologie IoT et ajouté l'AR par la suite



Personnes interrogées gérant conjointement l'IoT et l'AR, dont 77 % ayant des budgets dédiés AR



Personnes interrogées attendant un retour sur investissement IoT dans les trois ans



Personnes interrogées ayant déjà récolté les fruits de leur utilisation de l'IoT et l'AR

Doper les performances par l'IoT et l'AR

Déployer l'IoT et l'AR est l'une des façons les plus rapides pour une entreprise d'augmenter son bénéfice. Les solutions IoT-AR permettent aux entreprises d'améliorer leurs performances de trois manières souvent concomitantes.

- **Réduction des coûts.** Les technologies IoT et AR réduisent les coûts des entreprises et améliorent la productivité de leur main d'œuvre, réduisent leur rebut, font fondre le temps d'indisponibilité de leurs appareils et optimisent leur fonds de roulement, pour ne citer que cela. Une simple application, comme une solution IoT-AR fournissant en temps réel des données contextuelles spécifiques pour aider les employés à réparer les équipements, augmentera le taux de réussite dès la première intervention et réduira les erreurs et donc les coûts matériels et la fréquence des visites de techniciens.
- **Augmentation du chiffre d'affaires.** Les entreprises peuvent déployer des solutions IoT-AR pour accélérer leurs opérations et donc leur productivité. Ces technologies leur permettent aussi de développer de nouveaux produits et services et d'élargir leurs sources de revenus. Créer, par exemple, un service de maintenance premium basé sur l'IoT et l'AR fidélisera la clientèle, réduira la perte de clients et augmentera le nombre de ceux souscrivant un contrat SAV.
- **Créer une valeur stratégique.** La valeur cumulée d'une solution IoT-AR est multiple, de l'amélioration de son capital-marque à la satisfaction clients et la réduction du risque. Utilisée, par exemple, pour guider les employés dans un entrepôt, l'AR améliorera leur sécurité et donc leur environnement de travail.

Exemple d'application IoT-AR

Pour mettre en lumière la façon dont les solutions IoT-AR peuvent générer des résultats financiers significatifs, nous avons étudié deux utilisations possibles et développé une appli IoT-AR de mise en situation. Cette appli démontre comment ces technologies réduisent les coûts de maintenance et d'entreposage.

Réduire les coûts et augmenter le chiffre d'affaires de la maintenance des équipements avec l'IoT et l'AR.

Le service après-vente est une source lucrative de revenus pour les fabricants industriels, la plupart des clients souscrivant un contrat de maintenance et de gestion de leur parc de machines. Cependant, les fabricants doivent répondre à des exigences accrues de la part de leurs clients en termes de service optimal au meilleur prix, mais aussi de délais de réponse toujours plus courts. De plus, de nombreux fabricants sont confrontés à un manque croissant de compétences. La génération du baby boom quittant le marché du travail, les sociétés font face à de lourdes pertes en expérience et expertise. Dans ce contexte, une solution IoT-AR pour la maintenance des équipements peut résoudre de nombreux problèmes.

- **Temps d'indisponibilité imprévus.** Les technologies IoT assurent la surveillance permanente des équipements et

alertent préventivement de tout dysfonctionnement des machines et lignes de production. Basées sur les données IoT de performances en temps réel, l'analyse avancée et les technologies AR, les solutions IoT-AR envoient ces alertes au personnel, qui peut ainsi programmer une maintenance préventive.

- **Projets retardés et coûts plus élevés.** Les données et analyses IoT déterminent la plage horaire où l'indisponibilité des équipements perturbera le moins l'activité et les pièces à entretenir ou réparer. Ces indications permettent aux entreprises d'éviter les retards dans les projets et les frais supplémentaires en résultant.
- **Longs délais de réparation.** Les ingénieurs de maintenance de terrain doivent généralement se rendre sur place pour les réparations, ce qui augmente le temps d'indisponibilité. L'assistance à distance par l'AR et l'accès aux données du tableau de bord par l'IoT permettent, en revanche, aux ingénieurs moins expérimentés sur place de régler des problèmes qui auraient été sinon difficiles à traiter.
- **Temps de formation plus long.** Les employés expérimentés partent à la retraite. En conséquence, les entreprises doivent consacrer davantage de temps à la formation du personnel et des nouvelles recrues aux tâches complexes. Les appareils AR fournissant des instructions étape par étape sur une représentation de l'objet physique offrent aux employés un manuel d'utilisation et une formation pratique.
- **Qualité de maintenance déficiente.** Outre les instructions de travail AR étape par étape, les technologies IoT et AR confirment si un équipement a été correctement réparé ou révisé, améliorant la qualité de la maintenance.

Plusieurs sociétés, comme Global Foundries, Howden Group, Sysmex et Volvo Group, ont déployé des solutions IoT-AR pour résoudre leurs problèmes de maintenance, fournir à leurs clients des options en self-service et améliorer la qualité. Pour ces OEM, les solutions IoT-AR révolutionnent la vitesse et la qualité de fourniture de service, améliorant la satisfaction et la fidélisation du client.

Les entreprises ayant mis en place des solutions IoT-AR ont enregistré des avantages financiers notables :

- **Amélioration de la productivité de la main d'œuvre.** La fourniture d'instructions AR réduit le temps de réparation, améliorant ainsi la productivité de la main d'œuvre. L'assistance à distance réduisant la nécessité de faire venir un expert, chaque spécialiste peut répondre à davantage d'appels de maintenance.
- **Réduction du rebut et des nouvelles interventions.** Associées à la vérification IoT, les instructions AR garantissent des réparations réussies dès la première fois, éliminant ainsi la nécessité d'une nouvelle intervention et de commande de nouvelles pièces.

CINQ PROBLÈMES COURANTS EN MAINTENANCE ET RÉPARATION

SCÉNARIO TYPIQUE
SANS L'IOT ET L'AR

1

L'entreprise ne sait pas que la pelleuse a besoin d'être révisée jusqu'à ce qu'elle tombe en panne, d'où un temps d'indisponibilité imprévu.

