

Digital  
Center

17  
MAI

# DIGITAL FORUM TSE

Hôtel Marriott Opéra, Paris

INTELLIGENCE  
ARTIFICIELLE





17  
MAI

# DIGITAL FORUM TSE

## INTELLIGENCE ARTIFICIELLE ET EMPLOI

François Poinas



Digital  
Center

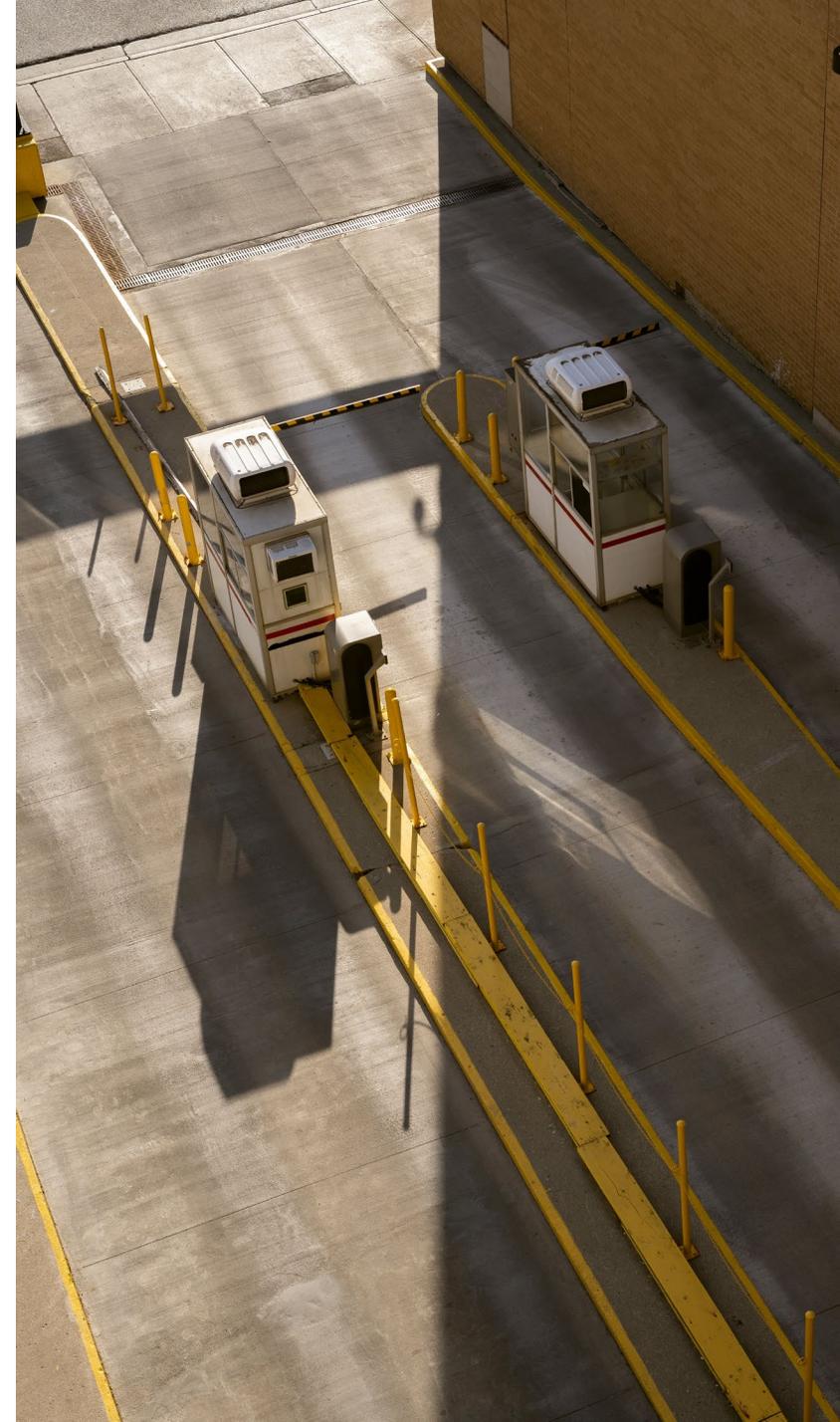
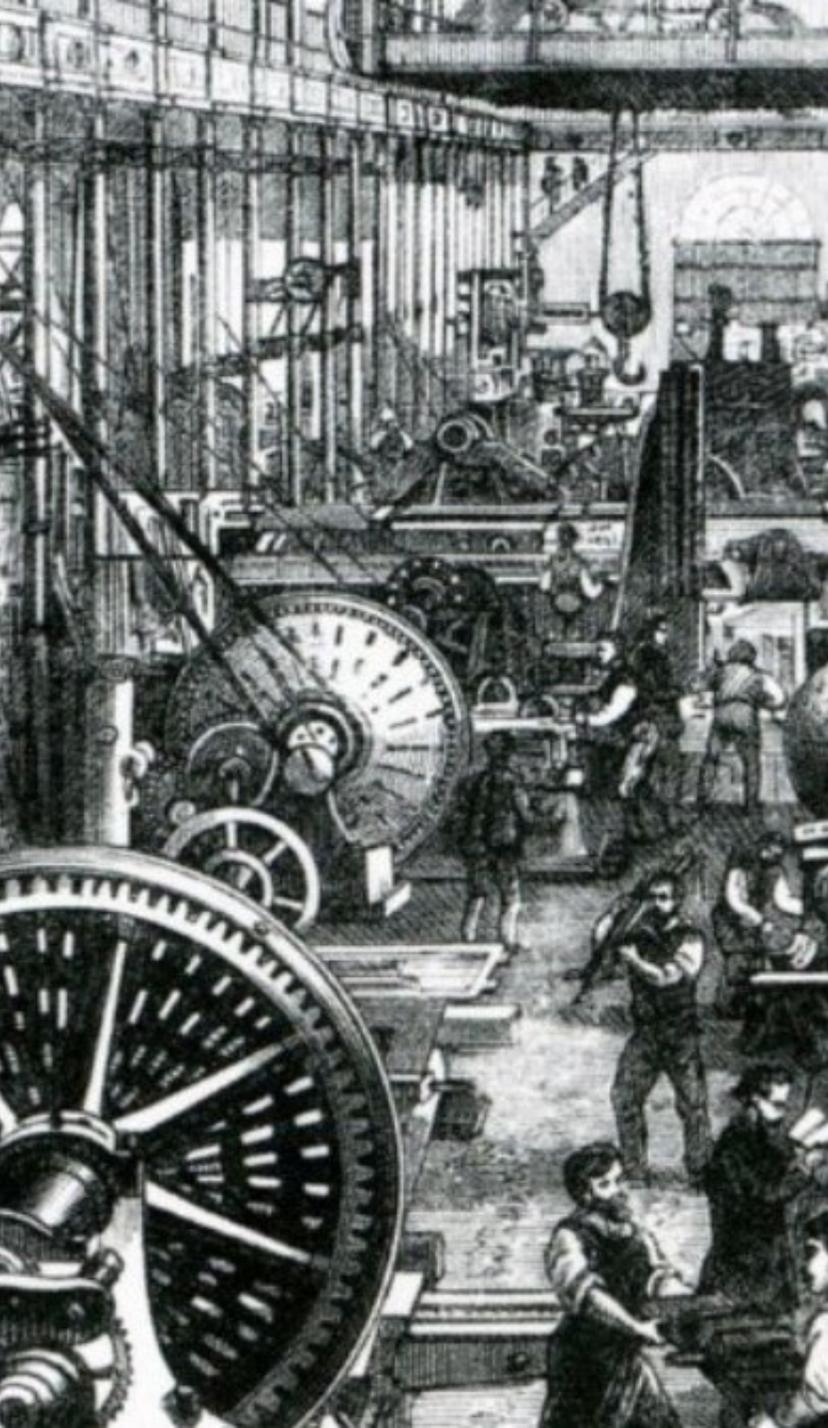


