

# Introduction à la psychologie scientifique

Coralie Chevallier

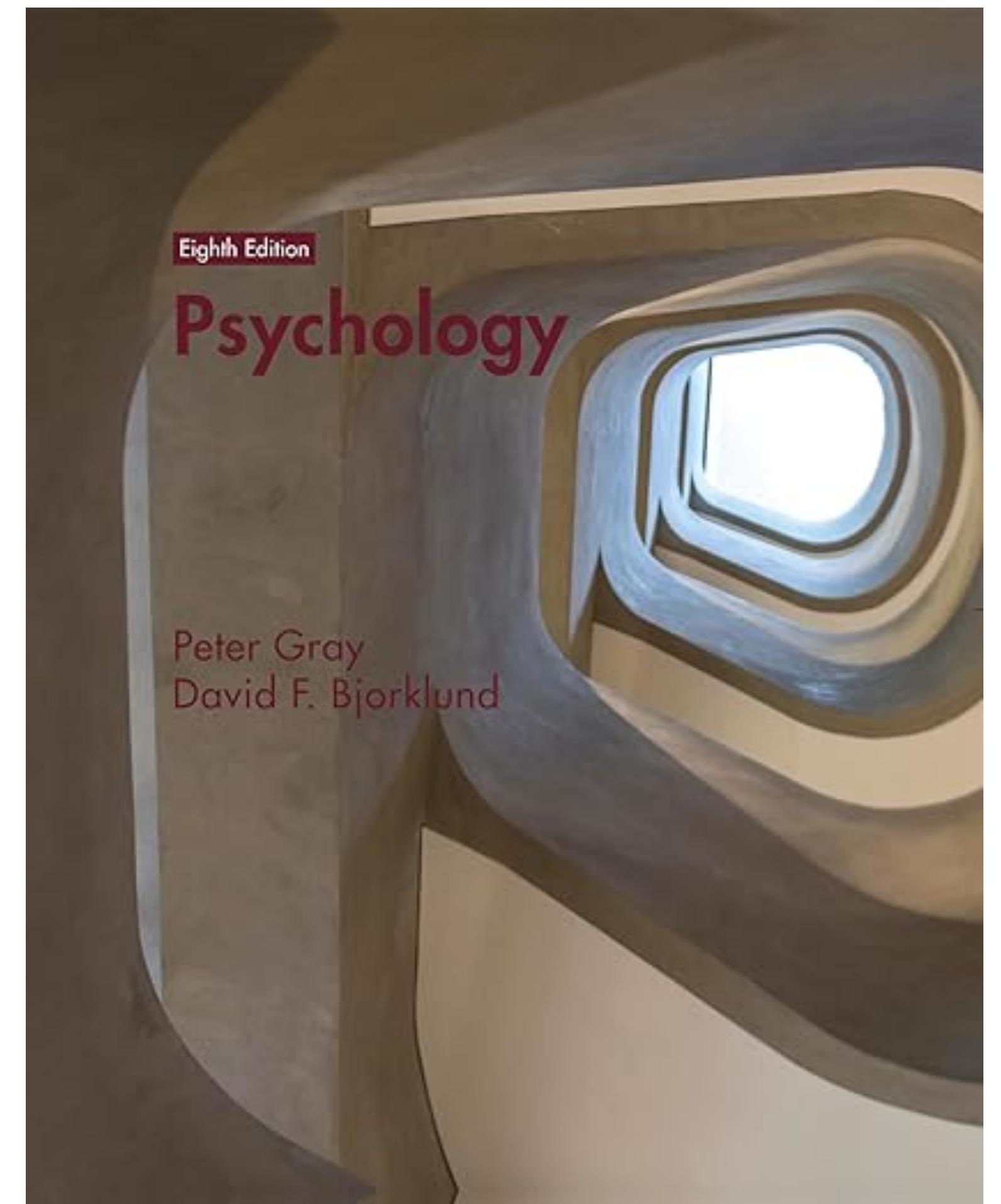


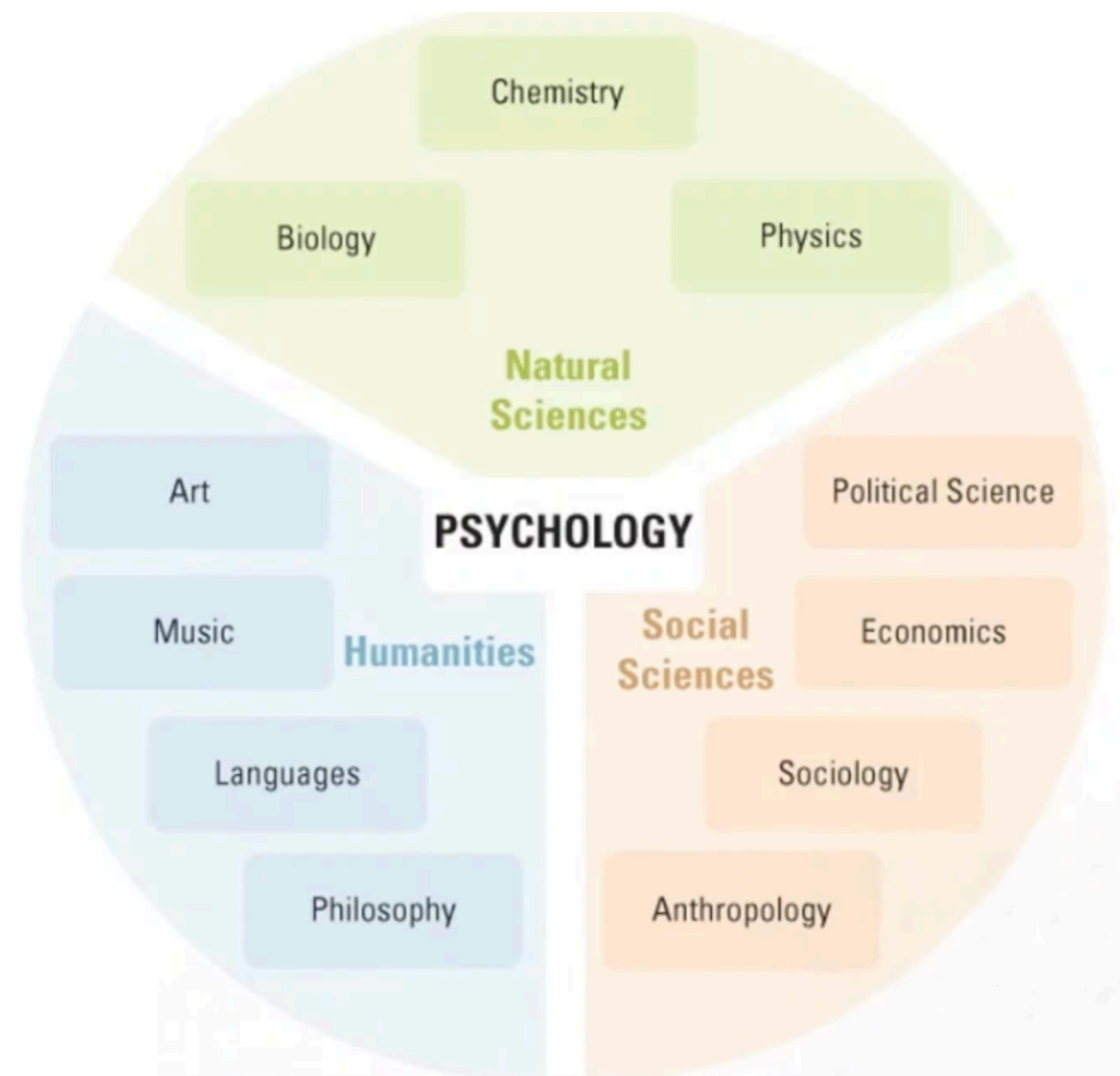
# La magie de l'esprit humain

- Le cerveau produit de l'intelligence, de la conscience, de la volonté.
- Le cerveau permet de penser, d'apprendre, de parler.
- La psychologie sous-tend nos émotions les plus intimes : l'amour, la jalousie, l'empathie, l'émotion artistique.
- La psychologie est aussi la source de comportements sombres : la méfiance, la méchanceté, les jugements hâtifs, la discrimination.
