

1. Economie de la connaissance

Fabrice LEQUEUX

Maître de conférences à l'Université Paris Sud XI

Université Paris I Panthéon-Sorbonne

ENSTA IP Paris



Introduction

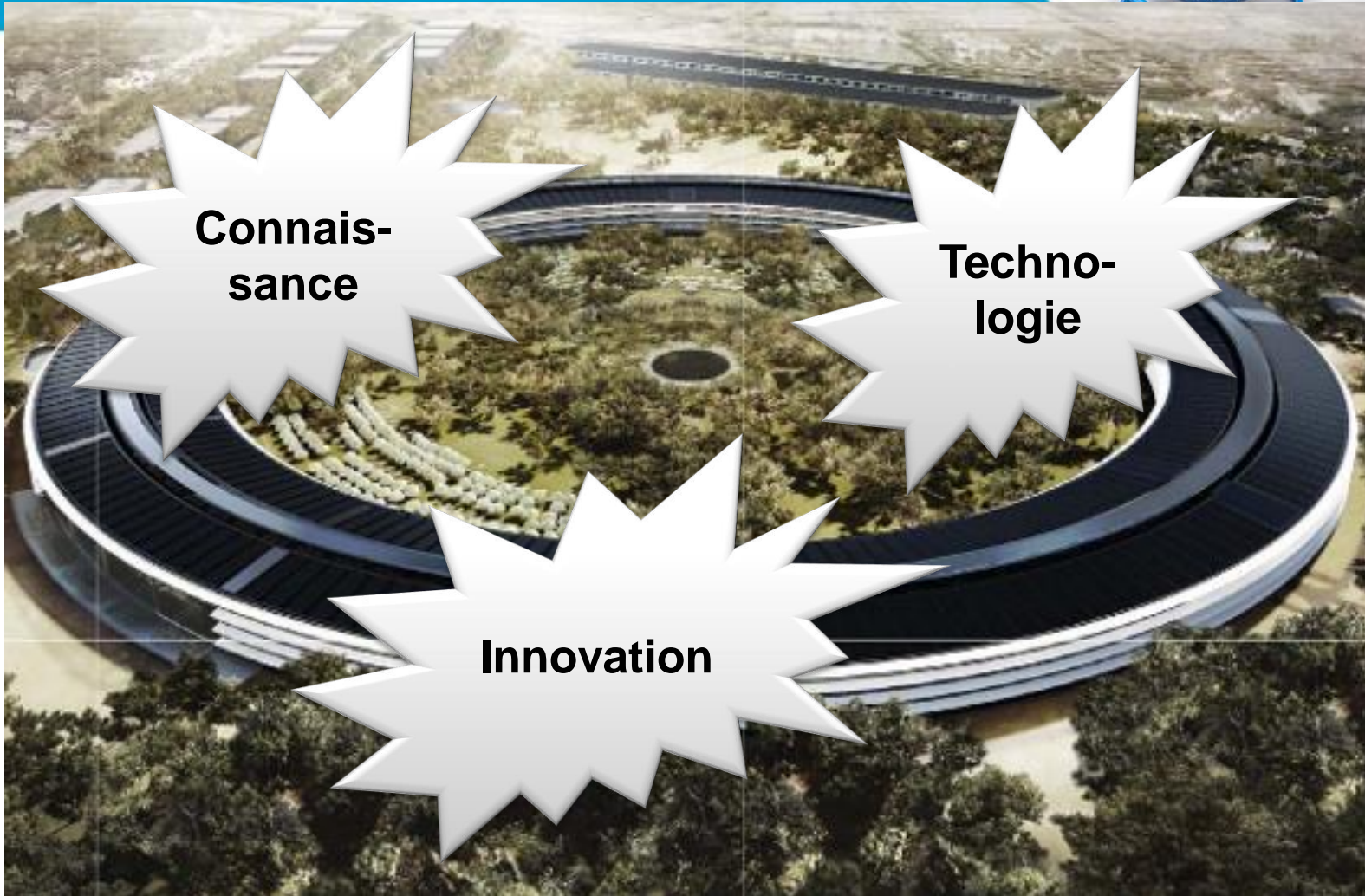


- L'économie de l'information, de la connaissance ou économie de l'immatériel ou encore **capitalisme cognitif**, désignent une nouvelle ère (post-industrielle) de l'histoire économique qui débute à la fin du XXe siècle (années 1990).
- Mais sur le plan théorique, c'est Fritz Machlup qui souligne l'ampleur de l'information et de la connaissance dans les activités économiques modernes (*The production and distribution of knowledge in the United States*, 1962).



Fritz Machlup (1902-1983)

Apple Headquarter, Cupertino (CA)



Apple Headquarter, Cupertino (CA)



CA 2017
230 Mds
USD



PIB

Bénéf
2017
49 Mds
USD

Capital.
boursière
2018
1000 Mds
USD

Apple Headquarter, Cupertino (CA)



CA 2017
230 Mds
USD

1,5 PIB
Qatar

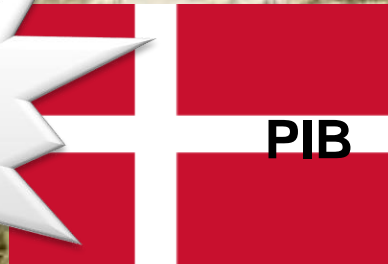
Bénéf
2017
49 Mds
USD

Capital.
boursière
2018
1000 Mds
USD

Apple Headquarter, Cupertino (CA)



CA 2022
394 Mds
USD



PIB

Bénéf
2022
119 Mds
USD

Capital.
boursière
juillet 2023
3000 Mds
USD

Apple Headquarter, Cupertino (CA)



