

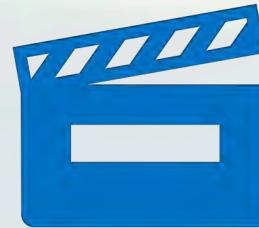
# SUPPLY CHAIN 4.0



## SEANCE 6-A

# Impression 3D

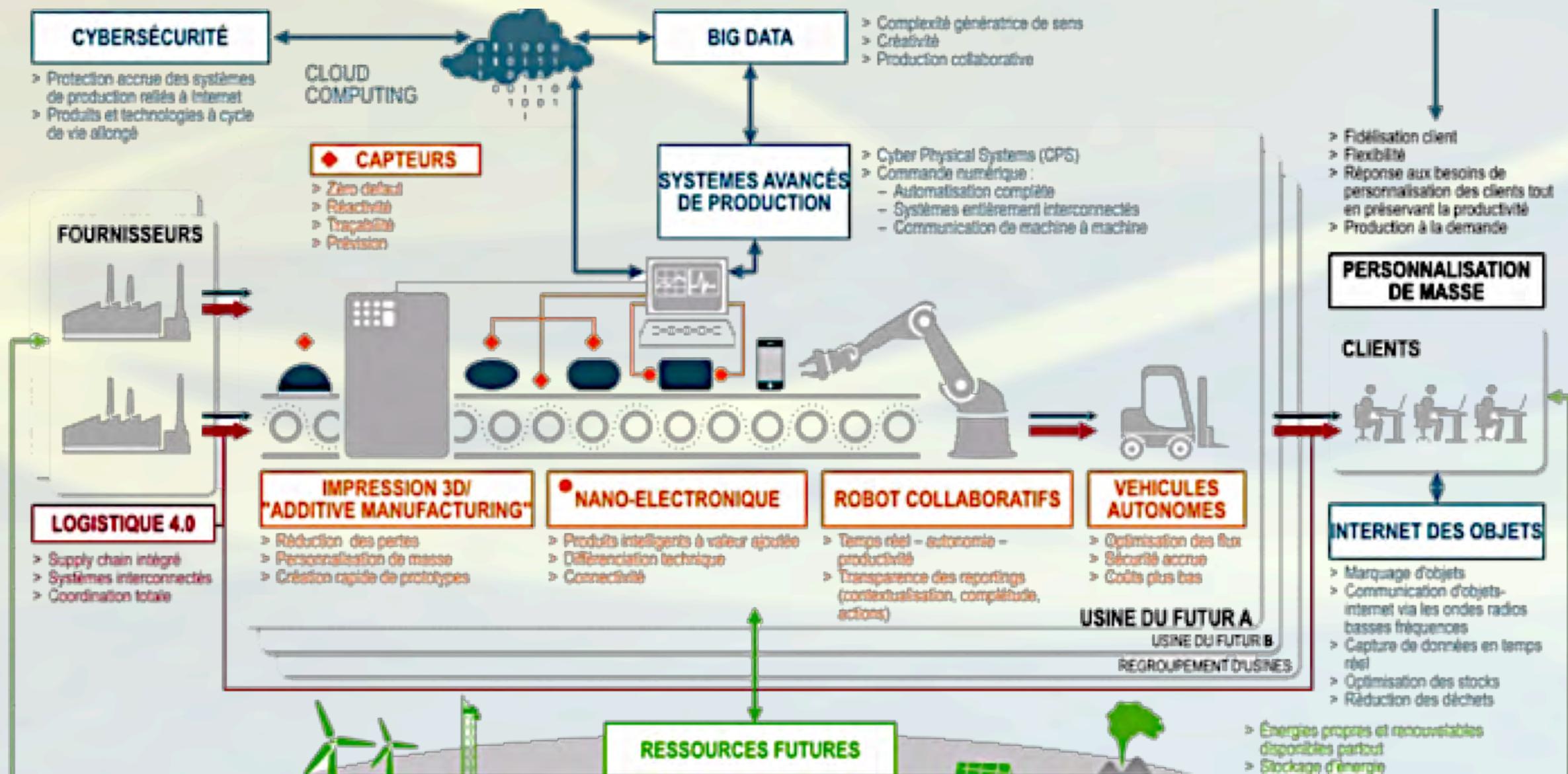
L'impression 3D est une technique de fabrication dite additive qui procède par ajout de matière, contrairement aux techniques procédant par retrait de matière comme l'usinage.



