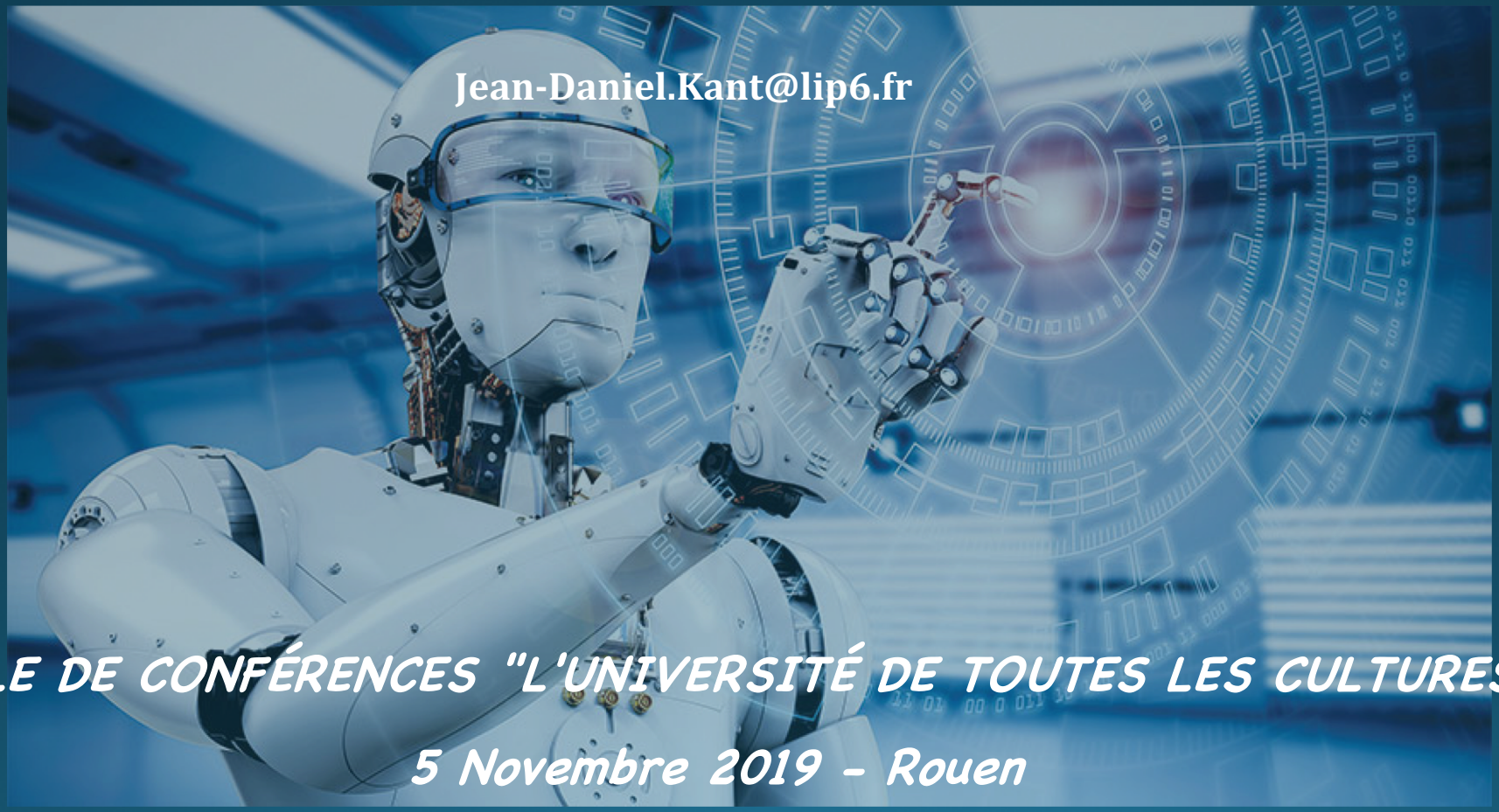
Une autre façon d'aborder l'Intelligence Artificielle

Jean-Daniel KANT

Jean-Daniel.Kant@lip6.fr



CYCLE DE CONFÉRENCES "L'UNIVERSITÉ DE TOUTES LES CULTURES"

5 Novembre 2019 – Rouen

SCIENCES SORBONNE UNIVERSITÉ

LIP6

cnrs

© Jean-Daniel Kant – Novembre 2019

Plan

1. Qu'est-ce que l'IA ?
2. La Simulation Multi-Agents
3. Illustrations sur quelques exemples
4. Discutons !



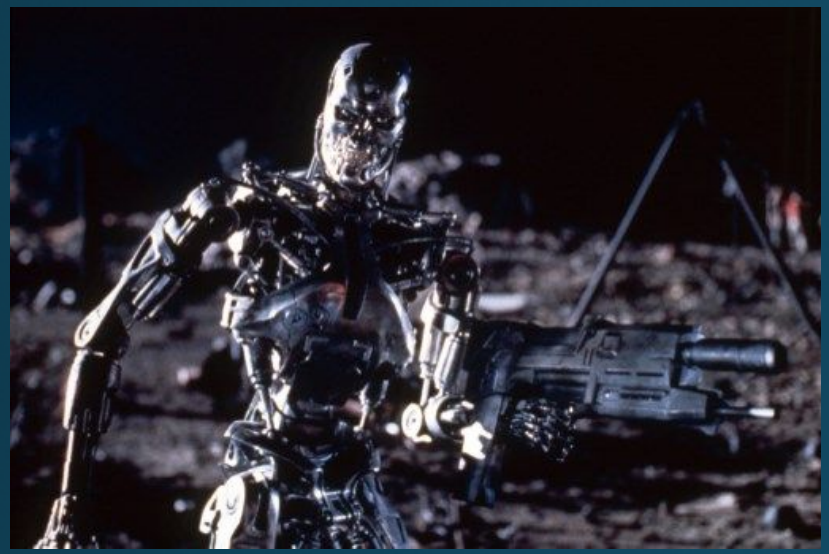
© 2019 J.-D. Kant

1.1
C'est quoi l'IA ?

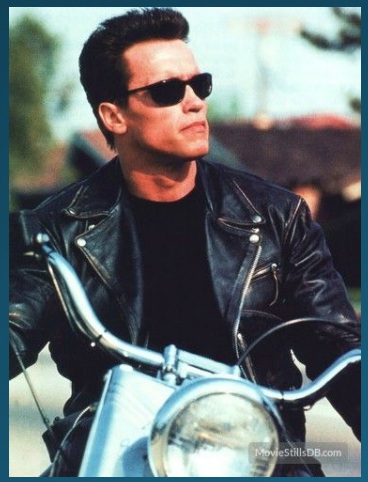


© 2019 J.-D. Kant

Pour beaucoup, c'est ça !







Terminator 2 – Jugdment Day (extrait)
La Naissance de Skynet (vo)

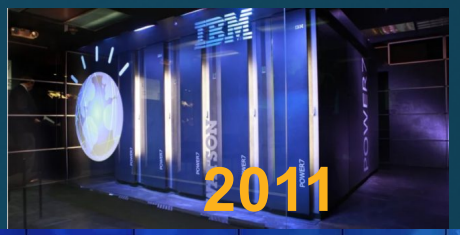
https://www.youtube.com/watch?v=4DQsG3TKQoI

© 2019 J.-D. Kant

Qui engendrera notre Skynet ?



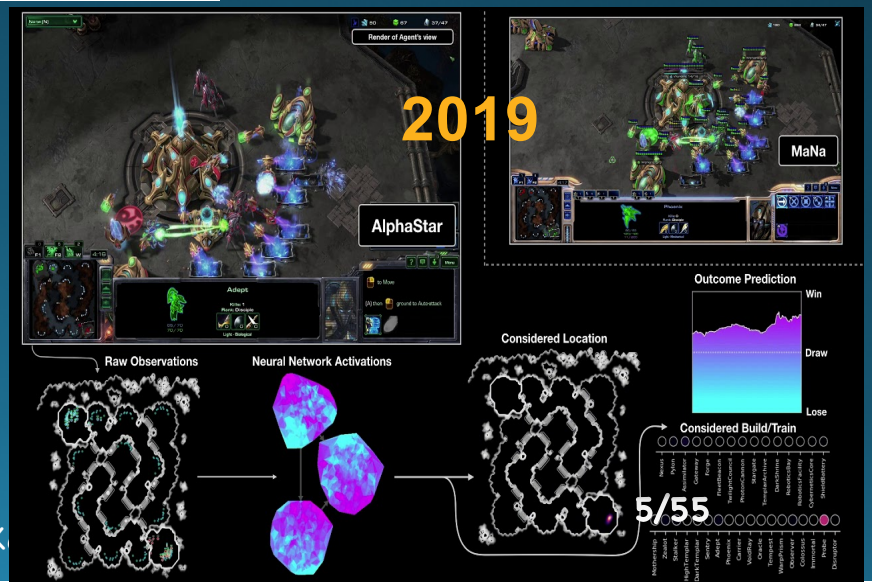
IBM





Google DeepMind





© 2019 J.-D. K

Et en 2019 l'IA peut même apprendre à bluffer !

- Et à adopter un comportement imprévisible avec **Pluribus**, le joueur de poker artificiel développé par Carnegie Mellon University et Facebook

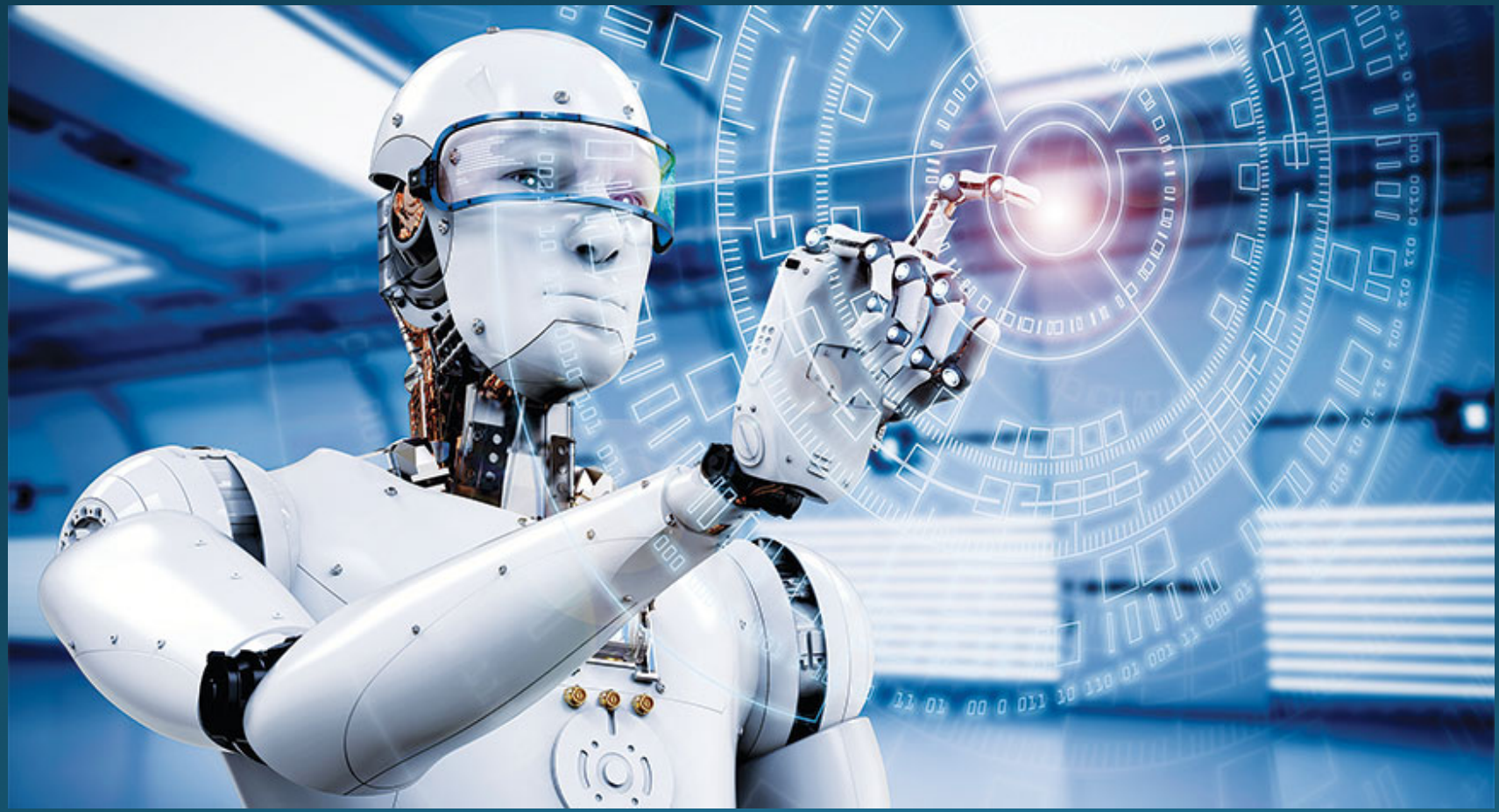


facebook

Carnegie Mellon University

© 2019 J.-D. Kant

1.2
L'IA en quelques slides…



© 2019 J.-D. Kant

Qu'est-ce que l'IA ?