« L'automatisation des usines a déjà décimé les emplois dans la fabrication traditionnelle, et la montée de l'intelligence artificielle est susceptible d'étendre cette destruction d'emplois aux classes moyennes, n'épargnant que les fonctions les plus exigeantes, créatives et de supervision. »

Stephen Hawking, 2016

« Les robots seront capables de tout faire mieux que nous. »

Elon Musk, 2017



# QUESTIONS

L'intelligence artificielle entraînera-t-elle la fin de l'emploi ?

S'il reste de l'emploi, à quoi va-t-il ressembler ?

Calcul

Traitement de données

Reconnaissance de tendances

Prédiction

Coordination des différents sens

Résolution de problèmes variés

Jugement

Prise de décisions

Créativité

Communication



Calcul

Traitement de données

Reconnaissance de tendances

**Prédiction**

Coordination des différents sens

Résolution de problèmes variés

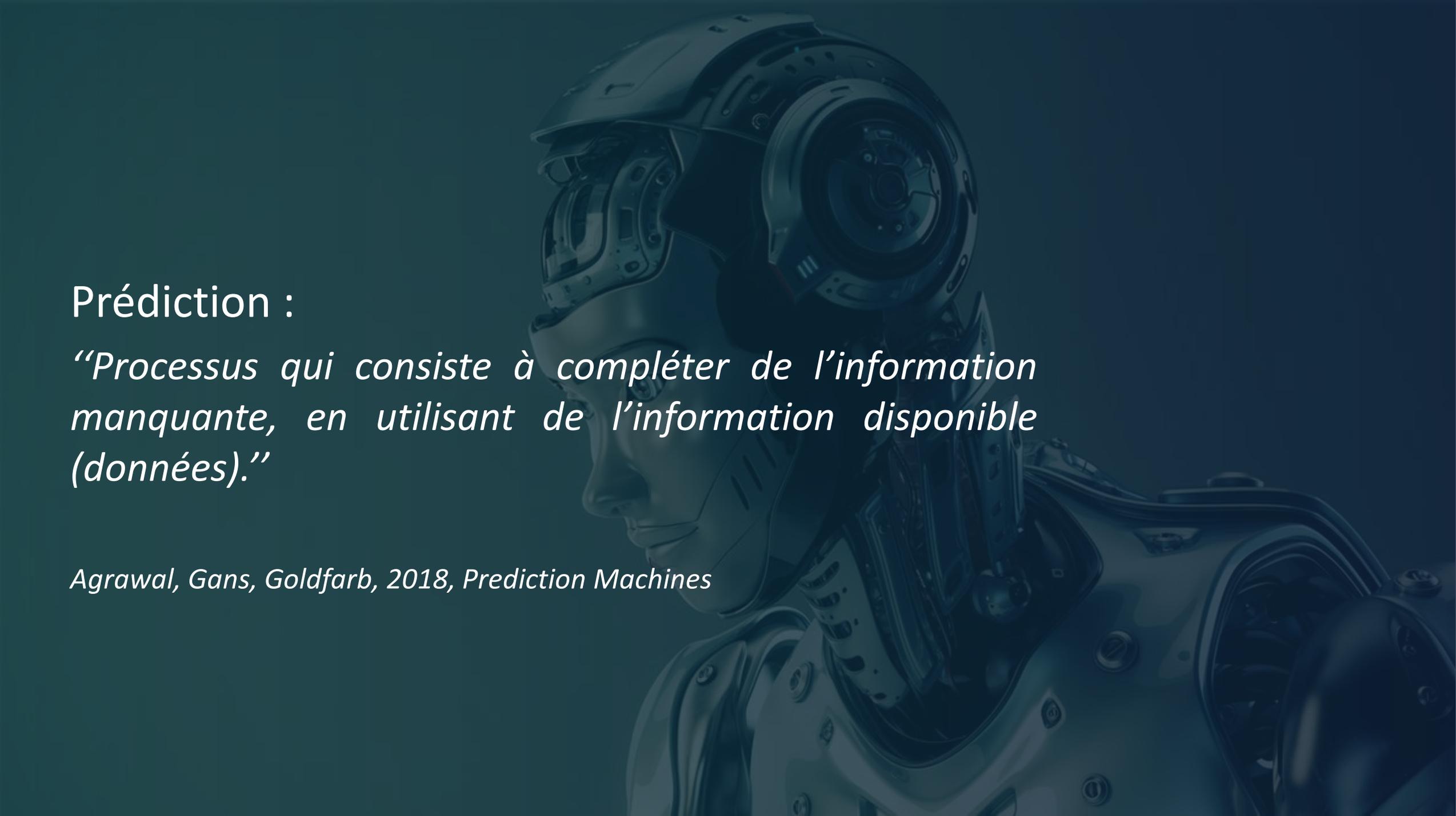
Jugement

Prise de décisions

Créativité

Communication

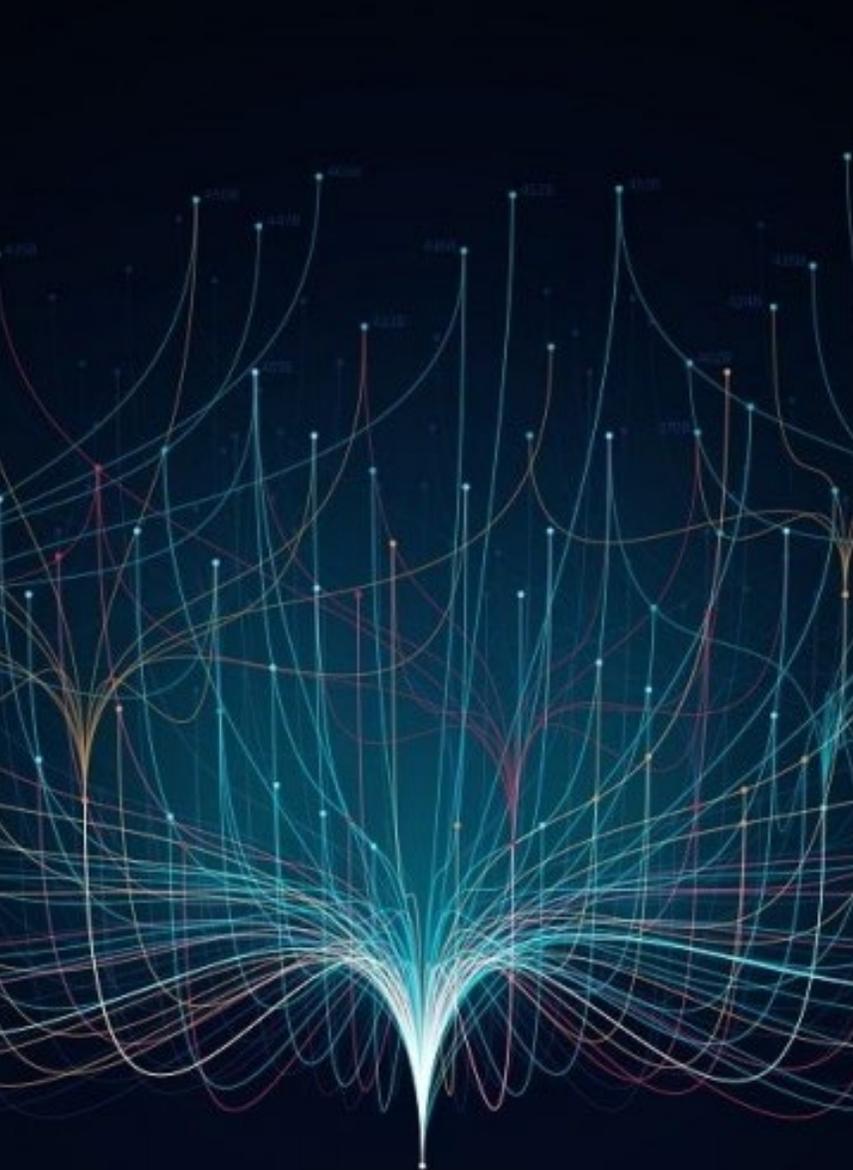




Prédiction :