CA 2022
394 Mds
USD

1,66 PIB
Qatar

Bénéf
2022
119 Mds
USD

Capital.
boursière
juillet 2023
3000 Mds
USD

Bagdad au temps de Charlemagne



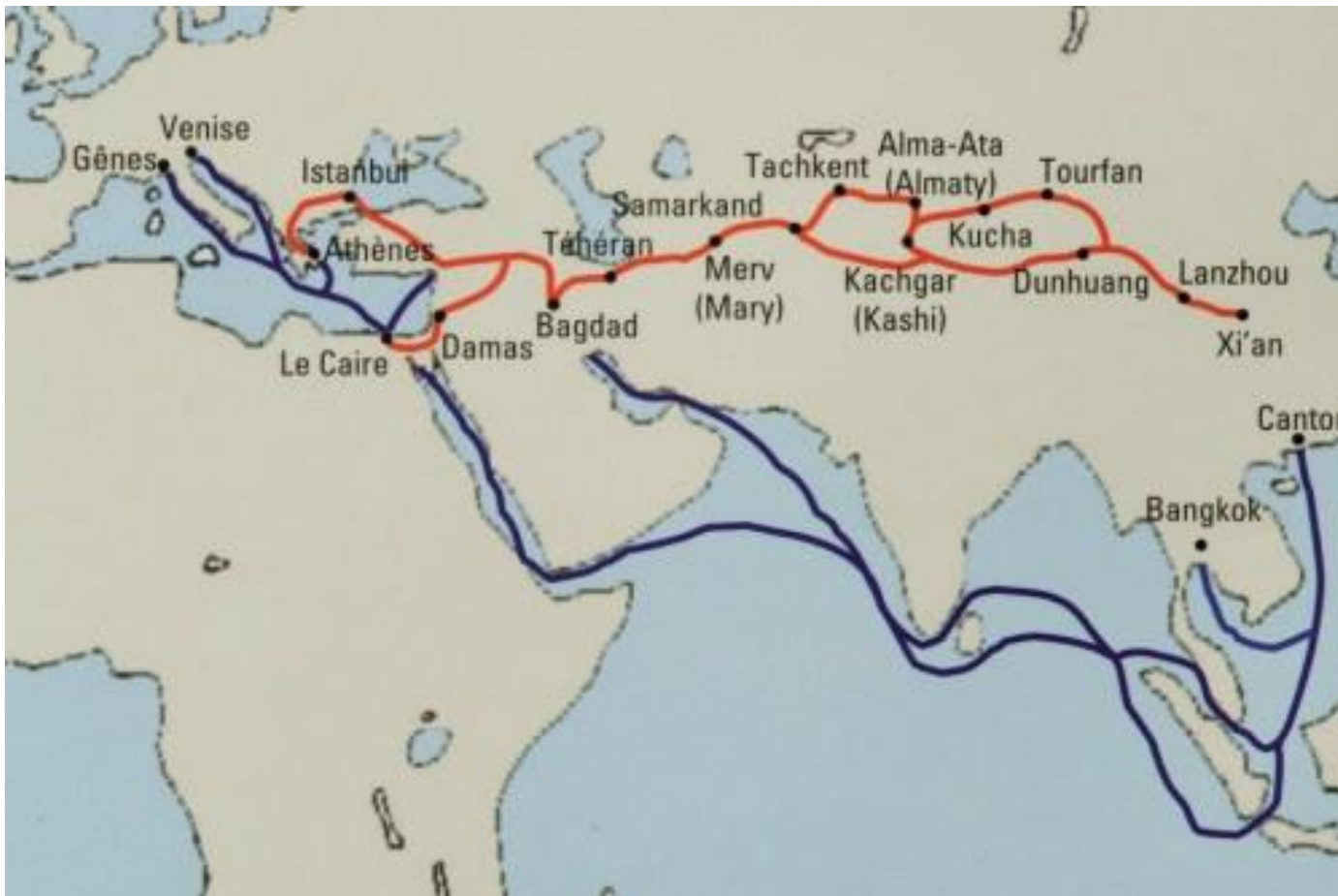
**Silicon
Valley
du IX^e S**

**Cultures,
partage,
échange**

**GPS de la
route de la
soie**



Route de la soie brassage des cultures et des technologies



Economie industrielle



**STOCK
EPUISE**

Economie industrielle



- On consomme aujourd'hui entre 1,8 et 2 fois ce que la planète est capable de produire.
- Le « jour du dépassement » (*Earth overshoot day*) intervient chaque année plus tôt. En 2017, c'était le 2 août. En 2030, le JDD est prévue pour le 28 juin...

Historique des Jours du Dépassement



En 7 mois, nous avons émis plus de carbone que ce que les océans et les forêts ne peuvent absorber en 1 an, nous avons pêché plus de poissons, coupé plus d'arbres, consommé plus d'eau que ce que la Terre ne peut produire en 1 an.



Economie industrielle



- Toutes nos ressources sont limitées et incompatibles avec une croissance économique durable.
- La seule « ressource » que l'on a choisit de dématérialiser et de rendre potentiellement illimitée, c'est l'argent !
- (Et pourtant, cette création illimitée d'argent nous condamne à une croissance perpétuelle).



Economie industrielle



- Contrairement aux ressources matérielles, la connaissance, elle, est infinie.
- Et la connaissance a toujours été la source de progrès technologique, économique et social.
 - En 1450, l'imprimerie de Gutenberg va permettre une plus large diffusion des connaissances et démarrer l'ère de la Renaissance.
 - En 1784, James Watt invente la locomotive à vapeur et lance la 1^{ère} révolution industrielle.
 - En 1800, Alessandro Volta invente la pile électrique capable de produire du courant quand les 2 pôles sont reliés (2nde révolution industrielle).
 - En 1879, Thomas Edison invente la première ampoule à filament, et construit la première centrale électrique à Manhattan.



L'innovation



Joseph Aloïs Schumpeter (1883-1950) est un économiste hétérodoxe et professeur de Science Politique autrichien (naturalisé américain) connu pour ses théories des fluctuations économiques, la destruction créatrice et l'innovation.

Dans sa Théorie de l'évolution économique (1911), il s'affranchit du cadre néoclassique standard (concurrence pure et parfaite) et insiste sur l'importance de **l'entrepreneur** et du processus de **destruction créatrice** apportée par l'offre de nouveaux produits/procédés sur le marché.