- « l'ensemble des théories et des techniques mises en œuvre en vue de réaliser des machines capables de simuler l'intelligence » (Larousse)
- Machines intelligentes
- Réalisent un certain nombre de tâches, de fonctions qui s'apparentent à / miment l'intelligence humaine ou animale (e.g. collective: fourmis, termites,…)
- Historiquement, commence dans les années 1950 : Turing (1950), Dartmouth (1956)
- Des hauts et des bas, un regain fort depuis 10 ans (apprentissage automatique)

© 2019 J.-D. Kant

Fonctions Intelligentes

Apprentissage

Raisonnement



Perception

Interactions

Communication

Décision / Action

© 2019 J.-D. Kant

Fonctions Intelligentes

Réseaux de Neurones / Machine learning

Apprentissage

Réponse aux questions (e.g. Watson)

Raisonnement

Reconnaissance (image, parole)

Perception



Interactions

Systèmes Multi-Agents

Communication

Chatbots

Robots

Décision / Action

Aide à la décision

© 2019 J.-D. Kant

3 Types d'IA

- IA restreinte (faible) vs générale (forte)
  - **Restreinte** : effectue une tâche précise (ingénierie)
  - **Générale** : Capable de résoudre de nombreuses tâches, conscience, émotions, sentiments…
- Super Intelligence
  - Supérieure aux humains les plus brillants !
  - Auto-amélioration, reproduction, …
  - Domination ? Singularité ?

© 2019 J.-D. Kant

Critères pour classer les IA

- Mimétisme avec l'humain
  - Assez faible en IA (e.g. réseaux neuronaux), plus fort pour les approches cognitives (agents cognitifs)
- Autonomie
- Interactions
  - avec l'humain, l'environnement, les autres IA
- Explicabilité

© 2019 J.-D. Kant

2 approches en IA

- IASD : « science des données »
  - Réseaux de Neurones (RdN) Machine Learning, Big Data, Deep learning,….



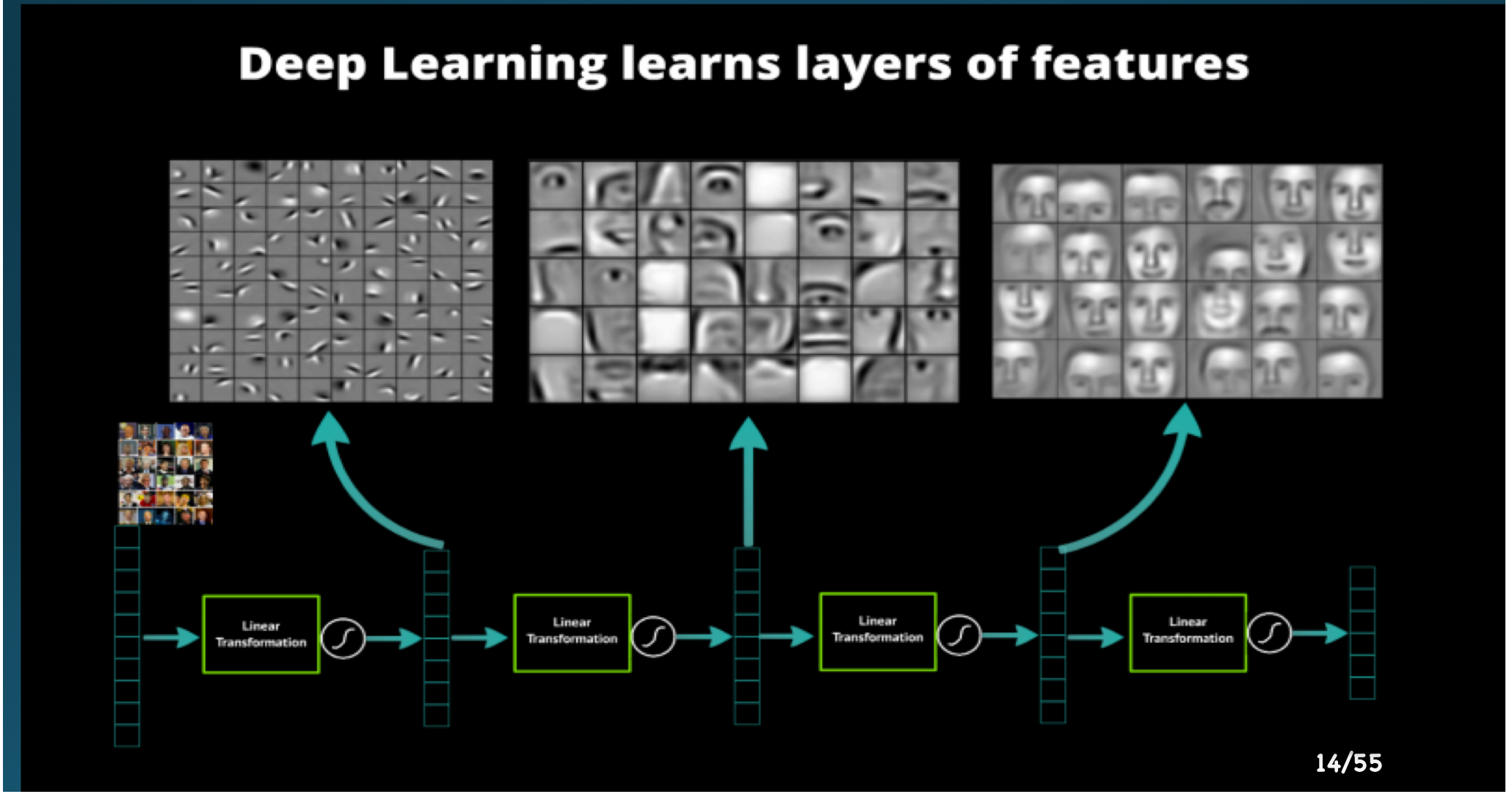
- IACH : « science des comportements »
  - Modélisation et Simulation multi-agents, IA Symbolique (connaissances), langage naturel,…



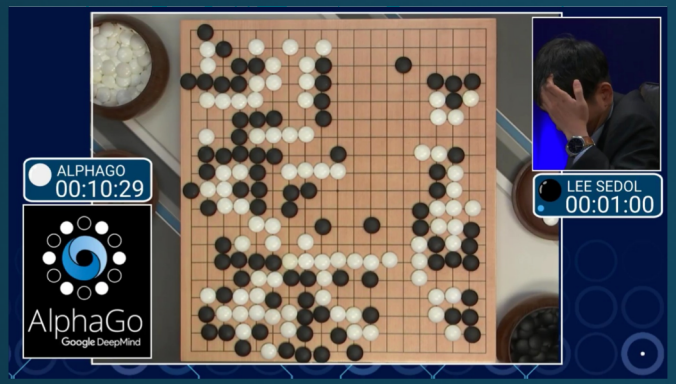
© 2019 J.-D. Kant

IA Science des Données

- Réseaux de neurones artificiels
- Humain = boîte noire, on apprend des corrélations entre des entrées et des sorties

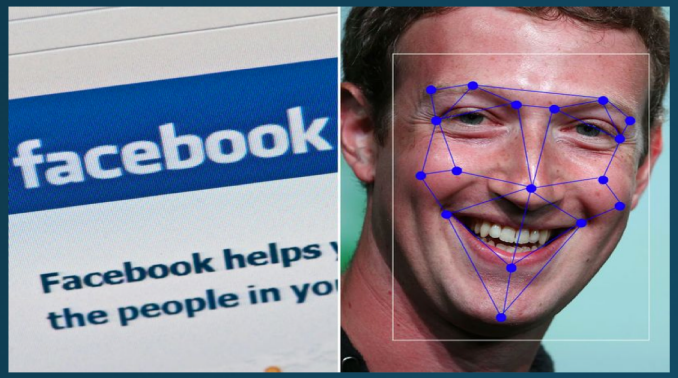


IASD : Succès

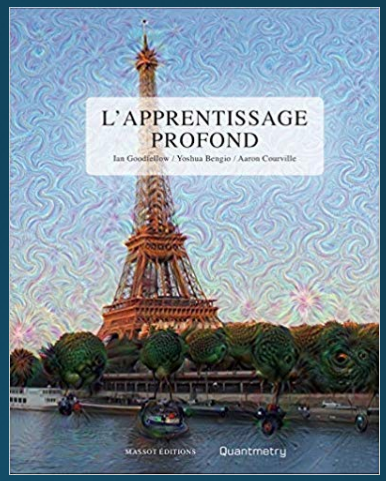












- Explosion du marché Big Data / Machine Learning
- Reconnaissance de formes, traduction (deepL, Quantmetry, …)
- Prédiction : accord de prêts bancaires, détection de fraudes (assurance), …

© 2019 J.-D. Kant

IASD : Echecs ?

Sections

The Washington Post

Post Politics

Clinton's data-driven campaign relied heavily on an algorithm named Ada. What didn't she see?

