

C

CONGRES 2019

De l'Industrie 4.0 à la Construction 4.0 Des exemples concrets!

Prof. Daniel FORGUES, École de technologie supérieure, Montréal

Prof. Louis RIVEST, École de technologie supérieure, Montréal

Prof. Christophe DANJOU, Polytechnique Montréal

Julien Meyer, École de technologie supérieure, Montréal

Congrès 2019 : influencez l'avenir

15-16 Mars 2019



ASSOCIATION
DE LA CONSTRUCTION
DU QUÉBEC

C²

CONGRES 2019

CONTENU



La 4e révolution industrielle

Grille d'analyse

Exemples: Industrie 4.0

Exemples: Construction 4.0

LA 4^E RÉVOLUTION INDUSTRIELLE

- Présentation basée sur le rapport:
- PME 2.0 - Le passage au numérique
- Industrie 4.0: Des pistes pour aborder l'ère du numérique et de la connectivité
- C.DANJOU, R.PELLERIN & L.RIVEST
- CEFRIO, 2017



C⁵

CONGRES 2019

LA 4^E RÉVOLUTION INDUSTRIELLE

Question à l'auditoire :

Selon vous, que signifie l'expression 'Industrie 4.0' ?

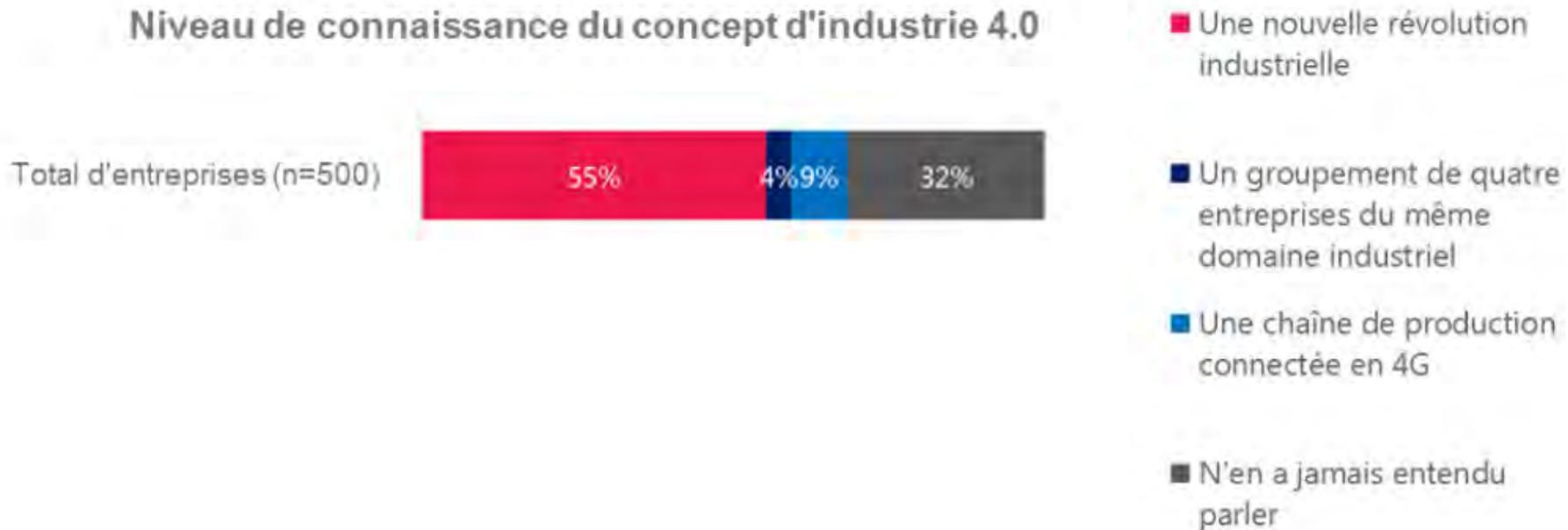
RENDEZ-VOUS SUR:

www.menti.com

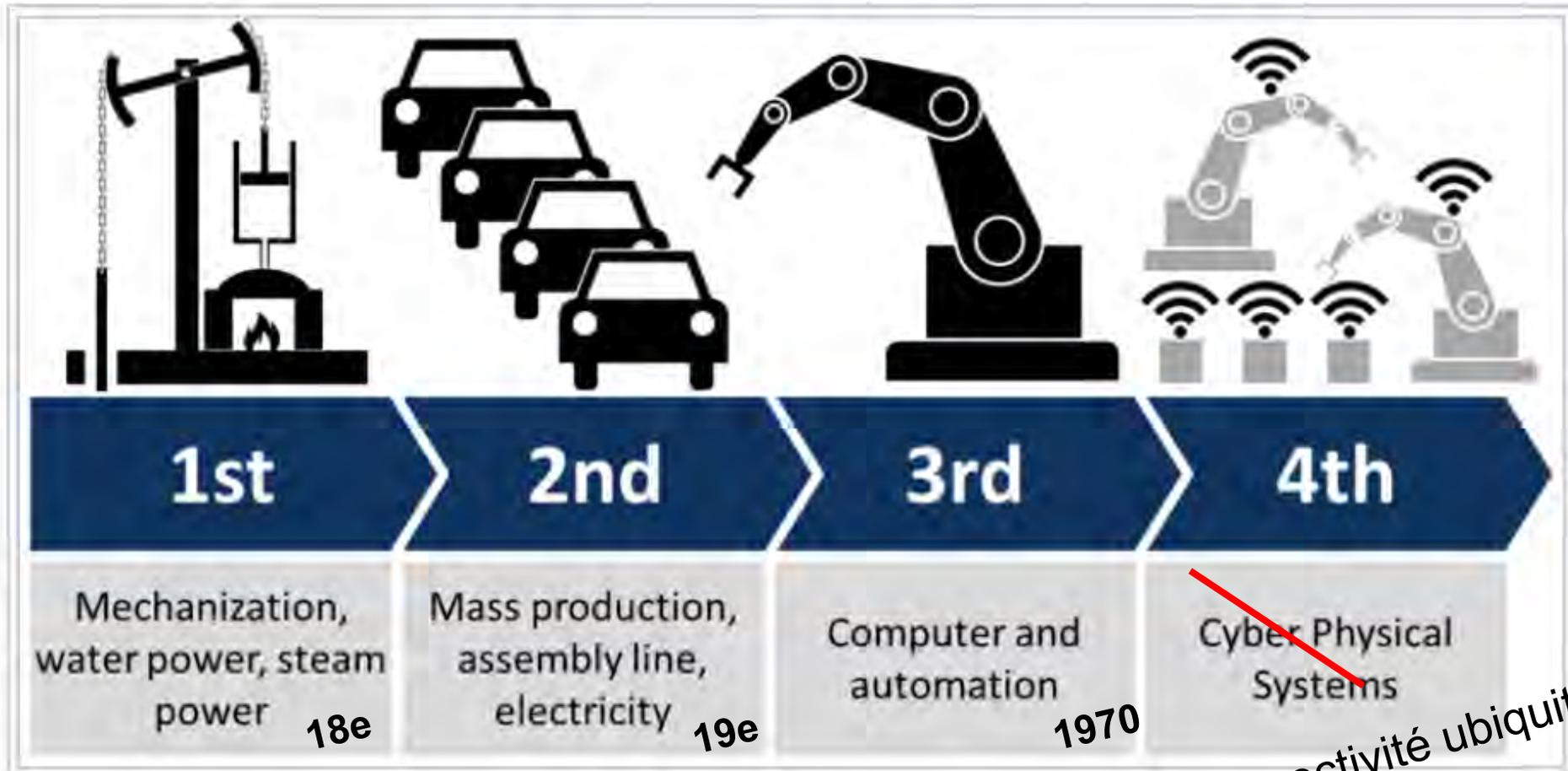
CODE 89 458

LA 4^E RÉVOLUTION INDUSTRIELLE

Selon enquête du MESI réalisée auprès d'un échantillon représentatif d'entreprises du secteur manufacturier de la province de Québec, auprès de 500 entreprises de 10 à 499 employés:



LA 4^E RÉVOLUTION INDUSTRIELLE



Source: https://fr.wikipedia.org/wiki/Industrie_4.0

LA 4^E RÉVOLUTION INDUSTRIELLE

- Initialement apparu en 2011 à la faveur d'un effort allemand, le terme 'Industrie 4.0' évoque une 4^{ème} révolution industrielle [Drath & Horch, 2014].
- Plusieurs termes sont associés à cette 4^e révolution :
 - *Smart Manufacturing*, Usine du futur, Manufacturing Renaissance ...
 - Termes qui interpellent l'usine et la production manufacturière

