

---

# Traitements algorithmiques et mégadonnées

François Pellegrini  
Professeur, Université de Bordeaux  
francois.pellegrini@u-bordeaux.fr

Ce document est copiable et distribuable librement et gratuitement à la condition expresse que son contenu ne soit modifié en aucune façon, et en particulier que le nom de son auteur et de son institution d'origine continuent à y figurer, de même que le présent texte.

# Algorithmes et traitements (1)

---

- Le terme « algorithme » est majoritairement utilisé de façon inappropriée
  - Victime d'un regrettable effet de mode
- Un algorithme est la description d'une suite d'étapes permettant d'obtenir un résultat à partir d'éléments fournis en entrée
  - Recette de cuisine
  - Archétype d'histoire
  - Méthode mathématique

# Algorithmes et traitements (2)

---

- Confusion entre trois objets techniquement et juridiquement distincts :
  - Algorithme
    - Objet mathématique de libre parcours
    - Ni « loyal », ni « éthique »
      - Mais tout projet scientifique suscite des questions éthiques
  - Logiciel
    - Création de forme exprimant un ou plusieurs algorithmes
    - Œuvre de l'esprit soumis au droit d'auteur adapté
  - Traitement de données

# « Code is law »

---

- Les logiciels et leurs algorithmes sous-jacents, comme tout artefact, dérivent de leur environnement social, économique et culturel
  - Incorporent des biais humains
- « Modèle » est synonyme de « préjugé »
  - C'est le choix du concepteur de conserver ce qui est « important » et d'ignorer le reste
- « Code is law »
  - Les humains (et machines) peuvent seulement faire ce qui est spécifié dans le logiciel

# Mégadonnées (1)

---

- Pas de définition uniforme
  - Ne suffit pas qu'il y ait « beaucoup » de données
- Plus petit dénominateur commun : les « x V » (3 ou plus)
  - Volume
    - Phénomène déclencheur, mais pas discriminant
    - Impossibilité de traiter exhaustivement l'information
  - Vélocité
    - Modification perpétuelle des données disponibles
    - Risque d'incohérence entre les données collectées

# Mégadonnées (2)

---

- Variété
  - Données non structurées
  - Sémantique dépendante du contexte
- Véracité
  - Précision et exactitude des données
  - Tout « filtrage » détruit les signaux recherchés
- Visualisation
  - Interprétation des résultats
  - Corrélation n'est pas causalité
- Valorisation
  - Attachée à l'usage

# Principes des mégadonnées (1)

---

- Modélisation d'un système ouvert et non pas fermé
  - Impossibilité d'obtenir des certitudes
  - Il ne s'agit plus de modéliser, mais d'abstraire
- Raisonnement inductif et non pas déductif
  - Déduction : s'appuie sur une règle préétablie
    - Je suis vivant donc je suis né
  - Induction : phénomène généralement observé
    - On suppose que je vais mourir

# Principes des mégadonnées (2)

---

- Deux façons d'obtenir un résultat d'une machine (marche aussi pour les humains)
  - Algorithmes déductifs :
    - Le modèle est déjà connu
    - On déduit les résultats des entrées
  - Algorithmes inductifs :
    - Le modèle n'est pas fourni à l'avance
      - Seulement un « méta-modèle » sur les données
    - Le but n'est pas de modéliser, mais de mettre en évidence des corrélations entre données
    - Impossibilité d'obtenir des certitudes

# Principes des mégadonnées (3)

---

- Conserver plus de données n'apporte pas plus de précision
  - Obsolescence des données comportementales
  - Il faut être capable d'oublier pour continuer à agir

# Principes des mégadonnées (4)

---

- En statistique, un modèle est efficace si le résidu est un bruit blanc (aléatoire)
  - Permet de traiter les cas fréquents
  - Ne permet pas de capturer les cas différenciateurs
- « Les mégadonnées commencent là où la statistique s'arrête »
  - Détection de « signaux faibles », de « nouvelles tendances »
  - Personnalisation de l'information