<https://youtu.be/UvLVNu8Gp-8>

<https://youtu.be/cFcWFB0FIlo>

<https://youtu.be/SVkUwqzjGJY>



# Vocabulaire de l'impression 3D

**ABS** (Acrylonitrile butadienestyrene ou Acrylonitrile butadiène styrène)

*C'est un plastique qui entre facilement en fusion. C'est le plastique des Lego., disponible en de nombreuses couleur*

**PLA** (Polylactic acid ou acide polyactique)

**FDM** Fused Deposition Modeling – Technique d'impression 3D la plus répandue \_ Une tête d'extrusion chauffe et fond un filament de matière

**PLA** Acide polylactique (PolyLactic Acid en anglais). Plastique biodégradable et transparent, emballage des packs de bouteilles d'eau

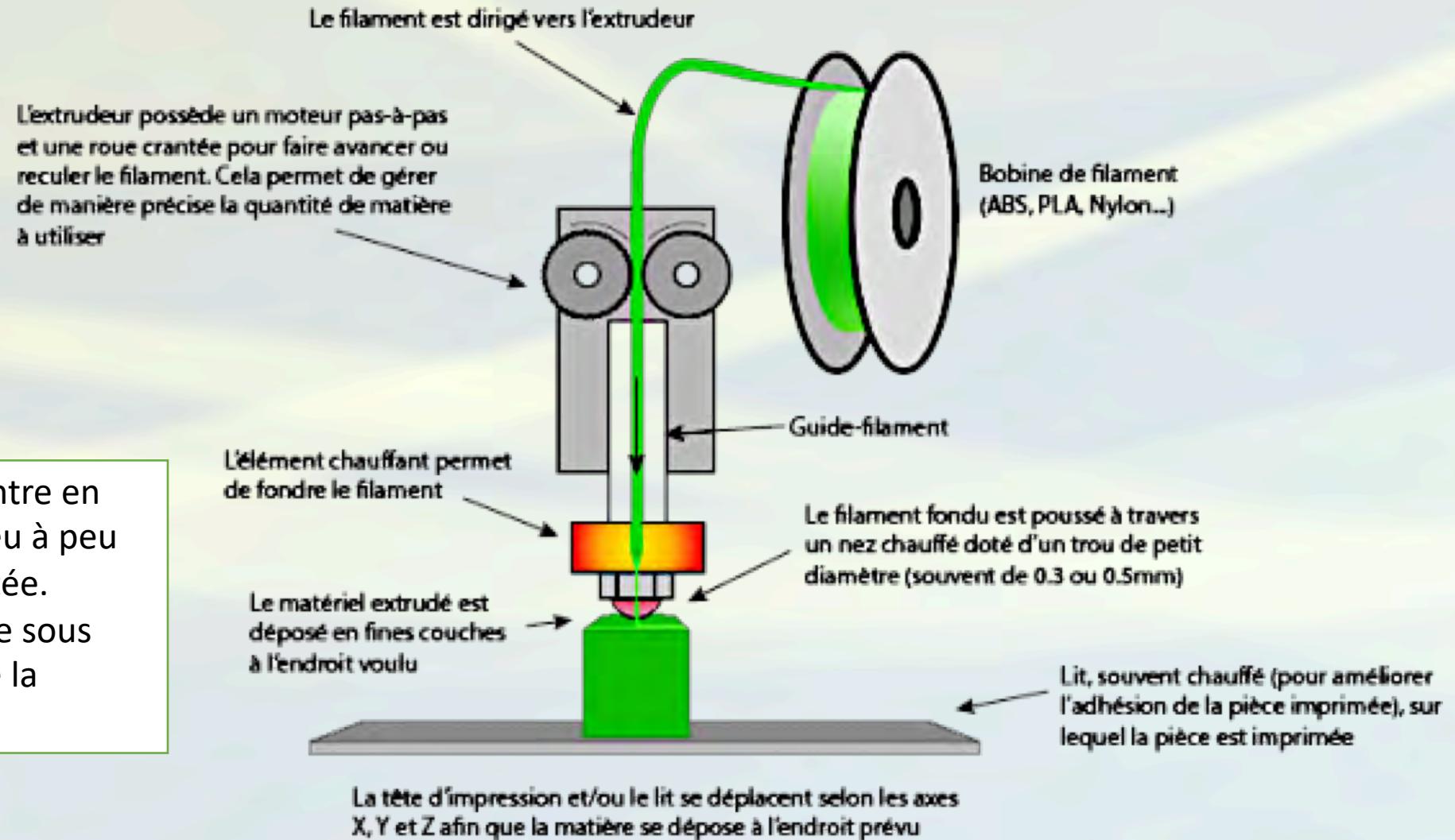
**SLS** Technique proche de la stereolithography. Matière en poudre posée dans une cuve ou un laser va venir frapper et durcir la matière. Cette dernière se lie avec les couches inférieures pour former l'objet 3D.

**SLA** Stereolithography - Technique de façonnage des objets 3D. Un rayon ultraviolet frappe du photopolymère positionné dans une cuve. Sous l'impact du rayon la matière se durcit et se lie aux couches adjacentes. La matière non frappée peut-être réutilisée ensuite.