- La psychologie est à la fois ce qui nous réunit, dans ce que nous avons de plus universel : le sens moral, la faculté de langage, les émotions sociales
- Mais c'est aussi ce qui fait de nous des êtres singuliers

# Objectifs de la psychologie scientifique

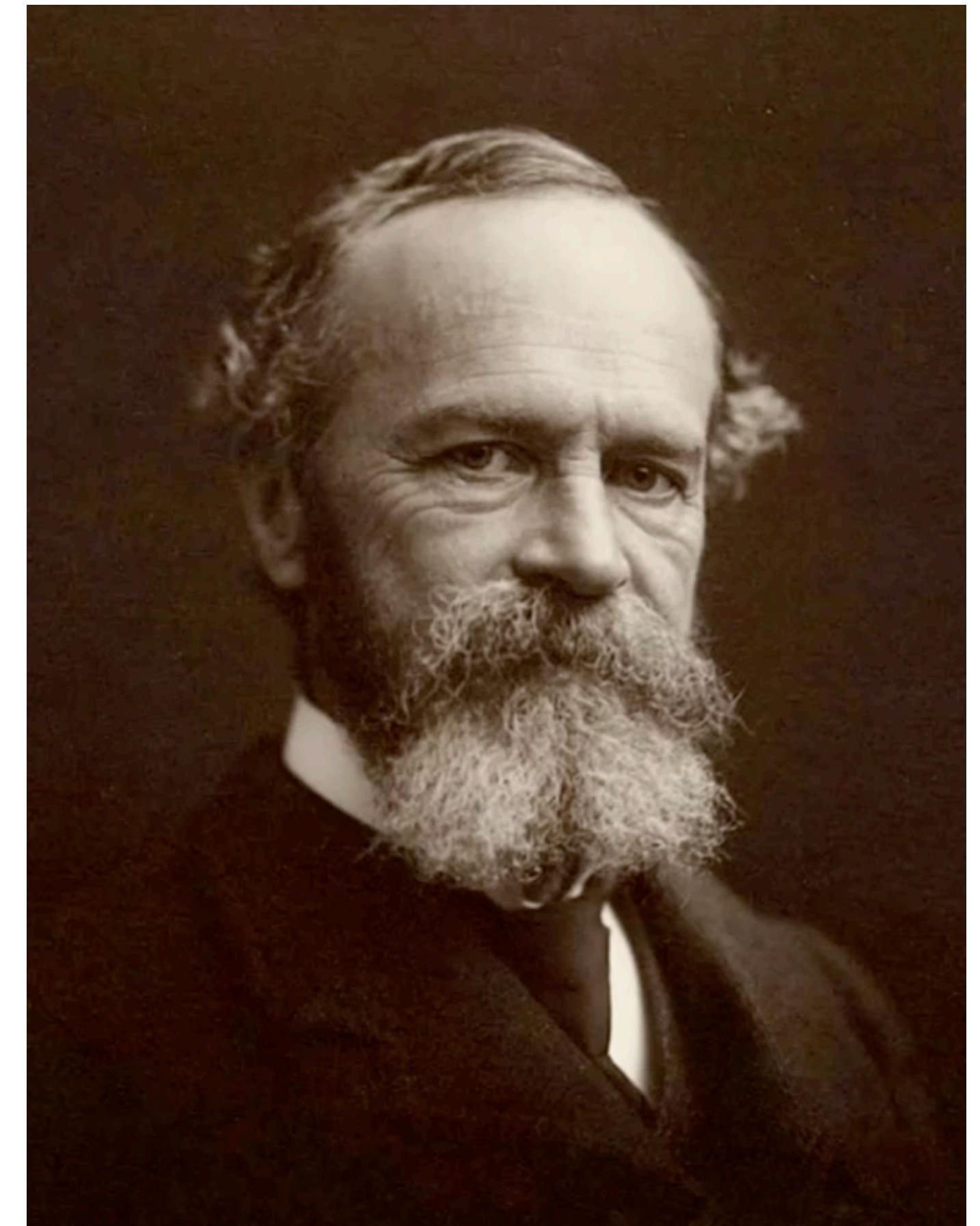
- Décrire l'esprit humain
- Expliquer scientifiquement comment il fonctionne
- Expliquer pourquoi il fonctionne ainsi
- Séance 2 : Implications pour les politiques publiques à travers 3 études de cas.
  - Éducation
  - Santé
  - Environnement