By John Wagner November 9



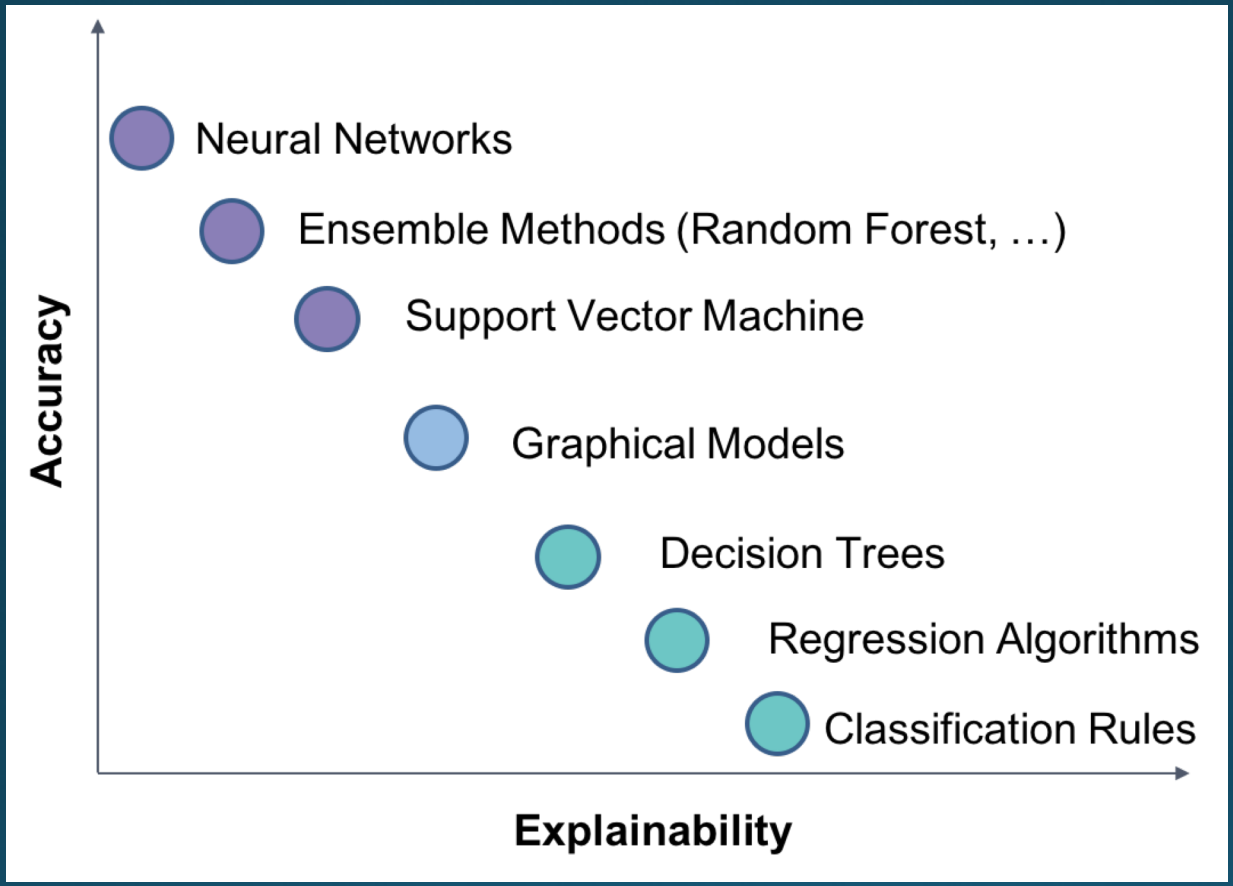
Hillary Clinton at a rally in Raleigh, N.C., on the eve of the election. (Melina Mara/The Washington Post)

Most Read

1. Trump draws sharp rebuke, concerns over newly appointe chief White House strategist Stephen Bannon
2. Trump pits establishment against populism at the top of his White House team
3. The Latest: Trump has phone conversation with China's leader
4. Donald Trump plans to immediately deport 2 million t 3 million undocumented immigrants
5. Kellyanne Conway: It's up to Clinton, Obama to calm anti-Trump protesters

© 2019 J.-D. Kant

Les IA des données sont-elles explicables ?



- MAIS les **IA « symboliques »** (comportement) sont **naturellement** explicables
  - Systèmes multi-agents, à base de connaissances,…

© 2019 J.-D. Kant

Syndrome de la boîte noire

- Impossible d'expliquer le succès ou l'échec d'un RdN
  - Les couches cachées ne sont pas interprétables, pas plus que les valeurs des connexions

    http://internetactu.blog.lemonde.fr/2016/10/30/lintelligence-artificielle-va-t-elle-rester-impenetrable/



- GROS problème sociétal
  - Confier des décision à une machine qui ne peut pas les justifier, ni les expliquer ??
  - Problèmes juridiques (ex: prêt bancaire), éthiques,…
  - Cf. directive UE sur le droit à la compréhension des décisions automatisées (27/4/16)

    http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32016R0679

© 2019 J.-D. Kant

IA des comportements : on ouvre la boîte !









© 2019 J.-D. Kant

2. Une autre approche en IA : La Simulation Multi-Agents



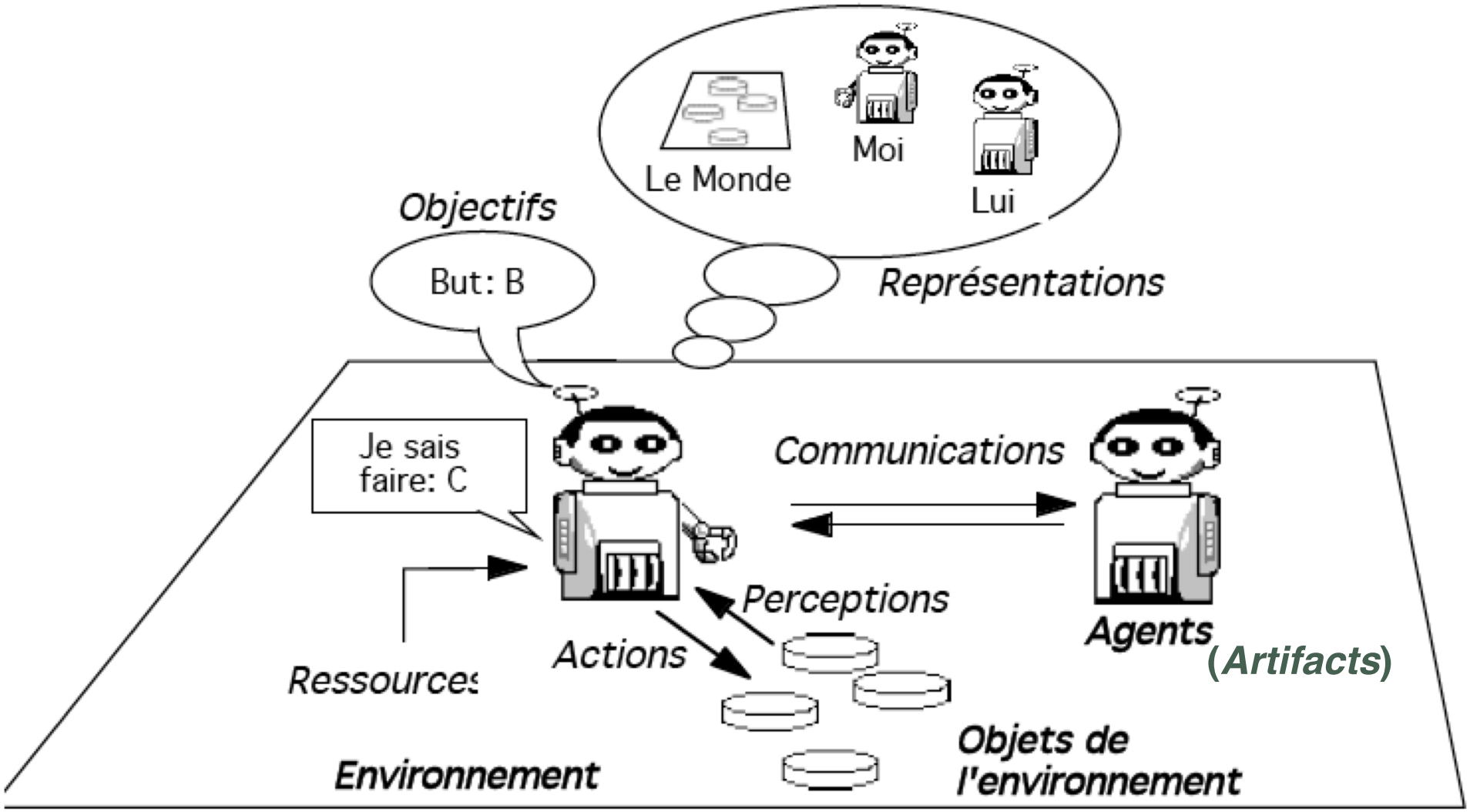
Second Life

Systèmes Multi-Agents (SMA)

- Une réalisation informatique distribuée d'une certaine intelligence (artificielle) collective
- Système composé d'agents logiciels en interaction
- Les agents sont situés physiquement, dans un environnement
- Ils communiquent entre eux, interagissent
- Les agents sont **autonomes** et **proactifs**
- Il peuvent avoir différentes formes d'organisation

© 2019 J.-D. Kant

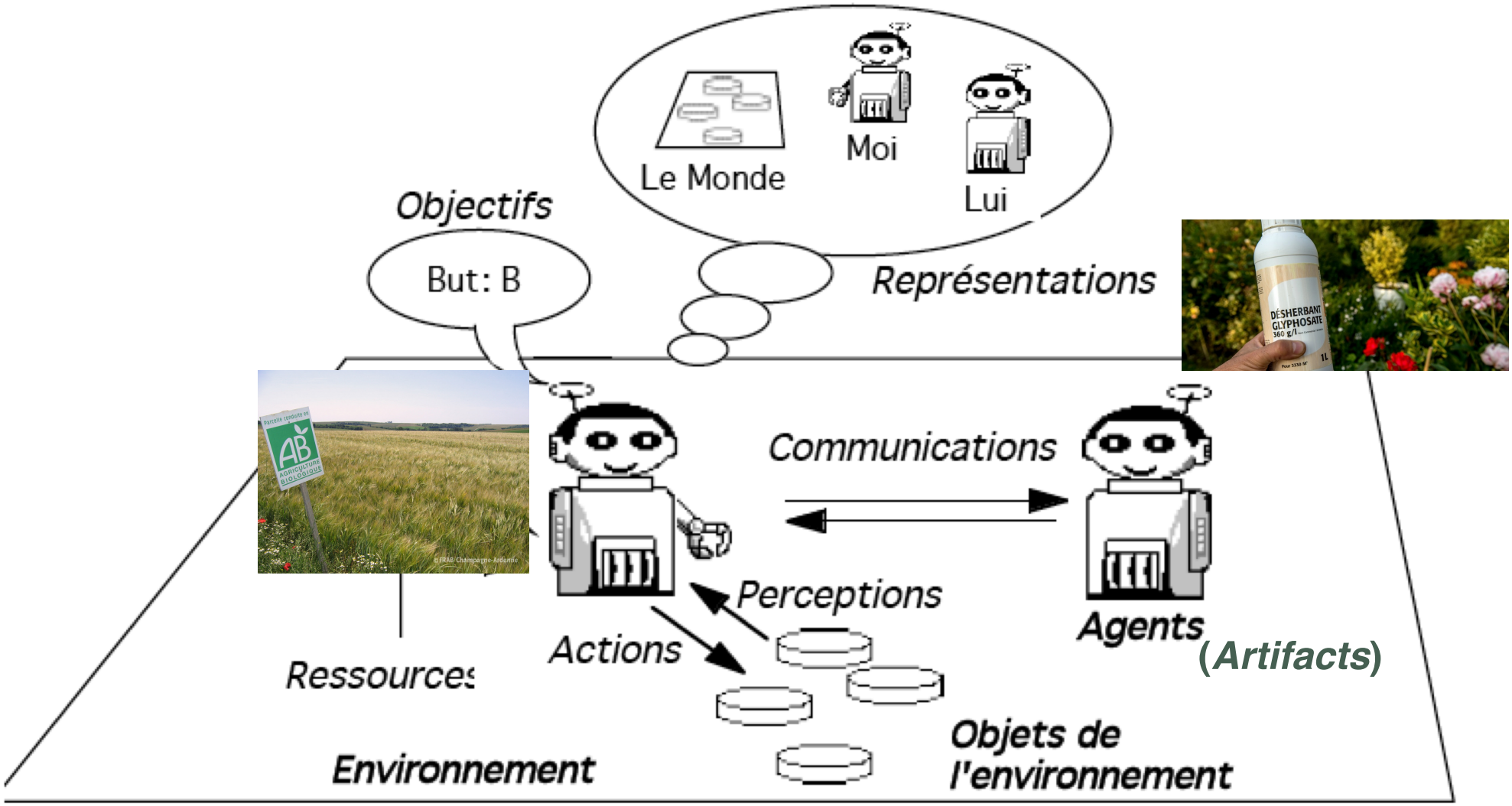
Schéma générique d'un SMA



Ferber(1995)