Selon lui, **c'est l'innovation et le progrès technique qui est source de croissance économique.**



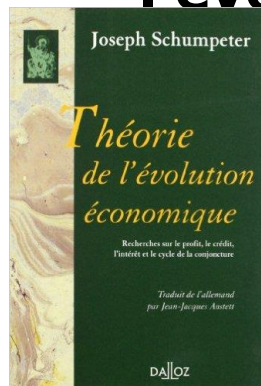
L'innovation



En situation de CPP, les entreprises sur le marché disposent toutes des mêmes techniques de production (les plus efficaces puisque l'information parfaite) et ont donc toutes les mêmes coûts de production et les mêmes rendements.

Schumpeter considère alors que l'équilibre général aboutit à un **état stationnaire** (appelé « *circuit économique* ») qui se reproduit perpétuellement à l'identique.

Schumpeter distingue le « circuit économique » de **l'évolution économique.**



Le circuit est un modèle stationnaire, qui décrit en termes walrasiens une économie sans crédit ni profit (sans R&D et sans progrès technique).

L'évolution naît d'une **rupture endogène des routines** du circuit, que Schumpeter nomme « innovation ».

L'innovation

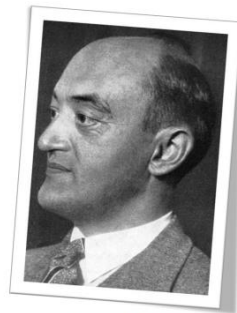


Schumpeter identifie 5 types d'innovations :

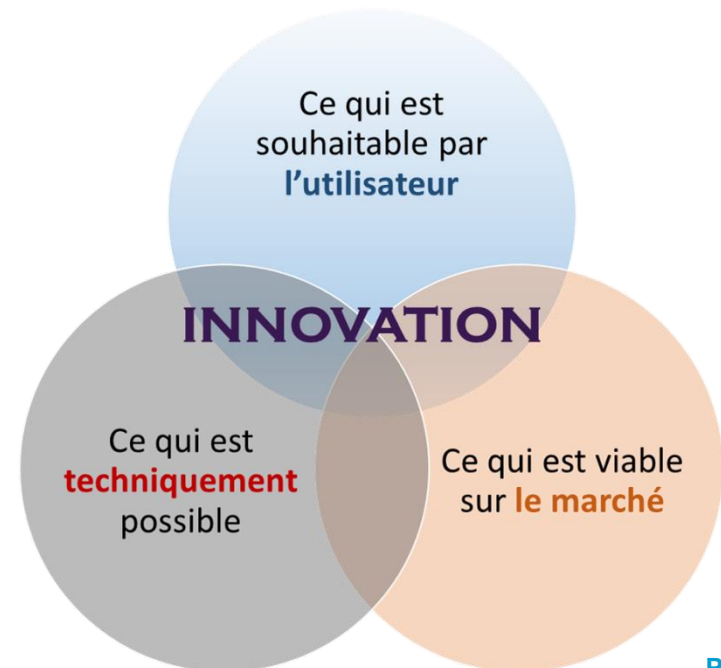
- un nouveau produit
- une nouvelle méthode de production
- un nouveau débouché
- de nouvelles matières premières
- une nouvelle organisation d'un secteur productif.

La destruction créatrice

“ Le nouveau ne sort pas de l'ancien, mais apparaît à côté de l'ancien, lui fait concurrence jusqu'à le ruiner ”



Joseph A.
Schumpeter



L'innovation



Pour Schumpeter, l'innovation est le résultat de la mise en œuvre de nouvelles combinaisons productives permettant de sortir de l'état stationnaire de l'économie (et donc de retrouver les profits et la croissance).

On distingue habituellement 3 types d'innovations :

- 1. l'innovation de produit** correspond à l'apparition d'un produit complètement nouveau ou simplement à l'amélioration d'un produit déjà existant.
- 2. l'innovation de procédé** correspond à l'apparition de nouvelles techniques/méthodes de production.
- 3. l'innovation organisationnelle** correspond à une nouvelle façon d'organiser le travail (taylorisme, fordisme, toyotisme, lean management).

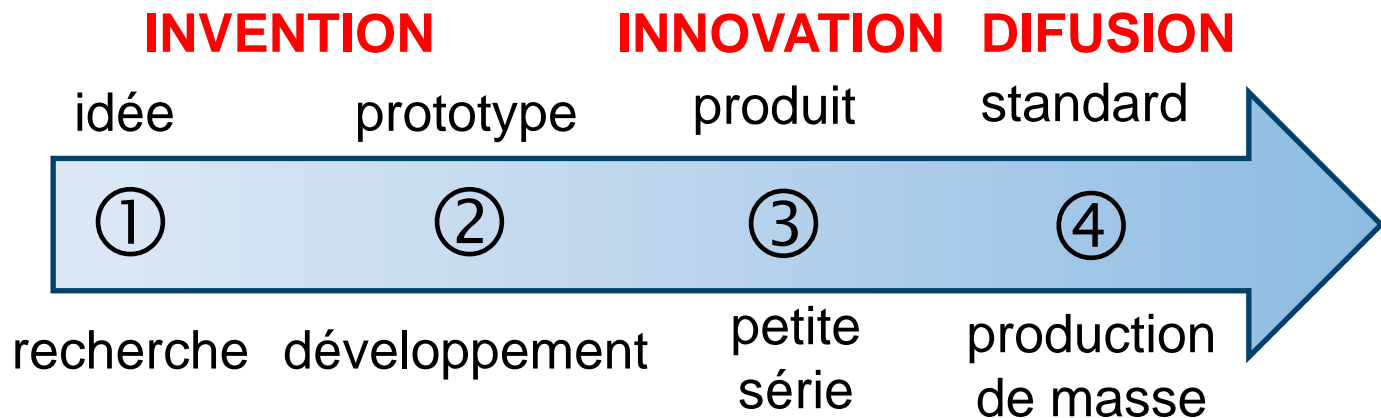


L'innovation



Et le processus est le suivant :

1. **Invention** : production de nouvelles connaissances (sphère scientifique et technologique)
2. **Innovation** : mise en œuvre et application de l'invention = création ou transformation **d'un marché** (sphère économique)
3. **Diffusion** : adoption de ce nouveau dispositif par un grand nombre d'agents économiques

