



**LABORATOIRE  
HUBERT CURIEN**

UMR • CNRS • 5516 • SAINT-ETIENNE



**UNIVERSITÉ  
DE LYON**

# Intelligence artificielle et révolution numérique

## L'UNIVERSITÉ POUR TOUS

---

Fabrice MUHLENBACH

<https://perso.univ-st-etienne.fr/muhlfabr/>

e-mail : [fabrice.muhlenbach@univ-st-etienne.fr](mailto:fabrice.muhlenbach@univ-st-etienne.fr)

# Plan

---

## Intelligence artificielle et révolution numérique

1. Les technologies de la révolution numérique : l'intelligence artificielle et la robotique
2. La révolution numérique vue par des philosophes (Michel Serres, Bernard Stiegler) et des scientifiques (Gérard Berry)

# Plan

---

## Intelligence artificielle et *big data*

(14 juin 2018)

1. Pourquoi les données massives rendent l'intelligence artificielle plus performante ?
2. Entreprises disruptives et plateformes (GAFA, BATX et NATU)
3. Les principes de l'ubérisation
4. Conséquences économiques, sociales et effets sur la préservation de la vie privée

# Introduction

- S'il vous plaît... dessine-moi une intelligence artificielle !<sup>1</sup>

Si on demande d'illustrer un système d'intelligence artificielle, nombre d'entre nous aurons envie de représenter une IA par un robot...

Pourtant l'intelligence artificielle et la robotique sont des domaines bien distincts :

→ la plupart des systèmes d'intelligence artificielle fonctionnent dans des machines non robotiques

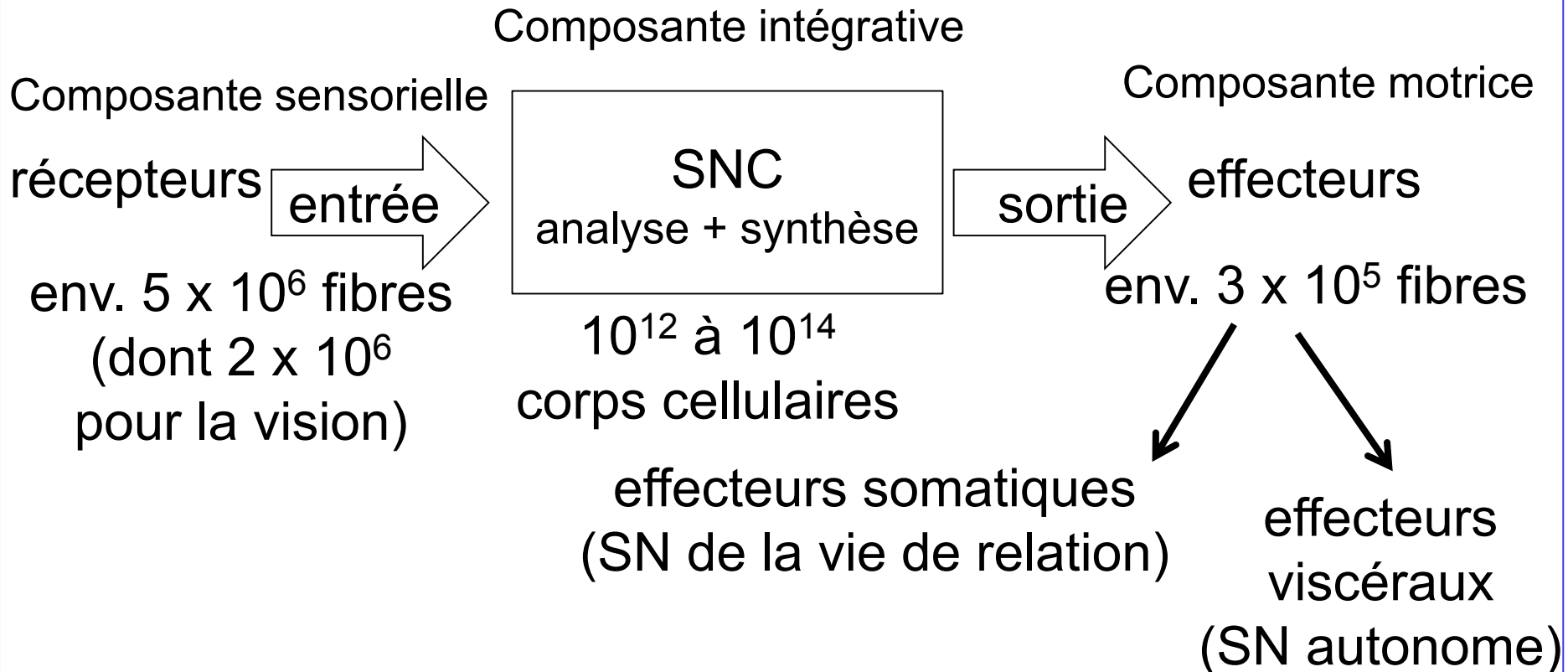
→ la plupart des robots n'effectuent pas leurs tâches à l'aide d'un contrôle opéré par un système d'intelligence artificielle