© 2019 J.-D. Kant

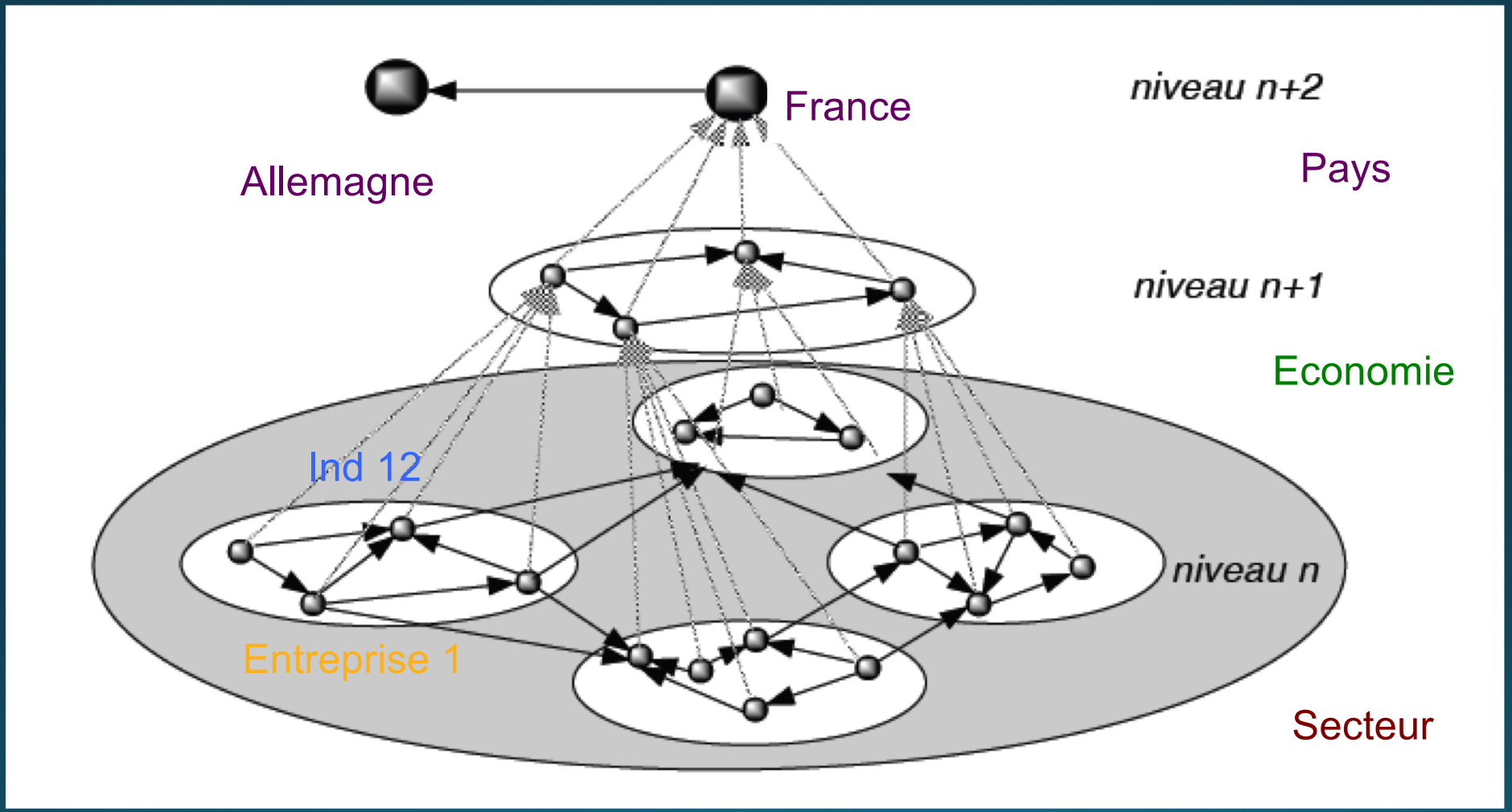
Schéma générique d'un SMA



Ferber(1995)

© 2019 J.-D. Kant

On peut avoir plusieurs niveaux



Décision politique :
Etat / Région / Département / Comunauté de communes / commune

© 2019 J.-D. Kant

Applications des SMA

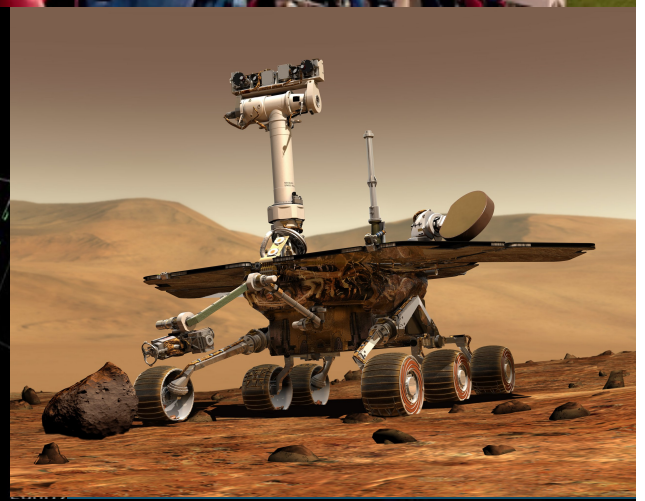




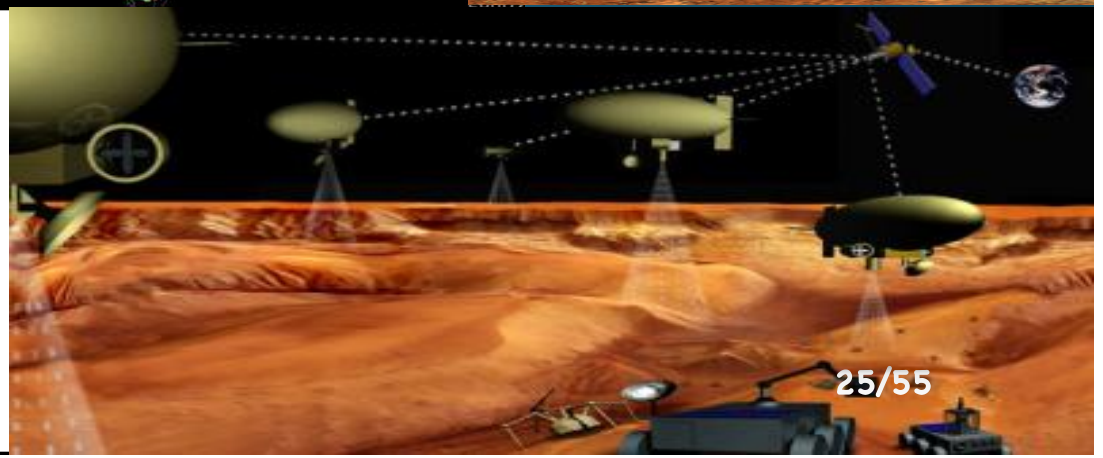


Aerospace Industries









Et la Simulation c'est quoi ?

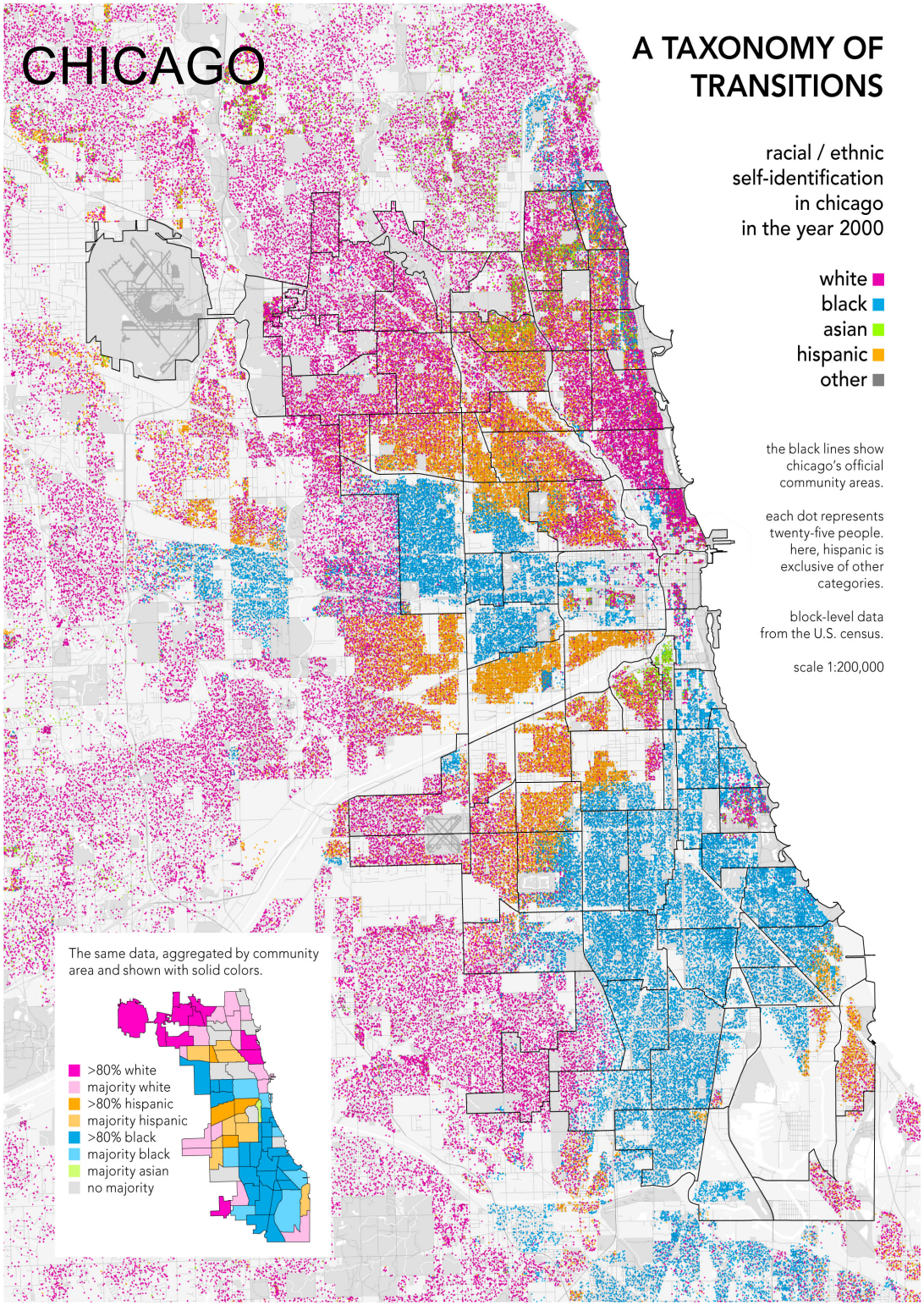
- On part d'un phénomène à étudier, à expliquer, un comportement à prédire….
- On modélise le Système Complexe concerné, à l'aide d'un SMA
- On programme et fait tourner sur machine (= simulation) le modèle (avec des données réelles si possible)
- On analyse les résultats
- On parle d'une **MOSIMA** : **Modélisation** et **Simulation** Multi-Agents