LA 4^E RÉVOLUTION INDUSTRIELLE

- Les éléments à la base de l'*Industrie 4.0* sont:
 - La présence de communication en temps réel pour surveiller et agir sur les processus physiques.
 - Les systèmes communiquent et coopèrent entre eux, et avec les humains, pour décentraliser la prise de décisions.
- L'*Industrie 4.0* met donc l'accent sur le numérique et la connectivité ubiquitaire

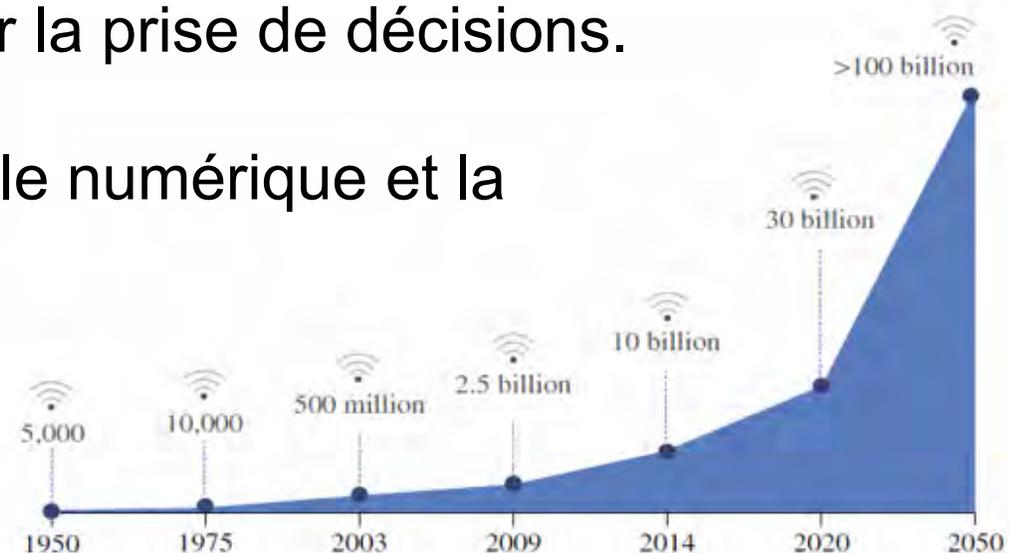


Figure 1 : Historical and forecasted number of connected devices in the world (Geng, 2017)

Définition

Industrie 4.0 est une stratégie qui s'appuie sur le **numérique** et la **connectivité ubiquitaire**, grâce à différentes technologies, afin de transformer les **processus**, les **produits** et les **services** par une prise de décision en **temps-réel** et **décentralisée** permettant l'apparition de nouvelles capacités pour les systèmes, en coopération avec les humains, pour aller de la **surveillance** à **l'autonomie**.

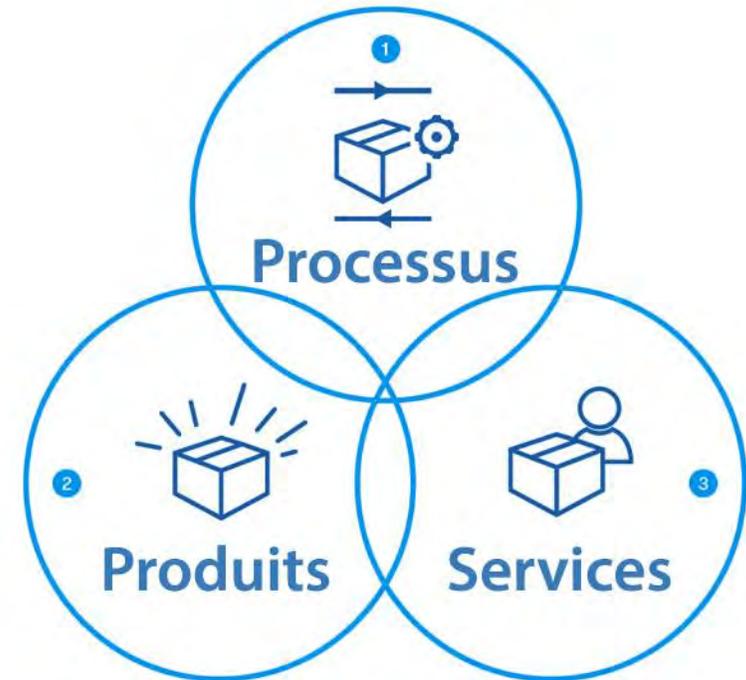
LA 4^E RÉVOLUTION INDUSTRIELLE

Quelles sont les technologies en jeu dans cette 4^e révolution industrielle?



GRILLE D'ANALYSE

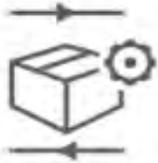
- Le numérique et la connectivité ubiquitaire favorisent le développement de nouveaux processus manufacturiers, mais aussi permettent l'émergence de nouveaux produits ou services.
- *L'Industrie 4.0* se décline donc en termes de:
 - Processus
 - Produits
 - Services



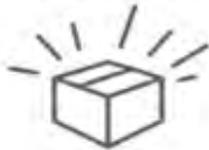
GRILLE D'ANALYSE

Déclinaison processus, produits et services

Processus



Produits



Services



L'*Industrie 4.0* promet une transformation des modes de production.

Les décisions de production sont adaptées en temps réel par des machines autonomes et la communication entre systèmes cyber-physiques.

Vers le 'lot unitaire'.

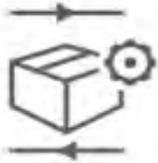
in fine: améliorer les processus de production.

Ex.: une machine appelle un robot pour l'alimenter.

GRILLE D'ANALYSE

Déclinaison processus, produits et services

Processus



Produits



Services



Les produits sont utilisés pour leur fonction habituelle, mais sont connectés pour permettre la collecte de données en temps réel.

Ces données peuvent être transmises et analysées pour en permettre la surveillance ou permettre au système de s'adapter ou d'agir sur son environnement.

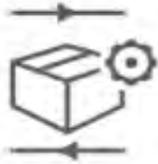
Ex.: voiture autonome.

Adapté de [Kohler & Weisz, 2015]

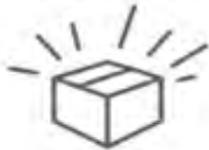
GRILLE D'ANALYSE

Déclinaison processus, produits et services

Processus



Produits



Services



La disponibilité des données et les possibilités d'analyse amènent des opportunités de développement de nouveaux services (data-based services – [Geissbauer et al., 2016]).

Ex.: chandail HexoSkin (°C, FC, ...)

GRILLE D'ANALYSE

L'émergence de l'*Industrie 4.0* impose deux défis majeurs aux chefs d'entreprises:

1. Imaginer, envisager, anticiper, les nouvelles opportunités de transformer les produits, les processus et les services offerts ; et
2. Maîtriser les technologies requises, souvent extérieures au cœur de métier de l'entreprise, afin d'être en mesure de créer ces nouveaux processus, produits ou services.

On se concentre ici sur le 1^{er} défi en quadrillant l'espace de solutions pour dégager douze positionnements stratégiques.



La 4e révolution industrielle

Grille d'analyse

Exemples: Industrie 4.0

Exemples: Construction 4.0

GRILLE D'ANALYSE

Capacités de surveillance, contrôle, optimisation ou autonomie

La disponibilité massive de fonctions de connectivité permet d'envisager quatre niveaux de capacités pour les processus, produits et services.



Surveillance



Contrôle



Optimisation



Autonomie

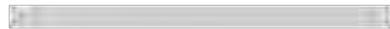


GRILLE D'ANALYSE

Capacités de surveillance, contrôle, optimisation ou autonomie



Surveillance



Surveillance :

- Grâce à des capteurs, le système surveille son état ou celui de son environnement.
- Grâce à ses capacités de connectivité, le système émet des alertes auquel un humain donnera suite.

Ex.: Chandail HexoSkin



GRILLE D'ANALYSE

Capacités de surveillance, contrôle, optimisation ou autonomie



Surveillance



Contrôle



Contrôle :

- Grâce à des capteurs le système surveille son état ou celui de son environnement.
- Le système est contrôlé par des algorithmes qui déterminent une action simple pour répondre aux changements de son état ou de son environnement.

Ex.: Feux de circulation intelligent

Remarque:

'Contrôle' d'une action à exécuter;
pas de 'Contrôle qualité'!