<sup>1</sup>Croisement audacieux entre *Le Petit Prince* d'Antoine de Saint-Exupéry (1943) et *Les androïdes rêvent-ils de moutons électriques ?* de Philip K. Dick (1968)

# Introduction

- Parallèle avec le système nerveux chez l'être humain

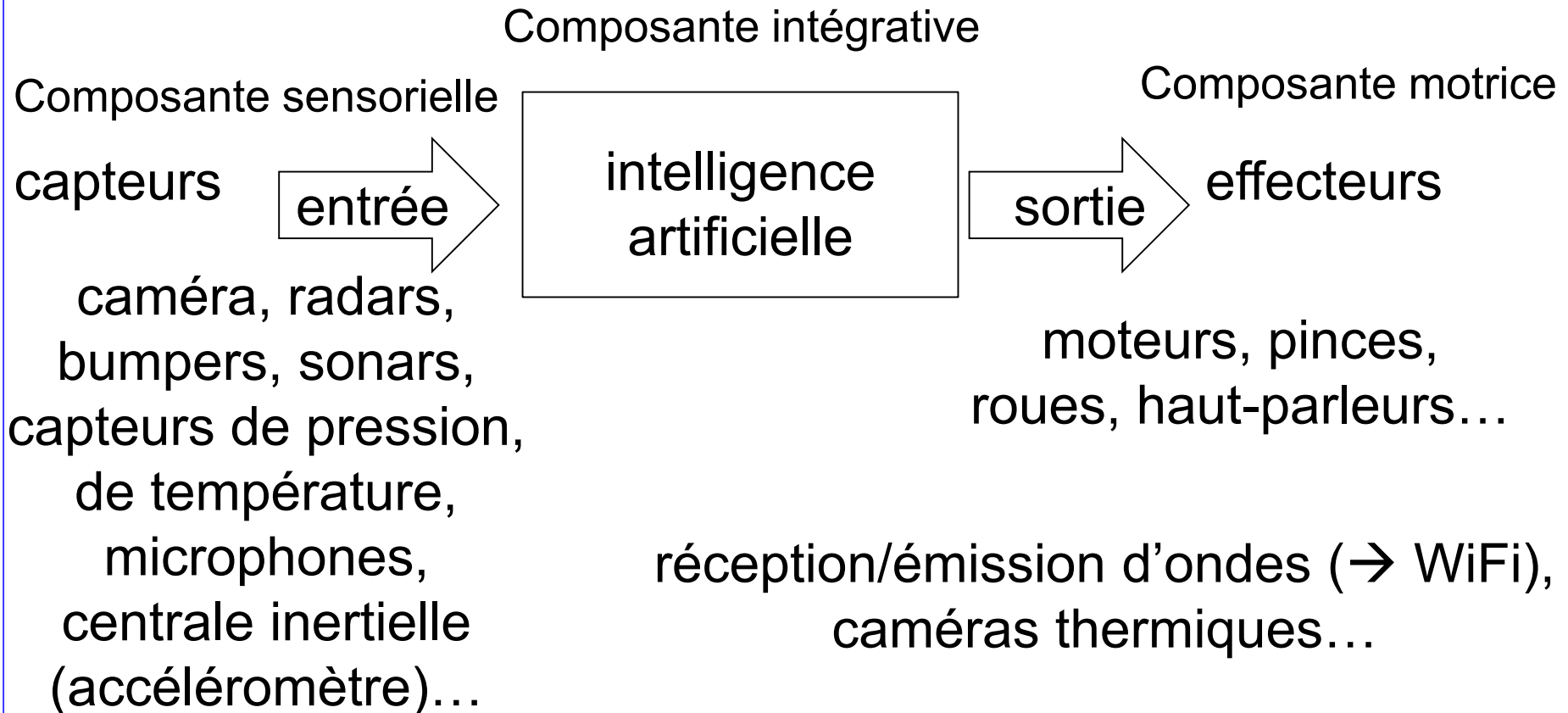
## Organisation du système nerveux chez l'être humain