2

Temps d'indisponibilité imprévu retardant le projet et augmentant les coûts. Perte de temps supplémentaire dans l'attente de la réception des pièces.

5

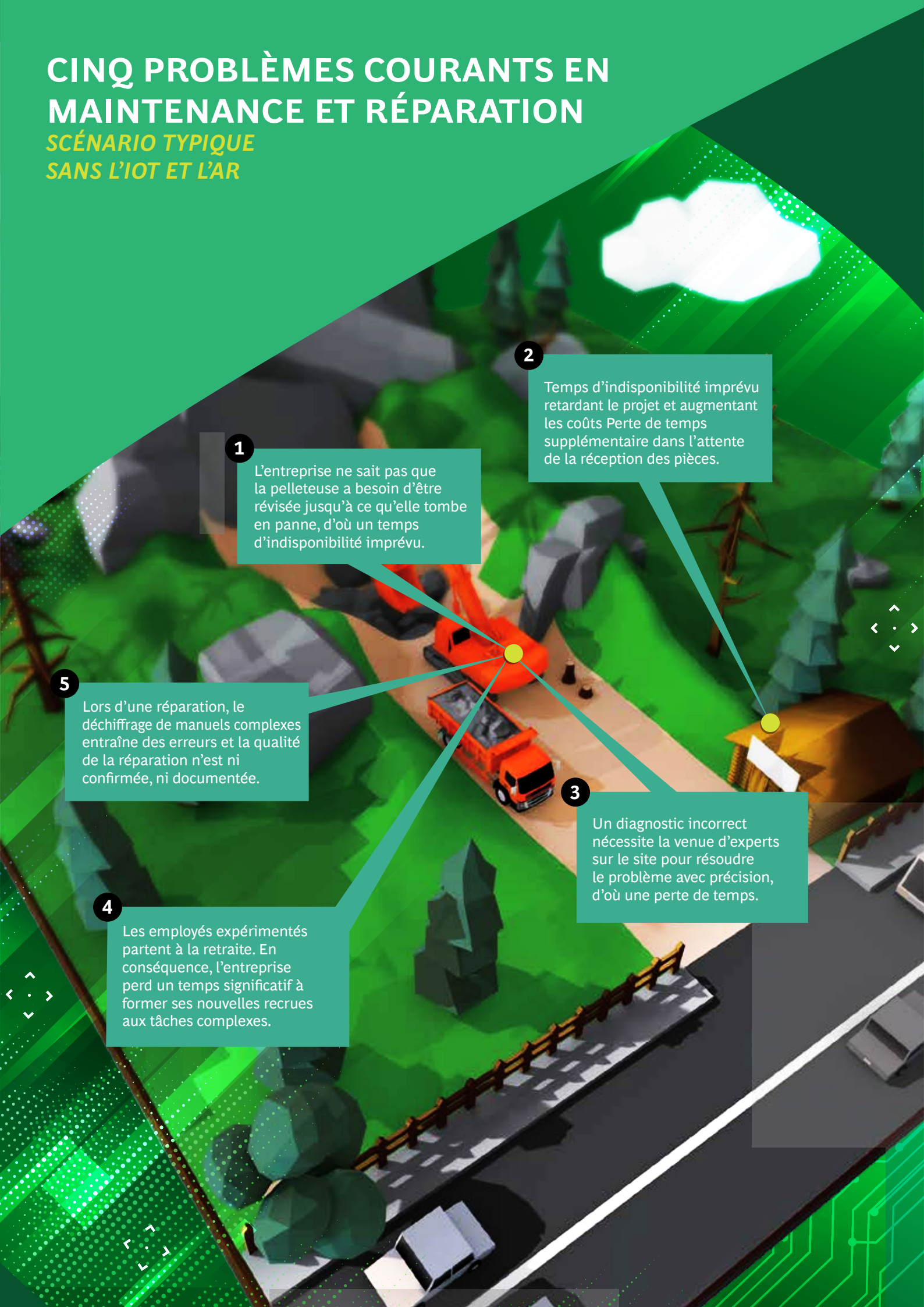
Lors d'une réparation, le déchiffrement de manuels complexes entraîne des erreurs et la qualité de la réparation n'est ni confirmée, ni documentée.

3

Un diagnostic incorrect nécessite la venue d'experts sur le site pour résoudre le problème avec précision, d'où une perte de temps.

4

Les employés expérimentés partent à la retraite. En conséquence, l'entreprise perd un temps significatif à former ses nouvelles recrues aux tâches complexes.



- **Réduction des coûts.** Les solutions de formation IoT-AR réduisent les coûts de main d'œuvre en permettant aux ingénieurs moins expérimentés d'effectuer les réparations. Ces applications réduisent également les coûts de formation en fournissant une formation sur place sur demande.
- **Fidélisation de la clientèle.** Les solutions IoT-AR permettent aux entreprises de répondre plus rapidement à leurs clients et d'améliorer leur qualité de service. Ces entreprises augmentent ainsi leur taux de renouvellement de contrats de SAV lucratifs et acquièrent de nouvelles opportunités.
- **Nouvelles offres.** Développer des services et capacités IoT-AR à valeur ajoutée et innovants accroît les opportunités de revenus pour les fabricants auprès de leur clientèle existante.



Ces services et capacités permettent aussi aux entreprises de renforcer leur capital-marque.

Afin de montrer comment une solution associant IoT et AR peut réduire les coûts et augmenter le chiffre d'affaires, nous avons réalisé une étude de cas basée sur des données réelles. Dans notre étude, un fabricant réalisant un chiffre d'affaires SAV annuel d'1 milliard de dollars, soit 30 % de son chiffre d'affaires annuel, emploie 1 000 ingénieurs maintenance.

Le déploiement d'une solution IoT-AR pour 20 % à 30 % de ses ingénieurs maintenance pourrait générer jusqu'à 13 à 30 millions de dollars de bénéfice net par milliard de chiffre d'affaires. Nous avons souvent vu des sociétés obtenir des résultats se situant dans la tranche supérieure de cette plage. (Voir Annexe 2.)

