

**CONSORTIUM DE RECHERCHE EN INGÉNIERIE
DES SYSTÈMES INDUSTRIELS 4.0**

**Chaire de recherche sur l'usine-laboratoire
en intelligence manufacturière**

TRANSFORMATION NUMÉRIQUE: L'EXEMPLE DU SECTEUR MANUFACTURIER INTELLIGENT

Jonathan Gaudreault, Professeur, Université Laval

Jean-François Audy, Professeur, UQTR

Ludwig Dumetz, Professionnel de recherche, Université Laval



Au fil des révolutions...

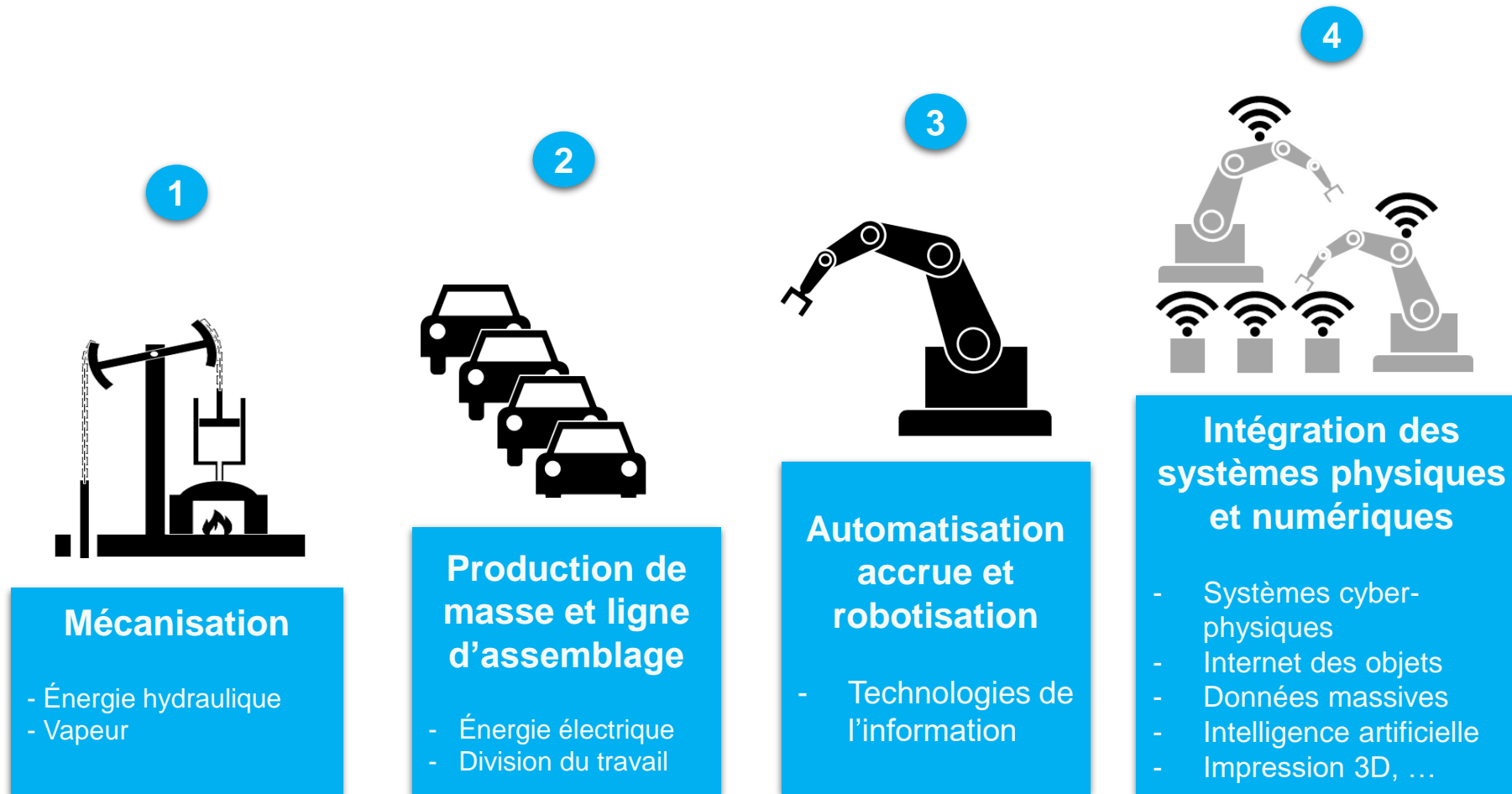


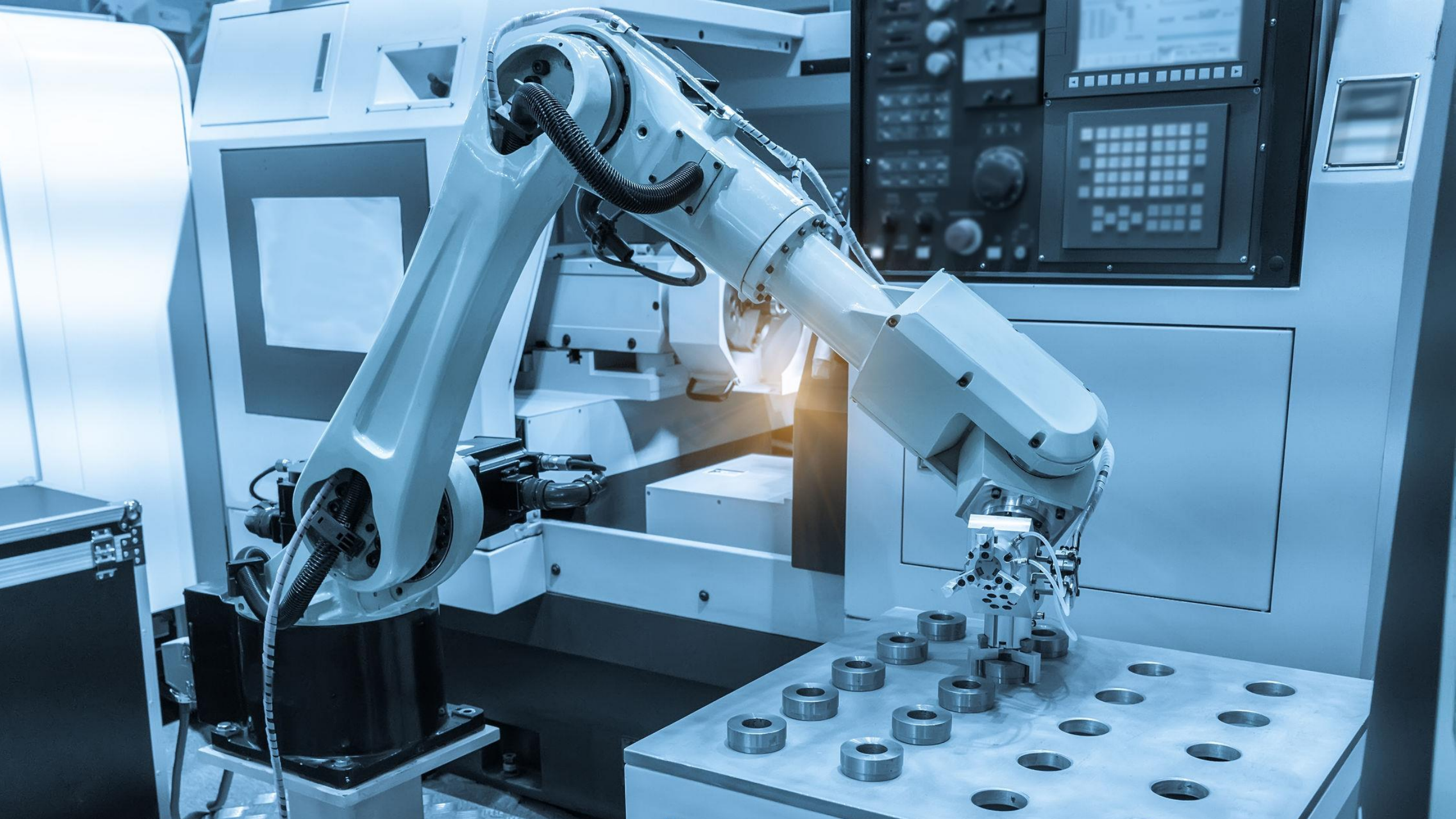
Illustration d'après C. Roser







An Assembly Line
of the
Ford Motor Company



Une quatrième révolution industrielle ?