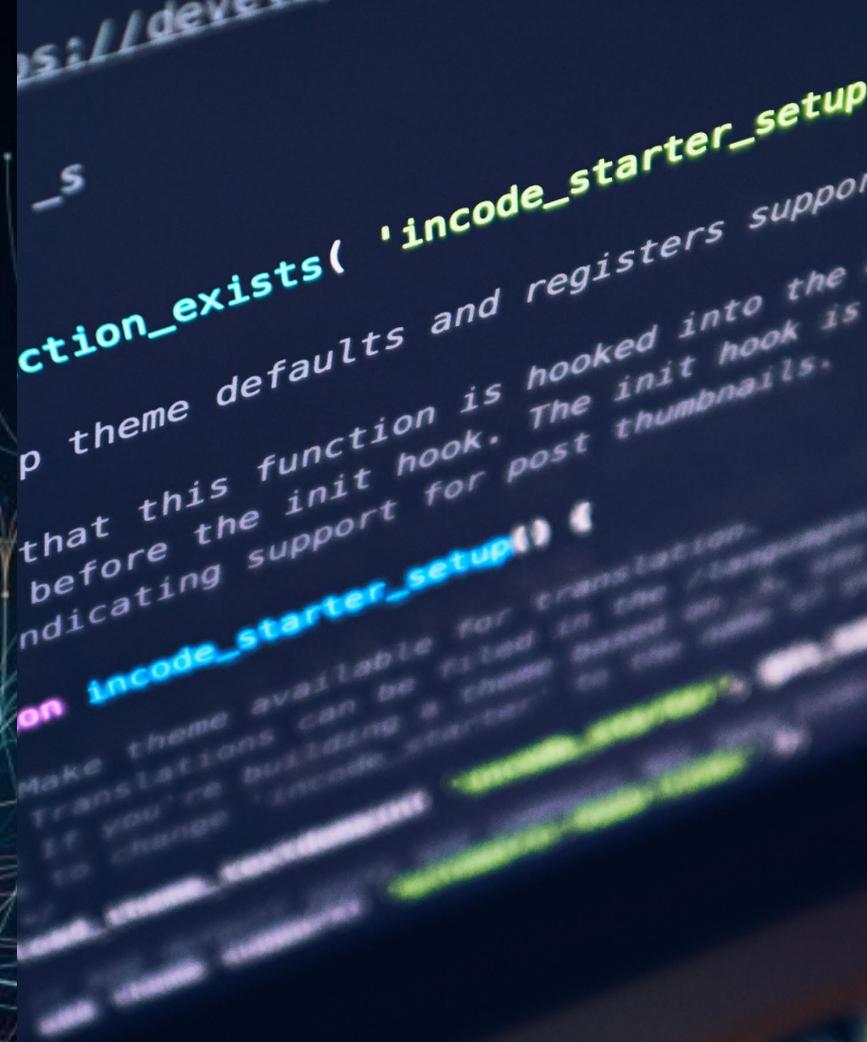
*“Processus qui consiste à compléter de l’information manquante, en utilisant de l’information disponible (données).”*

*Agrawal, Gans, Goldfarb, 2018, Prediction Machines*



**BIG DATA**

---



**MACHINE LEARNING**

---



**PUISSANCE DE CALCUL  
ET DE STOCKAGE**

---

# DÉVELOPPEMENT DE L'IA

\$  
Coût de la  
Prédiction



# APPLICATIONS ATTENDUES

Monday, 20/05/2014
Open: 2.00
High: 2.00
Low: 1.00
Close: 2
Volume: 100,000
MA(5): 2.0000
MA(10): 1.5000
MA(20): 1.5000
MA(50): 0.5000
MA(100): 0.5000
MA(200): 0.5000
MA(500): 0.5000
MA(1000): 0.5000
MA(2000): 0.5000
MA(5000): 0.5000
MA(10000): 0.5000