# Peut-on vraiment étudier l'esprit humain ?

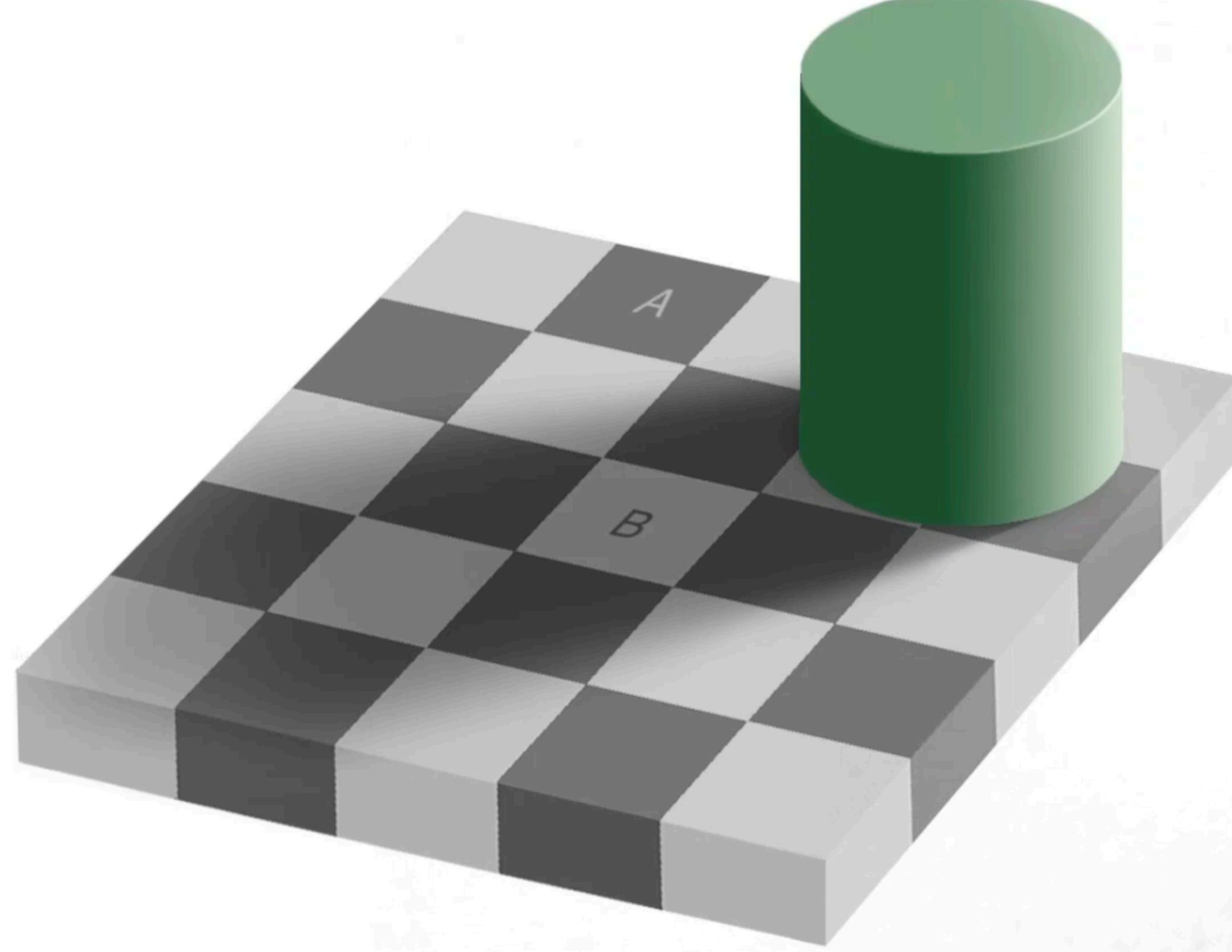
- Adopter une **posture décentrée** : sortir de notre esprit
- Prendre la perspective de ce qui serait difficile pour un animal non humain, pour une intelligence artificielle, pour un extraterrestre, pour un enfant, pour une personne présentant un trouble psychologique, permet de mesurer à quel point nous sommes capables d'opérations complexes.
- William James (1842-1910)
  - “Rendre l'instinctif étrange au point de demander pourquoi nous sourions quand nous sommes contents, et non l'inverse”