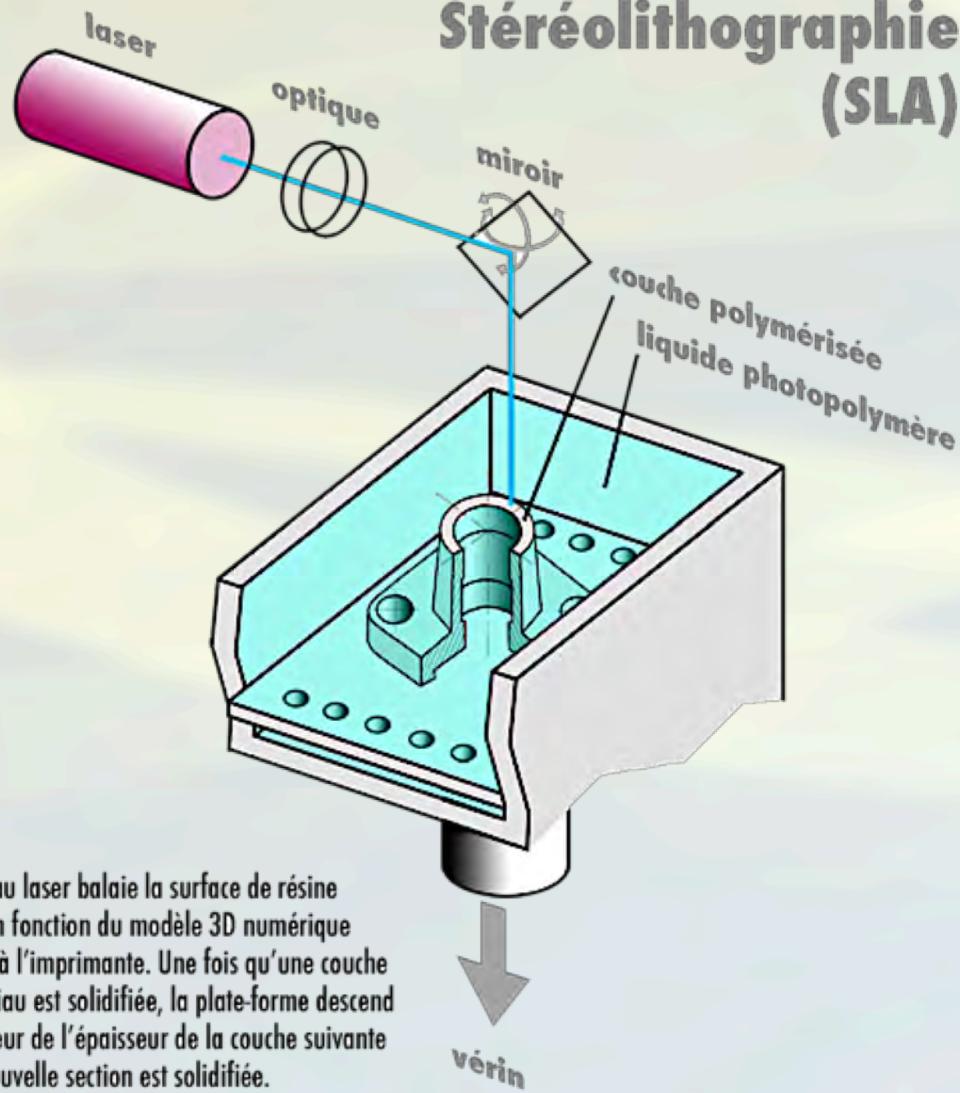
Il faut dessiner la forme souhaitée sur un logiciel de CAO (Conception Assistée par ordinateur). Logiciels de modélisation 3D Les plans sont ensuite transmis à l'imprimante

Soit la matière travaillée entre en fusion pour être fondu peu à peu et obtenir la forme souhaitée. Soit la matière est solidifiée sous l'action de la chaleur ou de la lumière (laser)

## Principe de fonctionnement d'une imprimante 3D FFF(Fused Filament Fabrication)

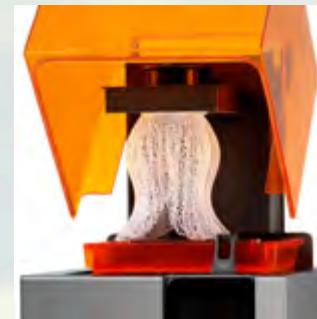


## Principe de la Stéréolithographie (SLA)



## Stéréolithographie (SLA)

Un laser ultraviolet polymérise (durcit) une résine, couche par couche.



## Frittage laser sélectif (SLS)

Largement utilisé en production industrielle, ce procédé d'impression 3D s'appuie sur des lasers qui font fondre des poudres, couche par couche. Les fabricants d'imprimantes 3D EOS et 3D Systems emploient cette technique.