APPLICATIONS INATTENDUES

你好

---

Hello

---

Bonjour

Hola



Self-Driving

48  
mph

Autonomous  
Mode

MOBI

INFORMATION

NETWORK

DRIVER

Autonomous  
Sensing  
/Communication  
/Safety  
Navigation  
AI/ML  
/Ecology

# MODÉLISATION



CAPITAL

TRAVAIL

PROCESSING



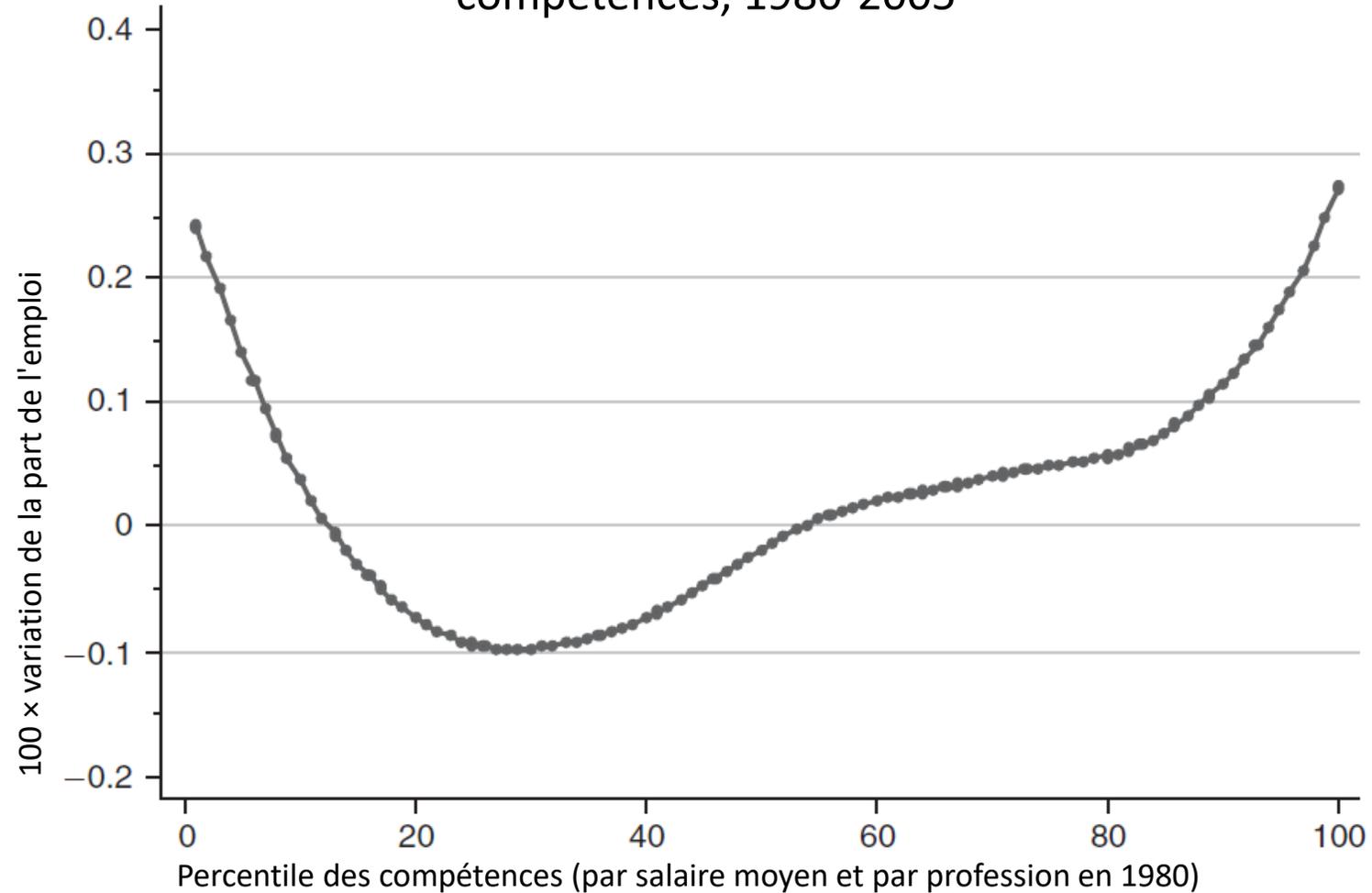
INPUT



OUTPUT

# Polarisation de l'emploi

Changements lissés dans l'emploi selon le percentile de compétences, 1980-2005



Autor, Dorn, 2013, "The Growth of Low-Skill Service Jobs and the Polarization of the US Labor Market", American Economic Review