# Introduction

- Parallèle avec le système nerveux chez l'être humain

## Organisation d'un système artificiel



# Intelligence artificielle et robotique

- Technologies de la révolution numérique

## la révolution numérique ?

- bouleversement des sociétés industrialisées à la suite de l'irruption des technologies numériques
  - années 1980 : ordinateurs domestiques, données numériques
  - années 1990 : accès au web (« phénomène Internet »)
  - années 2000 : mobilité, accès globalisé (smartphone)
- accès à des outils plus nombreux (domotique), plus puissants (en puissance de calcul et mémoire), plus petits (invisibles), plus intelligents, plus autonomes, communiquant entre eux en réseaux, et conférant plus de pouvoir...
- le phénomène « révolution numérique » est structuré par les développements de la robotique et de l'intelligence artificielle

# Intelligence artificielle et robotique

- Technologies de la révolution numérique

*Intelligence  
artificielle  
(ou IA)*



Discipline scientifique dont l'objet est la simulation par machine de processus de la pensée

*Robotique*



Ensemble des techniques permettant la conception et la réalisation de machines automatiques ou de robots

*Robot*



Appareil effectuant, grâce à un système de commande automatique à base de micro-processeur, une tâche précise pour laquelle il a été conçu dans le domaine industriel, scientifique, militaire ou domestique



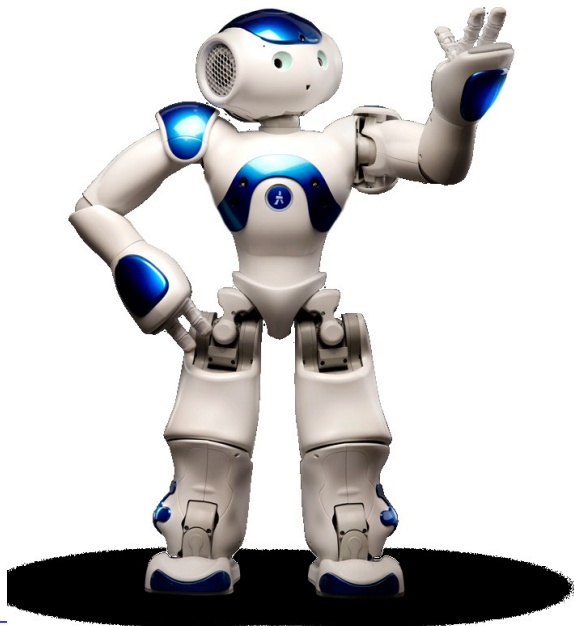
# Intelligence artificielle et robotique

- Technologies de la révolution numérique

## ***Deux interprétations de ce qu'est un « robot »***

→ le robot est vu comme une machine matérielle qui possède des capteurs, un système logique et des actionneurs

→ le robot peut aussi être vu comme une machine virtuelle, un « bot » informatique



# Intelligence artificielle et robotique

- Technologies de la révolution numérique

## ***Pourquoi cette confusion entre robot et IA ?***

- le robot permet une action physique sur le réel
- un programme d'IA reste une entité immatérielle mais peut aussi avoir des actions sur le réel, même si elles sont moins directement visibles (recommandations, prises de décisions...)

## ***Différences entre robot et IA sur le plan économique***

- le robot (matériel) est une machine physique qui coûte cher à fabriquer et qui peut remplacer de la main d'œuvre peu qualifiée
- un programme d'IA est un programme (du logiciel) qui peut être copié et recopié à l'infini sans frais et qui peut remplacer des professions intellectuelles hautement qualifiées

# La révolution numérique vue par...

- Gérard Berry

- informaticien français né en 1948, professeur au Collège de France, membre de l'Académie des sciences et de l'Académie des technologies
- pourquoi et comment le monde devient numérique



# La révolution numérique vue par...

- Gérard Berry

- les grands bouleversements de la révolution numérique :
  - communication : Internet, téléphone portable, tél. gratuit
  - audio-visuel : mp3, photo/vidéo numérique, RDS, TNT, TVHD...
  - services, commerces : en ligne
  - cartographie : cartes & photos interactives
  - transports : GPS, pilotage, sécurité
  - industrie : gestion, outillage, CAO, travail à distance
  - sciences : modélisation et expérimentation numérique
  - médecine : imagerie, chirurgie et prothèses numériques

# La révolution numérique vue par...

## • Gérard Berry

- qu'est-ce que le numérique ?
  - numérique : qui utilise l'information numérisée (nombres)
  - changement : « numérique » à la place de « informatique »
  - derrière le numérique, il y a une science, une technique et une grande industrie (informatique) qui irrigue les autres
  - infestation massive par puces enfouies partout ( $10^{12}$ )
  - les puces peuvent communiquer entre elles sans fil
  - avec de plus en plus d'applications critiques
  - plus de 95% des microprocesseurs produits ne se trouvent pas dans les ordinateurs, ils se retrouvent dans l'informatique embarquée (dans les objets connectés)
  - informatique ubiquitaire : disposition de petits appareils informatiques facilitant l'accès à l'information