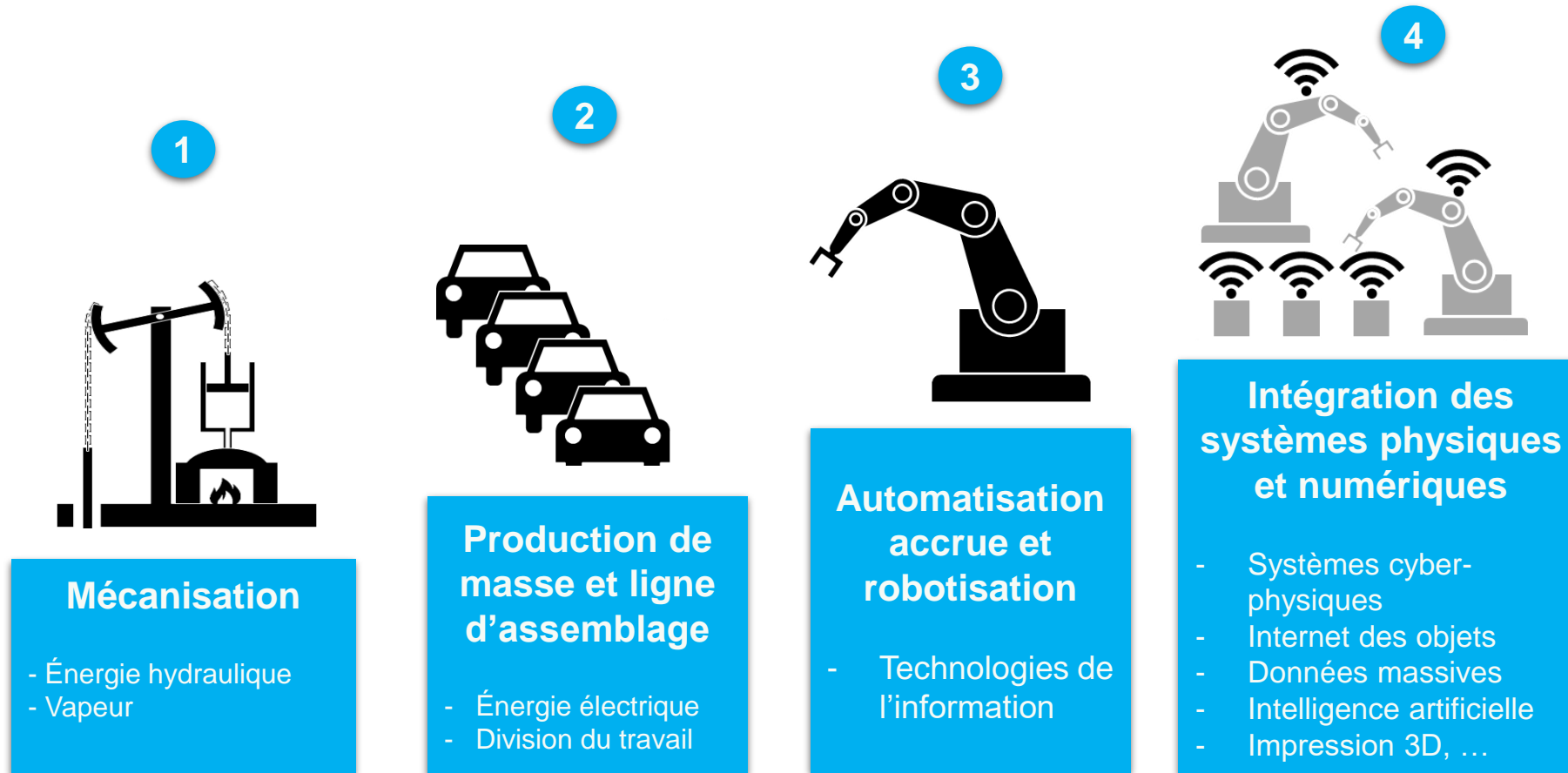
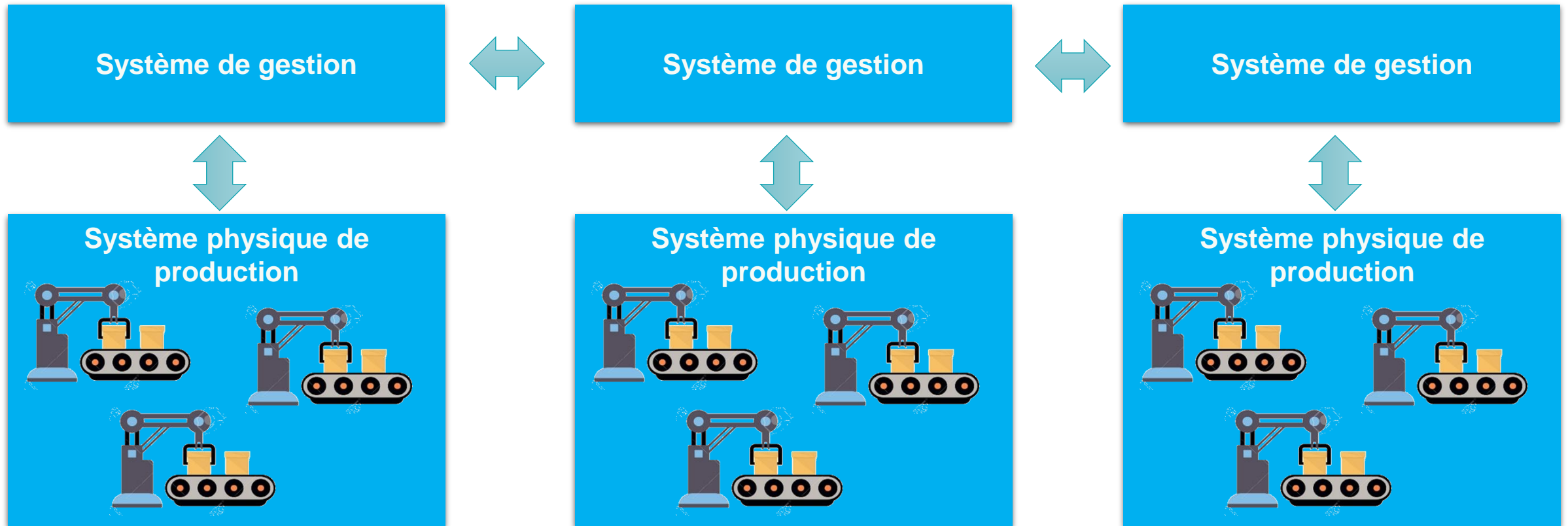