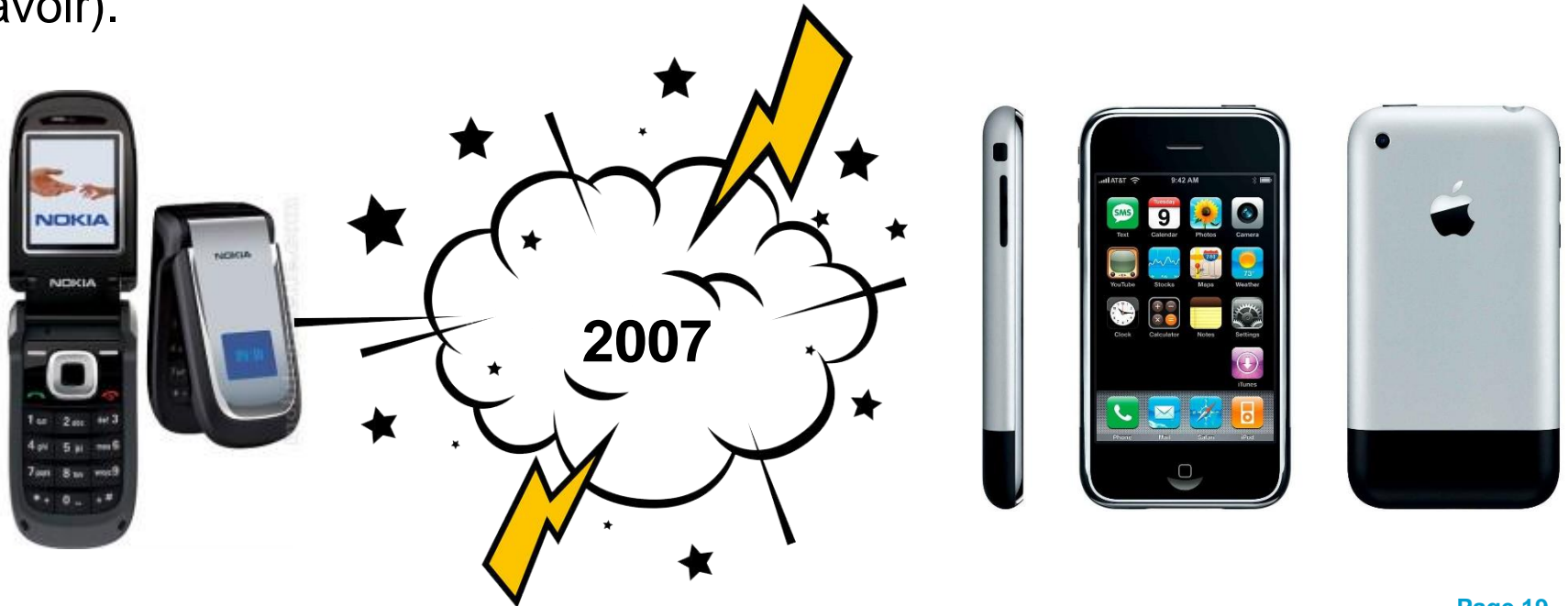


L'innovation



Innovation radicale

L'innovation radicale consiste en une rupture fondamentale dans les catégories de produits ou technologies. Elles sont à l'origine de nouveaux marchés ou transforment radicalement les positions concurrentielles sur un marché existant (fort contenu en nouveau savoir).





Innovations radicales dans l'industrie musicale

1877



Phonographe
Thomas Edison

1888



Gramophone
Emile Berliner

1948



1962



1984



2001



2007



L'innovation



Innovation incrémentale

L'innovation incrémentale consiste à améliorer des produits ou technologies existants sans les transformer en profondeur, et donc sans véritable prise de risque.

Volkswagen Golf (1974-2020)



L'entrepreneur



Chez Schumpeter, il faut distinguer **l'entrepreneur** du simple chef d'entreprise gestionnaire.

« L'entrepreneur est un homme dont les horizons économiques sont vastes, et dont l'énergie est suffisante pour bousculer la propension à la routine et à réaliser des innovations. Il est un véritable aventurier qui n'hésite pas à prendre des risques pour sortir des sentiers battus, pour innover et entraîner les autres hommes à faire autre chose que ce que la raison, la crainte ou l'habitude leur dictent de faire. Il doit vaincre les résistances qui s'opposent à toute nouveauté risquant de remettre en cause le conformisme ambiant ».



L'entrepreneur



3 types de dirigeants

Steve Jobs



L'INVENTEUR
le changement

Carlos Ghosn



LE MANAGER
la gestion

Harry Potter



LE LEADER
le regroupement

L'entrepreneur schumpeterien

L'entrepreneur



3 types de dirigeants

Elon Musk



L'INVENTEUR
le changement

Bill Gates



LE MANAGER
la gestion

Frodon Saquet



LE LEADER
le regroupement

L'entrepreneur schumpeterien

L'entrepreneur



- **Jeff Bezos** a présenté, en mai 2019, son projet d'engin lunaire, le "Blue Moon", capable selon lui de se poser et d'acheminer du matériel sur la lune en 2024.
- **SpaceX** est partenaire de la NASA pour le ravitaillement de la Station spatiale internationale et potentiellement pour du transport d'astronautes. **Elon Musk** annoncé vouloir faire faire le tour de la Lune à un touriste japonais milliardaire... en 2023.
- Musk vs Bezos : La nouvelle guerre des étoiles
<https://youtu.be/9TUu5phrHxM>

L'entrepreneur



L'entrepreneur est avant tout motivé par la réalisation de **profits supplémentaires** (d'où les 5 innovations)

- il a la charge de mobiliser les capitaux financiers afin d'en tirer profit
- il doit mobiliser les ressources disponibles au sein de son organisation afin de la rendre performante
- par l'innovation, il contribue à une rupture dans le circuit économique et contribue ainsi à la dynamique de l'évolution économique.



Le profit n'est donc pas une *rente* mais **la rémunération des risques pris en innovant**. Le profit est la valeur créée par l'entrepreneur-innovant.