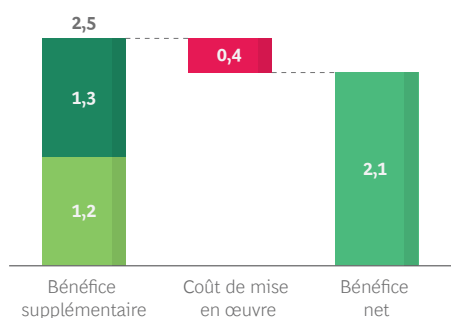
Annexe 2 - La mise en place d'une solution de maintenance IoT-AR dope les résultats des entreprises

Avantages supplémentaires

	Impact financier	Domaine d'activité affecté (% du chiffre d'affaires) x	Amélioration de l'activité (%) =	Bénéfice (par milliard de dollars de chiffre d'affaires)	Bénéfice (% du chiffre d'affaires)
Coûts 	Amélioration de la productivité de la main d'œuvre	Coût de main d'œuvre potentiel : 1,5 à 2	Réduction des coûts de main d'œuvre (opérations plus rapides) : 45 à 55	7 à 11 millions de dollars	0,7 à 1,1
	Réduction des coûts de formation de la main d'œuvre	Coûts de formation : 0,5 à 0,6	Baisse des coûts de formation : 20 à 30	1 à 2 millions de dollars	0,1 à 0,2
	Réduction des coûts de nouvelles interventions	Coûts des visites récurrentes : 0,6 à 0,8	Amélioration du taux de réussite dès la première réparation : 30 à 50	2 à 4 millions de dollars	0,2 à 0,4
Chiffre d'affaires 	Augmentation du chiffre d'affaires (réduction de la perte de clientèle et offre de nouveaux services)	Chiffre d'affaires de maintenance potentiel : 6 à 9	Augmentation du chiffre d'affaires de maintenance : 10 à 20	6 à 18 millions de dollars	0,6 à 1,8



Impact moyen en pourcentage sur le chiffre d'affaires de l'entreprise

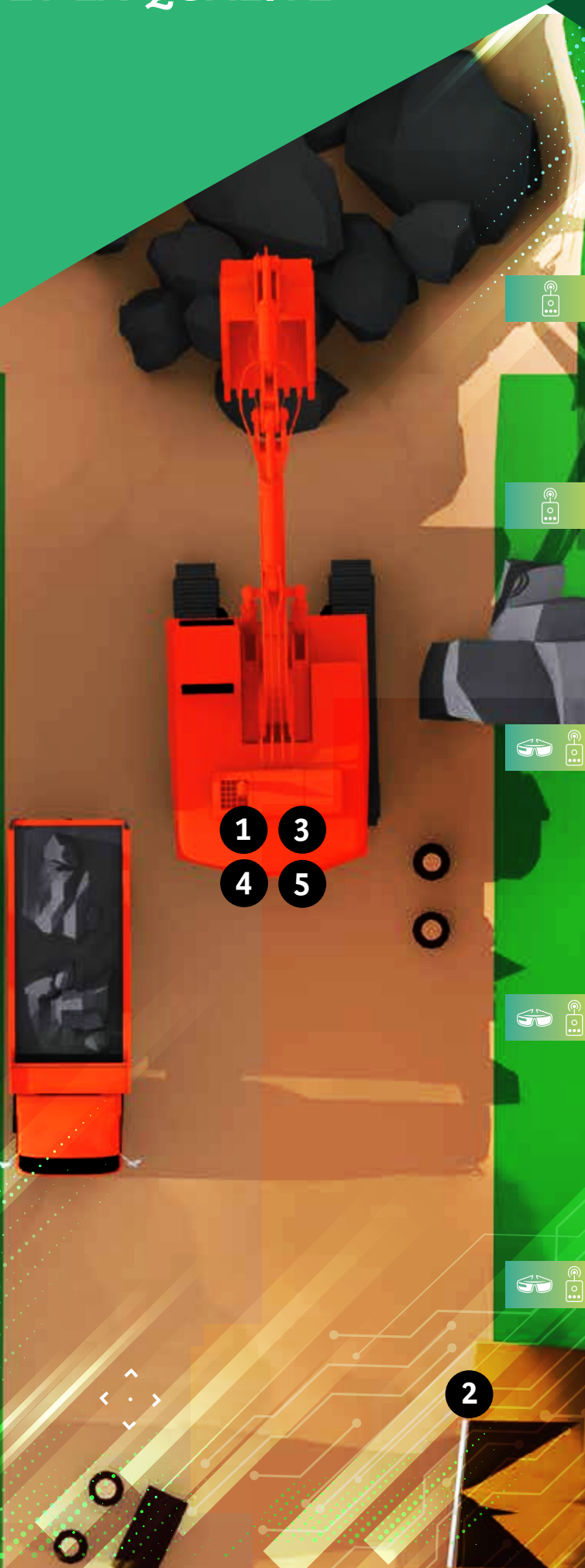


	Bénéfice supplémentaire	Coût de mise en œuvre	Bénéfice net
(%)	1,6 à 3,5	0,3 à 0,5	1,3 à 3
Par milliard de chiffre d'affaires	16 à 35 millions de dollars	3 à 5 millions de dollars	13 à 30 millions de dollars

Source : L'analyse du BCG

Note : Notre étude de cas portait sur un fabricant réalisant un chiffre d'affaires annuel de 3,3 milliards de dollars, dont environ 1 milliard de chiffre d'affaires après-vente. Cette société emploie 1 000 ingénieurs maintenance, dont 20 à 30 % seulement dotés d'une solution IoT-AR. Les chiffres étant arrondis, leur somme peut ne pas correspondre aux totaux.

UNE SOLUTION IOT-AR TRANSFORME LA RAPIDITÉ ET LA QUALITÉ DE SERVICE



1

Surveillance prédictive

L'analyse IoT surveille préventivement les équipements et signale à l'avance d'éventuels dysfonctionnements.