# Principes des mégadonnées (5)

---

- Les mégadonnées s'appuient sur :
  - L'abstraction : remplacer des informations par des informations plus compactes
  - La connexité : existence de liens entre les données
    - « Inter-legere »

# Personnalisation

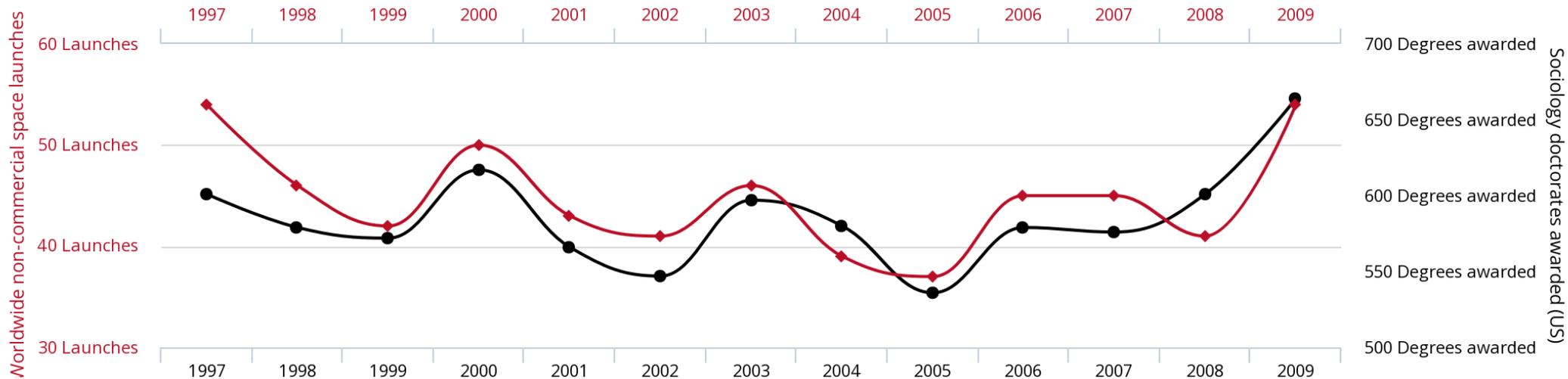
---

- Prise en compte des individualités
  - Modèles différenciateurs captant les « signaux faibles »
  - Prévoir comment chacun va raisonner par rapport à son référentiel de pensée
    - Rationalité et biais cognitifs
- Mieux connaître un individu, c'est :
  - Mieux le servir
  - Jouer sur ses sensibilités
  - Anticiper ses réactions

# Corrélation vs. causalité

- Corrélation ne veut pas dire causalité !
- Les traitements basés sur des modèles inductifs ne peuvent distinguer les deux

**Worldwide non-commercial space launches**  
correlates with  
**Sociology doctorates awarded (US)**



# Mégadonnées et gouvernance (1)

---

- Les sociétés humaines sont déjà gérées selon les principes des mégadonnées
  - Les êtres humains sont capables de décider par induction à partir de données incomplètes
- La technologie se rapproche de plus en plus du modèle humain, mais peut-elle l'assister de façon utile ?
  - Au niveau individuel : service à l'utilisateur
  - Au niveau collectif : influence sur la définition et la mise en œuvre des politiques publiques

# Mégadonnées et gouvernance (2)

---

- Parmi les domaines dans lesquels on pense que les mégadonnées auraient un fort bénéfice à s'appliquer, on identifie plusieurs secteurs stratégiques dont :
  - Santé
  - Régalien (police-justice)

# Loyauté et biais

---

- Le responsable de traitement peut décider d'être loyal ou non vis-à-vis des personnes concernées par son traitement
- Il peut également exister des biais dans la mise en œuvre du traitement :
  - Biais de modélisation
  - Biais de sélection des données d'auto-configuration
  - Biais de convergence de l'auto-configuration