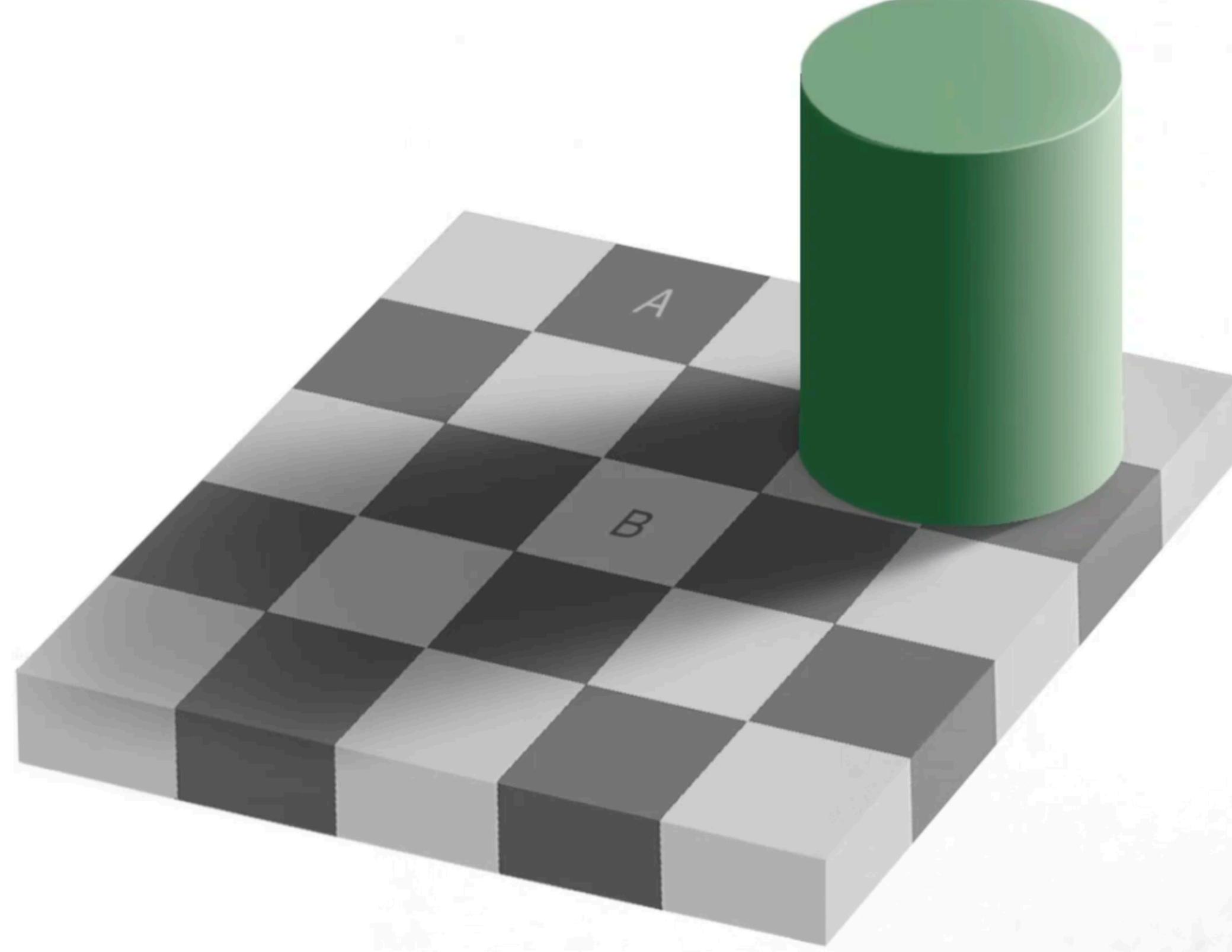
# William James

- « It takes a mind debauched by learning to carry the process of making the natural seem strange, so far as to ask for the why of any instinctive human act.
- To the learned man alone can such questions occur as: Why do we smile, when pleased, and not scowl? Why are we unable to talk to a crowd as we talk to a single friend? Why does a particular maiden turn our wits so upside-down?
- The common man can only say, of course we smile, of course our heart palpitates at the sight of the crowd, of course we love the maiden, that beautiful soul clad in that perfect form, so palpably and flagrantly made for all eternity to be loved!
- And so, probably, does each animal feel about the particular things it tends to do in the presence of particular objects. ... To the lion it is the lioness which is made to be loved; to the bear, the she-bear. To the broody hen the notion would probably seem monstrous that there should be a creature in the world to whom a nestful of eggs was not the utterly fascinating and precious and never-to-be-too-much-sat-upon object which it is to her.
- Thus we may be sure that, **however mysterious some animals' instincts may appear to us, our instincts will appear no less mysterious to them.** »