2

Maintenance programmée et livraison des pièces

L'analyse IoT détermine le moment où la maintenance perturbera le moins l'activité et les pièces nécessaires.



3

Diagnostic basé sur les données

L'accès à distance par les données AR et IoT réduit la fréquence des déplacements d'experts et permet aux ingénieurs moins expérimentés de diagnostiquer un problème.



4

Réparation et formation assistées

Une solution IoT-AR superpose des instructions étape par étape à l'équipement, pour une réparation assistée et une formation pratique immersive.



5

Taux de réussite amélioré dès la première réparation

Une solution IoT-AR détermine si les travaux de maintenance et de réparation sont correctement effectués et suit les performances des employés.

1 3
4 5

2

Téléchargez l'appli **IoT-AR du BCG et PTC** sur l'App Store ou Google Play. Puis, dirigez la caméra de votre appareil sur l'image de cette page pour voir un exemple de maintenance AR.

Selon nos calculs, le potentiel d'augmentation sera encore plus élevé si l'entreprise déploie la solution à tous ses ingénieurs maintenance. Outre le fabricant, ses clients bénéficieront eux aussi de ces avantages, en termes de réduction du temps d'indisponibilité et de performances accrues de leurs équipements.

Les entreprises peuvent aussi, bien sûr, choisir d'autres options qu'une solution IoT-AR. Elles peuvent aussi affecter les tâches aux ingénieurs en fonction de leurs compétences, réduisant ainsi les erreurs et augmentant leur taux de réussite dès la première réparation. Une solution purement humaine sera sans doute moins coûteuse, mais n'offrira pas tous les avantages d'une solution IoT-AR. Elle ne réduira pas, par exemple, la fréquence des déplacements d'experts, n'offrira aucun avantage en termes de formation et ne rendra pas les nouveaux techniciens opérationnels plus rapidement.

Pour la mise en situation de cette étude de cas, le BCG et PTC ont développé IoT+AR, une appli permettant d'expérimenter une solution de maintenance des équipements en 3D. Cette appli est téléchargeable pour les appareils **iOS** et **Android**. Placé dans la situation du technicien, l'utilisateur découvre comment l'IoT et l'AR guident celui-ci étape par étape dans la réparation d'une pelleuse.

Réduire drastiquement ses coûts d'entrepôts grâce à l'IoT et l'AR. Notre deuxième étude de cas porte sur la préparation de commandes. Dans les entreprises de très grande taille, sélectionner les produits à expédier ou à livrer est un processus lent, les employés devant parcourir de vastes entrepôts. La plupart du temps, l'emplacement d'un produit n'est indiqué qu'à l'entrée et à la sortie, ce qui complique sa localisation exacte par les magasiniers. Les employés passent beaucoup de temps à rechercher les produits et font beaucoup de détours avant de les trouver. De plus, soulever des produits volumineux tout en tenant un porte-bloc ou une liste de produits, de même que l'absence d'instructions claires, est souvent source d'accidents et d'endommagement des produits.

Une solution IoT-AR accélère les opérations de préparation de commandes et améliore la productivité. Plusieurs sociétés (comme DHL, Intel et Boeing) ont déployé des capteurs IoT dans tous leurs entrepôts et des vidéocasques AR qui guident leurs employés jusqu'à l'emplacement des produits, en superposant des instructions à leur champ de vision. Ces solutions permettent aux employés de prendre le chemin le plus court vers l'emplacement exact des produits. Lorsque l'employé trouve le produit, la caméra de son visiocasque le scanne et le coche sur la liste : l'employé a ainsi les mains libres pour manipuler le produit.

Les avantages des solutions IoT-AR pour les entrepôts d'entreprise sont multiples :

- **Une main d'œuvre plus productive.** Les applications IoT-AR indiquant l'itinéraire optimal à travers l'entrepôt

font gagner du temps et réduisent le nombre d'employés nécessaire aux activités de préparation de commandes.

- **Réduction du rebut.** Les instructions guidées par AR réduisent les risques d'endommagement des produits, économisant ainsi des frais d'assurance et de rebut.
- **Cadence de production accrue.** Vitesse opérationnelle améliorée, les solutions IoT-AR résorbant les goulots d'étranglements habituels.
- **Réduction du risque.** La navigation guidée par AR améliore la sécurité et réduit les accidents, pour de meilleures conditions de travail en entrepôt.
- **Meilleure image de marque.** Le suivi des emplacements par IoT permet aux entreprises de toujours savoir où se trouvent leurs produits, en particulier ceux d'un montant élevé. Proposer des services haut de gamme grâce à une rapidité de traitement accrue offre à l'entreprise de nouvelles opportunités commerciales et améliore sa réputation.

Cette étude de cas porte sur une société de logistique gérant le transport d'importants volumes de produits. Elle travaille avec des délais de livraison très courts et possède des entrepôts dans le monde entier. La préparation de ses commandes est en grande partie effectuée manuellement par ses quelque 90 000 employés.

Selon nos estimations, une société de ce type réalisant 20 milliards de dollars de chiffre d'affaires dépense environ 3 milliards de dollars de main d'œuvre par an en préparation de commandes. Un premier déploiement IoT-AR couvrant un tiers de sa main d'œuvre permettrait à l'entreprise de générer un bénéfice net de 3,5 à 7 millions de dollars par an par milliard de dollars de chiffre d'affaires. Ces avantages ne feront que croître avec le temps et l'extension du déploiement de la solution au reste de la main d'œuvre. (Voir Annexe 3.)

Une solution IoT-AR n'est certes pas le seul moyen de résoudre les problèmes de préparation et de choix de l'emballage des commandes dans les entrepôts. Utiliser des robots est une autre option possible. Bien que généralement plus chers, les robots peuvent donner de bons résultats dans les secteurs aux vastes entrepôts, aux produits de petites tailles et homogènes et aux marges élevées. Les sociétés doivent expérimenter différentes solutions pour identifier les technologies qui leur conviendront le mieux.