GRILLE D'ANALYSE

Capacités de surveillance, contrôle, optimisation ou autonomie

Optimisation :

- Le riche flux de données de surveillance, associé à la capacité de contrôle, permet d'optimiser les performances du système.

Ex.: Ventilateur Haiku, de Big Ass



Optimisation



Autonomie



GRILLE D'ANALYSE

Capacités de surveillance, contrôle, optimisation ou autonomie

Autonomie :

- Les capacités de surveillance, de contrôle et d'optimisation se combinent pour conférer de l'autonomie au système.
- Un système autonome est capable d'apprendre de son environnement, d'auto-diagnostiquer ses besoins et de s'adapter aux préférences de l'utilisateur.

Ex.: L'aspirateur autonome Roomba de iRobot

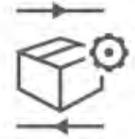
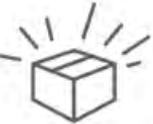


Autonomie



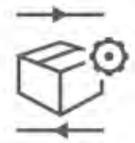
GRILLE D'ANALYSE



Processus 				
Produits 				
Services 				
	Surveillance	Contrôle	Optimisation	Autonomie

GRILLE D'ANALYSE Avec exemples Industrie 4.0



<p>Processus</p> 	<p>Masonite Poka & Worximity</p>	<p>Feux de circulation intelligents Toupie Shaper</p>	<p>Usine Bosch Rexroth Lunettes DAQRI Parc éolien ITMI</p>	<p>SmartFactory</p>
<p>Produits</p> 	<p>Réfrigérateur avec alarme Raquette Babolat</p>	<p>Voiture Tesla Moteurs John Deere Emballage 4.0</p>	<p>Éoliennes WTC</p>	<p>Voiture autonome iRobot Roomba</p>
<p>Services</p> 	<p>Smart Socks Sensoria Gant de Golf Zepp Chandail Hexoskin Bracelet Proxi</p>	<p>Ford SafeCap Bracelet Up2 ProGlove Ampoule Philips PowerSuit</p>	<p>Ventilateur BigAss</p>	<p>Fermes connectées</p>
	<p>Surveillance</p>	<p>Contrôle</p>	<p>Optimisation</p>	<p>Autonomie</p>



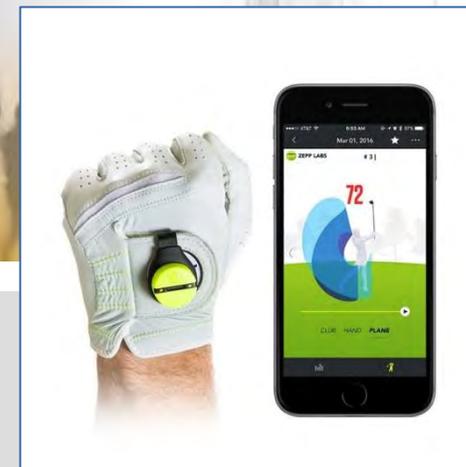
La 4e révolution industrielle

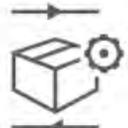
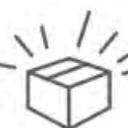
Grille d'analyse

Exemples: Industrie 4.0

Exemples: Construction 4.0

EXEMPLES: INDUSTRIE 4.0



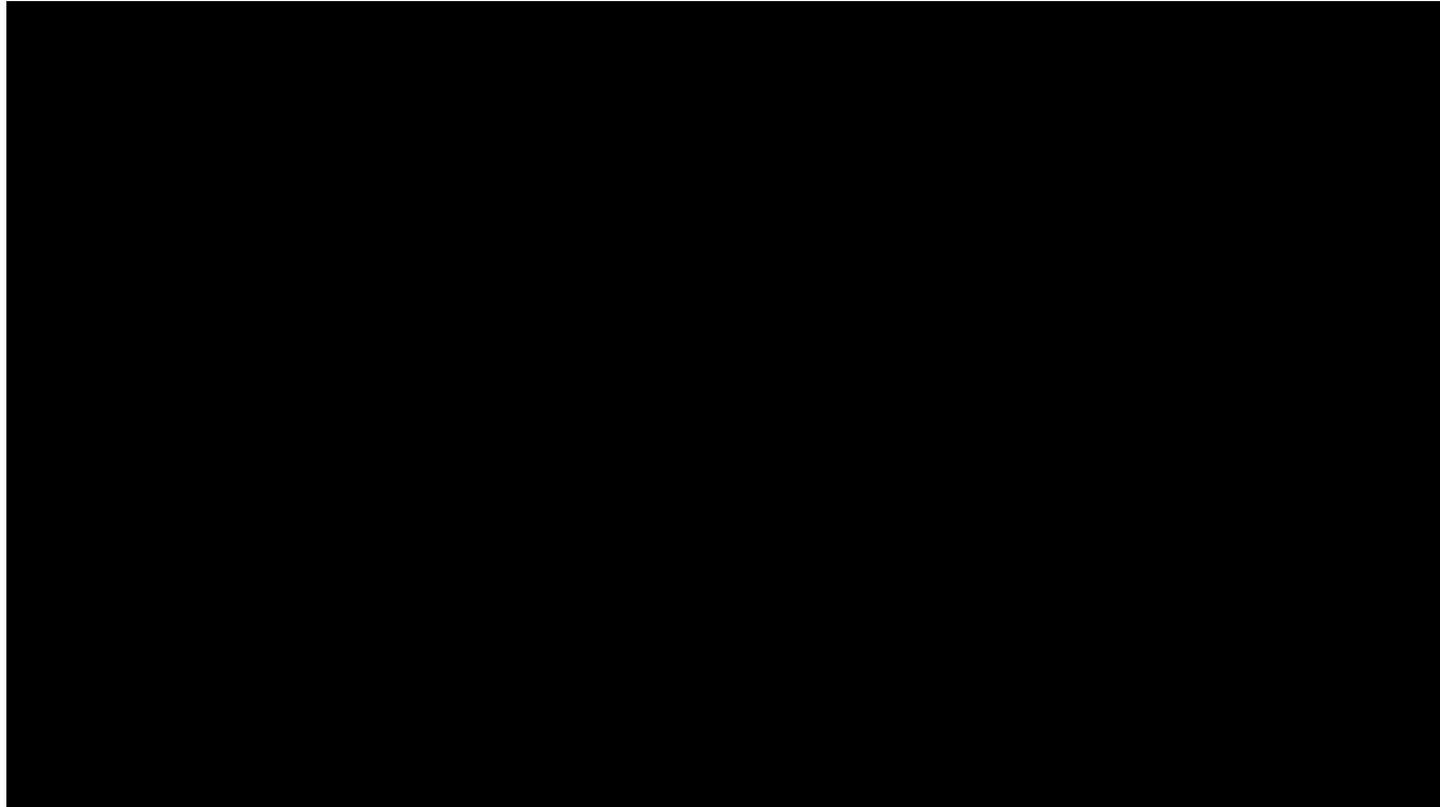
 <p>Processus</p>	Masonite Poka & Worximity	<p>Feux de circulation intelligents</p>
 <p>Produits</p>	Réfrigérateur avec alarme	
 <p>Services</p>	Raquette Babolat Smart Socks Sensoria Gant de Golf Zepp Chandail Hexoskin Bracelet Proxii	Emballage 4.0 Ford SafeCap Bracelet Up2
	Surveillance	Contrôle

Golf 2 de Zepp

Cet entraîneur personnel s'associe à une application pour téléphone intelligent afin de vous aider à mieux comprendre votre élan.

- Mesurez les principaux aspects de votre élan : la vitesse et l'inclinaison du bâton, la vitesse de main, le tempo, la longueur de l'élan arrière...
- Passez en revue une représentation 3D de votre élan sous n'importe quel angle.