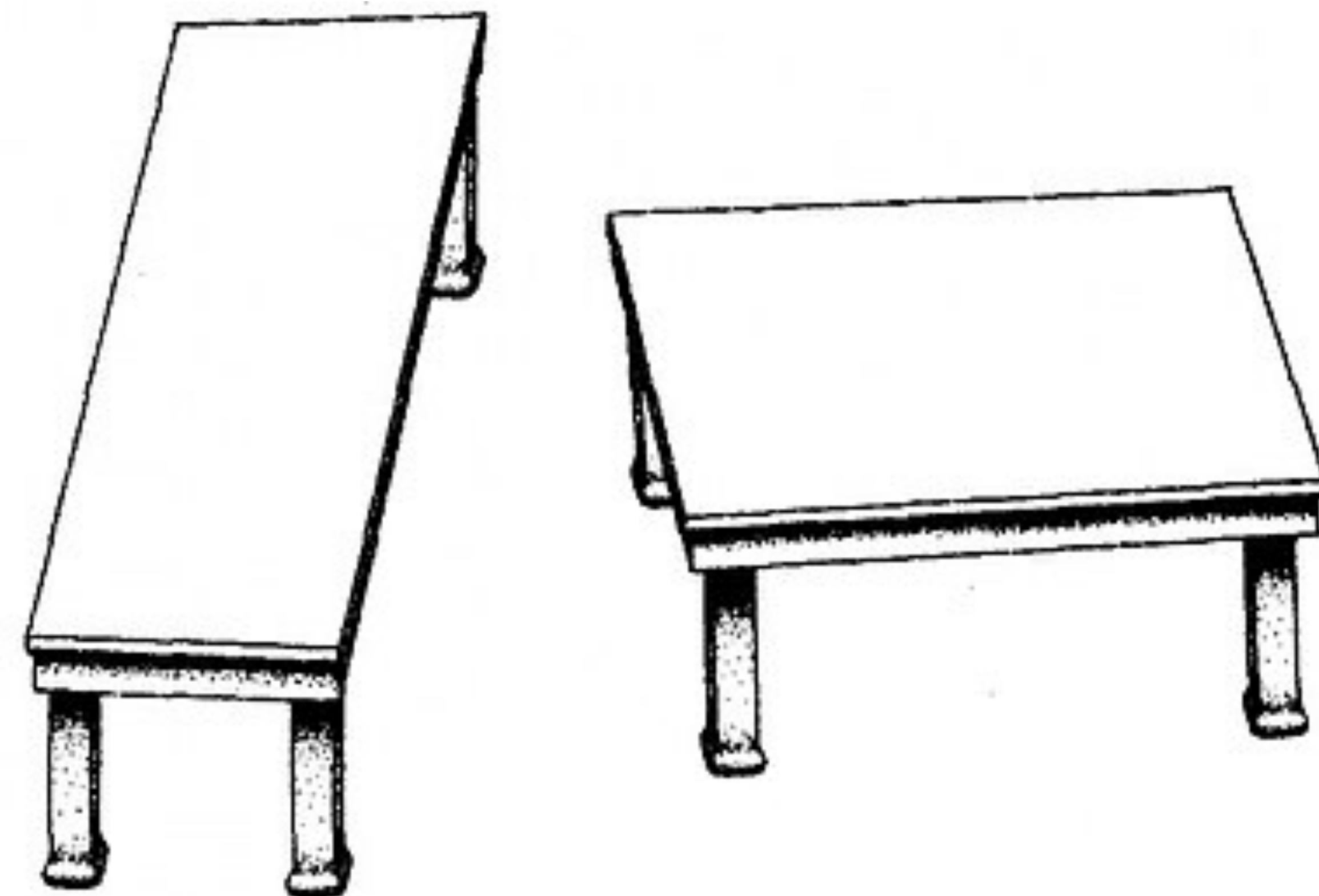
# Les illusions visuelles



# Les illusions visuelles



# Les illusions visuelles



Notre cerveau interprète activement les informations pour créer une **perception cohérente**.

« Toute connaissance ou compréhension de l'illusion que nous pouvons acquérir au niveau intellectuel reste pratiquement impuissante pour diminuer l'ampleur de l'illusion ». Shepard

# Le langage

- Production d'une **série de sons** qui, grâce à votre cerveau, sont décodés pour transmettre des **idées complexes**.
- Cette capacité repose sur deux éléments fondamentaux :
  - La mémorisation de dizaines de milliers de mots, associant des sons à des concepts.
  - L'utilisation de règles grammaticales qui permettent de combiner ces mots en une infinité de phrases, chacune exprimant une pensée unique.
- Pour les machines, le langage reste un défi majeur, en raison de son **ambiguïté**.
- Mais aussi parce que le sens littéral des mots **sous-détermine** énormément le sens que les locuteurs veulent communiquer.

# « Il fait chaud ici »

- Sens littéral très simple : observation factuelle sur la température ambiante
- Mais selon le contexte et les indices sociaux, le véritable sens peut être différent :
  - Une demande indirecte : "Peux-tu ouvrir une fenêtre ou allumer le ventilateur ? "
  - Une plainte : "Je ne me sens pas bien à cause de la chaleur. "
  - Une suggestion : "Et si nous partions dans un endroit plus frais. "
  - Une observation sociale : Lors d'une réunion tendue, cela pourrait signifier : "L'atmosphère est tendue ici. "
- Les humains sont capables de transmettre du sens au-delà du sens strictement littéral en mobilisant:
  - des éléments de **contexte** (où, quand, avec qui la phrase est-elle prononcée ?),
  - les relations **sociales** (Qui parle à qui, et quelle est la dynamique sociale entre les personnes ?),
  - les **indices non-verbaux** (ton de la voix, gestes, expressions faciales).

# Les capacités motrices

- Que faut-il pour attraper une balle au vol ?
- **Anticipation précise** de la trajectoire de la balle : Le cerveau doit utiliser des calculs implicites, basés sur des modèles internes de la physique, pour estimer où la balle se trouvera dans un futur proche
- **Détection de la balle dans l'espace** : Les yeux captent des informations sur la position et la vitesse de la balle
- **Ajustement** en temps réel des informations : la balle est en mouvement constant et peut être influencée par des facteurs comme le vent ou des rebonds imprévus.
- **Coordination** des mouvements du corps pour placer la main au bon endroit au bon moment.
  - **Activation des muscles appropriés** : Une série de signaux nerveux précis est envoyée aux muscles pour ajuster la posture, lever le bras, et ouvrir la main.
  - **Ajustement** en temps réel : Si la balle change légèrement de trajectoire -par exemple, si elle est déviée, le cerveau corrige immédiatement les mouvements en ajustant sa prédition.