# TÂCHES

CAPITAL

TRAVAIL



INPUT

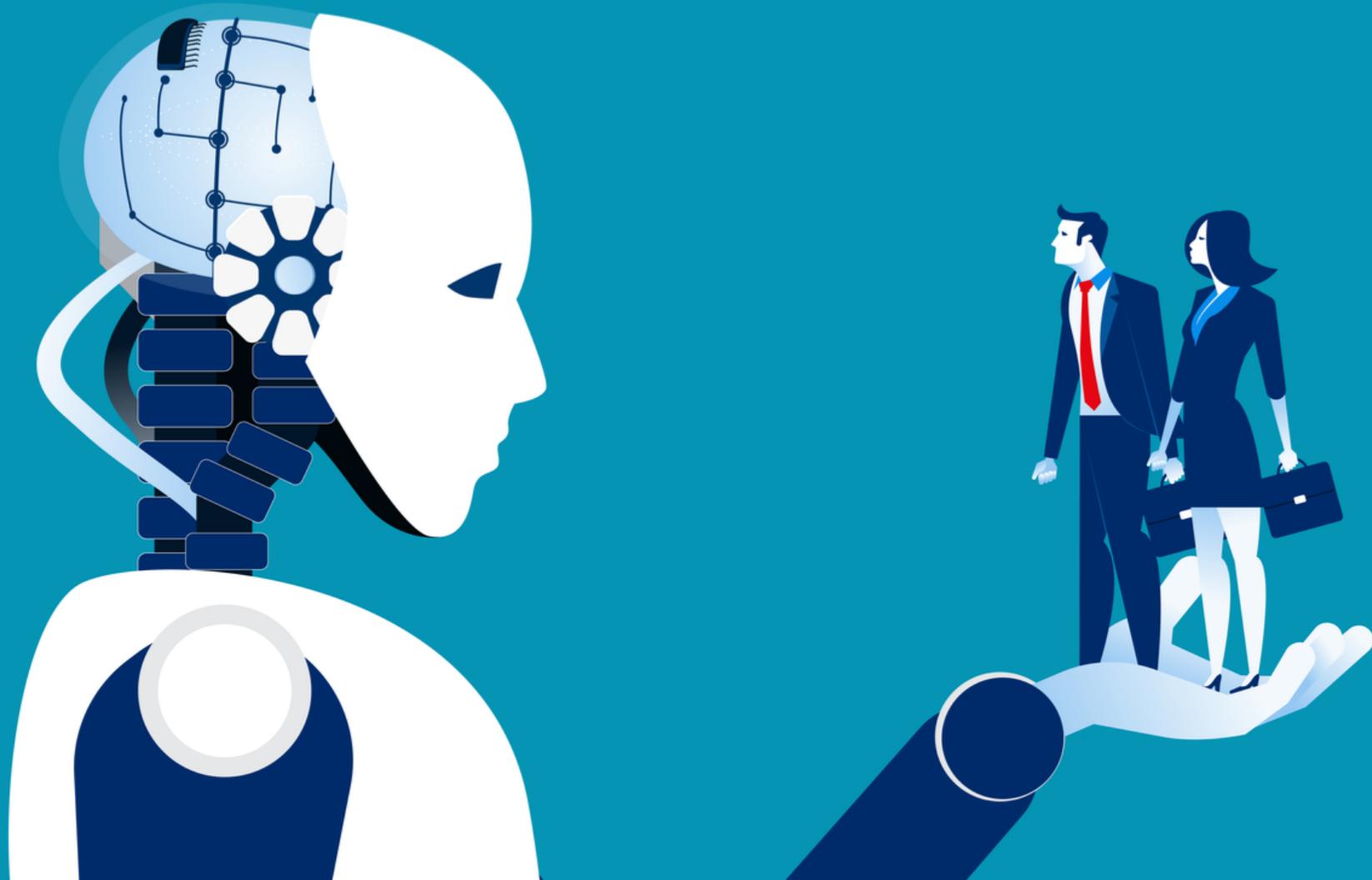


OUTPUT

# L'IA AMÉLIORE LA PRODUCTIVITÉ



# L'IA REMPLACE LE TRAVAIL POUR CERTAINES TÂCHES



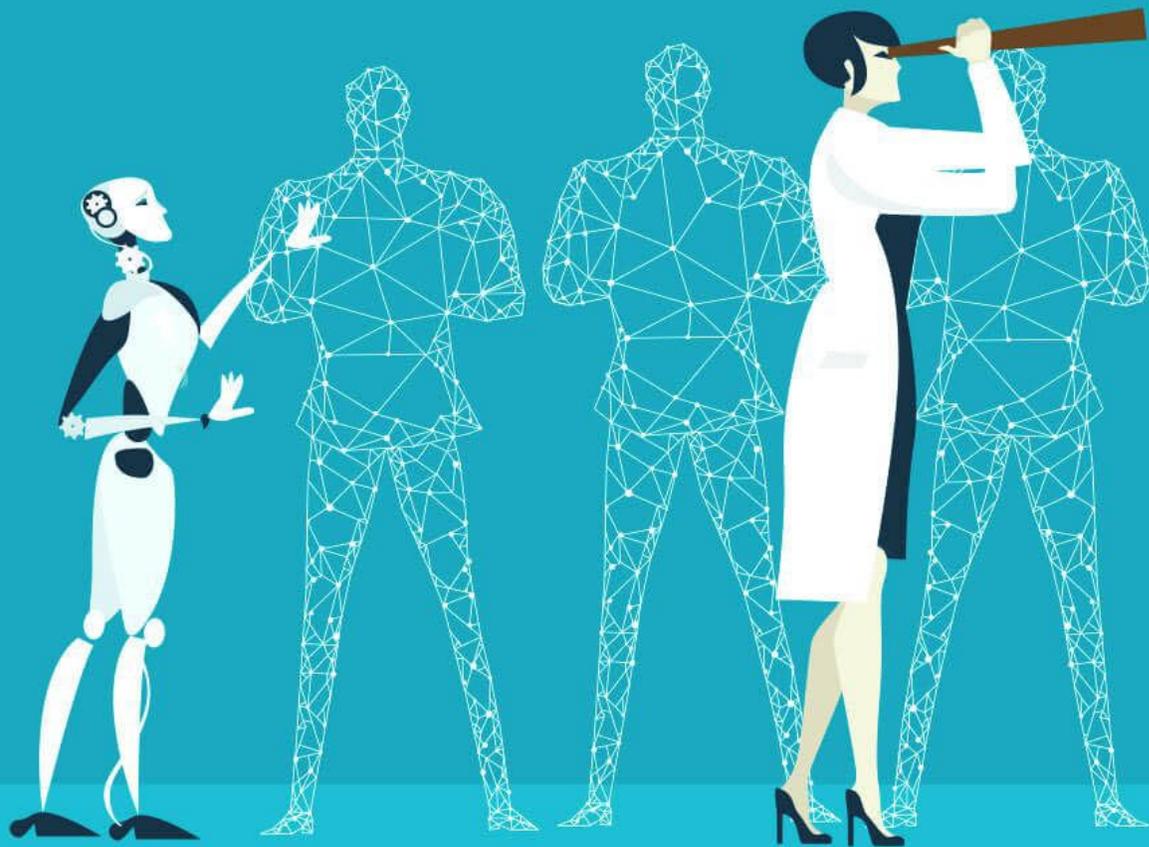


# L'IMPACT DES ROBOTS SUR L'EMPLOI AUX ETATS-UNIS : 1990-2007

Variation du ratio emploi sur population 1990-2007



# L'IA "AUGMENTE" LE TRAVAIL



« Selon nos estimations, près de 47% des emplois sont menacés par l'informatisation des entreprises. »

Carl Frey et Michael Osborne  
2013

The future of employment: How susceptible  
are jobs to computerization?

# TÂCHES



« Globalement, nous estimons que 9% des emplois sont automatisables en moyenne dans les 21 pays de l'OCDE. »