EXEMPLES: INDUSTRIE 4.0



Références :

- <https://www.zepp.com/en-us/golf/>
- https://www.youtube.com/watch?v=TAzZDiE_9xg

EXEMPLES: INDUSTRIE 4.0



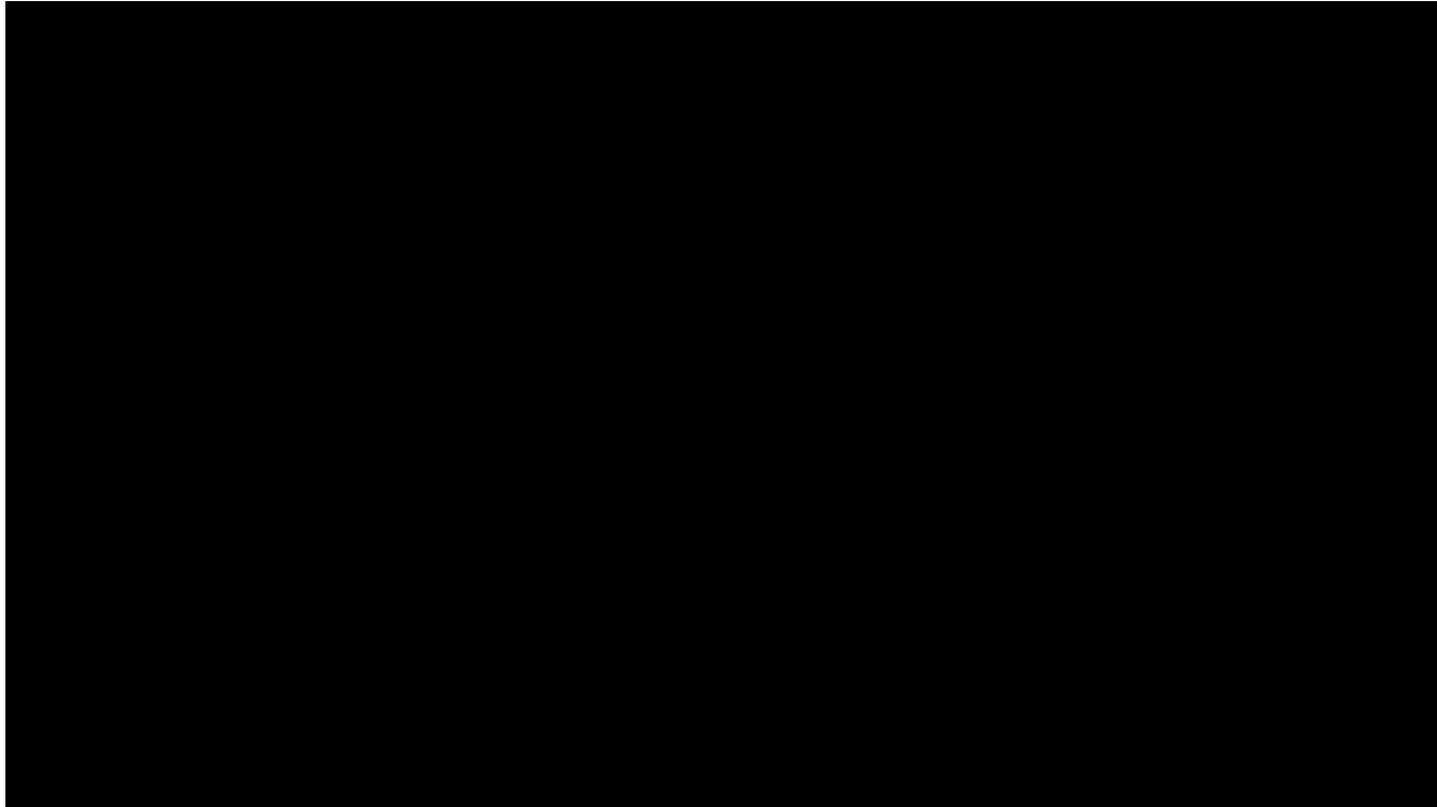
<p>Processus</p>	<p>Masonite Poka & Worximity</p>	<p>Feux de circulation intelligents</p>
<p>Produits</p>	<p>Réfrigérateur avec alarme</p> <p>Raquette Babolat</p>	<p>Voiture Tesla</p> <p>Emballage 4.0</p>
<p>Services</p>	<p>Smart Socks Sensoria</p> <p>Chandail Hexoskin</p> <p>Gant de Golf Zepp</p> <p>Bracelet Proxii</p>	<p>Ford SafeCap</p> <p>Bracelet Up2</p>
	<p>Surveillance</p>	<p>Contrôle</p>

Feux de circulation Intelligents

Un système de caméras thermiques permettant de faire évoluer la durée des feux en fonction de l'affluence des piétons (Ex ville de Metz).

Comptage des véhicules arrivant sur un carrefour grâce à des capteurs dans la chaussée : diminution du temps d'arrêt des véhicules à un feu rouge en faisant varier le temps de passage en fonction du nombre de véhicules présents (Ex ville de Strasbourg).

EXEMPLES: INDUSTRIE 4.0



Références :

- <https://www.youtube.com/watch?v=g-r6Kf81ntM>

- <https://www.cerema.fr/fr/actualites/ville-metz-cerema-participe-experimentation-nouveau-capteur>

EXEMPLES: INDUSTRIE 4.0



iRobot Roomba

Un système autonome est capable d'apprendre de son environnement, d'auto-diagnostiquer ses besoins et de s'adapter aux préférences de l'utilisateur.

- Il optimise la puissance d'aspiration en fonction de la surface.
- Il retourne à sa base lorsqu'il faut recharger les batteries.
- Bien sûr, une apps sur le téléphone permet de suivre le travail...

	Usine Bosch Rexroth Lunettes DAQRI Parc éolien ITMI	
oteurs in Deere	Éoliennes WTC	Voiture autonome iRobot Roomba
roGlove mpoule Philips werSuit	Ventilateur BigAss	Fermes connectées
le	Optimisation	Autonomie

EXEMPLES: INDUSTRIE 4.0



Références :

- https://boutique.irobot.ca/fr_CA/robot-vacuum-roomba/?gclid=EA1aIQobChMI6dq7tY7r4AIVK7azCh3gsgLrEAAYASAAEgJQLfD_BwE
- https://www.youtube.com/watch?v=csGdz5_gZiY

DE L'INDUSTRIE 4.0 À LA CONSTRUCTION 4.0

Question à l'auditoire :

Comment pensez-vous que l'idée de Industrie 4.0 s'applique à l'industrie de la construction?

RENDEZ-VOUS SUR:

WWW.menti.com

CODE 89 458



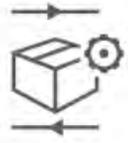
La 4e révolution industrielle

Grille d'analyse

Exemples: Industrie 4.0

Exemples: Construction 4.0

EXEMPLES: CONSTRUCTION 4.0

Processus 	Doxel Hololens SmartRock MAX- ThyssenKrupp SkyCatch			
Produits 		SAM Fast Brick	Komatsu	MAX AI traitement
Services 	Caterpillar SmartBand BioSite			
	Surveillance	Contrôle	Optimisation	Autonomie

EXEMPLES: CONSTRUCTION 4.0



Processus 	Doxel SmartRock MAX- ThyssenKrupp SkyCatch	SAM Fas
Produits 		
Services 	Caterpillar SmartBand BioSite	
	Surveillance	Contrôle

BioSite

Biosite fournit un système biométrique permettant de contrôler les accès au chantier. Il fournit également un service de télévision en circuit fermé pour détecter les intrusions.

EXEMPLES: CONSTRUCTION 4.0



Références :

- <https://www.biositesystems.com/>
- <https://www.youtube.com/watch?v=Y7PvEGOoFR8>

EXEMPLES: CONSTRUCTION 4.0



Processus 	Doxel SmartRock MAX- ThyssenKrupp SkyCatch	Hololens SAM Fa
Produits 		
Services 	Caterpillar SmartBand BioSite	
	Surveillance	Contrôle

Caterpillar SmartBand

Optimiser les plannings et conditions de travail des ouvriers grâce aux données récoltées par la SmartBand :

- Modéliser et prédire le risque de fatigue des travailleurs
- Donner aux travailleurs les moyens de gérer leur propre fatigue via apps sur téléphone
- Identifier les risques de fatigue à venir pendant la période de travail

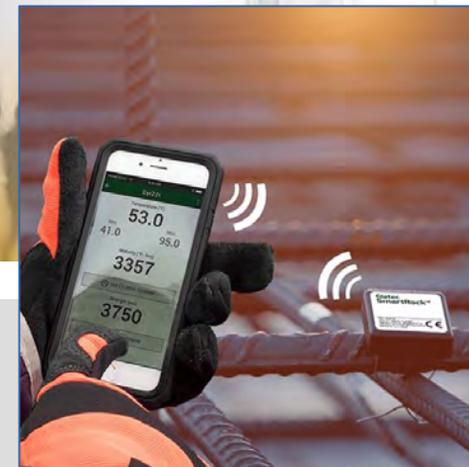
EXEMPLES: CONSTRUCTION 4.0



Références

- <https://www.iotsolutionprovider.com/industrial/iot-smartband-can-assess-industrial-worker:>
- https://www.cat.com/en_US/support/safetyservices/products/smartband.html
- <https://www.youtube.com/watch?v=MG3URxkHwiQ>