# Explicabilité et auditabilité

---

- Moyens pour les personnes d'être informées de la nature d'un traitement les concernant
  - Explicabilité : fourniture de la description d'un traitement
    - Et des relations entre le responsable de traitement et les tiers avec lesquels il est en relation contractuelle
    - Suffisant pour les algorithmes déductifs
  - Auditabilité : nécessité d'accès aux jeux de données
    - Nécessaire pour les algorithmes inductifs

# Encadrement juridique de la gouvernance algorithmique (1)

---

- Loi I&L :
  - Nul ne peut être l'objet d'un traitement algorithmique sans qu'un humain ne puisse prendre in fine la décision en bout de chaîne
    - Article 22 du RGPD : « 1. La personne concernée a le droit de ne pas faire l'objet d'une décision fondée exclusivement sur un traitement automatisé, y compris le profilage, produisant des effets juridiques la concernant ou l'affectant de manière significative de façon similaire. [...] »
  - Principe de finalité de la collecte

# Encadrement juridique de la gouvernance algorithmique (2)

---

- Loi CADA :
  - Auditabilité des logiciels en tant que documents administratifs
  - S'oppose au fait que nombre des algorithmes utilisés sont maintenus secrets par les acteurs privés
  - Difficulté de les auditer

# « Intelligence artificielle » (1)

---

- Terme promu lors d'un séminaire d'été au « Dartmouth College » en 1956
  - « IA » « forte » : intelligence synthétique généraliste
  - « IA » « faible » : assistance à des tâches spécialisées

# « Intelligence artificielle » (2)

---

- Actuellement, seules des « IA » dites « faibles » sont mises en œuvre
  - Traitements opérant dans un contexte borné en termes de données fournies et de réponses attendues
  - Bien loin de la prétendue « singularité »
- « IA » est un mot médiatique et un projet politique plutôt qu'une réalité scientifique
  - Aucune définition de l'« intelligence »
  - Sert surtout à obtenir des fonds !

## « auto-apprenants » (1)

---

- Le but des systèmes « auto-apprenants » est d'émuler le conditionnement pavlovien
  - Renforcer les corrélations entre un ensemble d'entrées (supposées) pertinentes et les sorties souhaitées

## « auto-apprenants » (2)

---

- Modélisation du système sous forme d'une « boîte noire » dans laquelle les sorties sont calculées de façon déterministe à partir des entrées au moyen d'opérateurs mathématiques, paramétrables afin de renforcer les corrélations
  - Ensembles de « neurones formels » ou « perceptrons » dotés d'entrées et de sorties numériques, et de coefficients internes
- Pas de réel « apprentissage »
  - Éviter les termes anthropomorphes trompeurs

## « auto-apprenants » (3)

---

- Le terme d'« apprentissage profond » indique que le système comprend plusieurs niveaux de tels opérateurs mathématiques
  - Rétro-configuration de chacun des niveaux à partir des sorties
- Permet l'extraction de caractéristiques plus « abstraites » des jeux de données
  - Comme par exemple « capturer » les caractéristiques stylistiques d'une image pour les transposer dans une autre

## « auto-apprenants » (4)

---

- Problématique de la détection des biais
  - Filtrage lors de la collecte des jeux de données
    - « M. / Mme » seuls choix dans les réponses
  - Sélection des jeux de données
    - « Tous les Anatole sont des tueurs en série »
  - Convergence de l'algorithme
    - Cas de la détection des rideaux et non du lit dans les chambres à coucher
- Problématique du re-jeu
  - Preuve a posteriori d'existence d'un biais ?

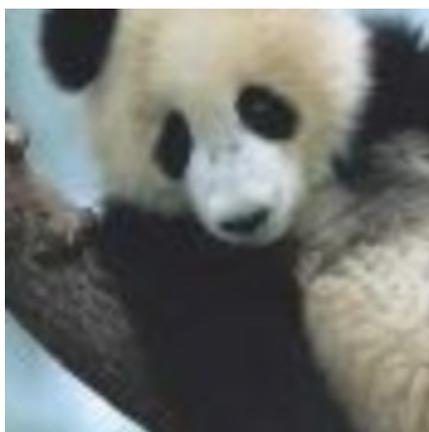
# Vraiment « intelligent » ? (1)

- Les chihuahuas sont-ils des muffins ?