# Histoire de l'impression 3D

**1983-1986 : La naissance de l'impression 3D**

*Charles Hull (procédé de stéréolytographie)*

**1990-1992 : l'impression couche après couche**

**1999 : La première prothèse implantée sur un être humain.**

**2002 : Un premier rein fonctionnel**

**2008 : Le RepRap Project abouti / Shapeways.com ouvre**

*RepRap est la première machine autoréplicable de production d'usage général fabriquée par l'homme.*

*Shapeways.com boutique de plans en ligne*

*2009 – MakerBot Industrie (KIT pour les particuliers)*

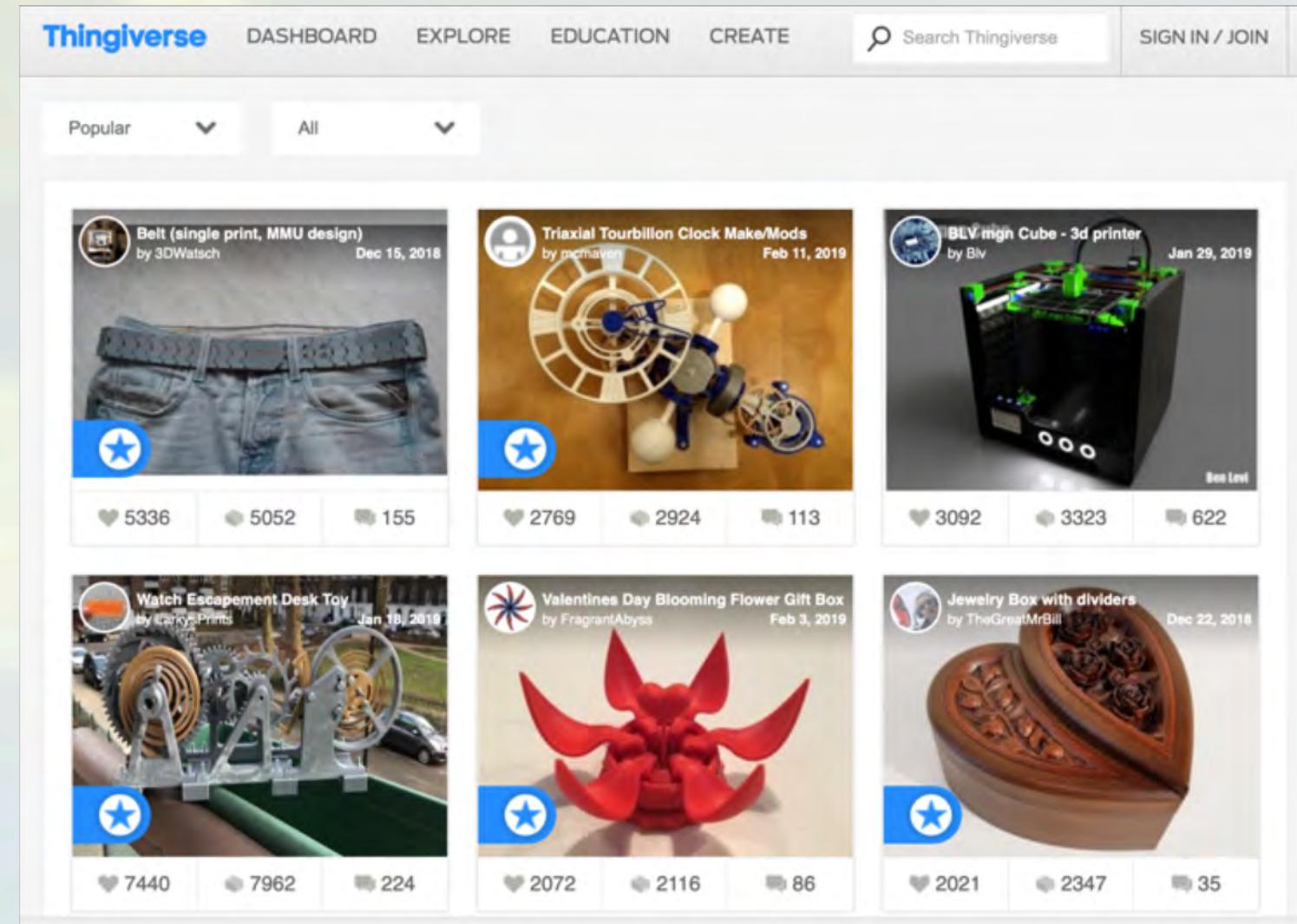
**2010 : Un vaisseau sanguin imprimé avec une imprimante spéciale**

**2011 : 1<sup>er</sup> Drone**

# Plate-forme dédiée à l'impression 3D

<https://accounts.thingiverse.com>

Site dédié aux technologies et services d'impression 3D.  
Matériel, outils logiciels, matières utilisées.  
API, kits de développement logiciel et exemples d'applications