La croissance économique



Selon Schumpeter, une innovation n'apparaît jamais toute seule, de manière isolée, mais elle en déclenche d'autres. De la même façon l'entrepreneur est rarement seul, il entraîne avec lui, sous la forme d'un essaim, d'autres entrepreneurs.

En raison des effets de débordement (*spill-over*), les innovations arrivent par grappes. Les brevets, ou le *reverse engineering* permettent de partager l'information et les nouvelles connaissances, qui vont immédiatement donner lieu à de nouvelles innovations.



Ainsi, ces **grappes d'innovations** sont à l'origine des cycles successifs de l'économie et sont étroitement associés aux différentes révolutions industrielles.

La croissance économique



Ces **grappes d'innovations** correspondent à des périodes de l'histoire économique pendant lesquelles les innovations portent leurs fruits, et engendrent (aux plans micro et macro-économiques), **croissance** et prospérité. Il s'ensuit, après quelques années d'exploitation, la fin de la croissance provoquée et de le début de la récession.

Il en résulte une explication des **cycles économiques**, comme le résultat d'une croissance économique non linéaire, mais au contraire saccadée.



Il y a toujours dans l'histoire économique des périodes de **croissance, récession, dépression** et **reprise**.

La croissance économique



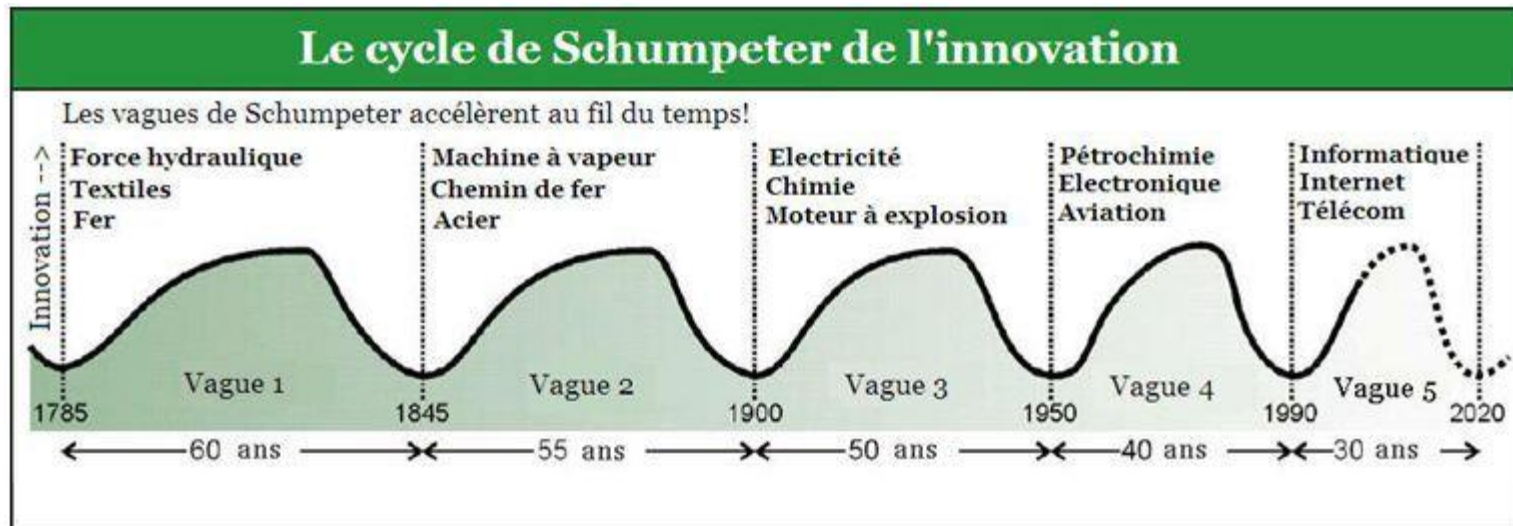
L'entrepreneur innovateur n'est pas la seule figure intéressante, les autres entrepreneurs (copieurs imitateurs) s'en inspirent et se faufilent dans la niche technologique : ils nourrissent ainsi une dynamique de croissance par les opportunités d'investissement qu'ils exploitent, mais provoquent à terme **une saturation du marché** et l'effondrement des capitaux engagés ; d'où la nécessité de continuer à innover.



La croissance économique



Schumpeter associe ces vagues d'innovations à des cycles Kondratieff (50 ans), mais l'histoire montre que chaque innovation majeure lance un cycle d plus en plus court.



La Corée du Sud



- La connaissance est donc source de croissance économique : la Corée du Sud en est l'exemple type.
- La Corée du Sud s'est dotée d'un **ministère de l'économie de la connaissance**, indépendant des finances et de l'industrie.
- La Corée du Sud exporte chaque année 20% de plus que la Fédération de Russie (100 Mds € de plus), avec 3 fois moins d'habitants et 171 fois moins de territoire (donc moins de ressources naturelles).



Son industrialisation a été une des plus rapides au monde et, de 1995 à 2015, le volume de ses exports a été multiplié par 5.

La Corée du Sud



Corée du Sud - Produit intérieur brut (milliards - Dollars)