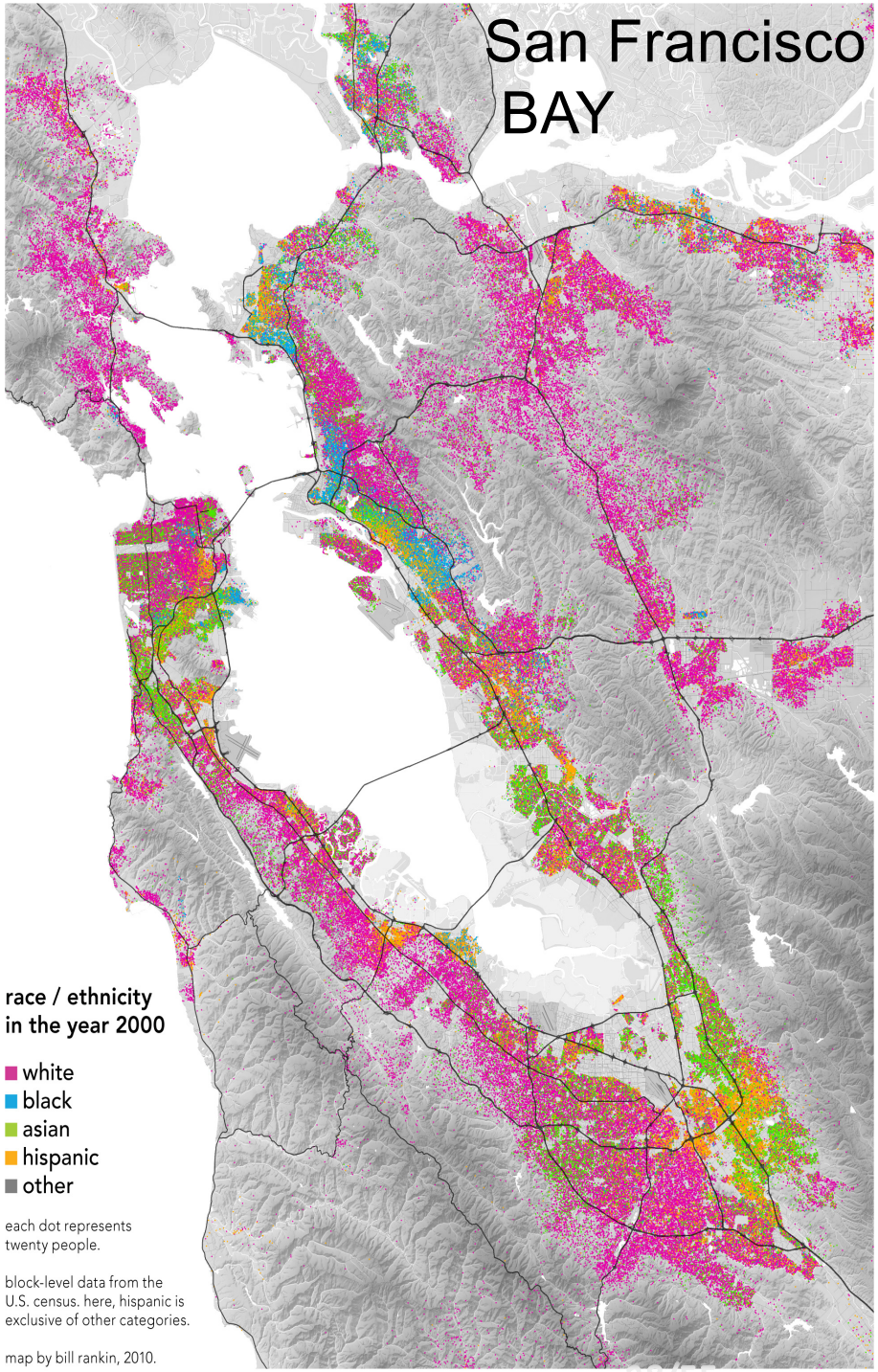
http://www-poleia.lip6.fr/~kant/Ens/M2/MOSIMA/

© 2019 J.-D. Kant

Point fort des MOSIMA : l'émergence







Radical Cartography by Bill Rankin

Modèle de Schelling

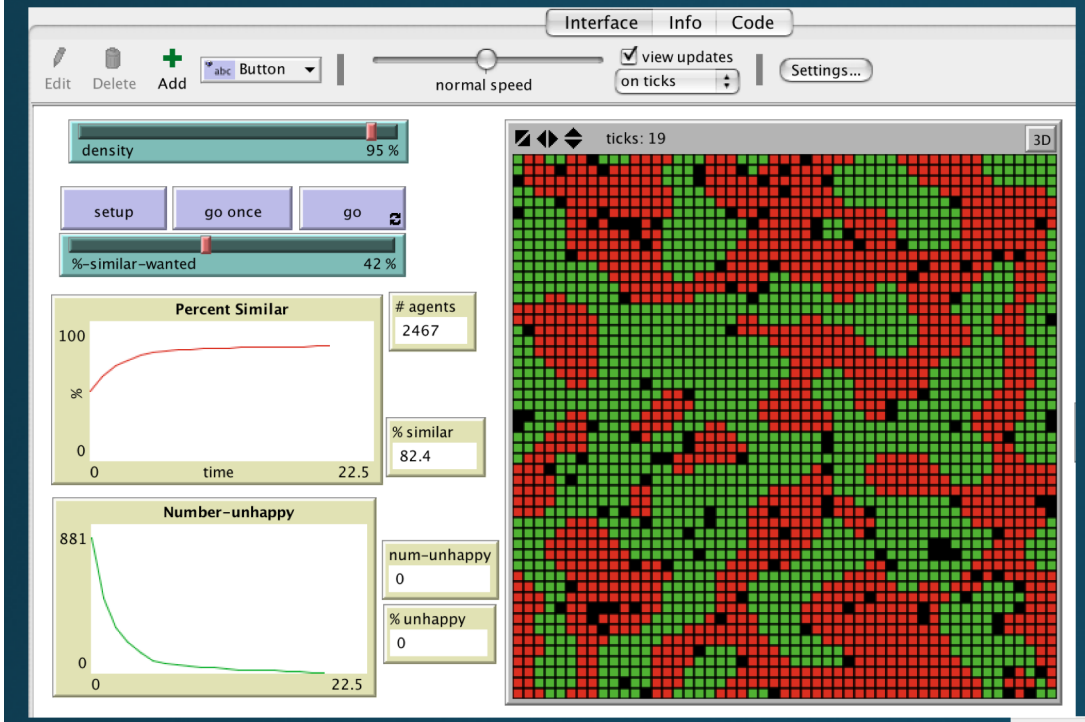
Travaux de Thomas Schelling[1] sur la ségrégation (urbaine)(1971)

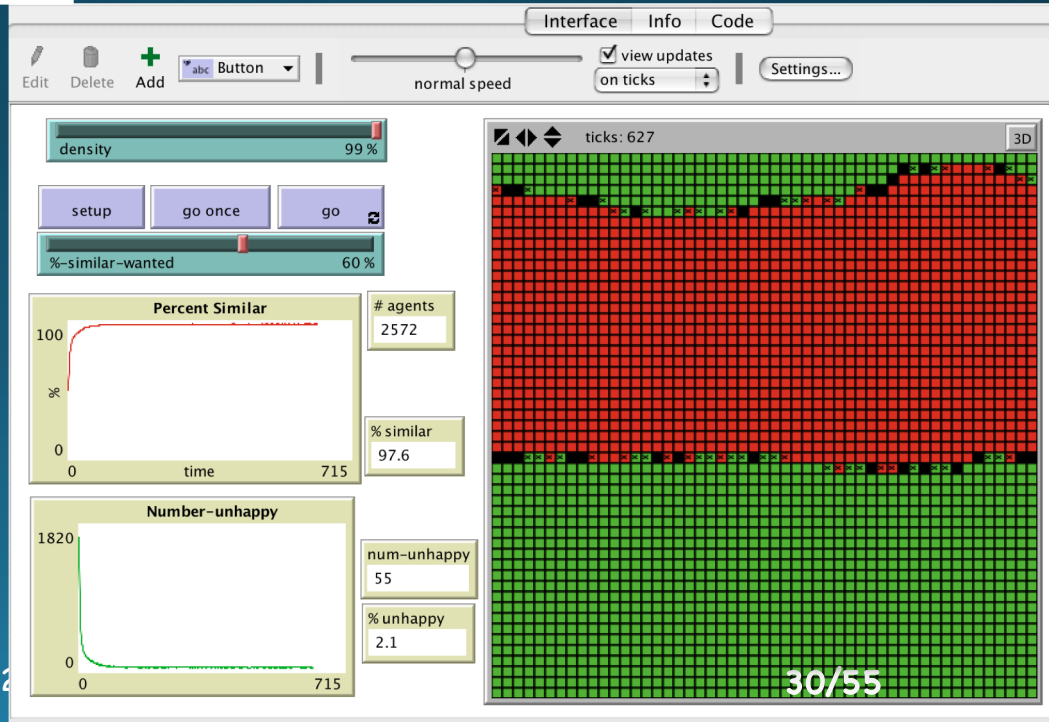
- Il démontre rationnellement à quelles conditions un quartier où les races sont mélangées peut devenir pratiquement noir même si ce n'est pas ce que souhaitaient ses habitants :
- Si chacun admet, voire souhaite, un voisinage différent de lui mais "pas trop" (sinon il quitte le quartier), le résultat final dépendra de la proportion de départ et de ce dernier seuil.
- Schelling montre, en appliquant la théorie des jeux, qu'à raison de cette tolérance limitée, le quartier peut se retrouver dans deux situations stables possibles : une de ségrégation pure ou une où les deux couleurs restent mélangées.

1. Il partage avec Robert Aumann le Prix de la Banque de Suede en sciences economiques en memoire d'Alfred Nobel pour 2005, pour avoir : ameliore notre comprehension des mecanismes de conflit et de cooperation par l'analyse de la theorie des jeux.»

© 2019 J.-D. Kant

Ségrégation / Netlogo (8) : Résultats

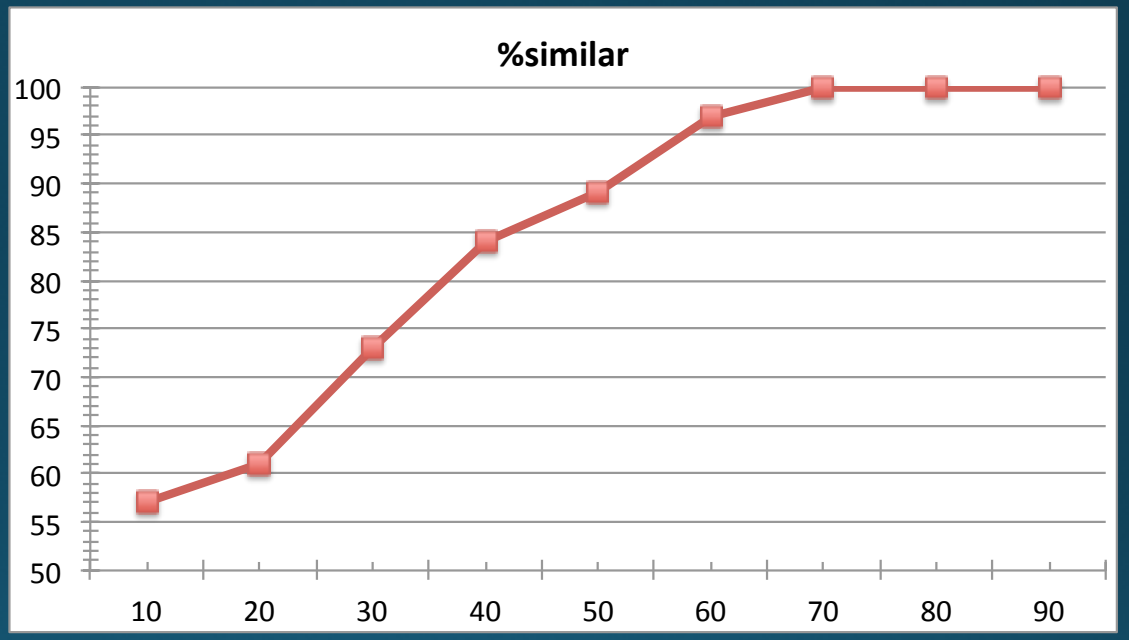




Découverte majeure du modèle de Schelling

- On obtient au final un **taux de ségrégation bien supérieur au seuil de tolérance** voulu par les individus

density	50%
similar-wanted	%similar
10	57
20	61
30	73
40	84
50	89
60	97
70	100
80	100
90	100