L'appli IoT+AR du BCG et de PTC en est un exemple concret. Elle permet à l'utilisateur de préparer les commandes à l'aide de l'IoT et l'AR. Cette appli est téléchargeable pour les appareils **iOS** et **Android**. Mettant l'utilisateur dans la situation du magasinier, elle montre comment l'IoT et l'AR le guident pour trouver les produits rapidement et en toute sécurité.

CINQ PROBLÈMES COURANTS EN MAINTENANCE ET RÉPARATION

SCÉNARIO TYPIQUE
SANS L'IOT ET L'AR



1

L'emplacement et le statut d'un produit n'est disponible que sur les bornes de lecture.

3

Les produits sont triés et scannés manuellement.

4

Les employés accomplissent leurs tâches sans instructions claires, d'où un risque d'accidents accru.

2



Les employés parcourent l'entrepôt au jugé, munis de listes d'articles à prendre, ce qui ralentit le processus de traitement des commandes.

5

Les employés chargent les camions au jugé, d'où une utilisation inefficace de l'espace.

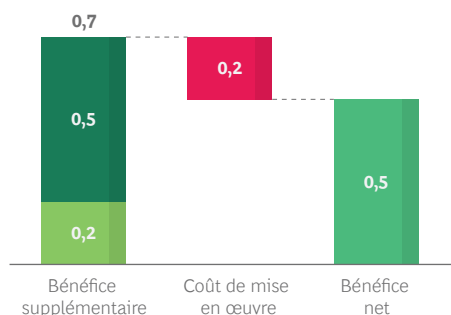
Annexe 3 - Utiliser une solution de préparation de commande IoT-AR accroissant la productivité et les bénéfices

Avantages supplémentaires

	Impact financier	Domaine d'activité affecté (% du chiffre d'affaires) x	Amélioration de l'activité (%) =	Bénéfice (par milliard de dollars de chiffre d'affaires)	Bénéfice (% du chiffre d'affaires)
Coûts 	Amélioration de la productivité de la main d'œuvre	Coûts de main d'œuvre pour la préparation des commandes : ~20	Diminution du coût de la main-d'œuvre : 1,5 à 3	3 à 6 millions de dollars	0,3 à 0,6
	Réduction du rebut	Déchets matériels : 0,5 à 1	Réduction du nombre d'articles endommagés : 10	500 000 à 1 millions de dollars	0,05 à 0,1
Chiffre d'affaires 	Augmentation de la production de base de l'entreprise		Augmentation du chiffre d'affaires : 0,1 à 0,3	1 à 3 millions de dollars	0,1 à 0,3



Impact moyen en pourcentage sur le chiffre d'affaires de l'entreprise



	Bénéfice supplémentaire	Coût de mise en œuvre	Bénéfice net
(%)	0,45 à 1	0,1 à 0,3	0,35 à 0,7
Par milliard de chiffre d'affaires	4,5 à 10 millions de dollars	1 à 3 millions de dollars	3,5 à 7 millions de dollars

Source : L'analyse du BCG

Note : Notre étude de cas portait sur une société de logistique réalisant un chiffre d'affaires annuel d'environ 20 milliards de dollars et dépensant environ 3 milliards de dollars par an en main d'œuvre de préparation de commandes. Son déploiement IoT-AR couvrait initialement un tiers de sa main d'œuvre.

Les solutions IoT et AR dans le secteur médical

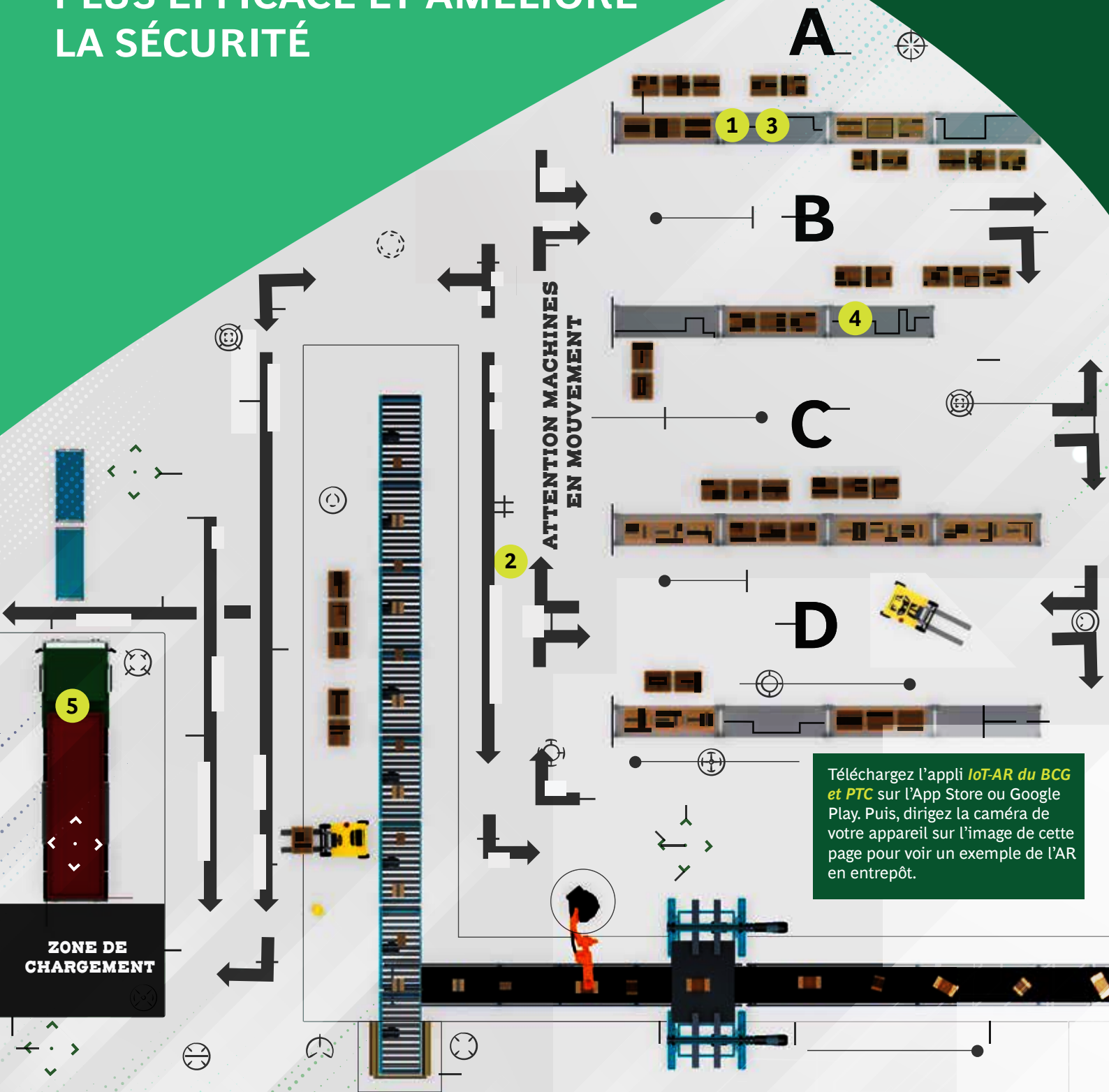
Outre l'augmentation des revenus et la réduction des coûts, les solutions IoT-AR offrent aussi des avantages pour la société. L'utilisation conjuguée des deux technologies peut changer la donne dans les applications médicales. Plus spécifiquement, les opérations non invasives représentent environ 35 % de toutes les procédures médicales. Durant ce type d'opération, le chirurgien pratique une légère incision dans le corps du patient et y insère de minuscules caméras et instruments miniatures lui permettant de visualiser le corps du patient sans avoir à pratiquer d'incisions plus larges.