Illustration d'après C. Roser



Intégration des systèmes physiques et numériques

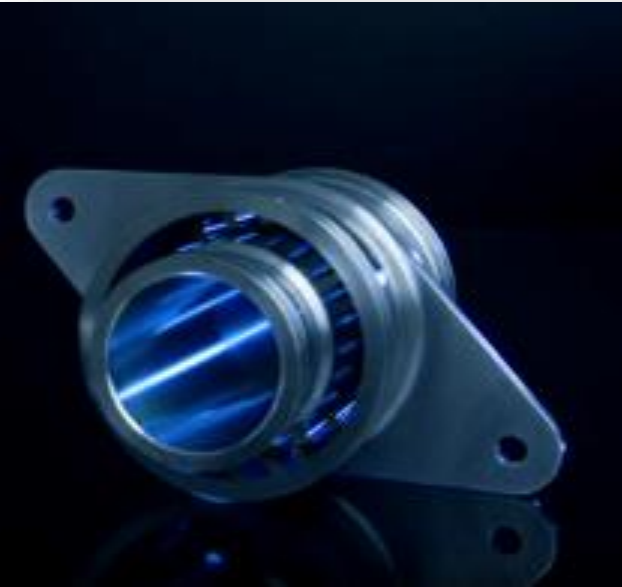




APN - Usinage de précision pour l'industrie aéronautique



[multiplier la perfection]