Melanie Arntz, Terry Gregory, et Ulrich Zierahn  
2016

The risk of automation for jobs in OECD countries:  
A comparative analysis

# LES 29 TÂCHES D'UN RADIOLOGUE

- Obtenir les antécédents des patients à partir des dossiers électroniques, des entrevues avec les patients, des rapports dictés ou en communiquant avec les cliniciens référents
- Préparer des rapports d'interprétation complets des résultats
- Effectuer ou interpréter les résultats des procédures d'imagerie diagnostique, y compris l'imagerie par résonance magnétique (IRM), la tomodensitométrie (TDM), la tomographie par émission de positrons (TEP), les études sur tapis roulant en cardiologie nucléaire, la mammographie ou les ultrasons
- Examiner ou transmettre des images et de l'information à l'aide de systèmes d'archivage ou de communication d'images
- Communiquer les résultats d'examen ou les renseignements diagnostiques aux médecins traitants, aux patients ou aux familles
- Évaluer l'information médicale pour déterminer les facteurs de risque des patients, comme les allergies aux agents de contraste, ou pour prendre des décisions quant à la pertinence des interventions
- Fournir des conseils aux patients radiologiques pour expliquer les processus, les risques, les avantages ou les traitements alternatifs
- Enseigner au personnel radiologique les techniques, les positions ou les projections souhaitées
- Consulter des professionnels de la santé au sujet des diagnostics fondés sur l'imagerie
- Coordonner les services de radiologie avec d'autres activités médicales
- Documenter le rendement, l'interprétation ou les résultats de toutes les procédures exécutées
- Établir ou appliquer des normes pour la protection des patients ou du personnel
- Élaborer ou surveiller des procédures pour assurer un contrôle adéquat de la qualité des images
- Reconnaître ou traiter les complications pendant et après les interventions, y compris les problèmes de tension artérielle, la douleur, la sursédation ou les saignements
- Administrer des substances radio-opaques par injection, par voie orale ou comme lavements pour rendre visibles les structures internes et les organes sur des films radiographiques ou des écrans fluoroscopiques
- Participer à des activités de formation continue pour maintenir et développer l'expertise
- Participer aux activités d'amélioration de la qualité, y compris les discussions sur les domaines où le risque d'erreur est élevé
- Superviser et enseigner aux résidents ou aux étudiants en médecine
- Mettre en œuvre des protocoles dans des domaines tels que les médicaments, la réanimation, les urgences, les pannes de courant ou le contrôle des infections
- Planifier les examens et affecter le personnel radiologique
- Donner des conseils sur les types ou les quantités d'équipement de radiologie nécessaires à l'entretien des installations
- Participer à des projets de recherche en radiologie
- Effectuer des interventions telles qu'une biopsie guidée par imagerie, une angioplastie transluminale percutanée, un drainage biliaire transhépatique ou la pose d'un cathéter de néphrostomie
- Administrer ou maintenir une sédation consciente pendant et après l'intervention
- Interpréter des images à l'aide de systèmes de détection ou de diagnostic assistés par ordinateur
- Servir de téléradiologiste hors site pour les établissements qui n'ont pas de radiologistes sur place
- Élaborer des plans de traitement pour les patients en radiologie
- Traiter les tumeurs malignes internes ou externes par exposition à des radiographies (rayons X), à des sources d'énergie élevée ou à des radio-isotopes naturels ou synthétiques
- Effectuer des examens physiques pour éclairer les décisions concernant les procédures appropriées

# LES 29 TÂCHES D'UN RADIOLOGUE

- Effectuer ou interpréter les résultats des procédures d'imagerie diagnostique, y compris l'imagerie par résonance magnétique (IRM), la tomodensitométrie (TDM), la tomographie par émission de positrons (TEP), les études sur tapis roulant en cardiologie nucléaire, la mammographie ou les ultrasons
- Examiner ou transmettre des images et de l'information à l'aide de systèmes d'archivage ou de communication d'images

- Identifier les facteurs de risque de complications
- Expliquer les procédures alternatives
- Expliquer les positions

- Collaborer avec les professionnels de la santé au sujet des diagnostics
- Collaborer avec les services de radiologie avec d'autres activités

- Contrôler adéquatement la qualité des images
- Reconnaître ou traiter les complications pendant et après les interventions, y compris les problèmes de tension artérielle, la douleur, la sursédation ou les saignements
- Administrer des substances radio-opaques par injection, par

- Assurer la sécurité des patients
- Assurer la qualité, y compris le risque d'erreur
- Enseigner aux étudiants en

- Mettre en œuvre des protocoles dans les domaines tels que les médicaments, la réanimation, les urgences, les pannes de courant ou le contrôle des infections
- Planifier les examens et affecter le personnel radiologique

- Donner des conseils sur les types ou les quantités d'équipement de radiologie nécessaires à l'entretien des installations
- Participer à des projets de recherche en radiologie
- Effectuer des interventions telles qu'une biopsie guidée par imagerie, une angioplastie transluminale percutanée, un drainage biliaire transhépatique ou la pose d'un cathéter de néphrostomie
- Administrer ou maintenir une sédation consciente pendant et après l'intervention
- Interpréter des images à l'aide de systèmes de détection ou de diagnostic assistés par ordinateur
- Servir de téléradiologiste hors site pour les établissements qui n'ont pas de radiologistes sur place
- Elaborer des plans de traitement pour les patients en radiologie
- Traiter les tumeurs malignes internes ou externes par exposition à des radiographies (rayons X), à des sources d'énergie élevée ou à des radio-isotopes naturels ou synthétiques
- Effectuer des examens physiques pour éclairer les décisions concernant les procédures appropriées

# LES 29 TÂCHES D'UN RADIOLOGUE

- Effectuer ou interpréter les résultats des procédures d'imagerie diagnostique, y compris l'imagerie par résonance magnétique (IRM), la tomodensitométrie (TDM), la tomographie par émission de positrons (TEP), les études sur tapis roulant en cardiologie nucléaire, la mammographie ou les ultrasons

# Déterminer l'exposition des professions à l'apprentissage Automatique

Brynjolfsson, Mitchell, 2017, "What can machine learning do? Workforce implications", *Science*

LES INFORMATIONS NÉCESSAIRES À L'EXÉCUTION DE LA TÂCHE (ENTRÉES) ET SORTIES PEUVENT ÊTRE EXPLICITEMENT SPÉCIFIÉES DANS UN FORMAT LISIBLE PAR MACHINE

1. Il est très difficile, voire impossible, d'identifier certains intrants et extrants  
*(Par exemple des émotions, idées, impressions)*
3. Il est possible de créer des classements ou une représentabilité partielle des entrées et sorties
5. Il est facile de quantifier les résultats sur une machine/ordinateur  
*(Par exemple, calculs, entrées et sorties concrètes)*