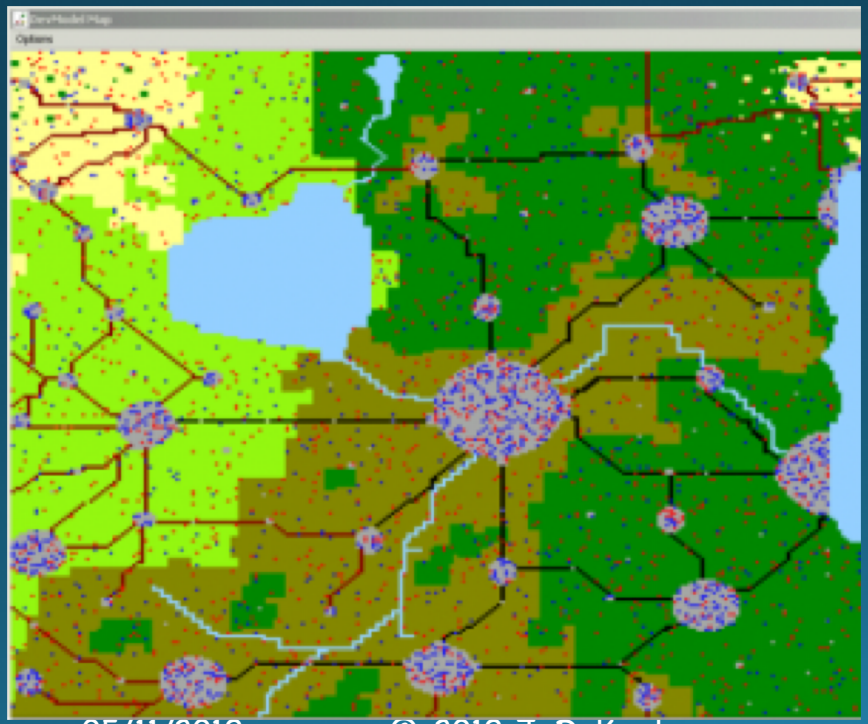
- **Pas nécessaire d'être « raciste » pour faire de la ségrégation !**

© 2019 J.-D. Kant

3. Exemples de simulation multi-agents







© 2019 J.-D. Kant

Mes projets (Simulation Sociale)

- **Polias : Dynamique des attitudes**

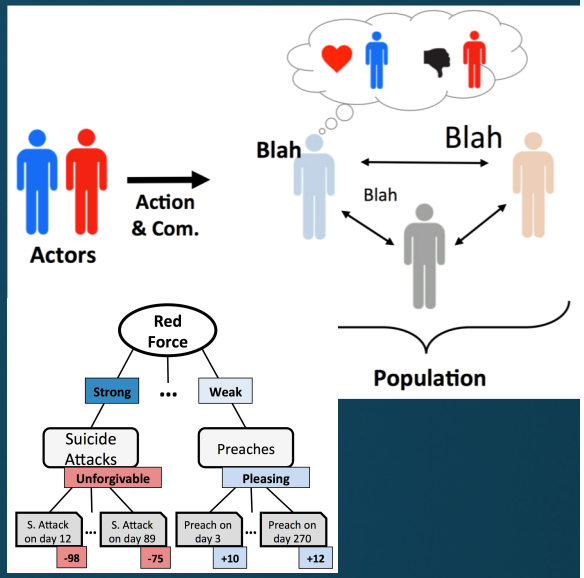
  (avec K.L Brousmiche et Airbus Defence & Space)

- **HappyWork Satisfaction au travail**

  (avec K. Chapuis et Technologia)

- **Coban : Diffusion d'innovations**

  (avec S. Thiriot et Orange Labs)









© 2019 J.-D. Kant



Avec G. Ballot, O. Goudet, N. De Bufala

http://worksim.lip6.fr

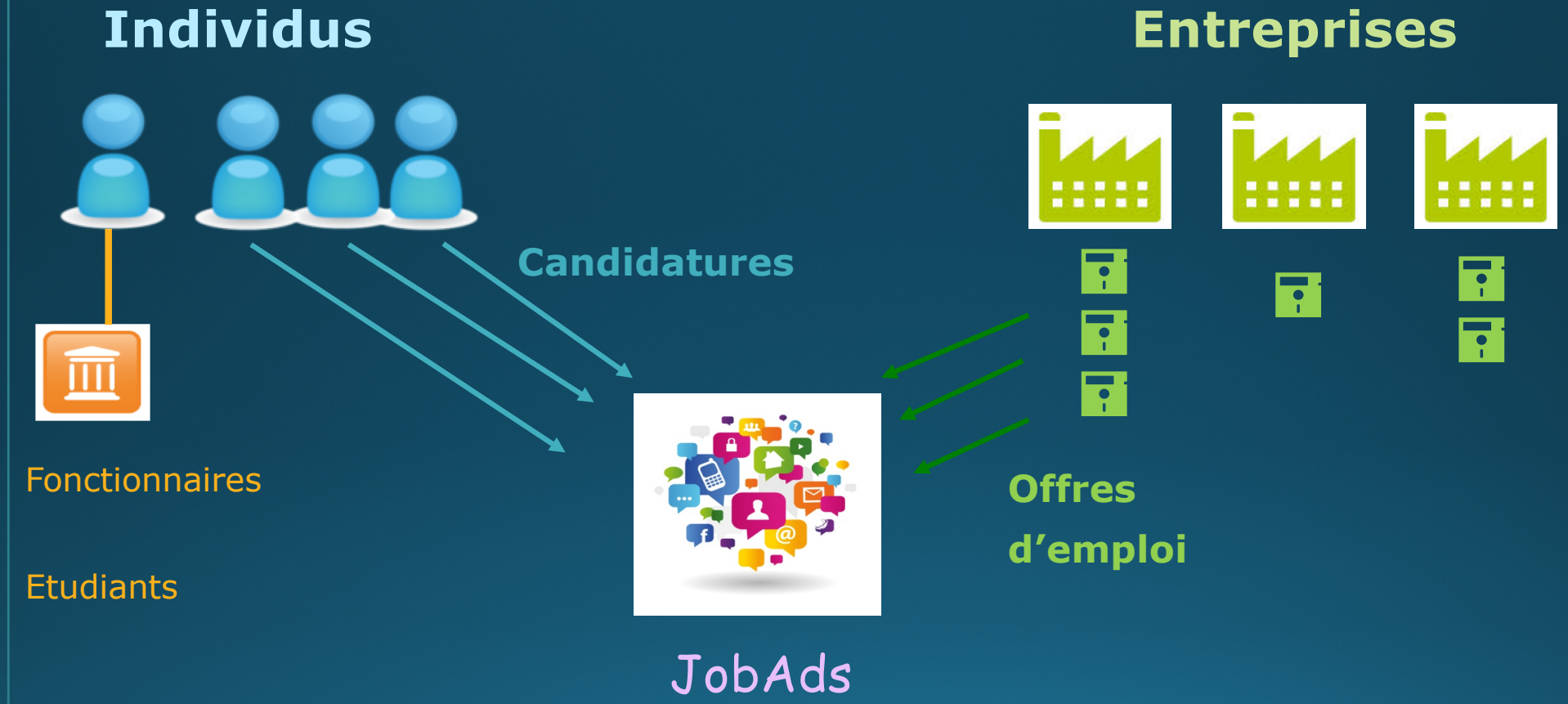
© 2019 J.-D. Kant

WorkSim : simulateur du marché du travail (depuis 2006)

- Deux côtés du marché du travail (firmes et individus)
- Agents hétérogènes, processus de décision en rationalité limitée (Simon, 1955)
- Apprentissage: l'expérience accumulée a un impact sur les décisions (e.g. recherche, acceptation d'un emploi)
- Environnement institutionnel détaillé :
  - CDD, CDI, Interim
  - Code du travail
- Initialisation et **calibration** sur **données réelles**

© 2019 J.-D. Kant

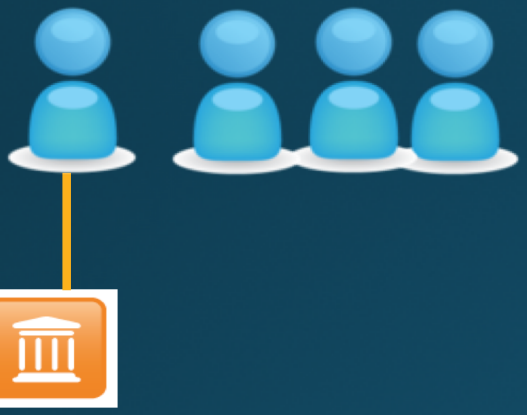
WorkSim : vue d'ensemble



© 2019 J.-D. Kant

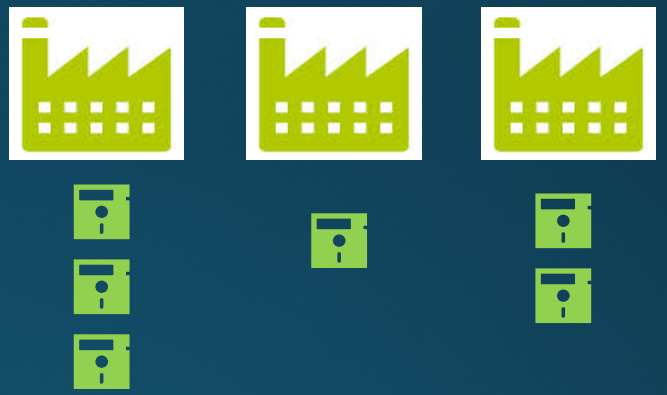
WorkSim : vue d'ensemble

Individus



Recrutement

Entreprises



Fonctionnaires

Etudiants

© 2019 J.-D. Kant

WorkSim : vue d'ensemble

Individus

Entreprises

Recrutement



Fonctionnaires

Etudiants

Environnement Politique et Juridique



Décrets



© 2019 J.-D. Kant

Comportements des agents

- WorkSim est un « gros » modèle : 100 équations, +30000 lignes de code
- **Individus**
  - **État** : Chômage, Inactif, , Employé, Employé + recherche
  - l'individu compare l'**utilité (=arbitrage entre travail et temps libre)** de son état courant, avec les états qu'il peut atteindre, et choisit celui donnant la plus grande utilité.
- **Entreprises**
  - Analyse **coût / bénéfice**
  - Création d'un poste : **anticipation de sa demande** sur un **horizon** de temps **limité**

© 2019 J.-D. Kant

A quoi peut servir WorkSim ?

- Etudier finement le marché du travail
  - Flux, segmentation, évictions, NEETS, …
  - Suivi des individus sur toute une carrière
- Impact de politiques
  - Publiques : Loi El Khomri, baisse de charges, …
  - Dans l'entreprise : formation, organisation, …


MEDIAPART
SAM. 8 OCT. 2016 — ÉDITION DE LA MI-JOURNÉE

LE JOURNAL | MONDE | FRANCE | ÉCONOMIE | CULTURE | DOSSIERS | ENGLISH | ESPAÑOL

LOI SUR LE TRAVAIL: NOTRE DOSSIER — ENTRETIEN

«Espace de travail»: deux chercheurs testent virtuellement la loi El Khomri

8 JUIN 2016 | PAR MATHILDE GOANEC

Un économiste et un informaticien ont, pour la première fois, testé les effets de la loi El Khomri sur un marché du travail virtuel, qui reproduit les caractéristiques du marché de l'emploi français. Les effets sur le chômage sont quasi nuls ; l'assouplissement du licenciement économique favorise les CDI tout en les fragilisant.