Même si les techniques de chirurgie laparoscopique, comme on les appelle souvent, se sont perfectionnées ces 20 dernières années, les chirurgiens sont toujours confrontés à plusieurs problèmes. Les flux vidéo 2D des caméras insérées ne leur fournissent pas toutes les informations nécessaires. De plus, les chirurgiens doivent continuellement passer d'une source d'informations à l'autre : les écrans vidéos, les capteurs de biosignaux, l'équipe d'assistants opératoires et, bien sûr, le patient.

Une solution IoT-AR permet au contraire au chirurgien équipé d'un visiocasque AR de voir un modèle en 3D à partir de l'imagerie du diagnostic superposée au patient, celle-ci s'alignant sur son anatomie grâce à des capteurs de position de haute précision placés à l'extérieur et à l'intérieur de son corps. Le chirurgien peut faire pivoter, agrandir ou rétrécir le modèle 3D et interagir avec lui d'un simple geste de la main. Les signes vitaux et autres biosignaux, ainsi que les instructions (comme l'angle et la profondeur d'incision optimaux) apparaissent sur l'écran du chirurgien, supprimant la nécessité de passer d'un facteur requérant son attention à l'autre. De plus, le chirurgien peut contrôler toute la procédure d'un simple geste de la main, commande vocale ou mouvement des yeux, sans avoir à appuyer sur un bouton, ni à quitter le patient des yeux une seule seconde.

Cela offre d'énormes avantages pour les chirurgiens, comme pour les patients. Les praticiens réduisent ainsi le taux d'erreurs et augmentent le taux de réussite de leurs opérations. Les patients bénéficient, eux, d'une convalescence plus rapide et d'un risque de complications réduit. Plusieurs essais cliniques sont en cours dans le

UNE SOLUTION IOT-AR REND LA PRÉPARATION DES COMMANDES PLUS EFFICACE ET AMÉLIORE LA SÉCURITÉ



Téléchargez l'appli **IoT-AR du BCG et PTC** sur l'App Store ou Google Play. Puis, dirigez la caméra de votre appareil sur l'image de cette page pour voir un exemple de l'AR en entrepôt.

1 

Données de produits accessibles

L'emplacement et le statut des produits équipés de capteurs est indiqué aux employés, comme à toute la chaîne de valeur, par une solution IoT-AR.

2 

Navigation améliorée dans l'entrepôt

Une solution IoT-AR indique aux employés le chemin le plus court pour localiser les produits à aller chercher dans l'entrepôt.

3 

Scan mains libres des articles de stock

Le visiocasque AR de l'employé scanne le produit, afin de s'assurer qu'il s'agit du bon produit et que le stock est mis à jour.

4 

Sécurité et précision améliorées

Une solution IoT-AR superpose les données pertinentes aux produits, pour une sécurité et une rapidité accrues.

5 

Utilisation efficace de l'espace

Une solution IoT-AR fournit des instructions de chargement optimisées via le visiocasque AR de l'employé.

monde entier et s'ils sont approuvés, les solutions IoT-AR pour les opérations pourraient apporter d'énormes avantages à la société.

Faire le bon choix en matière d'IoT et d'AR

Les solutions IoT-AR sont certes à un tournant majeur, mais sont en passe de devenir la norme dans plusieurs secteurs. Les sociétés doivent choisir les bons points de départ - leurs centres de coûts et opportunités de revenus majeurs - et identifier les applications IoT-AR les plus rentables. Il est essentiel de déployer ces applications dès que possible à l'échelle de toute l'entreprise pour en récolter les avantages financiers, mais aussi pour laisser le temps au changement culturel nécessaire au succès de cette nouvelle approche de s'installer. Les entreprises auront certes des défis à relever pour la mise en place de ces technologies complexes mais prometteuses. (Voir la barre de menus latérale « [Gérer le risque du déploiement des solutions IoT-AR.](#) »)

Champ d'application et valeur ajoutée. Les sociétés doivent classer leurs projets par ordre d'opportunités les plus rentables et choisir de développer et déployer une ou deux applications IoT-AR rapidement rentable(s). Elles doivent élaborer des dossiers financiers faisant ressortir la valeur projetée de l'utilisation conjointe des deux technologies.