**CONSORTIUM DE RECHERCHE EN INGÉNIERIE
DES SYSTÈMES INDUSTRIELS 4.0**



**UNIVERSITÉ
LAVAL**



CM TC Series



TC35 Y
CMZ Machinery Group





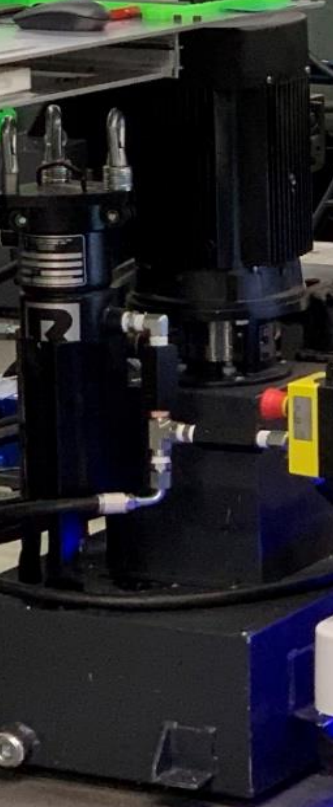
NOS PRIORITÉS

1. Santé et sécurité
2. Qualité
3. Performance

CHILLER
Performance Chillers

BLASTER
High Pressure Coolant Systems

GÉO MÉTRO



ALARM

APN GLOBAL

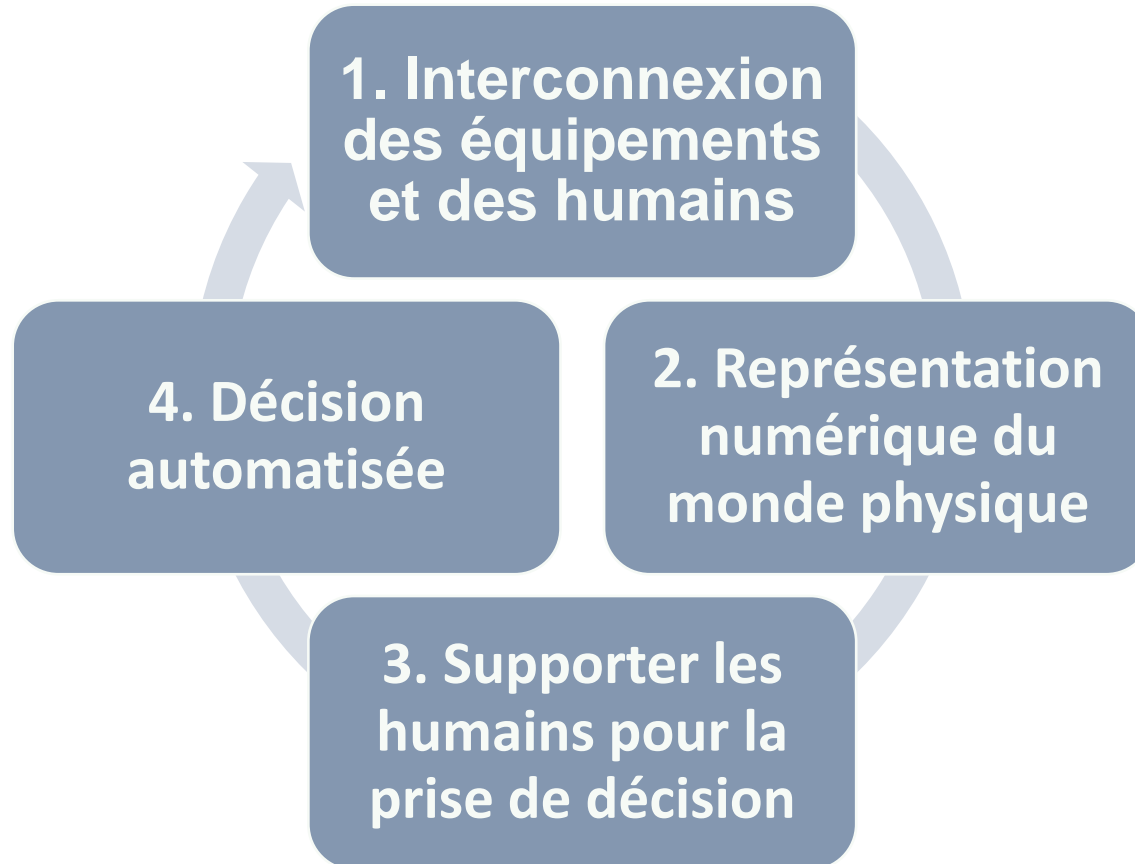
APN GLOBAL

APN GLOBAL

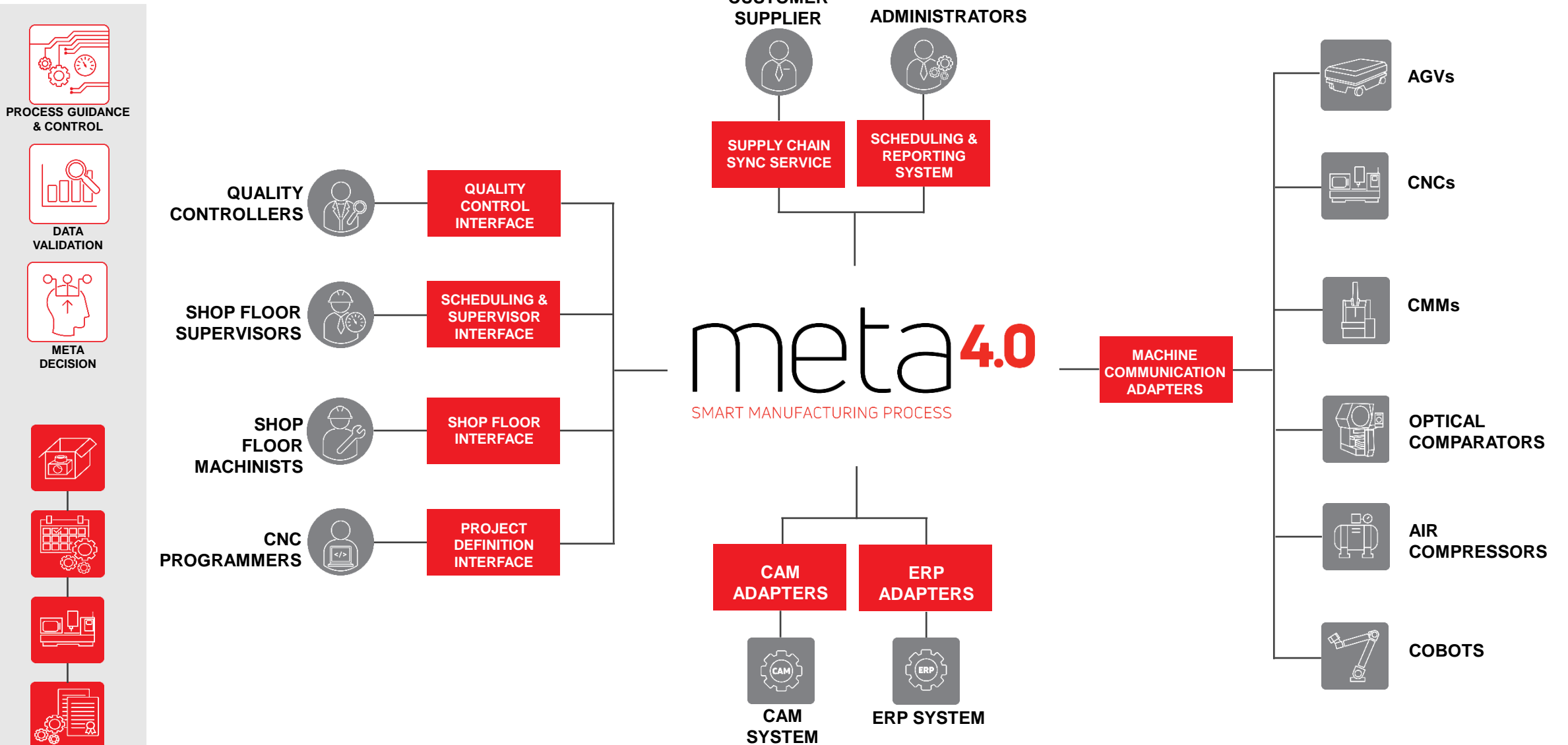
APN GLOBAL

APN GLOBAL

Les quatre grands principes (ingrédients) qui supportent la réalisation des scénarios de l'industrie 4.0