# Exemples d'applications de l'impression 3D

Petits objets et réparation, uniques ou en série

Mode & Déco

Imprimantes culinaires

Médecine

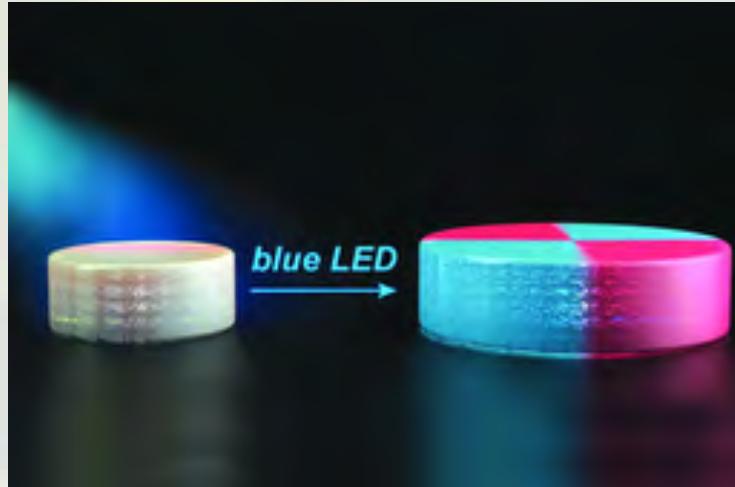
Industrie de pointe

*Exemple L'aéronautique et l'industrie spatiale*



## Objets métamorphes

fabrication additive vivante



L’Institut de technologie du Massachusetts (MIT) a mis au point une technique qui permettrait à un objet imprimé en 3D de changer ultérieurement de forme, de composition ou de propriétés.

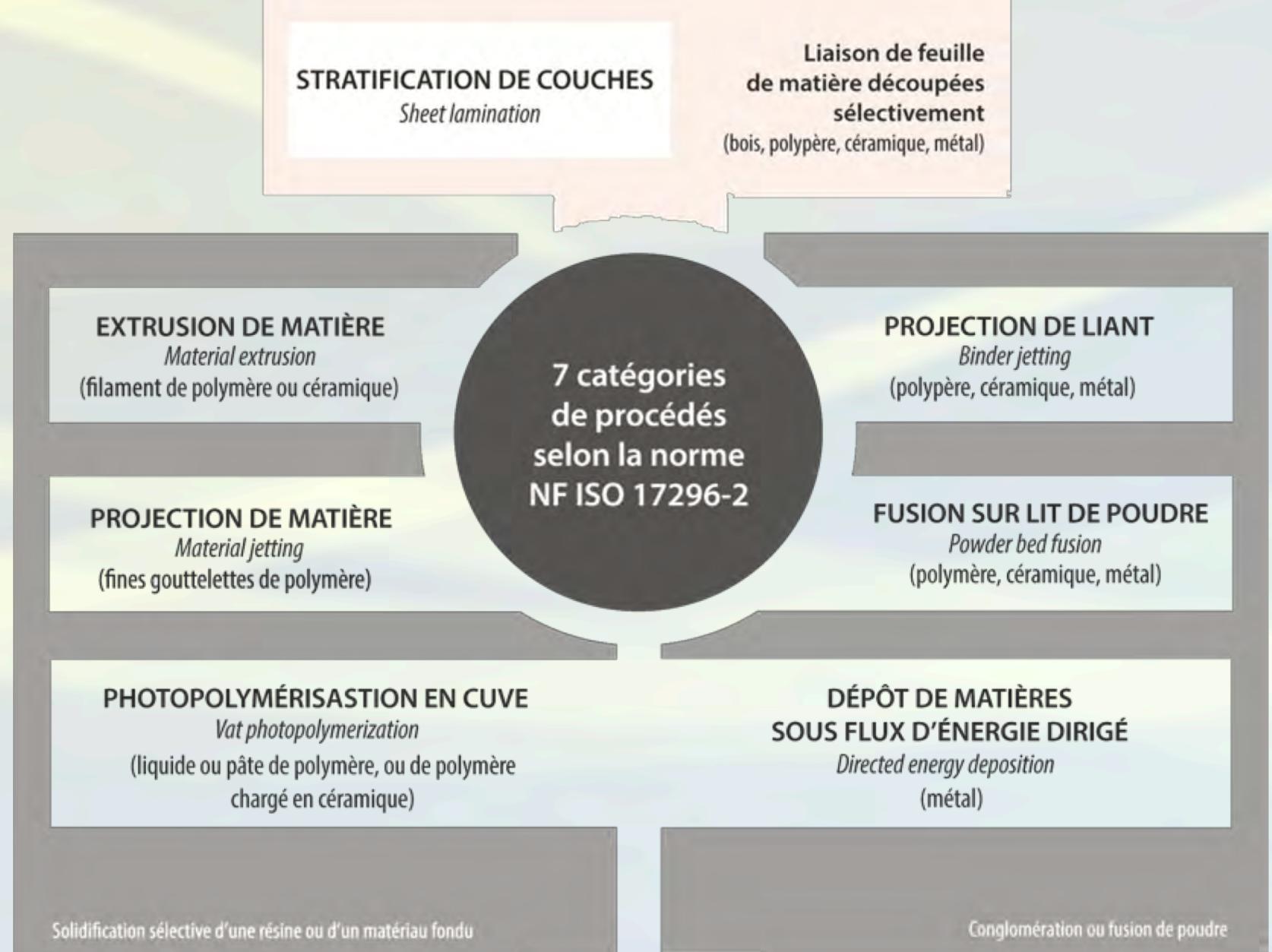
## Fabrication additive & Processus d’usinage