# La révolution numérique vue par...

---

- Gérard Berry
- les quatre piliers du numérique :
  1. la numérisation de l'information
  2. la prodigieuse machine à information (plus que l'ordinateur)
  3. la science et la technologie de sa conception à son usage
  4. un espace d'innovation (presque) sans freins

# La révolution numérique vue par...

## • Gérard Berry

- les grands jalons
  - 1930-45 : pionniers (von Neumann, Turing, Eckert...)
  - 1955-75 : centres de calcul, sciences, gestion
  - 1975-80 : mini-ordinateurs, algorithmique, programmation, télécommunications
  - 1980-95 : PC, informatique embarquée, explosion de l'industrie et des applications
  - 1995-2005 : Internet, téléphone portable, naissance des grands réseaux
  - 2005-15 : audiovisuel, informatique nomade, sans fil, sciences, médecine
  - 2015 → : informatique ubiquitaire (changement de nature), objets dans le réseau

# La révolution numérique vue par...

## • Gérard Berry

- autrefois :
  - dépendance information / support (disjonction)
  - livre : texte sur du papier
  - musique : partition (sur papier), interprétation (vinyle)
  - photographie : impression par un procédé argentique
  - forces : traitement par des engrenages
- numérique : transformation de ces choses en nombres
  - livre : e-book (e-pub, pdf)
  - musique : partition (midi), ondes sonores codées (mp3)
  - photographie : carte de points (pixels) ou de vecteurs
  - forces : servomoteurs (système motorisé capable d'atteindre et maintenir des positions prédéterminées)



# La révolution numérique vue par...

## • Gérard Berry

- indépendance et convergence : tout type d'information est codée en nombres, unification de l'information
- exporter et transformer l'information
- algorithmes génériques :
  - copier à l'infini sans aucune modification
  - stocker, diffuser, comprimer, crypter, etc.
- algorithmes spécifiques
  - textes : recherche, correction orthographique
  - sons, images : compression, amélioration
  - forces : mesures, contrôle
  - nombres : opérations, cryptage, matrices, résolution d'équation
  - formules mathématiques : calcul formel

# La révolution numérique vue par...

## • Gérard Berry

- application de l'informatique dans les autres sciences
  - observation par instruments numériques (ex. : Hubble)
  - calcul automatique à très grande échelle
  - raisonnements logiques à très grande échelle
  - très grandes statistiques
  - conduites d'expériences virtuelles
  - validation par l'observation réelle
  - humanités numériques (*digital humanities*) :  
domaine de recherche, d'enseignement et d'ingénierie au  
croisement de l'informatique et des arts, lettres, sciences  
humaines et sciences sociales
    - bouleversements des conditions de production et de  
diffusion des savoirs, nouveaux paradigmes

# La révolution numérique vue par...

- Gérard Berry
- mouvance des spectres scientifiques
  - autrefois : des savants à large spectre  
les Grecs, Archimède, Léonard de Vinci, Gauss
  - au XX<sup>e</sup> siècle : des domaines bien identifiés  
avec prédominance de la notion de spécialiste  
est-on allé trop loin, au point de perdre le public ?
  - au XXI<sup>e</sup> siècle : retour au large spectre  
mais avec des connaissances locales bien supérieures  
dans des équipes pluridisciplinaires  
et en tirant parti de toutes les possibilités de l'informatique