LE FEEDBACK DES TÂCHES (SUR LE SUCCÈS DES RÉSULTATS) EST IMMÉDIAT OU DISPONIBLE GRÂCE À DE NOMBREUSES DONNÉES HISTORIQUES

1. Le feedback n'est jamais reçu ou prend beaucoup de temps  
*(Par exemple il faut souvent des années pour déterminer le succès de la rédaction d'un plan d'affaires)*
3. Le feedback est reçu, mais le temps de réponse n'est pas uniforme/non clair et/ou il n'est pas clair s'il est bénéfique pour le progrès  
*(Par exemple la qualité de l'enseignement peut être mesurée par des tests et observations normalisés, qui ne sont ni immédiats ni à long terme)*
5. Résultats instantanés: feedback lors de l'exécution de l'action  
*(par exemple, les calculs peuvent être immédiatement classés comme corrects ou incorrects)*

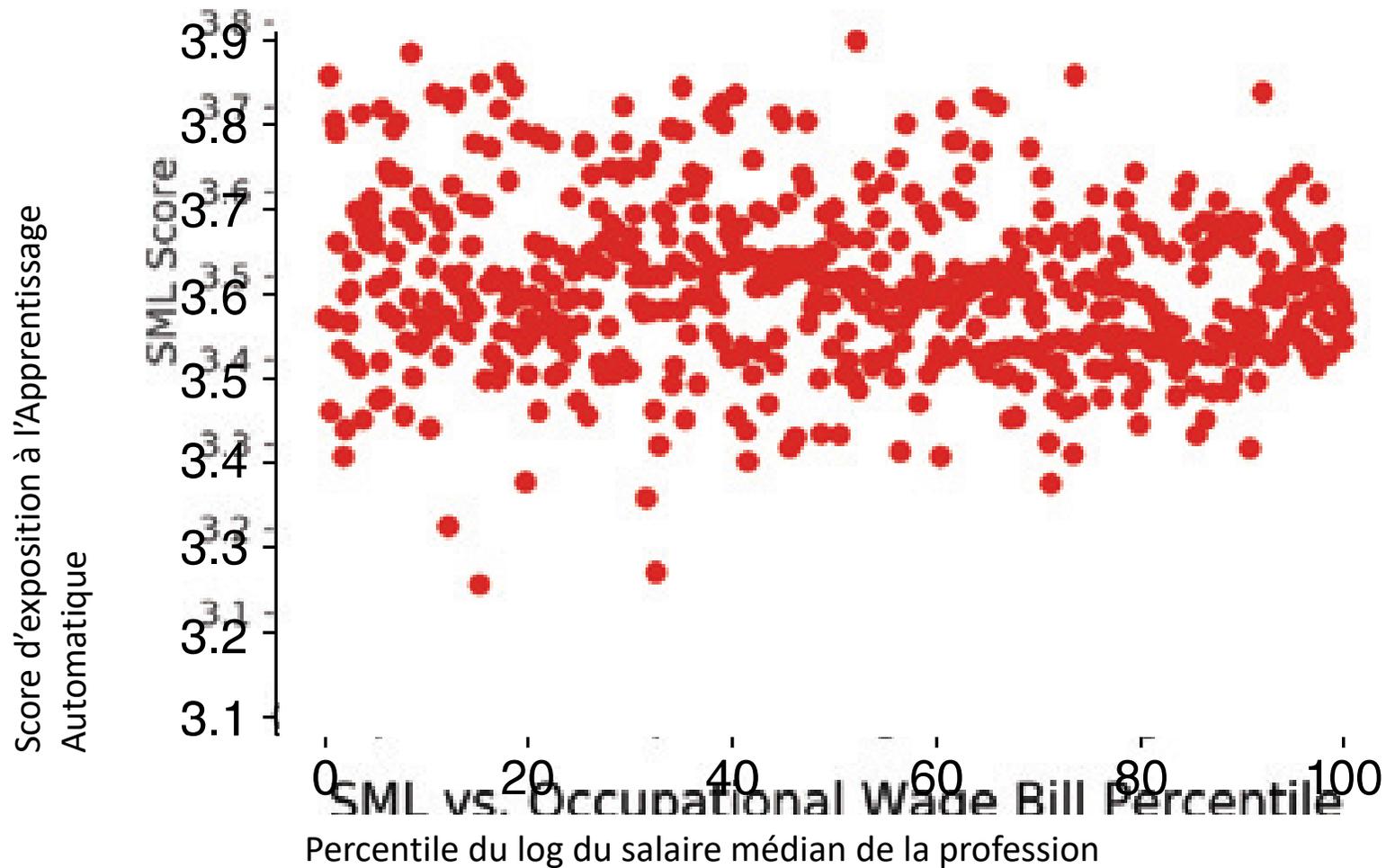
## LES PLUS EXPOSÉES

1. Concierge
2. Dessinateurs mécaniques
3. Employés et directeurs des pompes funèbres
4. Autorisateurs de crédit
5. Courtiers

## LES MOINS EXPOSÉES

1. Massothérapeutes
2. Vétérinaires
3. Archéologues
4. Chanteurs, acteurs, politiciens, etc.
5. Plâtriers

# SCORE D'EXPOSITION DES PROFESSIONS À L'APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE



# CONCLUSIONS

- Effet de l'IA sur le niveau de l'emploi agrégé incertain :  
hausse de la productivité, remplacement, augmentation du travail
- L'IA va affecter le périmètre des professions
- Coûts d'ajustement :
  - Création de tâches nouvelles nécessaire
  - Rôle central de la formation (éducation et formation professionnelle)

# BONNE ET MAUVAISE IA

Daron Acemoglu, Pascual Restrepo, The wrong kind of AI, 2018

Amélioration

Automatisation