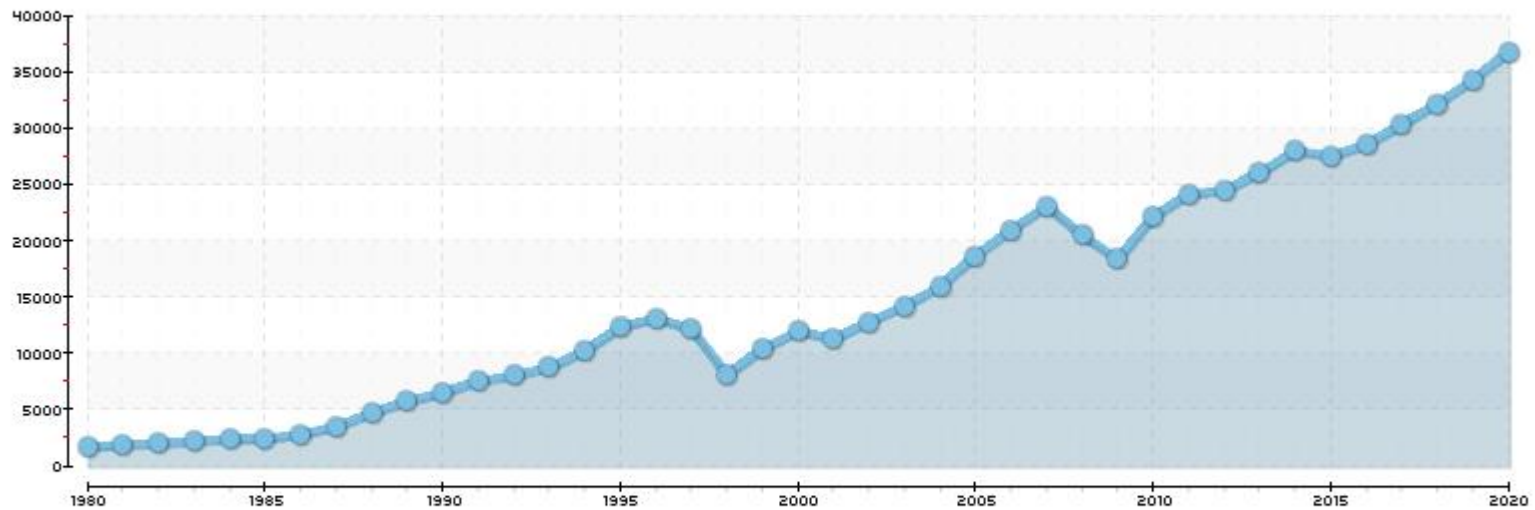
Source : FMI
Années : 2015
Création : Actualitix.com - Tous droits réservés



La Corée du Sud



Corée du Sud - Le produit intérieur brut par habitant (Dollars)



Source : FMI
Années : 2015
Création : Actualitix.com - Tous droits réservés



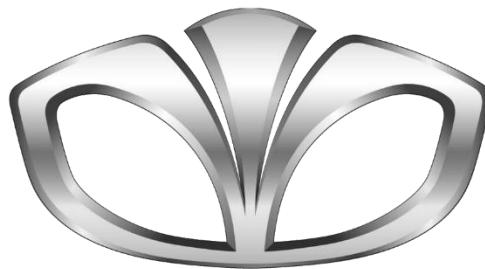
La Corée du Sud



Life's Good



HYUNDAI



DAEWOO



La connaissance



- La connaissance dispose de 3 propriétés qui la rendent très différente des ressources matérielles :
 1. Prolifique
 2. Collective
 3. Pas immédiate



La connaissance : prolifique



- La connaissance est une ressource dont la production se fait à **rendements croissants**.
- A partir de la Révolution industrielle, la production de connaissances augmente de manière exponentielle.
- En 1800, il fallait environ 50 ans pour doubler la connaissance mondiale; 25 ans à la fin de la seconde guerre mondiale; 15 ans dans les années 70. Actuellement, la connaissance mondiale double tous les 7 ans ! (en quantité, pas forcément en qualité).
- En 7 ans, l'humanité produit plus de connaissances qu'elle n'en a produit dans les 15000 dernières années !