69 COMMENTAIRES | A + A -

Ils sont eux-mêmes tout étonnés de l'engouement que leurs travaux ont suscité : Gérard Ballot, économiste à l'université Assas Paris II, et Jean-Daniel Kant, chercheur en informatique spécialisé dans l'intelligence artificielle, aidé du doctorant Olivier Goudet, ont inventé un logiciel, Work Sim, qui permet de modéliser et simuler le marché du travail français. Une sorte de cousin très éloigné de la fameuse Sim City, jeu vidéo culte des années 1990 permettant de créer et modifier à loisir des villes et leurs habitants…

Deux chercheurs testent virtuellement la loi El Khomri sur le …


L'OBS avec Rue89

Se connecter - Créer son compte

LES+LUS | LE MEILLEUR DU WEB | LES PARTIS PRIS | EN IMAGES | EXTRA | AU HASARD | LES BLOGS | MOOC RUE89

CHÔMAGE

Worksim : le logiciel qui simule les conséquences de la loi travail

Quelles seront les conséquences de la loi El Khomri sur le marché du travail ? Plutôt que de regarder dans une boule de cristal, des chercheurs ont posé cette question à leur logiciel de simulation : WorkSim.

Par Rémy Demichelis Journaliste. Publié le 10/04/2016 à 17h31

106 549 VISITES 68 RÉACTIONS 0


Le Monde.fr ÉDITION ABONNÉS

INTERNATIONAL | POLITIQUE | SOCIÉTÉ | ÉCO | CULTURE | IDÉES | PLANÈTE | SPORT

M Idées

IDÉES | Tribunes | Enquêtes | Rencontres | Controverses | Livres | Analyses | Editoriaux | Chronique

ÉDITION ABONNÉS

« Le projet de loi El Khomri modifie profondément le marché du travail sans améliorer l'emploi global »

LE MONDE ECONOMIE | 05.04.2016 à 06h44 • Mis à jour le 05.04.2016 à 11h42

Réagir Ajouter Partager (78) Tweeter

Par Gérard Ballot (université Paris-II), Jean-Daniel Kant et Olivier Goudet (université Paris-VI)

Le projet de loi El Khomri a fait l'objet de multiples analyses opposées par les économistes. Tout semble avoir été dit. Mais ce projet est un ensemble complexe, et aura des effets sur un marché du travail lui-même complexe du fait de l'hétérogénéité des acteurs et des institutions. Les analyses peinent à saisir cette complexité.

Elles mettent en évidence quelques mécanismes souvent pertinents sur les bases du raisonnement économique, mais il manque un modèle qui incorpore dans un cadre unique et cohérent les multiples mécanismes à l'œuvre et aux effets souvent opposés, et permettant un chiffrage qui hiérarchise ces mécanismes dans un cadre comptable contraignant.

Simulation de la loi travail « El Khomri »









Evaluation loi travail El Khomri

- Adoptée le 21/7/2016
- Article 67 (licenciements économiques)
  - Licenciement possible si **baisse significative** des commandes ou du chiffre d'affaires
  - i.e. quand la durée de cette baisse est, en comparaison avec la même période de l'année précédente, au moins égale à :

Taille Entreprise	Nbre de Trimestres de baisse
≤10	1
[11,49]	2
[50, 299]	3
≥ 300	4

- Simulation : 20 000 agents : 18 300 individus et 1700 firmes (échelle : 1/2300)

© 2019 J.-D. Kant

Résultats ELK (1/2)

Transformation profonde du marché du travail

- Les embauches en CDD chutent fortement (77% > 30% des embauches)
- **Le CDI devient le contrat majoritaire d'embauche (23% => 70%)**
- **Le CDI devient plus court** (durée médiane divisée par 2) **et plus précaire** (probabilité de perdre son CDI dans l'année passe de 8 à 13 % ; % 60%)
  - à cause de la **forte augmentation du taux de licenciement économique (qui passe de 0.6 à 19 %; x 32)**

© 2019 J.-D. Kant

Résultats ELK (2/2)

- Pas d'amélioration de l'emploi après 4 ans
- Substitutions :
  - Mesure **favorable aux jeunes** (-148 000 chômeurs, - 5pts ; +247 000 emplois)
  - au **détriment des 50-65 ans** (+101 000 chômeurs, -141 000 emplois)
    - ✓ Les jeunes sont le plus souvent en CDD et bénéficient de l'embauche en CDI
    - ✓ Les « seniors » sont plutôt en CDI et subissent l'augmentation des licenciements économiques
- Bilan économique :
  - **Hausse** des **profits** des entreprises : + 19%
  - **Baisse** des **salaires** des individus : -9% (-200€/mois)

© 2019 J.-D. Kant

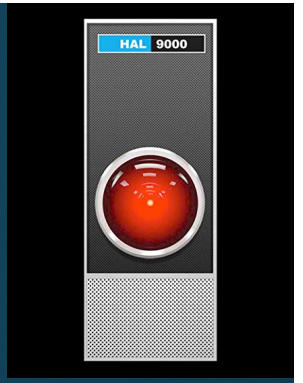
Confrontons nos résultats avec la réalité !!

- **Un peu tôt : il faudrait attendre 2020** (4 ans)
- Fin 2017, forte augmentation des embauches en CDI (hausse 6x plus grande que celle des CDD) et cela continue aujourd'hui (3x) *(Acoss, 2019)*
- L'emploi des jeunes s'améliore tandis que celui des séniors stagne *(Insee, 2018 et 2019)*
- Mais légère baisse des taux de licenciements économiques (2,4% en 2016 à 1,6 % en 2019 ; -33%) *(DARES, 2016 et 2019)*
- **Explication : les employeurs ont peu utilisé ce dispositif de la loi ELK, il ont préféré les CDD courts pour la flexibilité**

© 2019 J.-D. Kant

OptiPol : et si on laissait la machine décider ?

De Bufala & Kant, AAMAS 2019



- Chercher une politique « optimale » qui optimise certains critères
  - Taux de chômage, taux d'activité, revenus, profits,…
- 1 politique = ensemble de leviers (simples ou complexes)
- Travail en cours ! A SUIVRE ! ☺

=> il faut attendre le bouclage macro-économique de WorkSim

© 2019 J.-D. Kant



Projet NumJobs (2018-…)

Avec G. Ballot, N. De Bufala, T. Nguyen, O. Le Marrec, …

http://numjobs.lip6.fr

SCIENCES SORBONNE UNIVERSITÉ

LIP6

UNIVERSITÉ PARIS II PANTHÉON-ASSAS

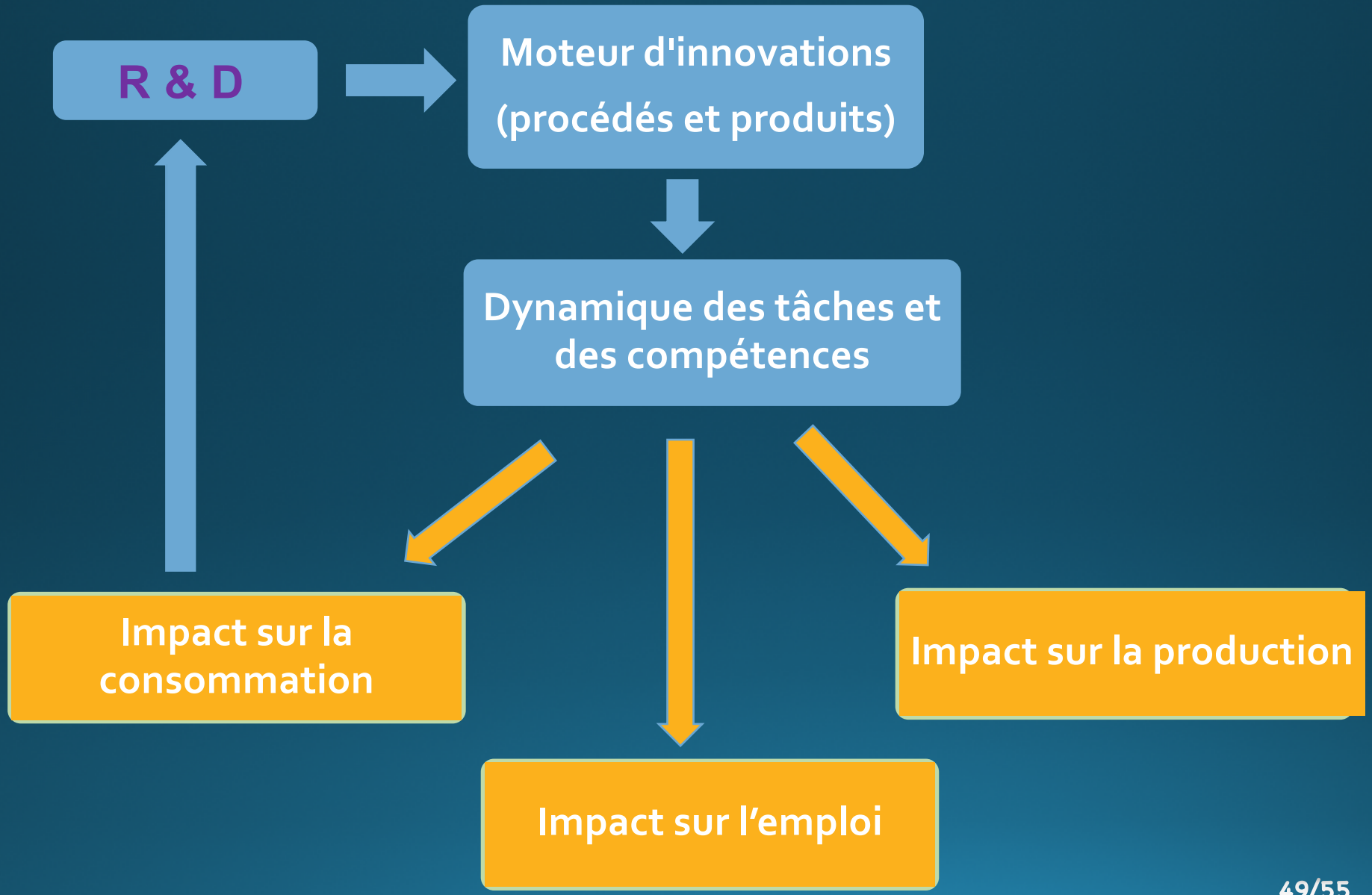
pôle emploi

Objectifs

- **Impact du numérique et notamment de l'IA sur le travail et l'emploi**
- Créations d'emploi ? Destructions ?
- Dynamique des compétences
  - Créations ?
  - Destructions ?
- Impact sur l'organisation du travail
  - Dynamique des tâches de production