EXEMPLES: CONSTRUCTION 4.0



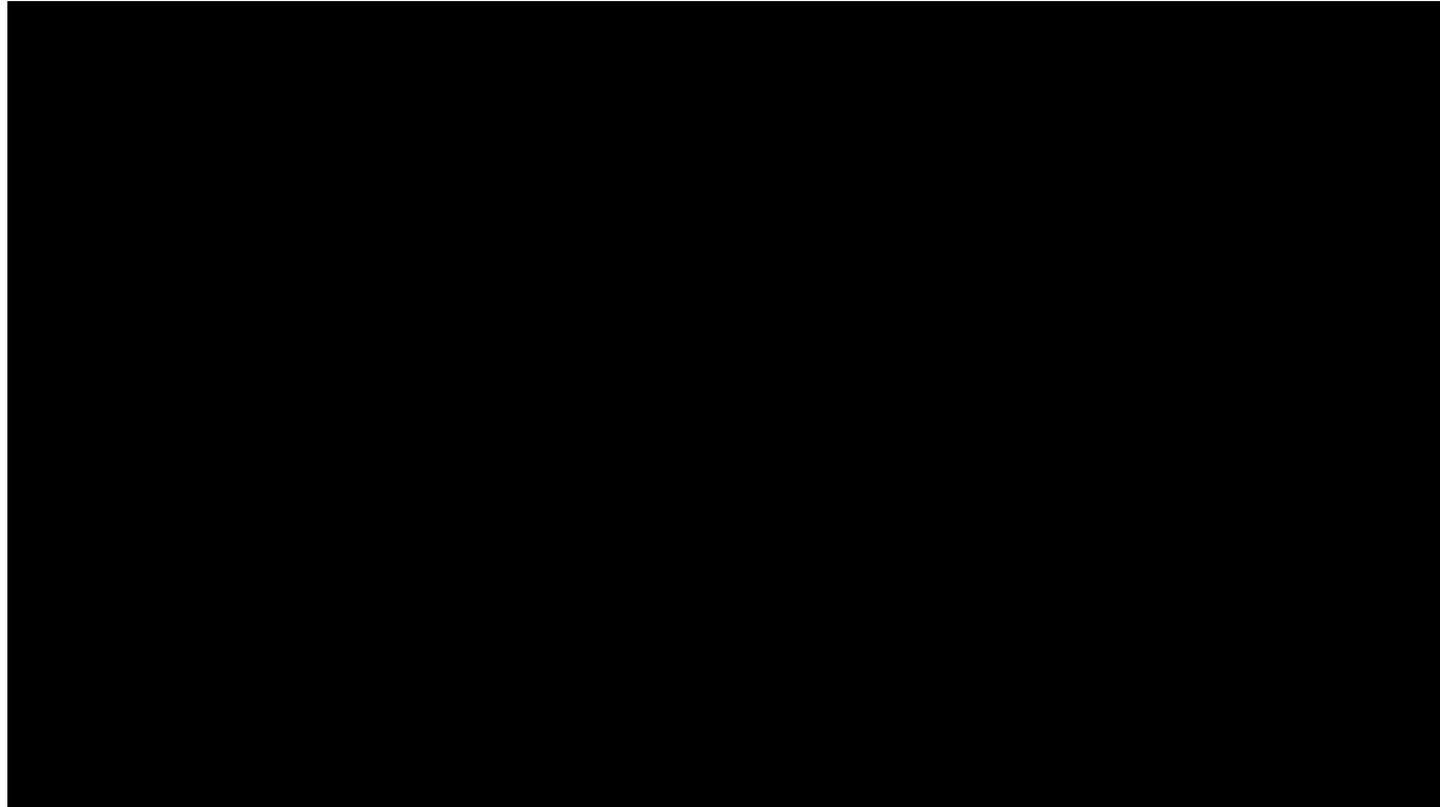
Processus 	<p>Doxel Hololens</p> <p>SmartRock MAX- ThyssenKrupp</p> <p>SkyCatch</p>	
Produits 		SAM Fas
Services 	<p>Caterpillar SmartBand</p> <p>BioSite</p>	
	Surveillance	Contrôle

SmartRock

Le capteur s'installe directement sur les barres d'armature sans fils encombrants ni enregistreurs de données coûteux. Les mesures de température et de force sont immédiatement envoyées à une application mobile.

- SmartRock estime avec précision la maturité du béton en se basant sur la norme ASTM C1074.

EXEMPLES: CONSTRUCTION 4.0



Références :

- <https://www.giatecscientific.com/products/concrete-sensors/smartrock-maturity-meter/>
- <https://www.youtube.com/watch?v=fTiMKxh8N3c>

EXEMPLES: CONSTRUCTION 4.0



Processus 	<p>Doxel Hololens</p> <p>SmartRock MAX- ThyssenKrupp</p> <p>SkyCatch</p>	
Produits 		SAM Fas
Services 	<p>Caterpillar SmartBand</p> <p>BioSite</p>	
	Surveillance	Contrôle

SkyCatch modelisation

Grâce à la photogrammétrie, un modèle virtuel du site est réalisé. Il est ensuite comparé au modèle virtuel de conception afin d'identifier l'état d'avancement et les difficultés rencontrées. Cela permet d'ajuster la stratégie d'action en cours de route.

Conséquence :
Diminution des risques d'erreurs et accélération de la capture d'information

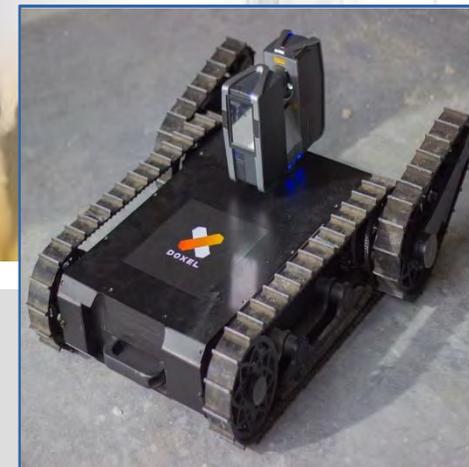
EXEMPLES: CONSTRUCTION 4.0



Références :

- <https://www.skycatch.com/solution/hpp/>
- https://www.youtube.com/watch?v=SLAKdV_CsKc

EXEMPLES: CONSTRUCTION 4.0



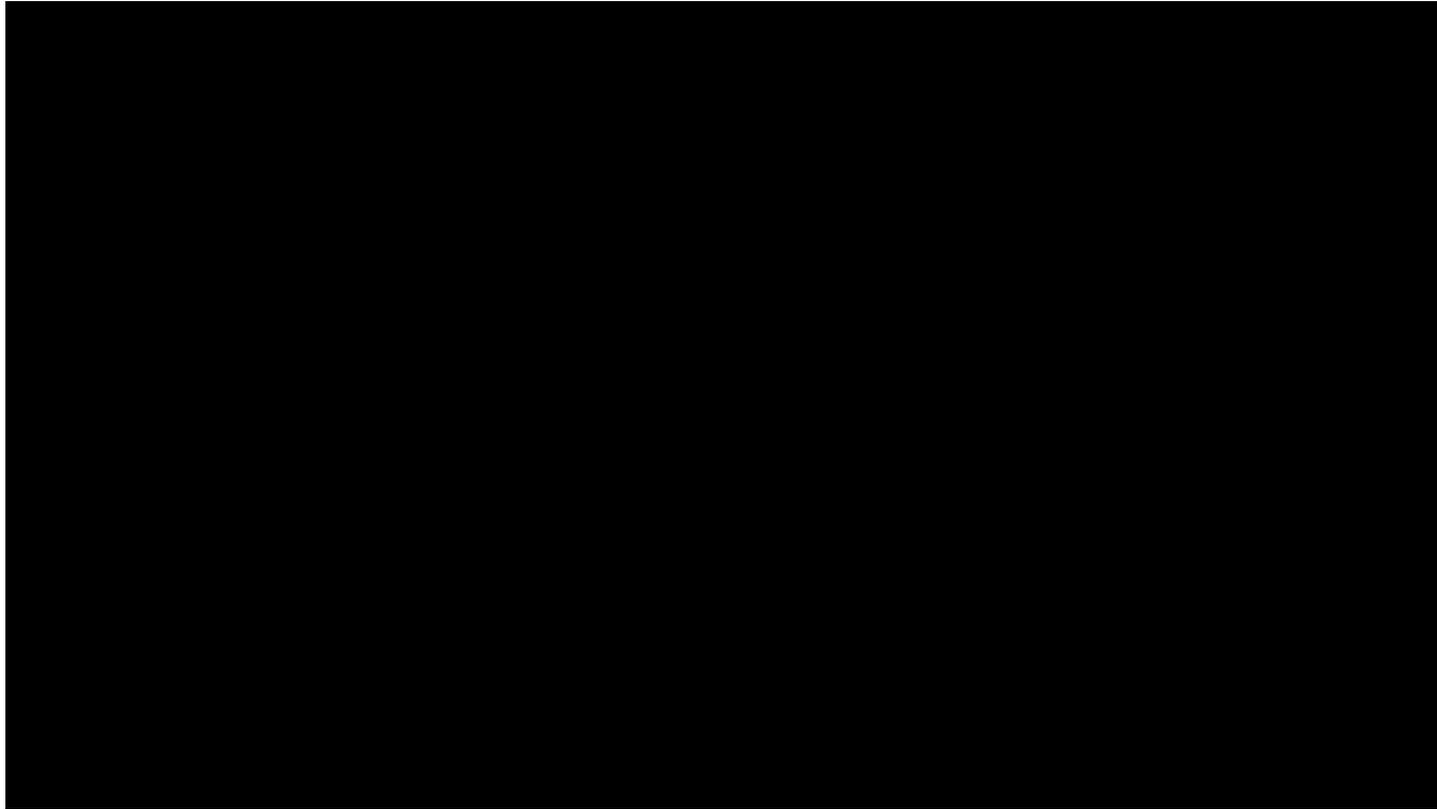
Processus 	Doxel Hololens SmartRock MAX- ThyssenKrupp SkyCatch	SAM Fa
Produits 		
Services 	Caterpillar SmartBand BioSite	
	Surveillance	Contrôl