# La révolution numérique vue par...

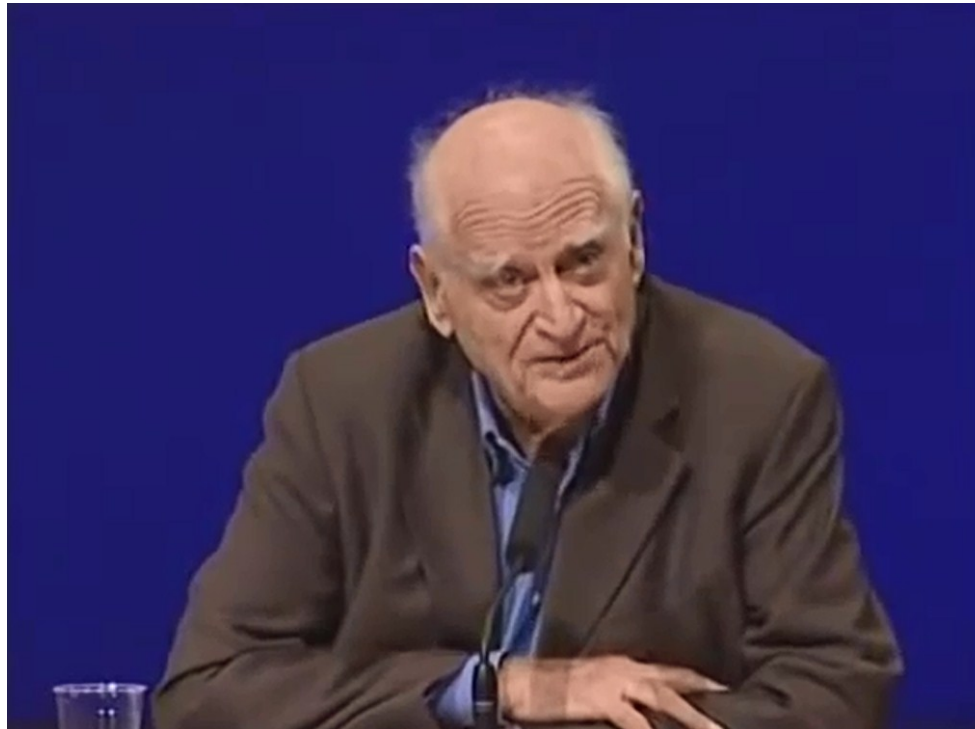
- Gérard Berry

- la science n'a jamais été aussi large ni aussi passionnante
- la révolution numérique → la science devient composite
- possibilité de s'attaquer aux problèmes globaux :
  - ✓ compréhension de l'univers
  - ✓ compréhension de la vie
  - ✓ compréhension de la pensée
- actions sur la santé, le climat, l'énergie, l'écologie, etc.
- moyens d'investigation et d'action décuplés
- le travail pluridisciplinaire en équipe devient naturel

# La révolution numérique vue par...

- Michel Serres

- philosophe, historien des sciences et homme de lettres français, membre de l'Académie française (né en 1930)
- les nouvelles technologies, révolution culturelle et cognitive



# La révolution numérique vue par...

- Michel Serres

- Tentatives de définition de la « révolution numérique »
  - évolution ou révolution ?
  - progrès ?
  - nouveauté ?
- Tout être vivant (cellule, tissu, organe, espèce...) peut se caractériser par 4 fonctions :
  1. il stocke de l'information
  2. il traite de l'information
  3. il émet de l'information
  4. il reçoit de l'information
- mais caractéristique aussi commune des objets inertes (cristal, roche, océan, étoile, galaxie...) ou des collectifs

# La révolution numérique vue par...

- Michel Serres

- information à entendre dans le sens de la « théorie de l'information » (→ voir les travaux de Claude Shannon) : notion de **néguentropie** (une chose improbable a plus d'information qu'une chose probable)
  - ordinateur = matériel (hardware) + logiciel (software)
  - couple support (matériel) / message (logiciel)
  - machine nouvelle, machine innovante
- **changement du point de vue du temps**
- l'ordinateur n'est qu'un avatar du couple support / message, dès l'âge oral, le support matériel était le corps (aède) et le message est donné par la voix
  - changement avec l'apparition de l'écriture (argile → papier)

# La révolution numérique vue par...

- Michel Serres

- **changement du point de vue du temps**

- transformations touchant le droit (serment → signature)
  - transformations touchant les échanges (trocs → monnaie)
  - transformations touchant la géométrie, la religion (monothéisme : religion du Livre)
  - arrivée de l'imprimerie : pédagogie, Renaissance, institutions bancaires, Réforme, sciences expérimentales...
- la révolution numérique est un nouveau changement du couple support / message



# La révolution numérique vue par...

- Michel Serres

- **changement du point de vue de l'espace**

- adresse, espace métrique :  
pays, ville et code postal, rue, numéro, escalier...
- nouvelle adresse : numéro de portable, e-mail
- n'importe qui peut appeler n'importe qui de n'importe où
- pas de raccourcis de distance, les nouvelles technologies les annulent (espace topologique : espace de voisinage)
- changement d'espace

# La révolution numérique vue par...

- Michel Serres

- **changement du point de vue cognitif et des relations humaines**

- dans un ordinateur :
  - mémoire colossale
  - images
  - processus rationnels (démonstrations)...
- connaissance humaine : faculté de mémoire, faculté d'imagination et faculté de raison
  - ➔ 3 composantes de la cognition humaine
- ces 3 composantes existent dans l'ordinateur
- l'ordinateur est un outil universel pour mimer et externaliser

# La révolution numérique vue par...

- Michel Serres

- **changement du point de vue cognitif et des relations humaines**

- est-ce nouveau ?
- Montaigne :  
« je préfère une tête bien faite à une tête bien pleine »
- avant l'arrivée de l'imprimerie, il fallait connaître par cœur les textes auxquels on n'avait pas accès
- on a perdu la mémoire avec l'externalisation
- au moment de l'arrivée de l'écriture, on a perdu un certain type de mémoire
- on passe son temps à « perdre » mais nos fonctions sont externalisées, le numérique permet la plus extraordinaire externalisation de nos fonctions intellectuelles