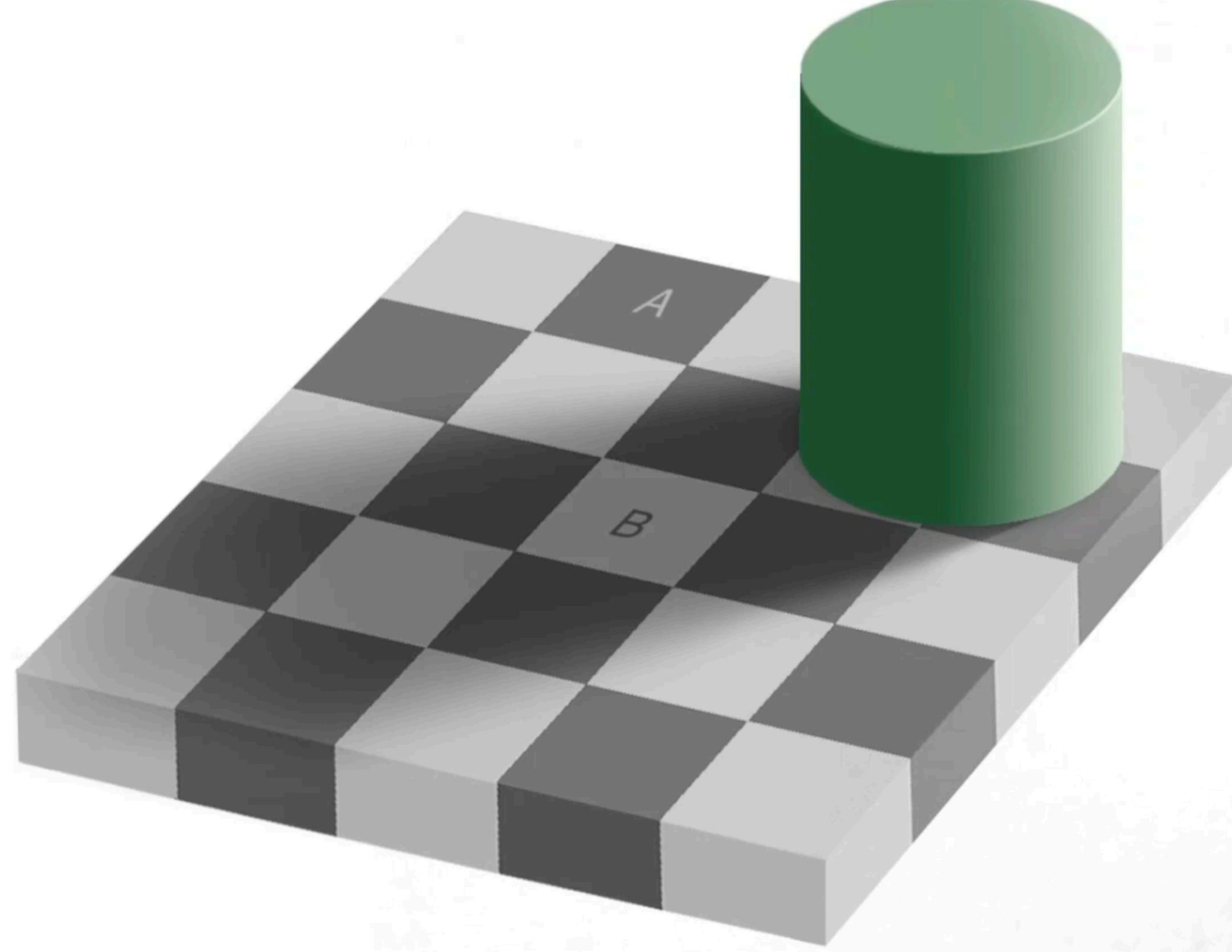
# Les capacités motrices

- La lumière reflétée par la balle atteint la rétine et est convertie en signaux électriques.
- Ces signaux voyagent à travers le nerf optique jusqu'au **cortex visuel**, où ils sont interprétés pour déterminer la position de la balle.
- L'information est ensuite transmise à d'autres régions du cerveau, comme le **cortex moteur**, qui planifie et exécute les mouvements nécessaires pour intercepter la balle.
- Le tout se passe en **quelques millisecondes** : un exploit de l'esprit humain !
- ... et un défi encore aujourd'hui pour l'ingénierie robotique