1. Interconnexion des équipements et des humains

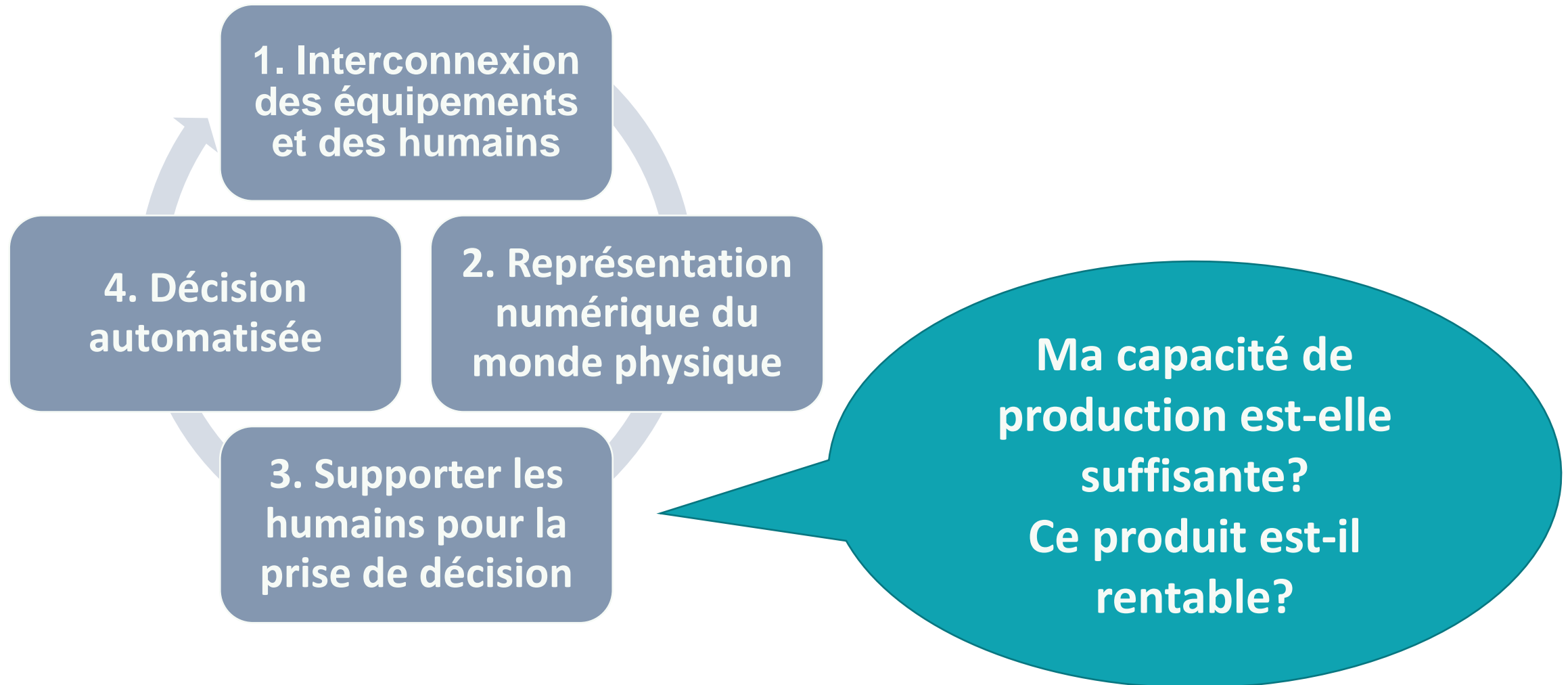


2. Représentation numérique du monde physique

- Traçabilité des pièces et contrôle de la qualité
- Gestion des inventaires
- Occupation des machines
- Temps de production
- ...



Les quatre grands principes (ingrédients) qui supportent la réalisation des scénarios de l'industrie 4.0



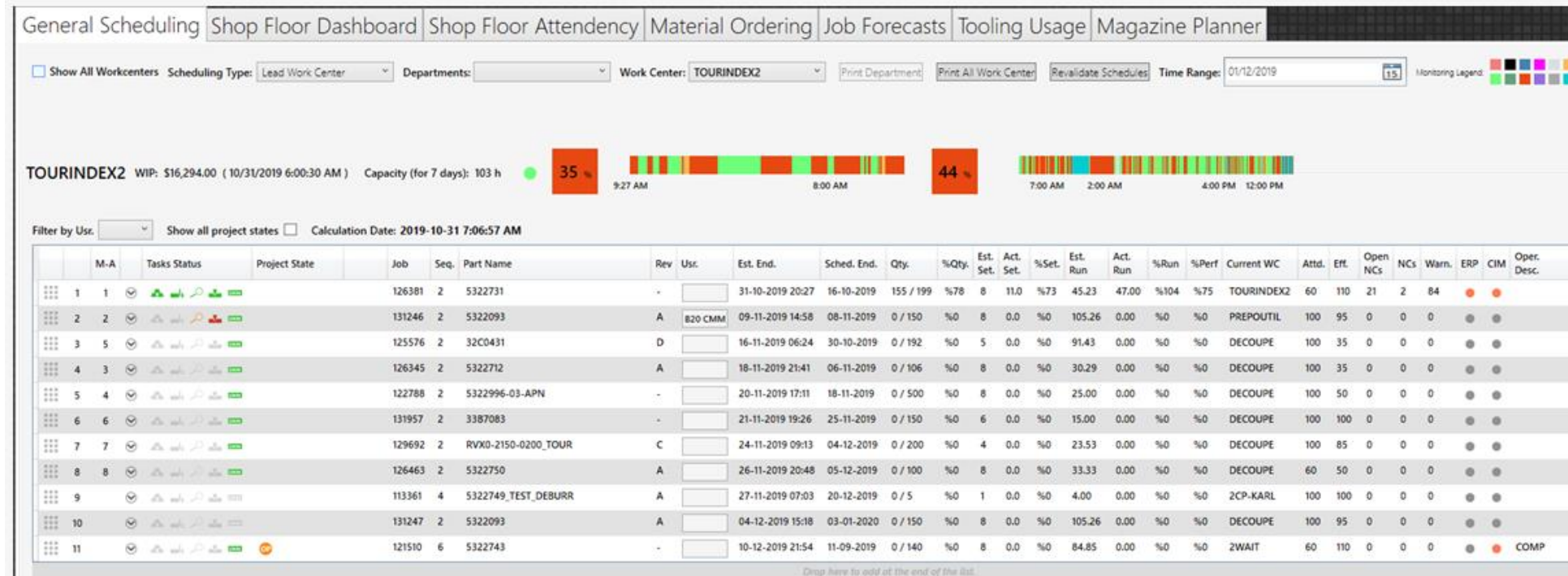
Planification / ordonnancement des opérations