# La révolution numérique vue par...

- Bernard Stiegler

- philosophe français (né en 1952)
- travaux : enjeux des mutations actuelles (sociales, politiques, économiques, psychologiques) portées par le développement technologique et notamment les technologies numériques



# La révolution numérique vue par...

- Bernard Stiegler

- Sources : Bernard Stiegler, *La Société automatique : 1. L'avenir du travail*, Fayard (2015)
- polarisation du marché du travail :
  - postes hyper-qualifiés à hauts salaires
  - postes peu qualifiés à bas prix
  - avec un écart entre les deux pôles qui ne cesse de se creuser
  - → mutations nécessaires de l'emploi

# La révolution numérique vue par...

- Bernard Stiegler

- la révolution numérique, le travail et l'emploi  
→ conséquences sur la prolétarianisation
  - on ne peut que servir le système
  - on ne peut pas comprendre comment fonctionne le système
  - on ne peut pas changer le système
  - on ne peut pas critiquer le système

# La révolution numérique vue par...

## • Bernard Stiegler

- la révolution numérique a engendré des phénomènes
  - d'hyper-prolétarianisation : ni capital ni moyens de production pour subvenir aux besoins → nécessité du travail salarié
  - d'extrême taylorisation : organisation scientifique du travail (division du travail, modes et techniques de production)
  - d'extrême rationalisation : réorganisation des méthodes de production afin d'accroître l'activité économique
  - résultat : les tâches sont tellement parcellisées et tellement formalisées que l'on n'a plus besoin des employés
  - les employés peuvent être de plus en plus remplacés par des programmes d'IA ou des robots

# La révolution numérique vue par...

- Bernard Stiegler
- à partir du moment où les robots remplacent les employés
  - les employés n'ont plus de salaires
  - donc ils n'ont plus de pouvoir d'achat
  - les robots produisent mais il y a de moins en moins de gens pour acheter ce qu'ils produisent
  - résultat : effondrement macro-économique inéluctable ?



# La révolution numérique vue par...

- Bernard Stiegler
- proposition de Bernard Stiegler :
  - la disparition de l'emploi doit être transformée en chance
  - redistribution sur un autre critère que l'emploi :

**le travail**

# La révolution numérique vue par...

## • Bernard Stiegler

- qu'est-ce que le travail ?
- attention, dans cette vision : travail  $\neq$  emploi
- le travail est ce qui ne peut pas être automatisé
- un travailleur, qui a un vrai savoir, produit de la différenciation, de la diversité
- ceci permet d'augmenter la complexité et la diversification d'un système pour le rendre plus résilient
- nécessité de produire de l'intelligence collective
- → la perte de l'emploi est une chance à condition de le transformer en économie du travail contributif, dans une économie contributive, basé sur un revenu contributif

# La révolution numérique vue par...

- Bernard Stiegler

- perte de l'emploi :  
transformer l'emploi en économie du travail contributif, dans une économie contributive, basé sur un revenu contributif
- comment ?
- au moyen des technologies numériques :  
c'est un « *pharmakon* », à la fois un poison et un remède
- si on n'a pas de politique sur les technologies numériques, si on n'en a pas une intelligence individuelle et collective, si on ne prescrit pas de nouvelles façons de s'en servir, alors on permet à des prédateurs (p. ex. : Uber) de capter toute la valeur possible tout en détruisant les sociétés

# La révolution numérique vue par...

- Bernard Stiegler

- transformer l'emploi en économie du travail contributif, dans une économie contributive, basé sur un revenu contributif  
→ au moyen des technologies numériques
- au moyen des technologies numériques :  
c'est un « *pharmakon* », à la fois un poison et un remède
- alternative : on va s'emparer de ces technologies pour reconstruire une société sur des bases nouvelles
- pour cela, il faut s'en donner les moyens

# La révolution numérique vue par...

- Bernard Stiegler

- exemple : les *smart cities*

- 2 manières de voir les *smart cities* :

1. manière dominante (qui repose sur les *big data*) :  
remplacer toutes les décisions par des algorithmes  
→ tout est automatisé : flux d'automobiles, transports publics, surveillance des crimes, etc.  
ex. : Alan Greenspan (2008) → crise des subprimes  
→ technologies d'automatisation des marchés financiers
2. manière alternative (qui repose sur l'augmentation de l'intelligence collective des habitants de la cité) :  
utilisation des capteurs non pour déclencher des algorithmes mais pour convoquer des réunions d'habitants  
→ discussions → prise de décisions