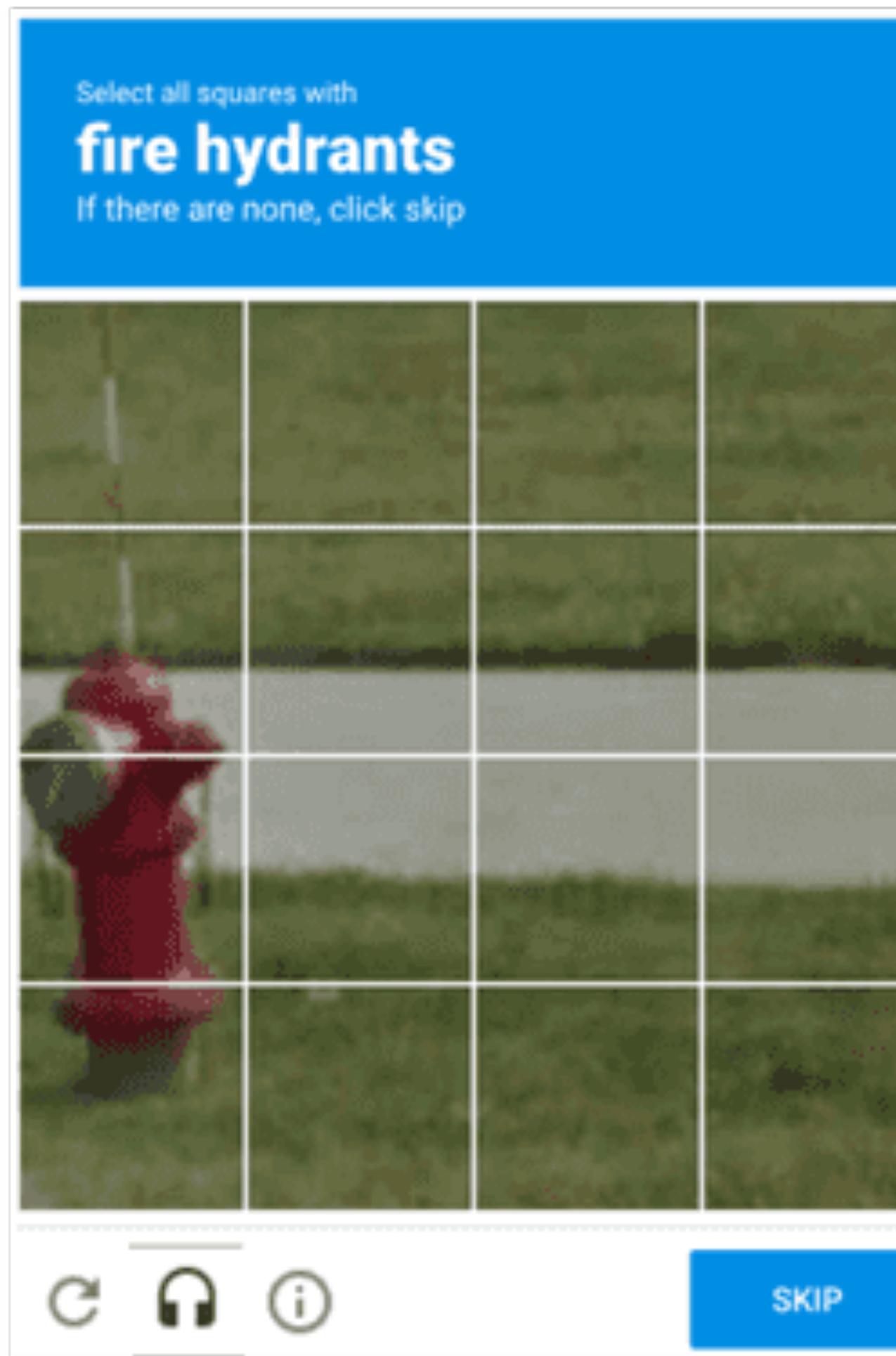
# Voir la balle

- Le monde n'est pas un livre d'images, avec des tags sur les objets et des lignes permettant de démarquer les objets les uns des autres. Le cerveau doit déterminer les contours des objets à partir d'une simple information de **luminance** (l'intensité de lumière perçue).
- Problème : Très difficile de distinguer **l'éclairement** de l'objet (la lumière qui tombe sur l'objet) de **la réflectance** (la proportion de la lumière réfléchie par la surface de l'objet, liée aux propriété du matériau).
  - une boule de neige dans l'ombre est aussi lumineuse qu'une boule de charbon en plein soleil
- Solution : Notre cerveau est capable de s'affranchir des changements d'éclairement pour prendre en compte la luminance du matériau.
- Mais notre cerveau est presque *trop* performant.
- Ce que nous percevons consciemment du monde est en réalité une **interprétation** construite par le cerveau, une estimation objective des propriétés des surfaces (et non l'information de luminance directement, qui nous est cachée par l'interprétation que fait notre cerveau).
- C'est précisément cette **interprétation** qui est à l'origine de certaines **illusions** visuelles.