Doxel Lidar robot

Intelligence artificielle au service de la productivité pour la construction. Le robot est capable de se déplacer sur le chantier de manière autonome afin de collecter des informations par numérisation de son environnement.

Le modèle numérique (nuage de points) qui en ressort permet de suivre en temps quasi réel l'évolution des travaux de construction et les éventuelles erreurs par comparaison avec à la maquette numérique initiale.

EXEMPLES: CONSTRUCTION 4.0

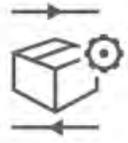


Références :

- <https://spectrum.ieee.org/automation/robotics/industrial-robots/doxel-ai-startup-using-lidar-equipped-robots-on-construction-sites>
- <https://www.doxel.ai/>
- <https://vimeo.com/252293584>

EXEMPLES: CONSTRUCTION 4.0



Processus 	Doxel SmartRock SkyCatch	Hololens MAX- ThyssenKrupp Fas
Produits 		SAM
Services 	Caterpillar SmartBand BioSite	
	Surveillance	Contrôle

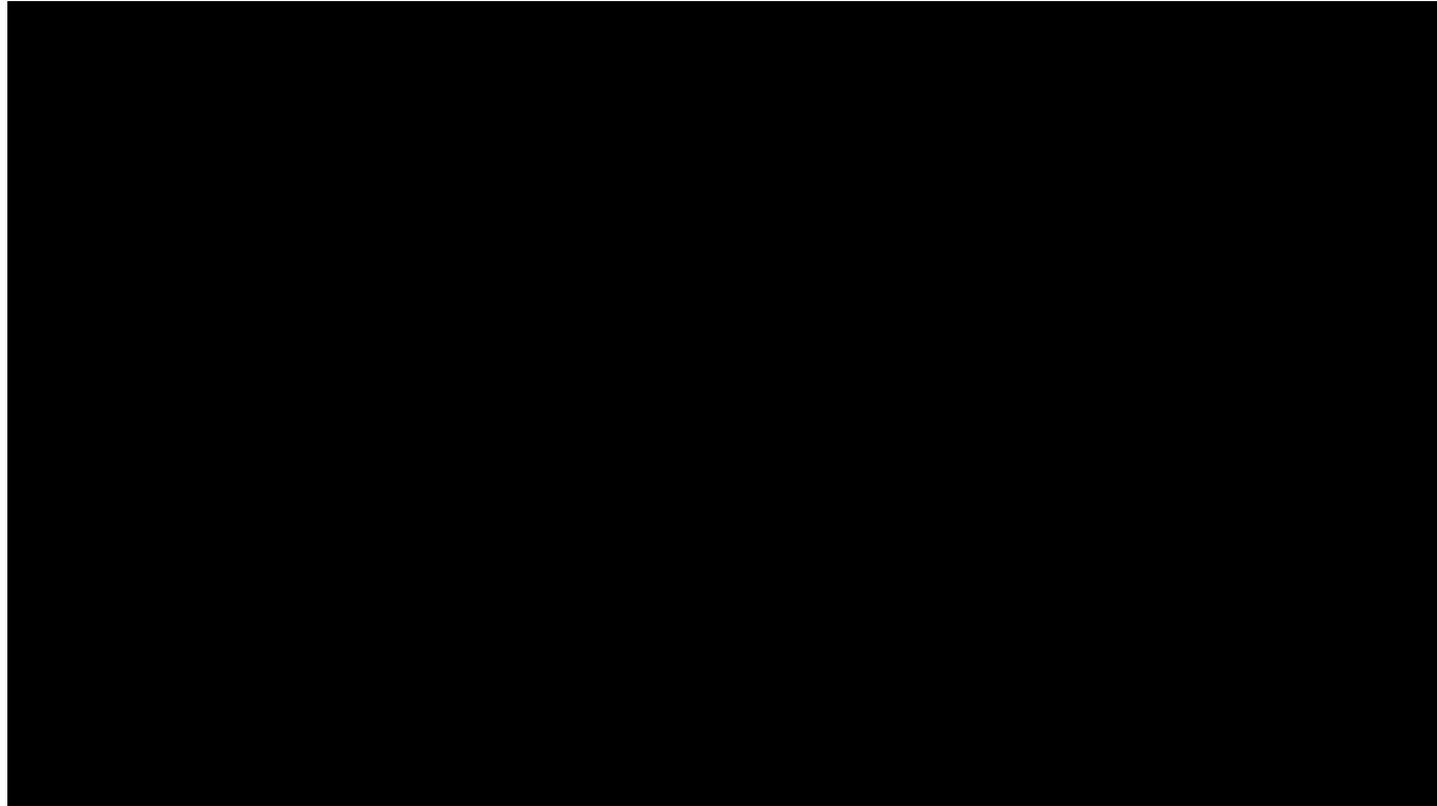
Semi-automated Mason (SAM)

Aide au maçon par la pose de 800 à 1200 briques par jour.

Le robot peut être monté sur un échafaudage et s'adapte au vent balançant la structure sur laquelle il se trouve, ainsi que pour faire la différence entre les spécifications prévues du bâtiment et ce qu'il y a réellement sur le site.

SAM peut être programmé pour créer différents types de liaisons de briques ou des modèles complexes utilisant des briques de couleurs différentes.

EXEMPLES: CONSTRUCTION 4.0



Références :

- <https://medium.com/@viarbox/a-few-real-world-examples-of-industry-4-0-8e2de4f4f23e>
- Petters, S. and Belden, R. 2014, 'SAM, the Robotic Brick-layer', SMART / Dynamics of Masonry, 1 (4), pp. 10-14

EXEMPLES: CONSTRUCTION 4.0



Fastbrick Robotics

Robot de maçonnerie employant les dernières innovations de la technologie robotique mobile. Cette évolution est rendue possible par le développement de la technologie de stabilisation dynamique qui offre des contre-mesures en temps réel pour éliminer les effets du vent, les vibrations et autres facteurs extérieurs qui pourraient affecter la précision et l'efficacité de la machine.

op	Fast Brick	Komatsu MAX AI traitement
ontrôle	Optimisation	Autonomie

EXEMPLES: CONSTRUCTION 4.0



FIRST BUILD
HADRIAN X COMING TO LIFE

Références :

- <https://www.3dnatives.com/fastbrick-robotics-macon-3d-16112017/>
- <https://m.youtube.com/watch?v=264r1Bowy-g>