Mixer les technologies



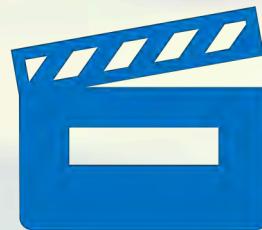
# FABRICATION ADDITIVE

En bref ...



## SEANCE 6-B

# Robots, Cobots



**Programmer une tâche sur le cobot Sawyer**  
<https://youtu.be/UiIgNkSl-mJ0>

**Qu'est-ce que la Cobotique ?**  
<https://youtu.be/rC1voXWhxrE>

**Skypod CDISCOUNT**  
[https://youtu.be/uclGrc\\_Y-f4](https://youtu.be/uclGrc_Y-f4)

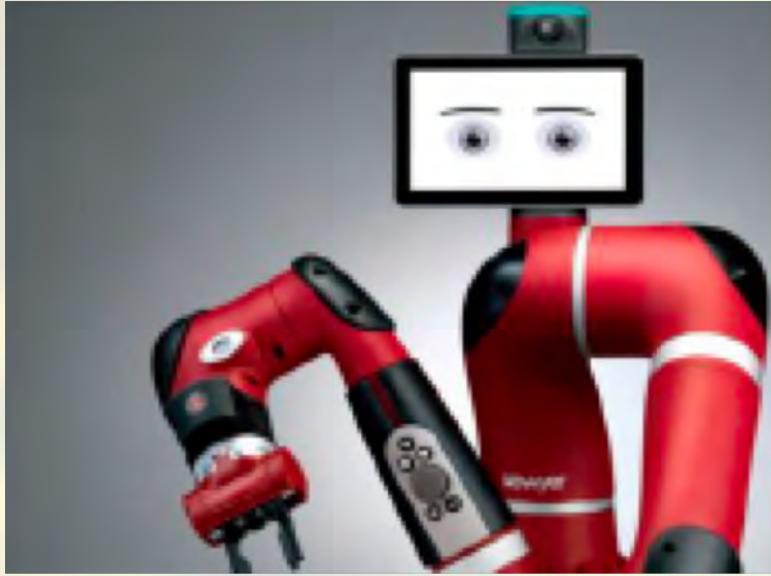


## La cobotique ou robotique collaborative

est une technologie qui utilise la robotique, la mécanique, l'électronique et les sciences cognitives pour assister l'homme dans ses tâches quotidiennes.



- 
1. Choisir les opérations à robotiser
  2. Recherche de robots collaboratifs
  3. Choix et sélection des intégrateurs  
Développement, Programmation et test du robot (risques de dérapage, ... bugs ...)
  4. Installation, présentation aux salariés
  5. Analyse de risques et Suivi du projet
-



Rodney Brooks, le fondateur de Rethink Robotics a créé, **Sawyer**. Petit frère du robot Baxter, ce bras robotisé est ce que l'on appelle un cobot. Sawyer, c'est la définition même du robot collaboratif. Un prix relativement faible (de l'ordre de quelques dizaines de milliers d'euros contre plusieurs centaines de milliers d'euros pour un robot industriel traditionnel), un robot que l'on peut installer aux côté d'êtres humains sans devoir installer une enceinte de protection, la possibilité de lui apprendre une nouvelle tâche tout simplement en lui montrant. Une flexibilité inconnue en robotique industrielle.

Après les japonais de Yaskawa Motoman et Kawada Nextage, le Sawyer est rentré dans ce marché naissant.

Le Danois Universal Robots a vendu 1 000 de ses bras robotiques UR5 et UR10 en 2013, le double en 2014, et des croissances de 70% en 2017 et 50% en 2018.



# EXEMPLES DE COBOTS



## ABB Yumi

Type : Torse humanoïde  
14 axes (7 axes par bras)  
lancement : Avril 2015



## Bosch APAS Assistant

Type : Bras robot  
Charge maximale : 2 kg  
Rayon d'action : 911 mm



## Kawada Nextage

Type : Torse humanoïde 15 axes (6 axes par bras × 2, 2 pour le cou, 1 pour le torse)  
Charge maximale : 1,5 kg par bras

# EXEMPLES DE COBOTS



## Kuka LBR iiwa

Type : Bras robotique 7 axes  
Charge maximale : 7 kg  
Rayon d'action : 800 mm



## Precise Automation

Preciseflex 400  
Type : Robot SCARA Charge  
maximale : 1 kg Rayon d'action  
: 400 mm