# Vraiment « intelligent » ? (2)

- Un panda est-il différent d'un gibbon ?



$x$

“panda”

57.7% confidence

+ .007 ×



$\text{sign}(\nabla_x J(\theta, x, y))$

“nematode”

8.2% confidence

=



$x + \epsilon \text{sign}(\nabla_x J(\theta, x, y))$

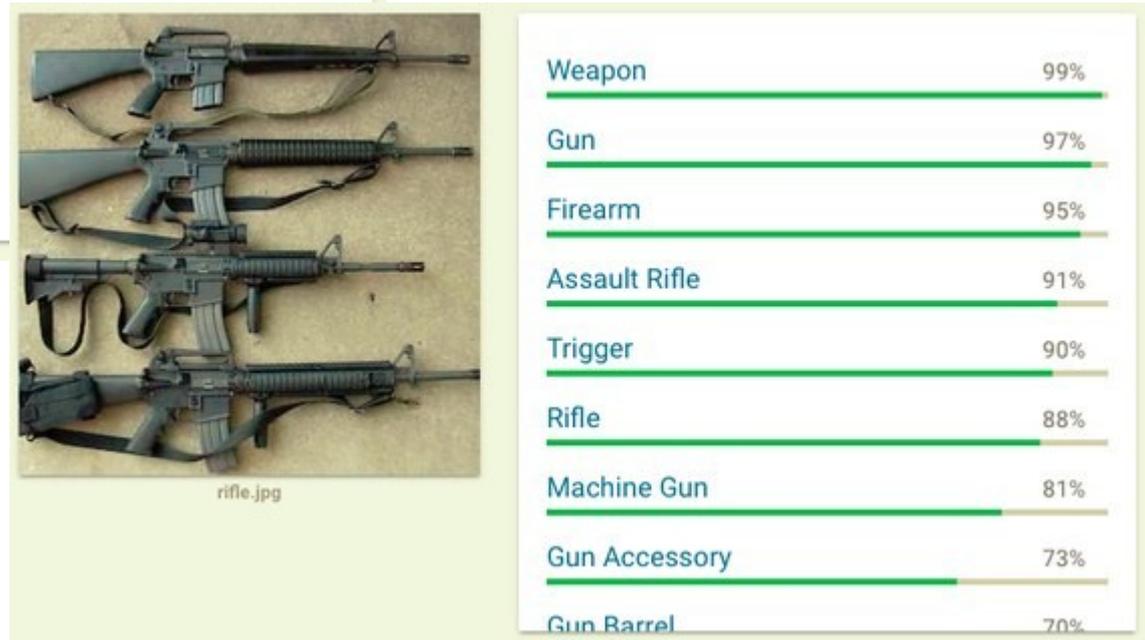
“gibbon”

99.3 % confidence

Source: Ian J. Goodfellow et al., Google Inc.

# Vraiment « intelligent » ? (3)

- Hélicoptère ou fusils d'assaut ?



Source : Andrew Ilyas &  
al., MIT

# Conformisme de la « recommandation » (1)

---

- Les traitements de recommandation opèrent selon la logique inductive
  - Détection corrélations entre jeux d'entrée et jeux de sortie
- Exposent les structures sous-jacentes
  - Utile en médecine, où les relations de cause à effet sont bordées par la physiologie
  - Utile pour détecter les motifs répétitifs
    - Fraude (s'insérer dans les failles), comportements de consommation (biais culturels et éducatifs)

# Conformisme de la « recommandation » (2)

---

- Ne peuvent que travailler en régime stationnaire
  - Sédimentation de la norme sociale
  - Cas de la « justice prédictive »
    - Mauvaise traduction de « justice prévisible »
    - Pression sur les juges tant de la part des parties que de la hiérarchie judiciaire