EXEMPLES: CONSTRUCTION 4.0



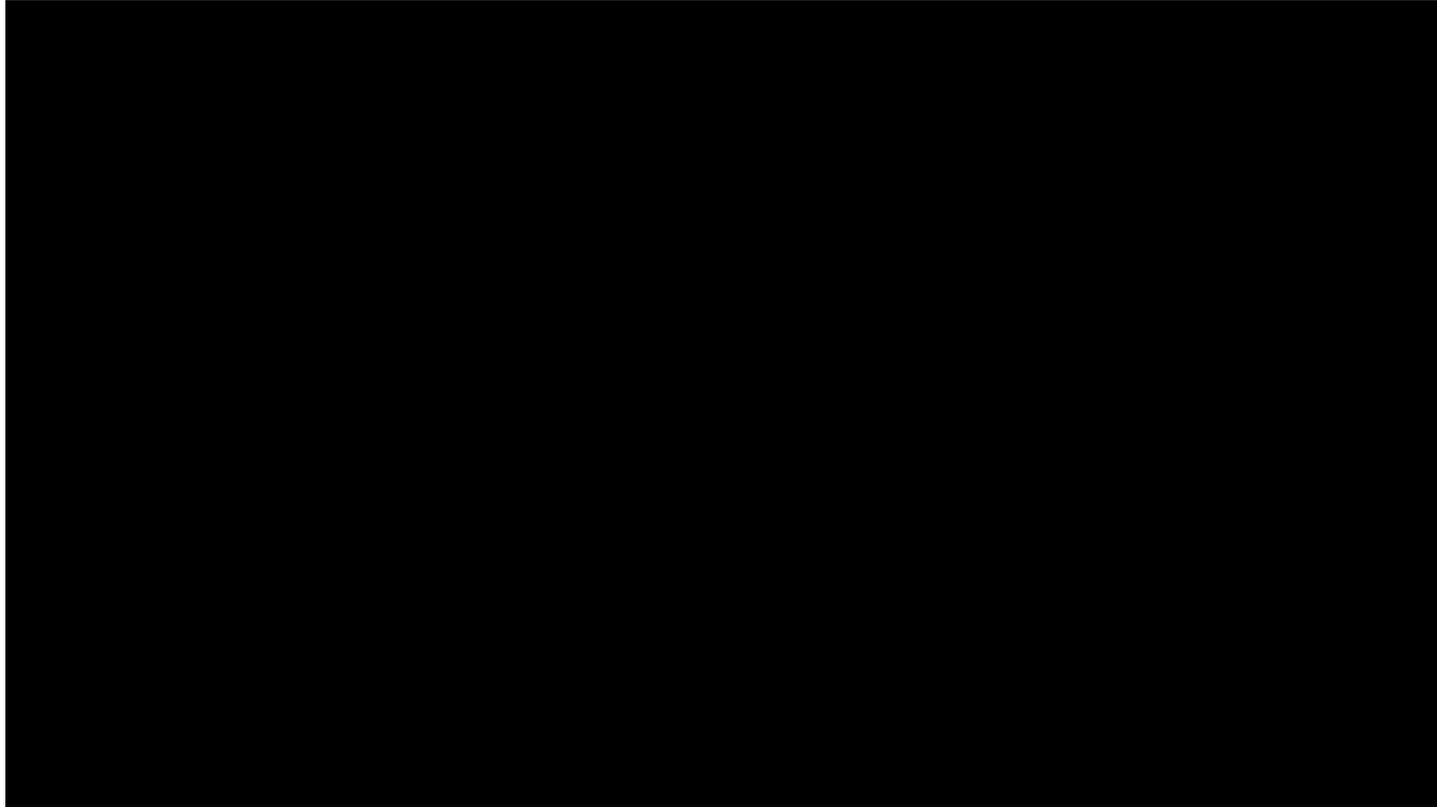
Komatsu Intelligent

Le système contrôle automatiquement l'élévation et l'inclinaison de la lame en fonction des données de conception cible et de la réalité du terrain.

L'avancement des travaux peut être contrôlé à l'aide de l'affichage **cartographique intégré qui collecte les données de surface en mesurant en continu les altitudes** réelles pendant le fonctionnement de la machine. Ces données sont communiquées au logiciel de planification pour permettre au personnel de surveiller le mouvement réel des machines. Contrôle, optimisation du temps de travail et optimisation de la précision.

st Brick		Komatsu MAX AI traitement
le	Optimisation	Autonomie

EXEMPLES: CONSTRUCTION 4.0



Références :

- <https://www.komatsu.com.au/company/news-media/news/d375ai-8-intelligent-dozer>
- <https://www.forbes.com/sites/tiriasresearch/2017/12/12/nvidia-and-komatsu-partner-on-ai-based-intelligent-equipment/#4033025b665b>
- <https://www.youtube.com/watch?v=6FHIF2jnINM>

EXEMPLES: CONSTRUCTION 4.0



MAX-AI traitement des déchets

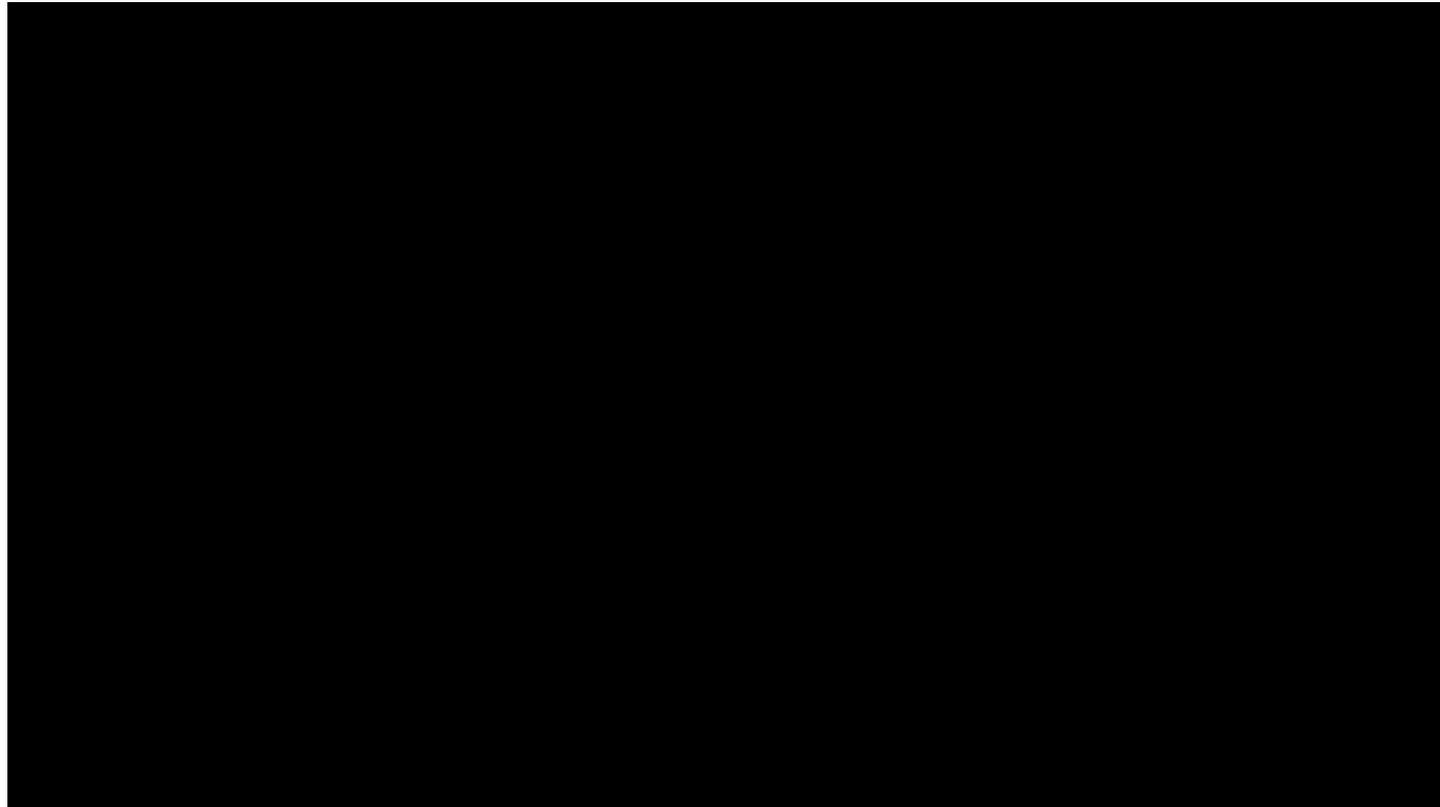
Robot spécialisé dans la reconnaissance et le tri des déchets. Son fonctionnement repose sur l'intelligence artificielle (*machine learning*). Une analyse en temps réel des déchets et une prise de décision rapide permettent à ce robot de trier avec une cadence soutenue.

Ces données permettent également de faire des statistiques par classe de déchets.