La connaissance : collective



2. Collective



WIKIPEDIA
The Free Encyclopedia

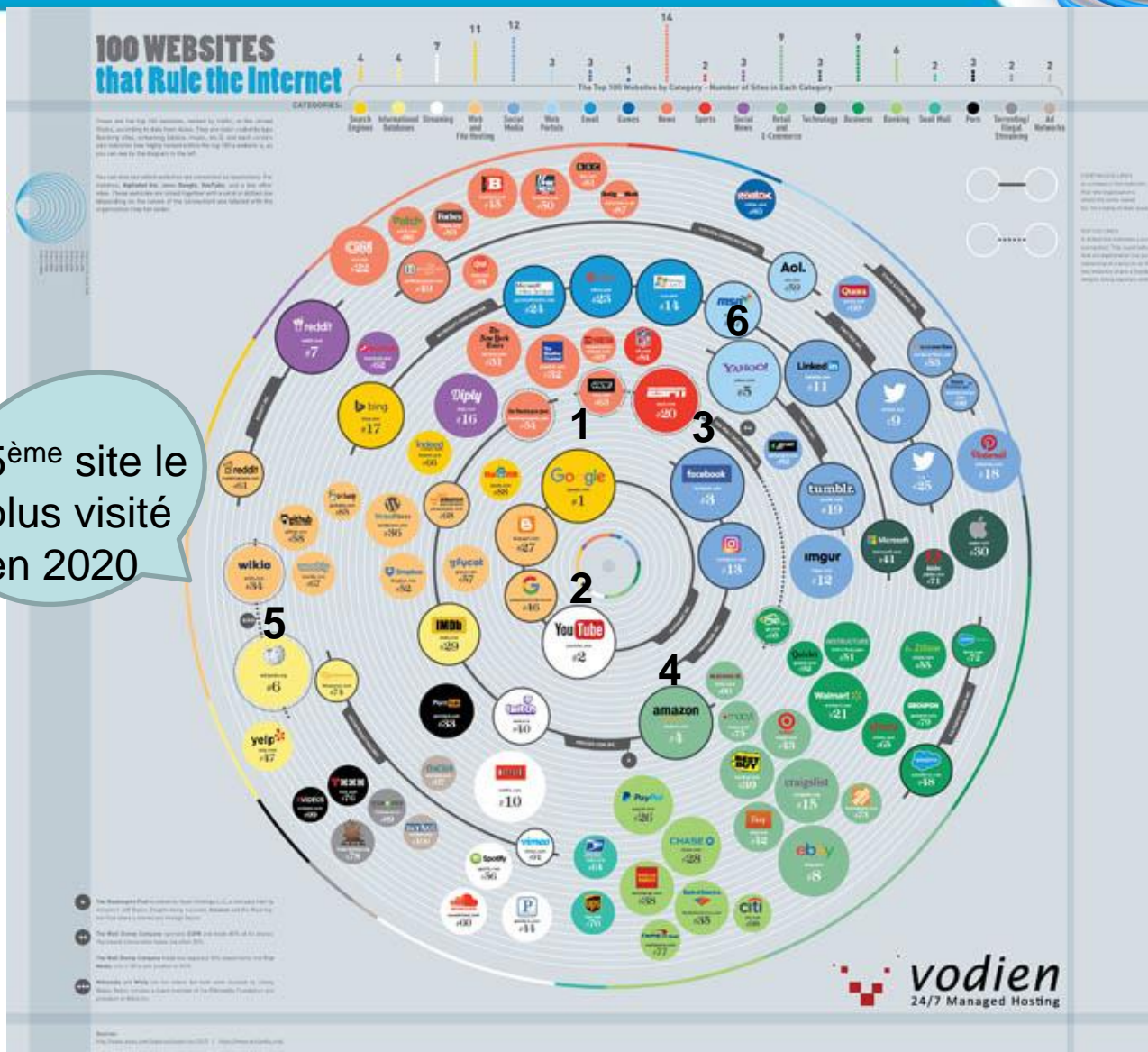


**Jimmy
Wales**

La connaissance : collective



5^{ème} site le plus visité en 2020



La connaissance : collective



- Au début des années 2000, Jimmy Wales décide de créer une encyclopédie (Nupédia) rédigée uniquement par **des experts rémunérés**. La rédaction est lente, soumise à un comité scientifique, et très coûteuse.
- De plus, Wales se heurte à l'homme le plus riche du monde qui, pour son **encyclopédie Encarta**, a les moyens de payer les meilleurs spécialistes dans chaque domaine.
- En 2001, Wales n'a pas d'autre choix que d'innover avec une **encyclopédie libre**, ouverte et gratuite, sur laquelle des dizaines de milliers de personnes vont contribuer chaque jour.



- Au bout de 6 mois seulement, wikipédia dispose de 25 000 pages.

La connaissance : collective



Innovation

ridicule

dangereuse

évidente



La connaissance : collective



Les échanges sont à somme positive

- La connaissance est un bien économique particulier car elle revêt des propriétés qui sont propres aux **biens collectifs** :
 - Non rivalité : les échanges sont à somme positive
 - Non exclusion : personne ne devrait être exclu de l'échange car le rendement SOCIAL est *supérieur* au rendement PRIVÉ



La connaissance : collective



« Le rendement privé de la recherche peut être inférieur à son rendement social. En conséquence, les agents peuvent sous-investir en recherche, se cantonnant aux projets qui ont un rendement privé suffisant, alors que d'autres projets auraient un rendement social élevé mais ont un rendement privé trop faible. La mission de l'État dans un tel cadre est de faire en sorte que l'investissement en recherche soit à la mesure du rendement social de cette activité [...]. L'État dispose pour cela d'une riche palette d'outils : il peut investir lui-même dans un système de recherche publique, comblant directement le déficit en recherche ; il peut encourager les firmes à investir en augmentant le rendement privé, à travers des subventions, des avantages fiscaux ou autres ; il peut tenter de limiter les imperfections des marchés en modifiant le contexte institutionnel dans lequel les agents opèrent (politique de concurrence, législation des brevets). »

Dominique Guellec, Économie de l'innovation, collection Repères, La Découverte, 2009.

La connaissance : collective



- La production de connaissance se fait à un rendement croissant

$$K(a \cup b) > K(a) \cup K(b)$$



La connaissance : pas immédiate



- La connaissance est prolifique et sa production est potentiellement illimitée.
- Si l'on produit des biens à une vitesse exponentielle, il faut également être capable de distribuer et de diffuser à une vitesse exponentielle (autrement, le risque est de stocker une production qui va périr ou devenir inutilisable).
- La connaissance se conserve bien et la fibre optique permet de faire circuler l'information à la vitesse de la lumière (expl. Trading Haute fréquence)
- En revanche, on en produit beaucoup plus qu'on est capable d'en « transférer ».
- Car l'appropriation de la connaissance prend du temps, et demande beaucoup d'attention.



La connaissance : pas immédiate



Les échanges ne sont pas instantanés :

- Connaissance formalisée (transférable)
- Connaissance tacite (difficilement transférable)
- Accumuler des connaissances prend du temps, contrairement à accumuler des biens ou des titres financiers.
- Le flux de connaissance est proportionnel au produit de l'attention par le temps consacré à cette attention