# La révolution numérique vue par...

- Bernard Stiegler

- l'économie, au sens premier, c'est « prendre soin de sa maison » (économie domestique)
- aujourd'hui, l'économie ne signifie plus « prendre soin » parce qu'elle est devenue ultra-spéculative
- il faut reconstruire une économie qui repose sur les savoirs
- savoirs : façon de prendre soin à travers ce que l'on sait des objets de ce savoir
- l'économie est une manière de redévelopper du soin, collectivement, à l'échelle de tout un territoire et réorganiser la société sur cette base
- permet aussi de développer de la « solidarité organique »

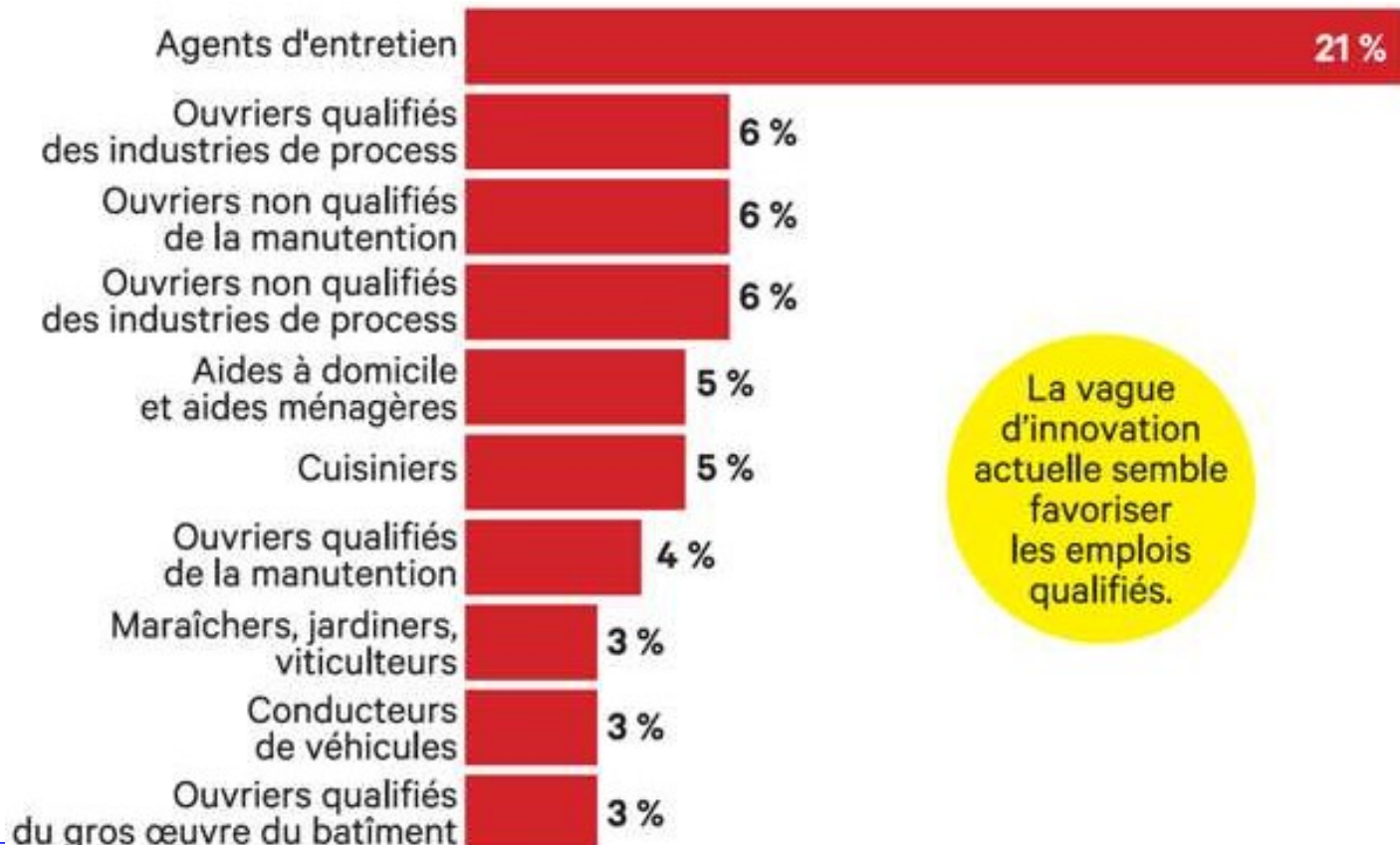
# Conclusion

## • Révolution numérique, travail et emploi

- rapport du conseil d'orientation pour l'emploi (COE) (2016) :
  - COE : organisme de réflexion placé sous l'autorité du Premier Ministre
  - étude de l'impact de la robotique, de l'intelligence artificielle, d'Internet des objets et du Big Data sur le marché du travail
  - combien de destructions d'emplois ?
  - combien d'emplois maintenus mais dont le contenu va évoluer ?
  - quels sont les métiers promis à disparaître ou à muter ?
  - moins de 10 % des emplois sont menacés = 1,49 M<sup>o</sup>  
(part des emplois ayant a un indice d'automatisation élevé)
  - ...mais près de un sur deux a de fortes chances d'être **transformé**