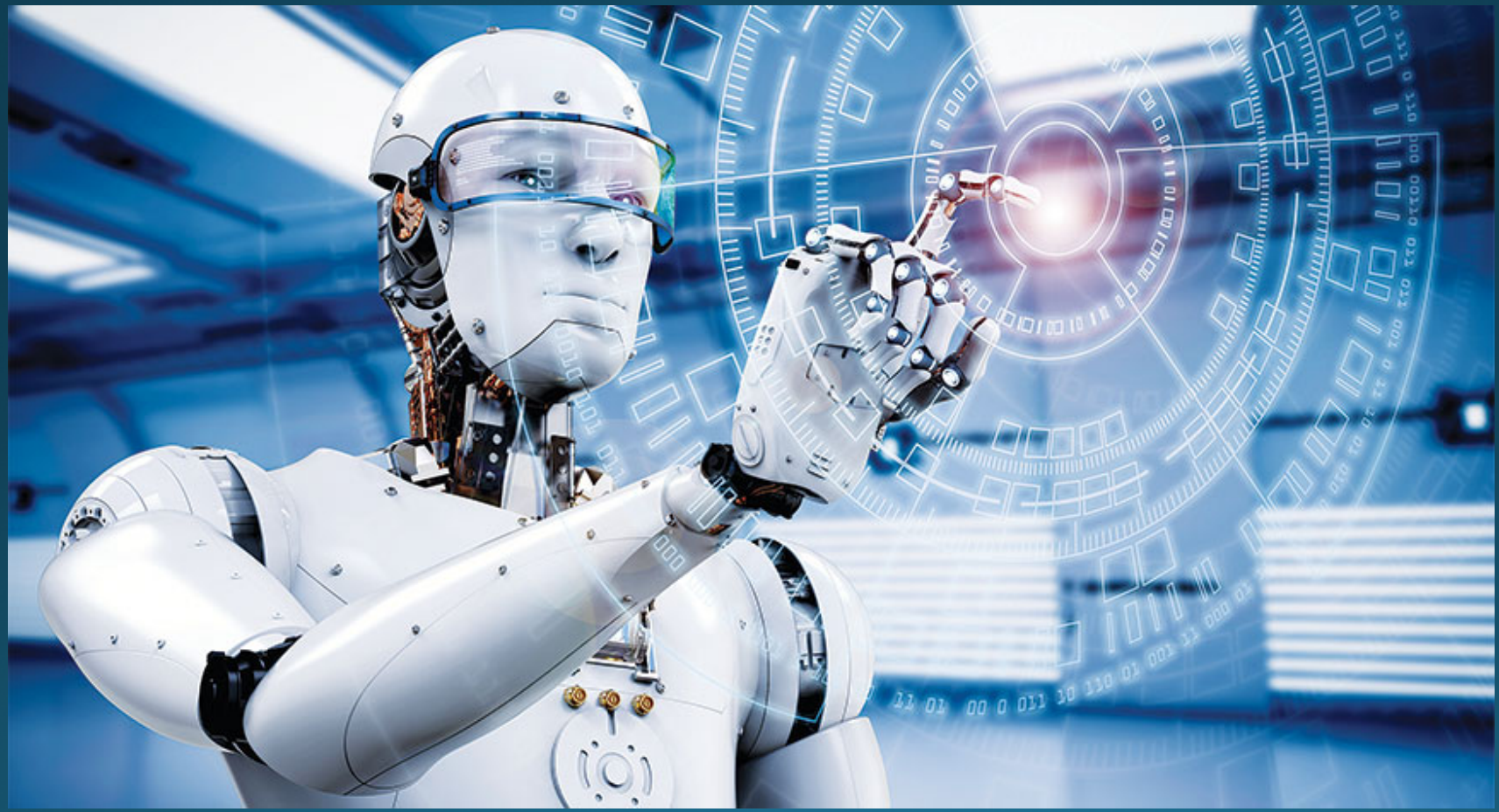
© 2019 J.-D. Kant

NumJobs : Schéma général



© 2019 J.-D. Kant

Discussion



© 2019 J.-D. Kant

Pourquoi l'IA ?

- Apports **économiques**, dans **l'Entreprise**
  - Augmentation de la productivité et des performances
    ⇨ Plus de **bénéfices** !
  - Tant qu'elle produira des bénéfices plus élevés que les autres technologies, l'IA se développera
- **Bien commun**
  - **Transports** : moins d'accidents
  - **Santé** : meilleurs dépistages
  - **Environnement ?**
- **Aide à la décision (stratégique, politique, …)**
  - **Avec la Simulation Multi-Agents !**

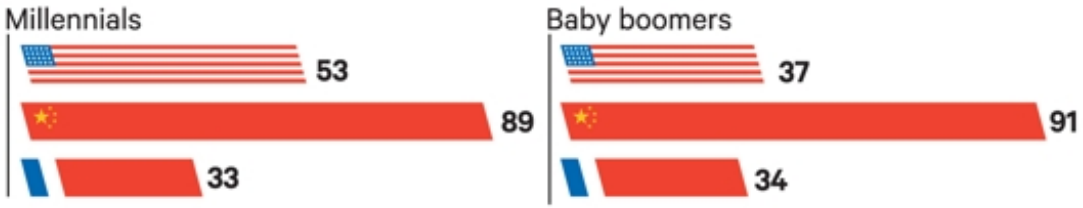
© 2019 J.-D. Kant

Acceptation de l'IA

Tous les pays n'ont pas la même vision de l'IA

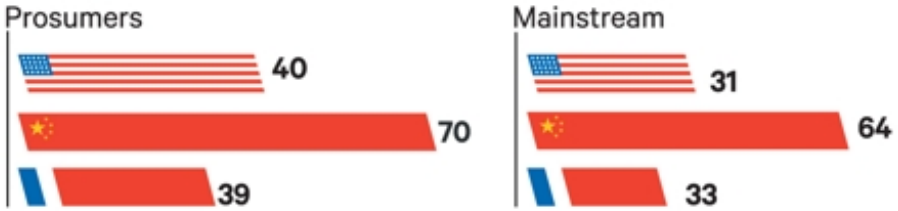
Réponses positives aux questions, en %

L'intelligence artificielle sera-t-elle bonne pour la société ?

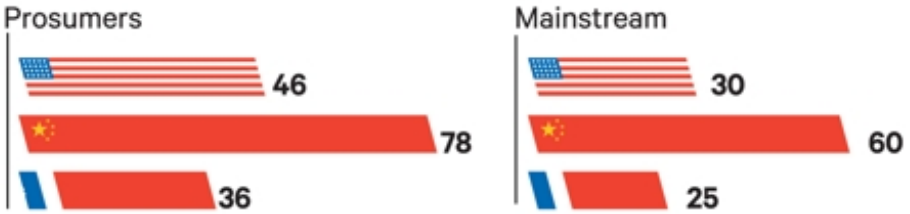


Dans le futur, l'intelligence artificielle...

... nous libérera de tâches répétitives et nous donnera plus de temps pour profiter de la vie.



... aidera l'humanité à progresser.



Comment lire ce graphique ?

53 % des Américains « Millennials » (nés entre 1980 et 2000) pensent que l'intelligence artificielle sera bonne pour la société.

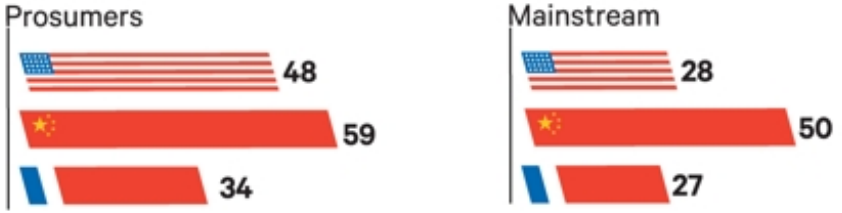
64 % des consommateurs français les plus avant-gardistes, les « prosumers », pensent que l'IA va rendre les humains paresseux et oisifs.

Dans le futur, l'intelligence artificielle va...

... détruire des emplois et laisser des millions de personnes sans travail.

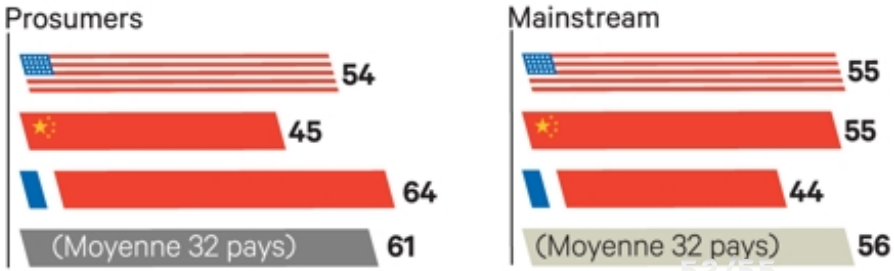


... créer de nouveaux emplois que nous n'imaginons pas encore.



Quand l'intelligence artificielle et les robots feront partie intégrante de nos vies, j'ai peur que...

... les humains deviennent paresseux et oisifs.



«LES ÉCHOS» / SOURCE : BETC, ENQUÊTE MENÉE EN 2017 AUPRÈS DE PLUS DE 12.000 PERSONNES DANS 32 PAYS.

Craintes et Dangers

- **Travail et RH**
  - **Chômage,**
  - **Organisation, qualité du travail,…**
- **Pollution**
  - Puissance de calcul, stockage des données,…
- Questions **éthiques**
  - Sécurité, vie privée, démocratie,…
  - Perte d'autonomie, de contrôle
- Problèmes **juridiques**
  - Explicabilité…
  - Droits / responsabilités des algorithmes, des machines

© 2019 J.-D. Kant

Quel avenir pour l'IA ?

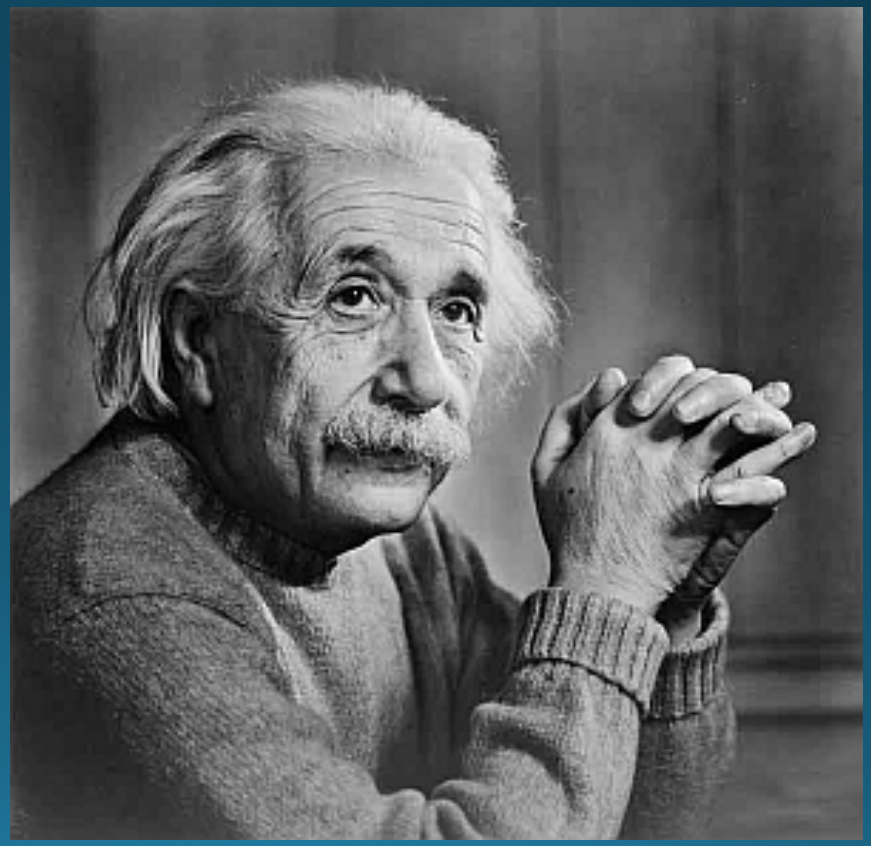
- Vision **technophile** forte
  - L'humain échoue (santé, finance, environnement, sécurité, …) et il faut donc le remplacer par des machines (IAs) plus **performantes**
  - Problème quand ces machines deviennent fortement autonome => singularité, super intelligence
- Vision **techno-modérée**
  - Pas utile de remplacer l'humain par une machine
    - ✓ On est déjà assez (trop) nombreux , il y a du chômage !
    - ✓ D'autres urgences (climat, environnement) risque d'être détériorées par une utilisation massive de l'IA, gourmande en ressources
  - Utiliser les IAs comme aides et complémentaires aux activités humaines

© 2019 J.-D. Kant

Le mot de la fin pour Albert…

« *Je suis réellement un homme quand mes sentiments, mes pensées et mes actes n'ont qu'une finalité : celle de la communauté et de son progrès.* »

Comment je vois le monde - Albert Einstein (1934)



© 2019 J.-D. Kant