Optimisation
mathématique,
algorithmes et
intelligence
artificielle

- Quelle tâche exécuter à quel moment sur quelle machine afin de minimiser les retards?
- En considérant les disponibilités des ressources telles que les machines, les outils, les employés, matière première, etc.

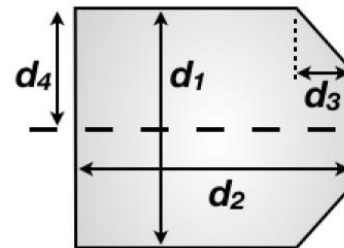
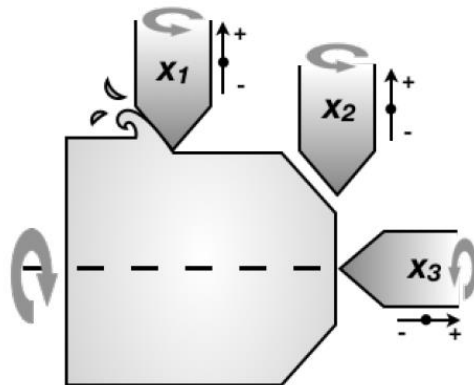


Marc-André Ménard
Étudiant au doctorat

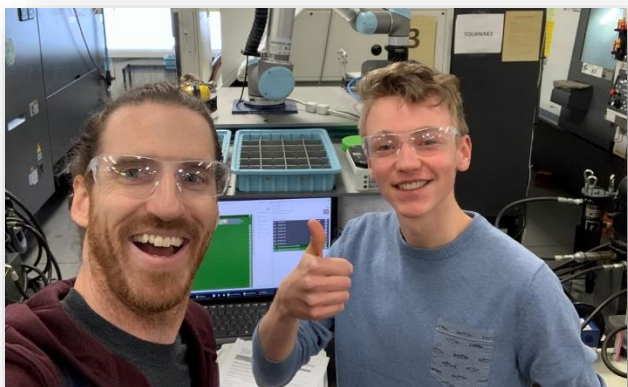


Repositionnement automatique des outils pour compenser l'usure

Quel(s) outil(s) repositionner si la dimension mesurée est affectée par plusieurs outils (et vice-versa) ?



	X_1	X_2	X_3
d_1	2	0	0
d_2	0	0	1
d_3	1	-1	1
d_4	1	0	0



Stéphane Agnard (APN) et Jérémie Gaudreault (premier prix Expo-sciences régionale, membre de l'équipe Canadienne à l'exposciences internationale)