En France, dans le milieu de la construction, la Fédération professionnelle des entreprises du recyclage (Federec) a lancé la première édition des « Trophées de l'innovation » du recyclage. À suivre...

st Brick	Komatsu	MAX AI traitement
e	Optimisation	Autonomie

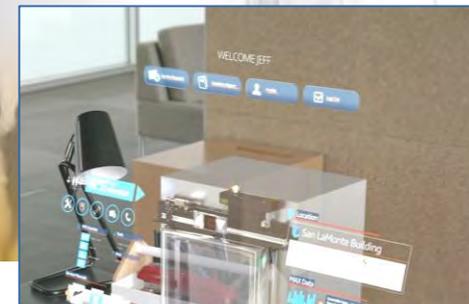
EXEMPLES: CONSTRUCTION 4.0



Références :

- <https://www.recyclingtoday.com/article/the-evolution-of-max-ai/>
- <https://www.max-ai.com/>
- <https://www.youtube.com/watch?v=0oXUoaN7WiY>

EXEMPLES: CONSTRUCTION 4.0



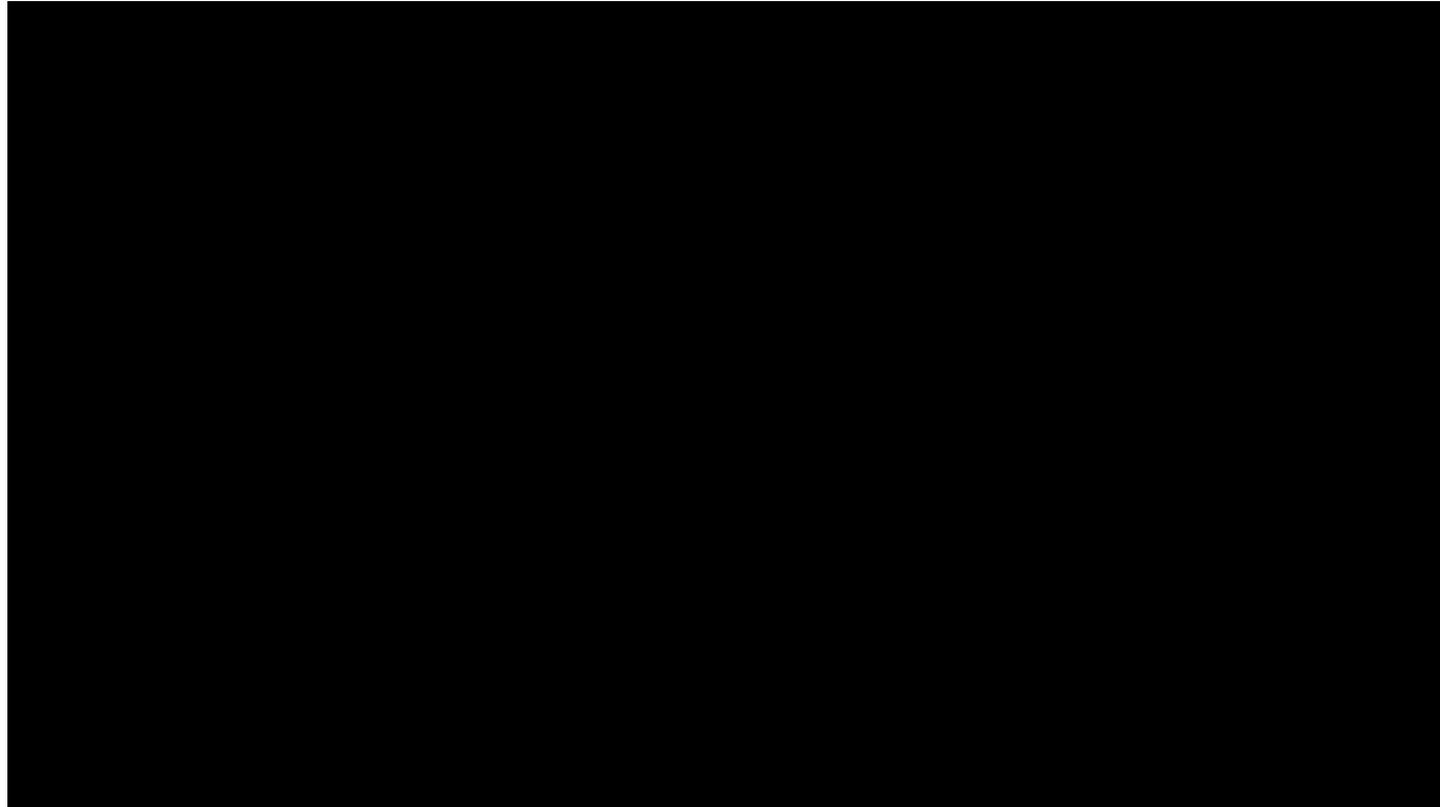
Processus 	<p>Doxel Hololens</p> <p>SmartRock MAX-ThyssenKrupp</p> <p>SkyCatch</p>	
Produits 		SAM Fa
Services 	<p>Caterpillar SmartBand</p> <p>BioSite</p>	
	Surveillance	Contrô

MAX-ThyssenKrupp

MAX est un système qui permet une maintenance en temps réel à l'aide de solutions préventives fournies par l'infonuagique : « Collecte systématique d'informations par la voie de la connectivité, analyse des données recueillies par des algorithmes pour détecter de futures pannes, l'utilisation de la réalité virtuelle, incarnée par les lunettes HoloLens, pour faciliter les travaux de maintenance, ... »

Permet de passer à un mode préventif plutôt que réactif.

EXEMPLES: CONSTRUCTION 4.0



Références :

- https://max.thyssenkrupp-elevator.com/assets/pdf/TK-Elevator-MAX-Brochure_EN.pdf
- <http://www.lesaffaires.com/blogues/evenements-les-affaires/augmenter-son-efficacite-grace-au-40-le-secret-de-thyssenkrupp/599214>
- <https://www.youtube.com/watch?v=80WhGiyR4Ns>

EXEMPLES: CONSTRUCTION 4.0



Processus 	<p>Doxel HoloLens</p> <p>SmartRock MAX-</p> <p>ThyssenKrupp</p> <p>SkyCatch</p>	
Produits 		SAM F
Services 	<p>Caterpillar</p> <p>SmartBand</p> <p>BioSite</p>	
	Surveillance	Contrô

HoloLens

Lunettes de réalité mixte pouvant supporter différentes applications.

Ici, deux applications:

- 1) Créer un jumeau numérique du bâtiment et y prendre des mesures;
- 2) Modéliser dans ce jumeau numérique des composants MEP.

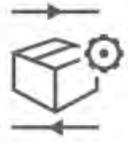
EXEMPLES: CONSTRUCTION 4.0



Références :

- <https://www.intellectsoft.net/blog/microsoft-hololens-usage-in-construction/>
- <https://www.youtube.com/watch?v=IT3NeNCiGps>

EXEMPLES: CONSTRUCTION 4.0

Processus 	Doxel Hololens SmartRock MAX- ThyssenKrupp SkyCatch			
Produits 		SAM Fast Brick	Komatsu	MAX AI traitement
Services 	Caterpillar SmartBand BioSite			
	Surveillance	Contrôle	Optimisation	Autonomie

EXEMPLES: CONSTRUCTION 4.0

Question à l'auditoire :

Qu'est ce qui vous a le plus séduit dans ces exemples?

RENDEZ-VOUS SUR:

WWW.menti.com

CODE 89 458

C⁵⁹

CONGRES 2019

SYNTHÈSE



Synthèse



Définition

Industrie 4.0 est une stratégie qui s'appuie sur le numérique et la connectivité ubiquitaire, grâce à différentes technologies, afin de transformer les processus, les produits et les services par une prise de décision en temps-réel et décentralisée permettant l'apparition de nouvelles capacités pour les systèmes, en coopération avec les humains, pour aller de la surveillance à l'autonomie.

Construction 4.0 est une stratégie qui s'appuie sur le **numérique** et la **connectivité ubiquitaire**, grâce à différentes **technologies**, afin de transformer les **processus**, les **produits** et les **services** (*du cycle de vie de la construction*) par une prise de décision en **temps-réel** et **décentralisée** permettant l'apparition de nouvelles capacités pour les systèmes, en **coopération avec les humains**, pour aller de la **surveillance** à l'**autonomie**.



Conclusion

- Le numérique et la connectivité ubiquitaire sont à la base de l'ère 4.0
- Industrie 4.0 englobe Construction 4.0 (conception, fabrication, chantier, opérations)
- Le chef d'entreprise peut choisir entre douze positionnements stratégiques selon
 - La dimension processus, produits, services
 - Les capacités de surveillance, contrôle, optimisation ou autonomie

Le 4.0: un chemin unique pour chaque organisation...