# Le cas PredPol (1)

---

- Logiciel permettant de « faire baisser la criminalité » dans les lieux où il est mis en œuvre
- Tentative de reproduction de l'expérience
  - Par Ismaël Benslimane, Master Physique U. Grenoble et membre du CorteX (E&R en esprit critique)

# Le cas PredPol (2)

---

- **Faits :**
  - **Biais méthodologiques et d'usage**
    - Logiciel servant tant à la prédiction qu'à la déclaration
    - Logiciel vu comme bénéfique que le crime ait eu lieu ou pas
  - **Retrouve une évidence statistique : loi de Pareto**
    - 80 % des délits sont concentrés sur 20 % du territoire
    - Il suffit de prédire toujours les mêmes lieux « à risque » pour être aussi performant que PredPol

# Le cas PredPol (3)

---

- Faits :
  - Retrouve une évidence « métier » :
    - Le crime est contagieux spatio-temporellement
    - Une victime non protégée se fera cambrioler à nouveau
      - Rationalise la liste des lieux à patrouiller à nouveau

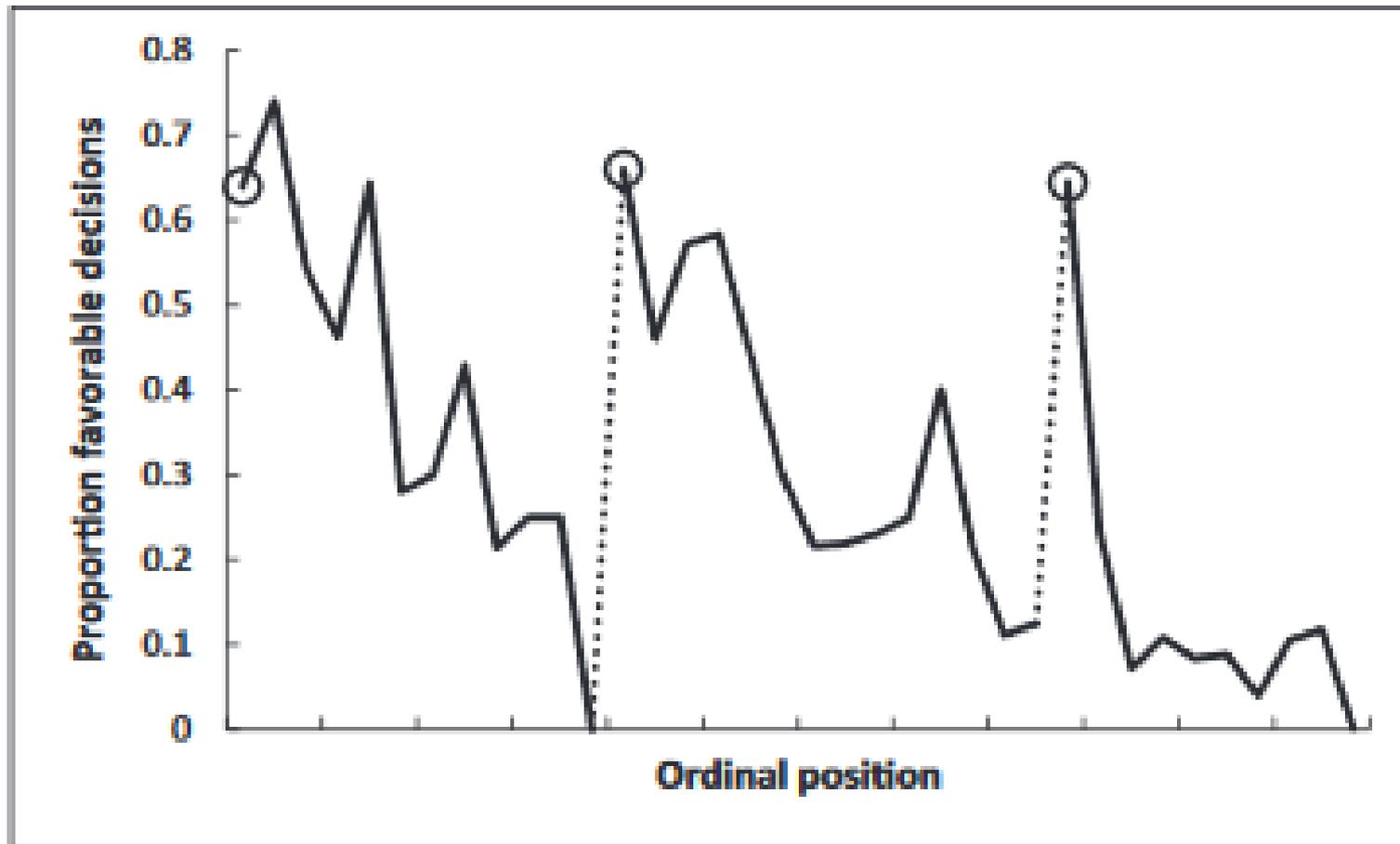
# Le cas PredPol (4)