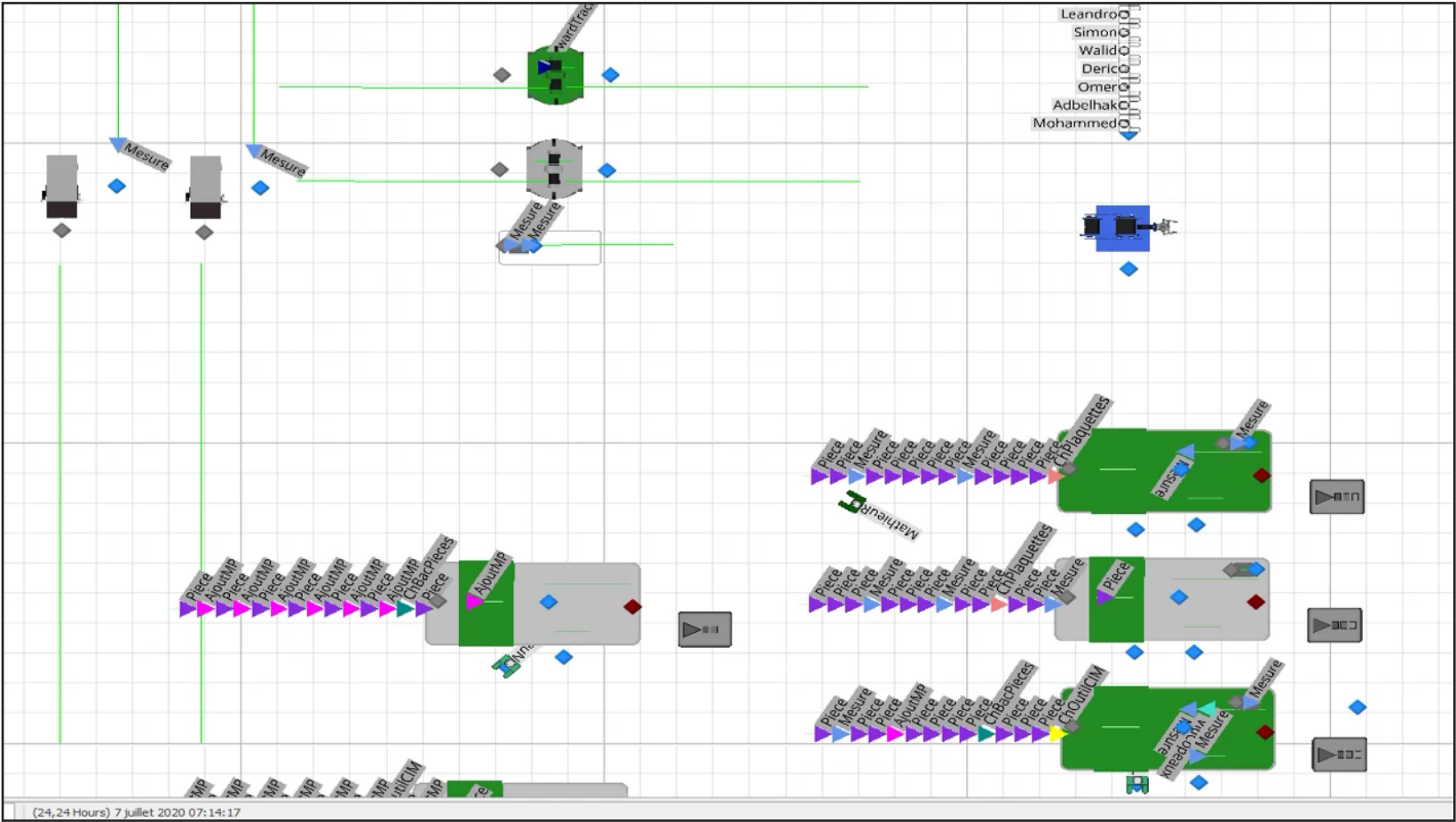
Calcul matriciel et optimisation



Simuler/comparer différentes politiques d'affectations des tâches au personnel



Maude Beauchemin,
étudiante à la maîtrise



- **Nouveaux marchés**
- **↑ 40 % Annuelle**
- **↑ 50 % Vente/Employé**
- **↓ 50 % En-cours**
- **100 % Livraison à temps**
- **Zéro Non-conformités (!)**



Les principes de l'industrie 4.0 pour un manufacturier intelligent

	Secteur manufacturier
1. Interconnexion des équipements et des humains	Connexion en temps réel aux équipements Collecte des données de production ...
2. Représentation numérique du monde physique	Tableau de bord numérique en temps réel (équipements, ressources, produits, ...) ...
3. Supporter les humains pour la prise de décision	Ce produit est-il rentable? Puis-je accepter cette commande? Ma capacité est-elle suffisante? ...
4. Décision automatisée	Affectation des opérateurs aux machines Ordonnancement de la production ...

Et ces principes vers un corridor économique intelligent?

	Secteur manufacturier	Secteur maritime
1. Interconnexion des équipements et des humains	Connexion en temps réel aux équipements, collecte des données de production, ...	
2. Représentation numérique du monde physique	Tableau de bord numérique en temps réel (équipements, ressources, produits, ...), ...	
3. Supporter les humains pour la prise de décision	Ce produit est-il rentable? Puis-je accepter cette commande? Ma capacité est-elle suffisante? ...	
4. Décision automatisée	Affectation des opérateurs aux machines, ordonnancement de la production, ...	

Quelques «inspirations» basées sur la consultation

- Couverture et redondance d'un système de communication à l'échelle du corridor
- Développement de nouvelles technologies d'acquisition de données en complémentarité avec celles existantes
- Gestion et gouvernance des données (standardisation, confidentialité, traitement, etc.)
- Suivi des marchandises pour l'ensemble des acteurs
- Tableau de bord en efficacité opérationnelle et des impacts sur l'environnement (GES)
- Analyse prospective à l'échelle du réseau logistique qu'est le corridor
- Prévisibilité en aide à la décision et avis ciblé (alerte) aux acteurs impactés lors de l'anticipation/arrivée d'un événement majeur
- Planification optimisée du transit d'un navire et arbitrage des ressources limitées le long du corridor
- Planification coordonnée des opérations portuaires avec le départ/arrivée d'un navire et avec la logistique terrestre
- Gestion des aléas et sources d'incertitude (météo, pics de saisonnalité, glace, etc.) le long du corridor et prise en compte dans la planification