L'utilisation de la technologie IoT prend de plus en plus d'importance, aussi il est important de s'assurer que l'AR n'est pas qu'un simple gadget rajouté après coup, mais ajoute à sa valeur. Notre enquête suggère que les employés ont cinq fois plus de chances de considérer l'AR comme une technologie essentielle si leur société a développé dès le départ une application IoT-AR au lieu d'ajouter l'AR par la suite.

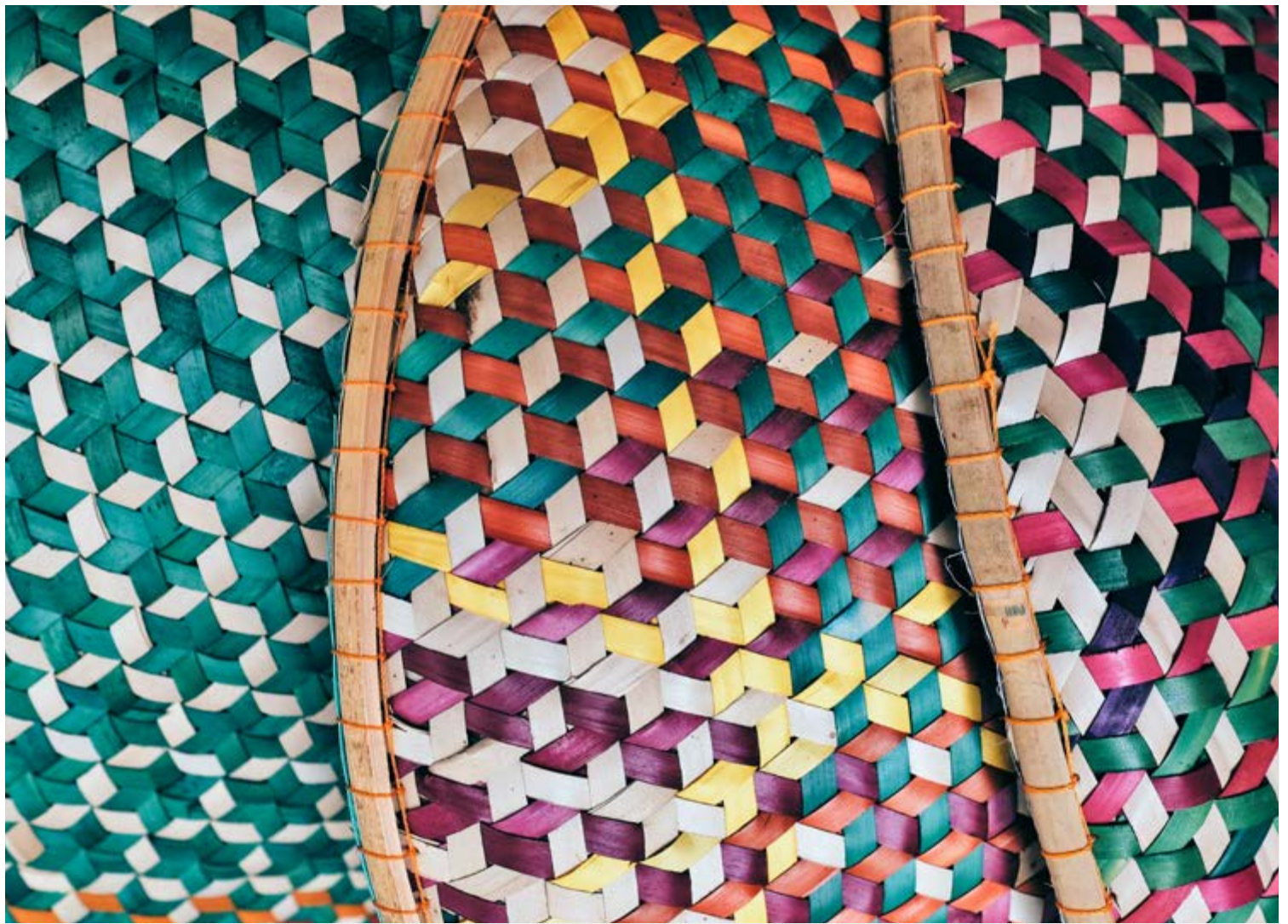
Structure organisationnelle et partenariats. La collaboration entre ses différents services est essentielle à la réussite de l'entreprise traditionnelle. Les entreprises doivent

obtenir le concours de tous les groupes concernés, pas seulement les services au cœur de son activité, mais aussi l'informatique et la R&D, pour ses expérimentations IoT-AR. Comme indiqué précédemment, 85 % des entreprises interrogées gèrent déjà conjointement le développement et le déploiement de l'IoT et de l'AR.

Le développement d'une solution IoT-AR doit être une initiative au niveau de toute l'entreprise. Pour cela, il est important d'obtenir le soutien de la direction. Obtenir ce soutien dès le départ assurera le succès et l'essor rapide de ces projets. Les sociétés doivent sélectionner avec soin leurs fournisseurs de technologies, leurs partenaires et leurs intégrateurs système pour leur écosystème IoT-AR. Elles doivent pouvoir aider à la refonte de leurs processus opérationnels et la mise en place des solutions technologiques.

Développement et lancement. Les sociétés doivent optimiser l'expérience utilisateur et s'assurer que les appareils IoT-AR seront faciles à utiliser et intuitifs dans l'environnement où ils seront utilisés. La réussite de ces premières étapes accélèrera l'adoption et l'utilisation au quotidien de ces technologies par les employés. La meilleure façon d'optimiser l'expérience utilisateur est d'encourager les équipes IoT-AR à développer des produits suffisamment viables, de les tester et faire tester par les utilisateurs finaux et d'itérer rapidement des solutions.