## Rethink Robotics Baxter

Type : Torse humanoïde 14 axes  
(7 axes par bras) Charge  
maximale : 2,2 kg par bras  
Rayon d'action : 1026 mm  
Prix : à partir de 25.000 \$

# EXEMPLES DE COBOTS



## Rethink Robotics Swayer

Type : bras robot 7 axes

Charge maximale : 4 kg

Rayon d'action : 1026 mm

Prix : à partir de 29.000 \$



## Staubli TX2-60

Type : bras robot 6 axes Charge maximale: 9 Kg Rayon d'action : 670 mm



## Yaskawa Motoman

Type : Torse humanoïde 15 axes Charge maximale : 5 kg par bras

Rayon d'action : 559 mm horizontal, 845 mm vertical

# EXEMPLES DE COBOTS

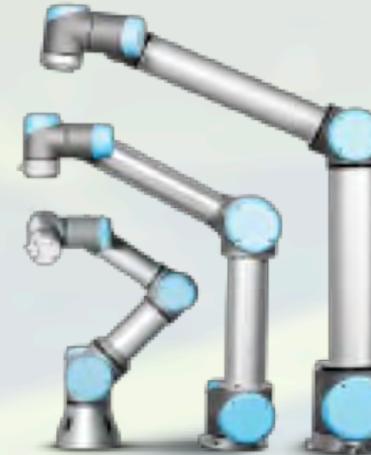
## Universal Robots

UR3, UR5 et UR10

Type : bras robot 6 axes

Charge maximale : 3 / 5 / 10 kg

Rayon d'action : 500 / 850 / 1.300  
mm



### **l'îlot robotisé flexible**

L'homme et le robot coopèrent, l'humain délègue des tâches au cobot. Le robot effectue des tâches répétitives afin de garantir une qualité constante et/ou un temps de cycle optimisé.

### **l'îlot robotisé collaboratif**

partage des tâches entre le robot et l'homme

### **le robot mobile collaboratif**

partage des tâches et l'assistance du robot mais celui-ci peut être déplacé sur différentes lignes

# L'exosquelette le personnel augmenté



**RB3D** a développé un nouvel exosquelette, baptisé **ExoPush**, spécialement dédié aux tireurs de râteau, les ouvriers qui étalent le bitume sur les routes

Cette solution correspond à un équipement articulé et motorisé fixé sur le corps au niveau des jambes et du bassin, voire également sur les épaules et les bras. Il facilite les mouvements en ajoutant la force de moteurs électriques.



## COBOTS

**Effidence** a développé un petit véhicule autonome capable de transporter de lourdes charges et de suivre ou de précéder automatiquement les pas d'un opérateur.

**l'IRT Jules Verne**, le robot **Charman** (Chariot autonome robotisé multifonctions pour applications navales) est un petit char doté de chenilles aimantées.  
STX pour tâches de soudures sur paquebots

le **TX2 de Staubli** Contrairement aux autres cobots qui embarquent généralement des capteurs d'efforts pour stopper l'engin en cas de contact, celui-ci est équipé d'un scanner laser relié au contrôleur pour savoir quand un opérateur s'approche. Ce dispositif lui permet d'adapter sa vitesse selon la distance à laquelle se trouve l'être humain.



## RoboGlove, un gant motorisé qui décuple la force

Alimenté par une batterie au lithium-ion portée à la ceinture, ce nouveau gant s'avère capable de soulager la peine du monteur en usine tout en préservant la précision de ses gestes.



La startup française Siatech a créé **ComHand (ponts roulants)**. C'est un boîtier porté au poignet. Le bracelet connecté communique en mode radio avec, d'un côté, un récepteur embarqué sur le pont roulant et, de l'autre, l'anneau. Il suffit d'exécuter de la main le geste voulu pour que le pont roulant avance, recule, se déplace vers la droite ou vers la gauche selon la vitesse souhaitée.

# Des installations flexibles, reconfigurables et extensibles

## Exemples

### FABRICANTS DE ROBOTS

Scallog

Exotec

Robot Skypod



man-to-goods

goods-to-man

Productivité de 450 à 600 prélèvements à l'heure, contre une moyenne de 150. Economie jusqu'à 30 % de la surface au sol.