# Conclusion

- Révolution numérique, travail et emploi
- rapport du conseil d'orientation pour l'emploi (COE) (2016) :
  - emplois les plus exposés (par l'automatisation)

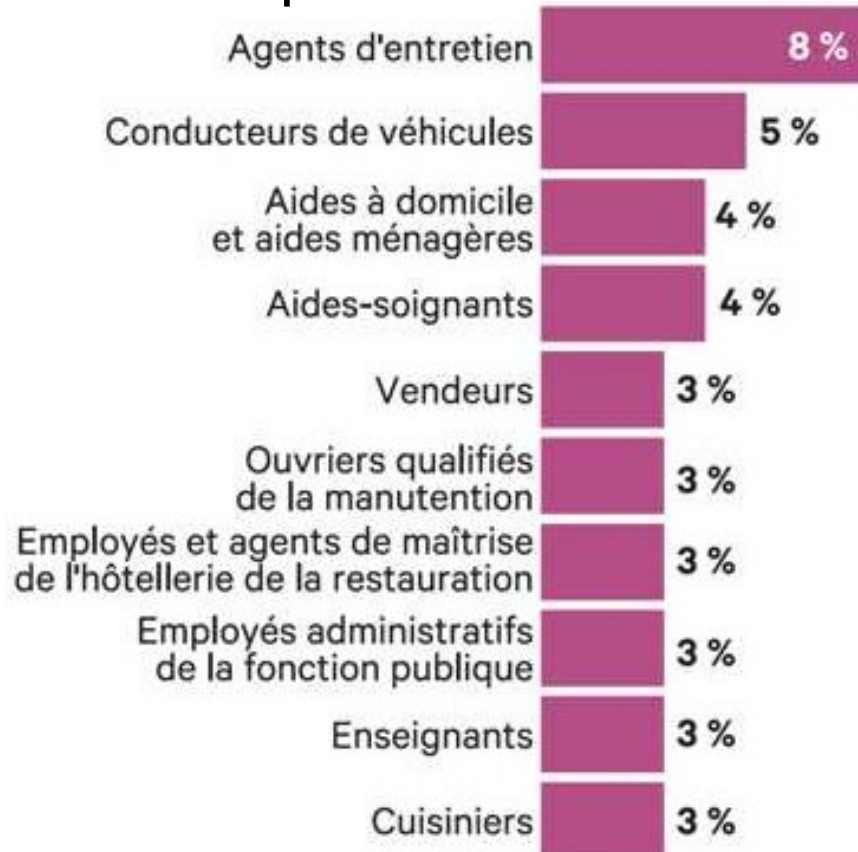


La vague d'innovation actuelle semble favoriser les emplois qualifiés.



# Conclusion

- Révolution numérique, travail et emploi
- rapport du conseil d'orientation pour l'emploi (COE) (2016) :
  - métiers les plus susceptibles d'évoluer



# Conclusion

## • Révolution numérique, travail et emploi

- rapport du conseil d'orientation pour l'emploi (COE) (2016) :
  - métiers les plus concernés (grands volumes représentés) :
    - agents d'entretien (320 215)
    - ouvriers qualifiés des industries de *process* (95 545)
    - ouvriers non qualifiés de la manutention (86 000)
    - les agents d'entretien sont plus présents, en volume, que les conducteurs de véhicules, les aides à domicile et les aides ménagères
  - création d'emplois ?
  - potentiel réel de création mais dont l'ampleur est difficile à quantifier : potentiel « significatif » dans le numérique et potentiel « plus mesuré » dans la robotique

# Références

- Gérard Berry : leçons inaugurales au Collège de France :  
<https://www.youtube.com/watch?v=k9VvGX7-nzU>  
<http://www.college-de-france.fr/video/gerard-berry/2008/berry-20080117.mp4>  
<https://www.youtube.com/watch?v=sBFBU1Ri6Lo>  
*Pourquoi et comment les sciences deviennent numériques ?*
- Michel Serres :  
<https://www.youtube.com/watch?v=ZCBB0QEmT5g>
- « La faim du travail » #DATAGUEULE 62 (Bernard Stiegler)  
<https://www.youtube.com/watch?v=4n2tWyluA8g>
- Intervention de Laurent Alexandre au Sénat le 19 janvier 2017 : audition publique, ouverte à la presse, sur « l'intelligence artificielle » (devant l'OPECST, l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques) : <https://www.youtube.com/watch?v=rJowm24piM4>