L'association des technologies IoT et AR améliore l'interaction avec le monde qui nous entoure. Mais pour en récolter les fruits, les sociétés doivent choisir où déployer ces technologies, créer un écosystème prenant en charge l'IoT et AR et développer les talents qui utiliseront les deux technologies. Les sociétés procédant ainsi réduiront leurs coûts, amélioreront leur expérience client et renforceront leur image de marque, mais utiliseront aussi les données contextuelles comme elles ne l'auraient jamais cru possible.



Gérer les risques du déploiement de solutions IoT-AR

Plusieurs obstacles peuvent entraver la réussite d'un projet IoT-AR en phase de lancement. C'est pourquoi il est important de garder cela à l'esprit dès le début. Les risques majeurs se répartissent ainsi :


- **Les coûts.** Les systèmes IoT comme AR peuvent être relativement onéreux à développer et à déployer selon les choix effectués à ces étapes. Les sociétés doivent évaluer avec soin les options possibles, afin d'atteindre leur cible de retour sur investissement. L'utilisation de smartphones et tablettes comme appareils AR peut être rentable. Notre enquête a révélé que les terminaux privilégiés sont les smartphones standards.
- **Les talents.** Le développement de solutions IoT-AR dépasse généralement les compétences des services informatiques. De plus, cela nécessite d'avoir des personnes connaissant les machines physiques comme les technologies digitales. De manière générale, le pool de talents de compétences

est réduit. Même en développant l'éventail de compétences requis en interne, la plupart des entreprises devront trouver un partenaire technologique extérieur.

- **Les données.** La valeur des solutions IoT-AR dépend avant tout de la qualité des données utilisées par l'entreprise. Obtenir l'accès aux données et les associer de manière rationnelle peut s'avérer complexe. Les entreprises obtiendront de bons résultats en créant un flux digital (une structure de communications permettant le flux des données) afin de relier les données connexes de tous les processus, produits et applications.
- **Les appareils.** Chaque solution AR doit être conçue pour un type d'appareil précis, pour garantir une bonne expérience utilisateur. Les visiocasques AR peuvent être encombrants, limiter le champ de vision et devenir inconfortables à la longue. Même si la technologie s'améliore rapidement, les entreprises doivent composer

avec les limites de l'état actuel de la technique et développer une stratégie AP compatible avec de nombreux appareils.

- **Connectivité et sécurité.** Créer une expérience AR fluide de données IoT live nécessite un haut débit et une faible latence. Cela peut s'avérer complexe dans les zones reculées et en sous-sol, aussi les entreprises doivent prendre ces facteurs en compte dans le développement de leurs applications. À long terme, les réseaux 5G résoudront sans doute ces problèmes. Toutefois, l'ajout d'appareils AR aux appareils IoT augmente le nombre d'appareils connectés au système IoT-AR et donc les failles de sécurité. Les entreprises doivent faire appel à des experts en sécurité pour la conception et le développement de leurs solutions IoT-AR, afin de réduire au maximum les risques de cybersécurité.
- **Rapidité.** L'IoT et l'AR étant des technologies émergentes, le déploiement des solutions peut être plus long que prévu. Certaines applications, comme celles guidant une machine ou des interactions médicales, nécessiteront des certificats, des homologations, voire la création de normes. Ces étapes peuvent retarder le déploiement des technologies IoT et AR.
- **Flexibilité.** Les sociétés doivent développer des solutions IoT-AR pouvant être déployées par différents partenaires, afin d'éviter de dépendre de partenaires technologiques spécifiques. La solution IoT doit pouvoir être hébergée chez n'importe quel fournisseur de services cloud extérieur ou un serveur cloud sur site.



Les solutions IoT-AR permettent aux entreprises d'améliorer leurs performances en réduisant leurs coûts, en dopant leur chiffre d'affaires et en créant des stratégies à valeur ajoutée.

À propos des auteurs



Zia Yusuf est partenaire senior et directeur général du Boston Consulting Group de la Silicon Valley. Il dirige les travaux de la société liés à l'Internet des objets. Vous pouvez le contacter par e-mail à yusuf.zia@bcg.com.



Vladimir Lukic est directeur général et partenaire du BCG de Boston. Vous pouvez le contacter par e-mail à lukic.vladimir@bcg.com.



James Heppelmann est le président et le PDG de PTC. Vous pouvez le contacter par e-mail à jim@ptc.com.



Craig Melrose est vice-président exécutif des solutions de transformations digitales de PTC. Vous pouvez le contacter par e-mail à cmelrose@ptc.com.



Neeru Ravi est l'un des consultants du BCG de San Francisco. Vous pouvez le contacter par e-mail à ravi.neeru@bcg.com.



Usama Gill est l'un des directeurs du BCG de San Francisco. Vous pouvez le contacter par e-mail à gill.usama@bcg.com.



Andres Rosello est vice-président général du marketing de PTC. Vous pouvez le contacter par e-mail à arosello@ptc.com.

Remerciements

Les auteurs remercient Grace Fong de PTC pour son analyse, ainsi que Charles Lamour, Randy Goux, Taryl Hafer et Brian Siu pour le développement de l'appli IoT-AR annexée au présent rapport. Les auteurs tiennent aussi à remercier Ashley Drewery et Jason Kwok, leurs collègues du BCG, et Dmitry Shchepochkin, ex-consultant du BCG pour leurs recherches pour le présent rapport. Et enfin, les auteurs remercient Anand P. Raman pour son aide à la rédaction et Katherine Andrews, Kim Friedman, Abby Garland, Frank Müller-Pierstorff, Shannon Nardi et Trudy Neuhaus pour leur aide à la révision, la conception et la production de ce rapport.

Pour des contacts supplémentaires

Si vous souhaitez discuter de ce rapport, veuillez contacter l'un des auteurs.

Pour toute information ou autorisation de reproduction, veuillez contacter le BCG à permissions@bcg.com.

Pour lire les dernières publications du BCG et recevoir des e-alertes sur ce thème ou d'autres, consultez bcg.com.

Suivez The Boston Consulting Group sur Facebook et Twitter.

© Boston Consulting Group 2020. Tous droits réservés.