---

- Analyse :
  - Expose des biais
    - Met en évidence le contexte social sous-jacent sans le traiter
    - Si on le traite, on déplace le problème, mais où ?
  - Modèle issu de la sismologie
    - Ne sait pas prédire les séismes, mais efficace pour prédire les répliques
    - Principe de localité : se concentre sur la répétition des victimisations
    - Modèle « stationnaire » entre deux « catastrophes »

# Justice prévisible

- « *Justice is what the judge ate for breakfast* »



# Le cas « Compas » (1)

---

- Logiciel de calcul de risque utilisé aux États-Unis lors de l'examen des demandes de libération conditionnelle
  - « *Correctional Offender Management Profiling for Alternative Sanctions* »
- La décision de maintien en détention est calculée d'après un modèle calibré selon les réponses à 137 questions

# Le cas « Compas » (2)

32. If you lived with both parents and they later separated, how old were you at the time?  
 Less than 5  5 to 10  11 to 14  15 or older  Does Not Apply

39. How many of your friends/acquaintances have ever been arrested?  
 None  Few  Half  Most

55. How often have you moved in the last twelve months?  
 Never  1  2  3  4  5+

67. In your neighborhood, have some of your friends or family been crime victims?  
 No  Yes

74. Were you ever suspended or expelled from school?  
 No  Yes

90. How often do you have barely enough money to get by?  
 Often  Sometimes  Never

95. How often did you feel bored?  
 Never  Several times/mo  Several times/wk  Daily

127. "A hungry person has a right to steal."  
 Strongly Disagree  Disagree  Not Sure  Agree  Strongly Agree

# Le cas « Compas » (3)

---

- Biais majeurs
  - Considère comme déviant ce qui est « a-normal »
  - Capture des biais sociaux
    - Les « noirs » ont plus de chances de rester en prison que les « blancs »
- Procès « State vs. Loomis »
  - Personne maintenue en prison « sur la base d’algorithme secrets »
- Nombreux travaux de recherche
  - Montrent qu’un humain fait « tout aussi mal »

# Conclusion (1)

---

- Les traitements algorithmiques inductifs sont utiles pour :
  - Identifier des motifs au sein de masses de données
  - Potentiellement, évaluer l'évolution des motifs en réaction à un changement de l'environnement
    - Tel qu'un changement de politique publique

# Conclusion (2)

---

- Ils ne peuvent que calculer selon les spécifications de leur logiciel
- Ne peuvent distinguer les corrélations fortuites des relations causales
  - Intrinsèquement conformatifs
    - Reproduisent le passé dans l'avenir
  - Doivent être utilisés dans des environnements très bordés (imagerie médicale, etc.)
  - Aide à la décision humaine plutôt qu'autonomes

# Conclusion (3)

---

- Pouvoir modifier l'environnement lui-même dans une direction donnée suppose la capacité de « sortir » du modèle
- Les personnes ne sont pas réductibles à leurs données, aussi précises soient-elles