$$\Phi(k) \propto A.t$$

$$\Phi(k)=0 \text{ si } A \text{ ou } t=0$$

La connaissance : pas immédiate



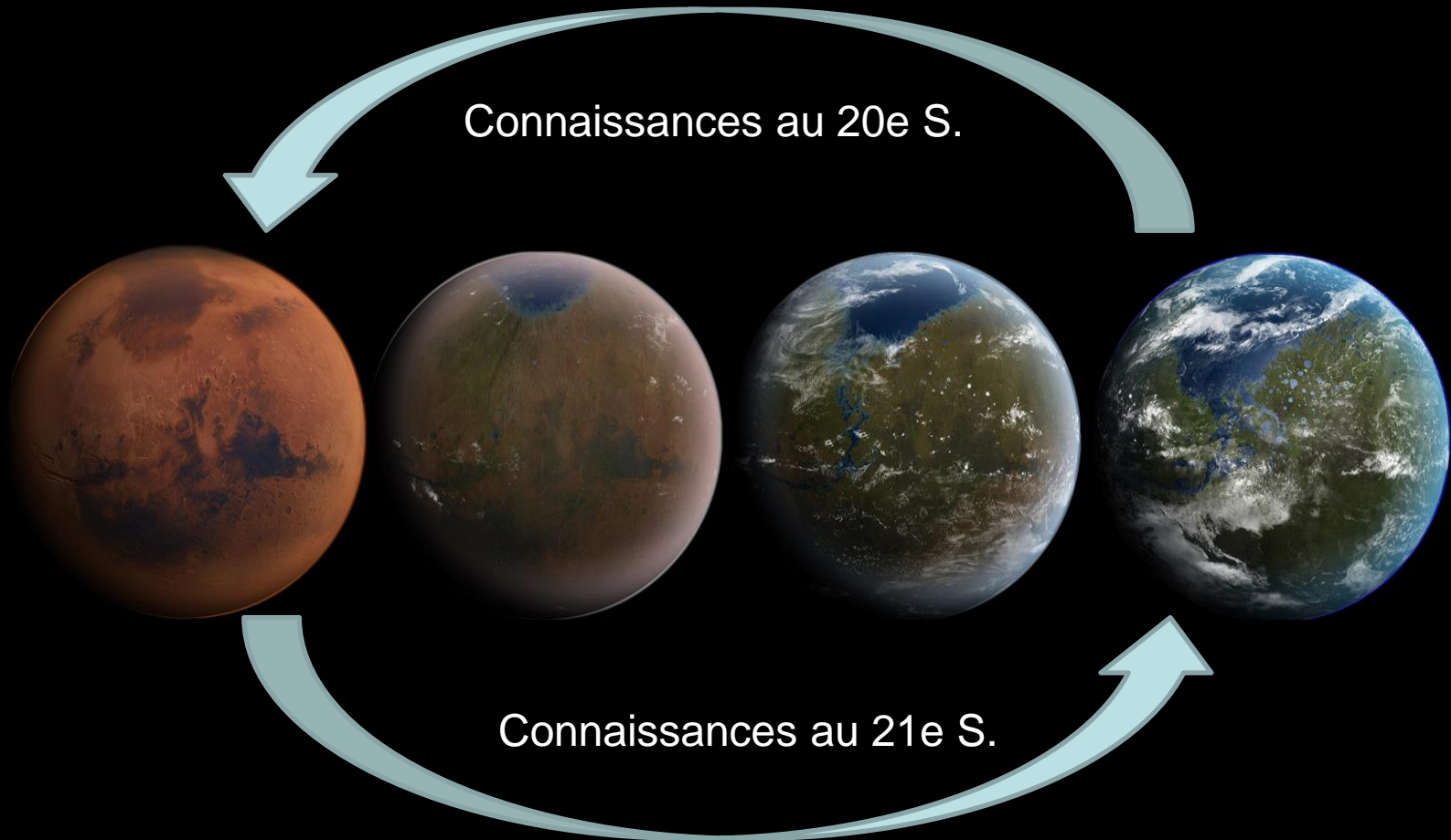
- Ainsi, la connaissance DOIT être partagée, car elle croît beaucoup trop vite pour être expertisée de manière individuelle.
- Imaginiez une économie où :
 - Les ressources sont illimitées
 - Lorsqu'on donne quelque chose, il nous appartient encore
 - $1+1=3$ voire même 5 ou 10.



Connaissance = pouvoir

- Pouvoir au 20^{ème} siècle : destruction massive
- Pouvoir au 21^{ème} siècle : construction massive

Conclusion



Conclusion



ELON MUSK

SPACEX



TESLA MOTORS



« Voulons-nous rester confinés sur une seule planète ou devenir une espèce établie sur plusieurs systèmes solaires ? Je suis convaincu que cette dernière option est la plus excitante et inspirante ».

Conclusion



A l'heure actuelle ses fusées **SpaceX** sont capables de voler à une vitesse de **Mach 30** c'est à dire 30 fois la vitesse du son !

Le lanceur (1^{er} étage) de la fusée Falcon 9 est capable de venir se reposer sur terre.

Les objectifs sont de pouvoir mettre sur orbite des charges lourdes comme des satellites télécoms, mais aussi de ravitailler la Station Spatiale Internationale et de déposer un homme sur Mars avant 2025.



Conclusion



- L'économie de la connaissance correspond donc à l'accroissement de la part des activités intensives en connaissance dans le PIB.
- Ces activités sont habituellement repérées en combinant des indicateurs tels que les dépenses de R&D, le nombre de brevets déposés, le taux d'emploi des travailleurs diplômés et l'intensité de l'utilisation des NTIC.
- De nouvelles catégories d'agents sont impliquées en tant qu'experts de leur propre situation (utilisateur d'une technologie, usager, patient, citoyen), déterminant la formation de communautés de pratiques qui viennent compléter voire rivaliser avec les laboratoires et les organisations spécifiquement dédiées à la production de connaissance.

Conclusion

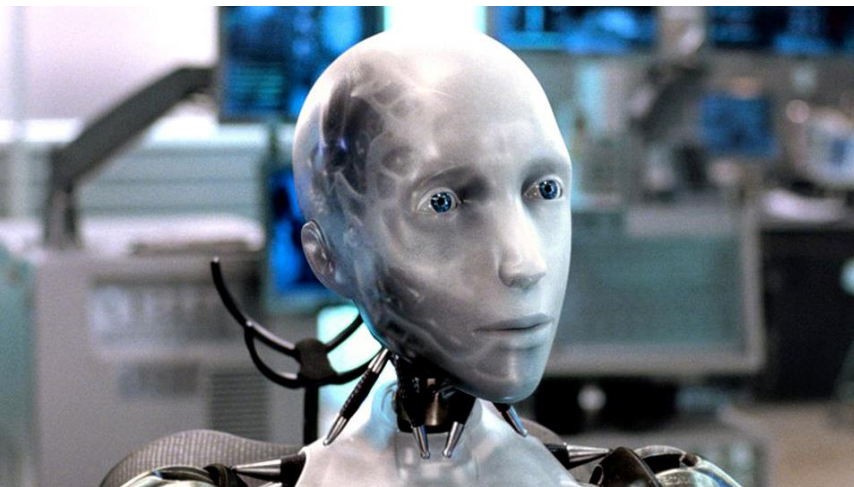


Lancement et atterrissage (19'-28')

Conclusion



- L'intelligence artificielle (IA) est « l'ensemble des théories et des techniques mises en œuvre en vue de réaliser des machines capables de simuler l'intelligence »
- Souvent classée dans le domaine des **sciences cognitives**, elle fait appel à la neurobiologie computationnelle (particulièrement aux réseaux neuronaux), à la logique mathématique (sous-discipline des mathématiques et de la philosophie) et à l'informatique.



- Elle recherche des méthodes de résolution de problèmes à forte complexité logique ou algorithmique de manière à simuler (puis à dépasser) les processus cognitifs humains.