Déplacement autonome (sans filoguidage)

Fonctionnement de concert avec étagères : soit des robots qui se transforment en ascenseur

Robot avec algorithme de gestion des flux (réduire le temps de mission , économiser l'énergie)

SEANCE 6-C

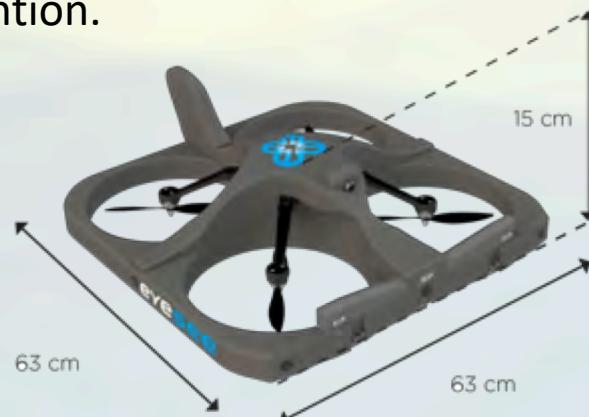
# Drones

Des drones pour l'immobilier, le bâtiment, l'agriculture, ....  
LA LOGISTIQUE

# EXEMPLES D'UTILISATION DES DRONES

## Surveillance d'infrastructures

**Surveillance et Sécurité.** Le drone équipé d'une caméra (éventuellement thermique) et d'un laser transmet des données à l'agent de sécurité. En cas de mouvements suspects ou de danger imminent (*montée en température d'une zone précise par exemple*), l'agent peut prendre les commandes à distance ou bien décider de lancer une intervention.



## Drone inventoriste

*Walmart* teste avec succès depuis 2016 l'utilisation des **drones inventoristes au sein de ses entrepôts de stockage**

**Gain de temps** (jusqu'à 30 images par secondes)  
**Qualité** diminution des erreurs  
**Economies** sur les achats et/ou location de nacelles  
**Sécurité** élimination des risques liés aux nacelles et chariots

## Drone livreur

livrer plus rapidement des zones difficiles d'accès

## Exemple Eyesee (HARDIS GROUPE)

le drone pour automatiser les inventaires des entrepôts logistiques



Un drone qui se déplace de manière autonome dans l'entrepôt, pour capturer les informations des codes-barres des palettes et cartons

Une application sur tablette qui permet à l'opérateur de contrôler le vol, vérifier les données capturées et d'interagir avec le drone

Une application back office pour l'administration, la configuration et l'interfaçage avec d'autres applications (WMS, ERP...)

<https://youtu.be/Yve7S0BNUqY>

## SEANCE 6-D

# Jumeaux Numérique

## Digital Twin

Modèle 3D d'une usine complète avec ses ressources, qu'elles soient humaines ou industrielles. Pouvoir manipuler et simuler virtuellement. Simulation.

# GESTION DE LA SIMULATION

## LA SIMULATION D'IMPLANTATION

- Implantation de nouvelles machines ou chaînes de production
- Valider des plans, tester des scénarios

## LA SIMULATION D'ÉQUIPEMENT

- Simuler les équipements d'une usine ou d'une chaîne de production en détail avec la cinématique : fonctionnement d'automates en conditions réelles

## LA SIMULATION DE FLUX

- Tester des options d'organisation, de calculer des taux d'occupation des ressources ou de déterminer la cadence optimale

## LE VIRTUAL COMISSIONING

- Tester des modifications sur les programmes automates tandis que l'équipement réel continue de travailler sur la chaîne de production sans aucun impact.

## LA RÉALITÉ VIRTUELLE

- Se projeter à l'intérieur du jumeau numérique d'une usine et inspecter les bâtiments, les chaînes de production, les ressources, les flux de production.

# Jumeau Numérique et IoT

**L'éditeur de logiciel PTC** est notamment capable de modéliser un jumeau numérique d'un sous-système d'un avion

*Services de maintenance prédictive : Optimiser les vols tout en réduisant le temps au sol. Les données sont analysées en temps réel grâce au machine learning et sont rendues visibles depuis un tableau de bord sur lequel sont représentés en 2D ou en 3D les moteurs.*

## Gestion des bâtiments connectés

Méthode BIM, pour Building Information Modeling

*Associer les plans d'architecte, les informations sur les matériaux utilisés, le planning de construction, les budgets et les données en provenance des systèmes énergétiques, les capteurs IoT placés dans les bâtiments*

# Jumeau Numérique et IoT

## Réalité virtuelle et IoT

### Plateforme IoT VueForge - AVIATION

Le jumeau numérique permet de visualiser les équipements d'une usine de fabrication. Les opérateurs peuvent à la fois apprendre à gérer les machines en mode simulation ou voir les problèmes dans l'usine.

Consultation à distance, en dehors du site industriel, des données de production.

## Énergie

Surveiller et gérer l'énergie des centrales nucléaires réparties sur tout territoire français.

Jumeaux numériques des différents réacteurs nucléaires. Enjeu de production et de sûreté, de cybersécurité des installations en représentant les possibles attaques depuis le jumeau numérique.

## F1

Jumeau numérique des monoplaces avec remontée des données en temps réel sur l'état des pneus, du moteur, des ailerons ou encore des freins, tous connectés. Analyse des données en entreprise pour conseiller les pilotes sur la stratégie à prendre suivant les informations déduits par l'équipe technique. Fusion du physique et du numérique donne un avantage stratégique pour maximiser les performances des pilotes. Partenariat avec le spécialiste de l'industrie, SAP.

# QUESTIONS