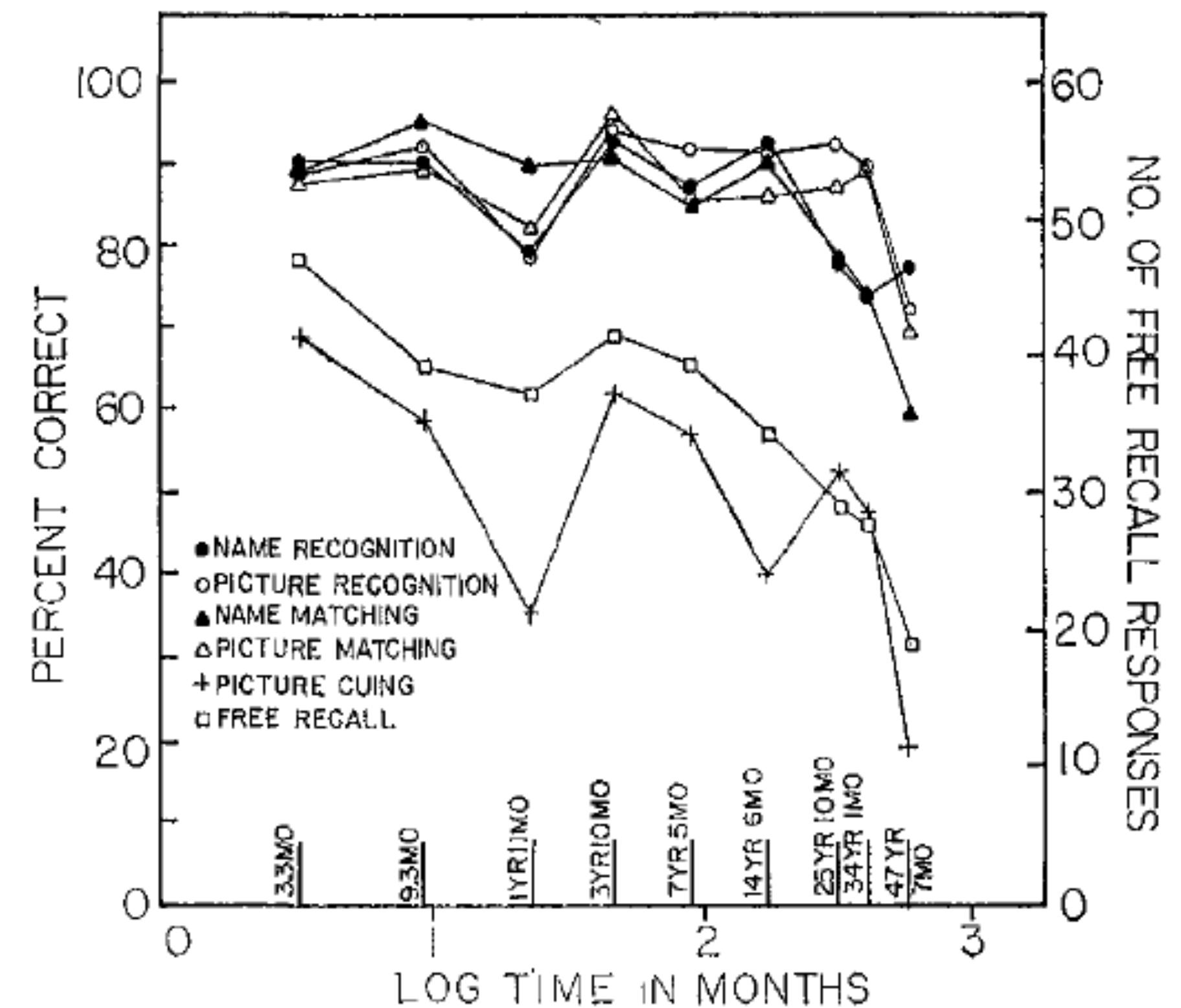
# Les illusions visuelles



# Reconnaissance de formes et d'images

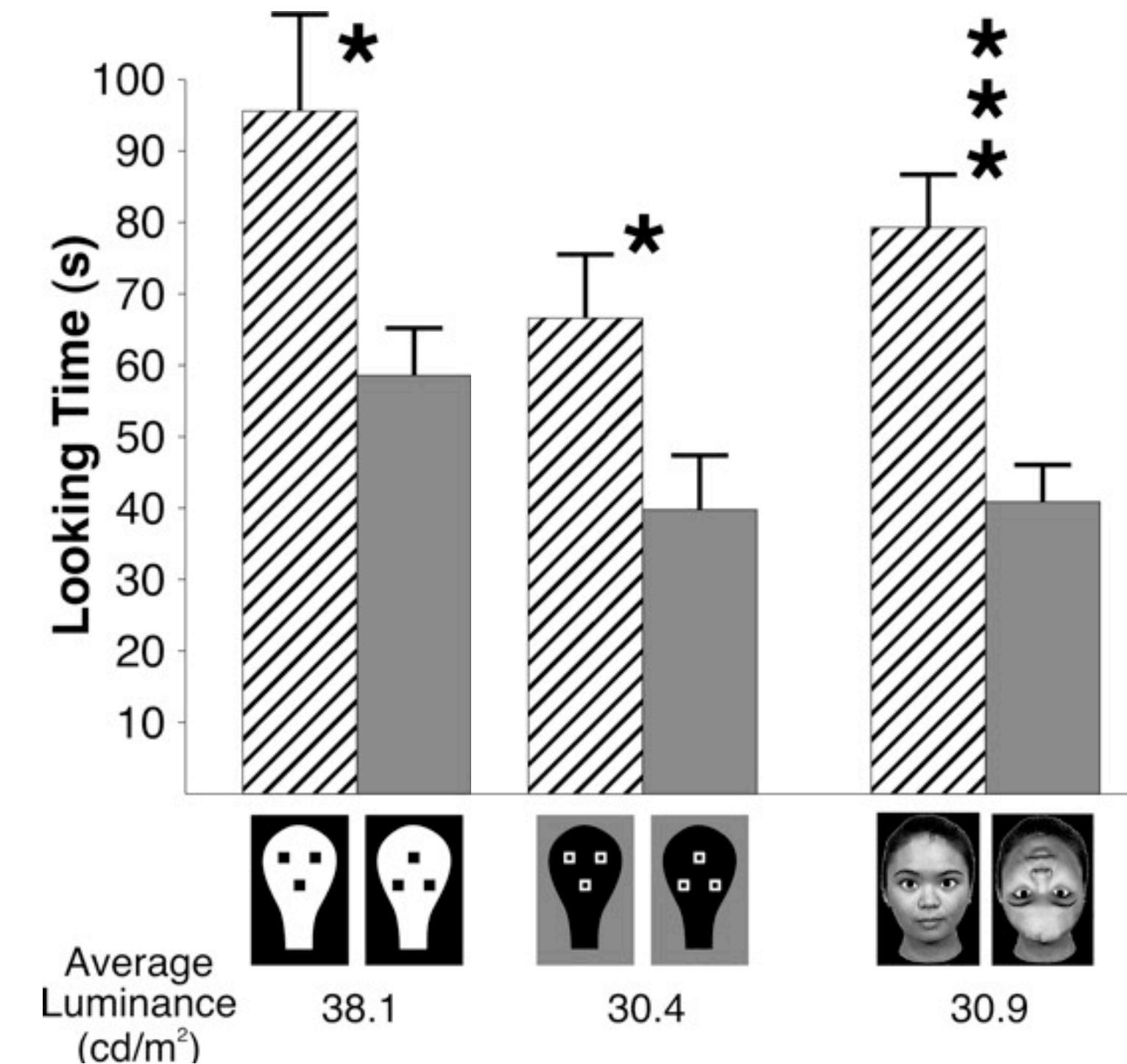


# Une machine sociale



**FIGURE 1.** Adjusted mean retention scores on six tests.

Bahrick, et al. (1975). Fifty years of memory for names and faces: A cross-sectional approach. *Journal of experimental psychology: General*



Farroni, T., Johnson, M. H., Menon, E., Zulian, L., Faraguna, D., & Csibra, G. (2005). Newborns' preference for face-relevant stimuli: Effects of contrast polarity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*,

# Paréidolie



# Psychologie et politiques publiques

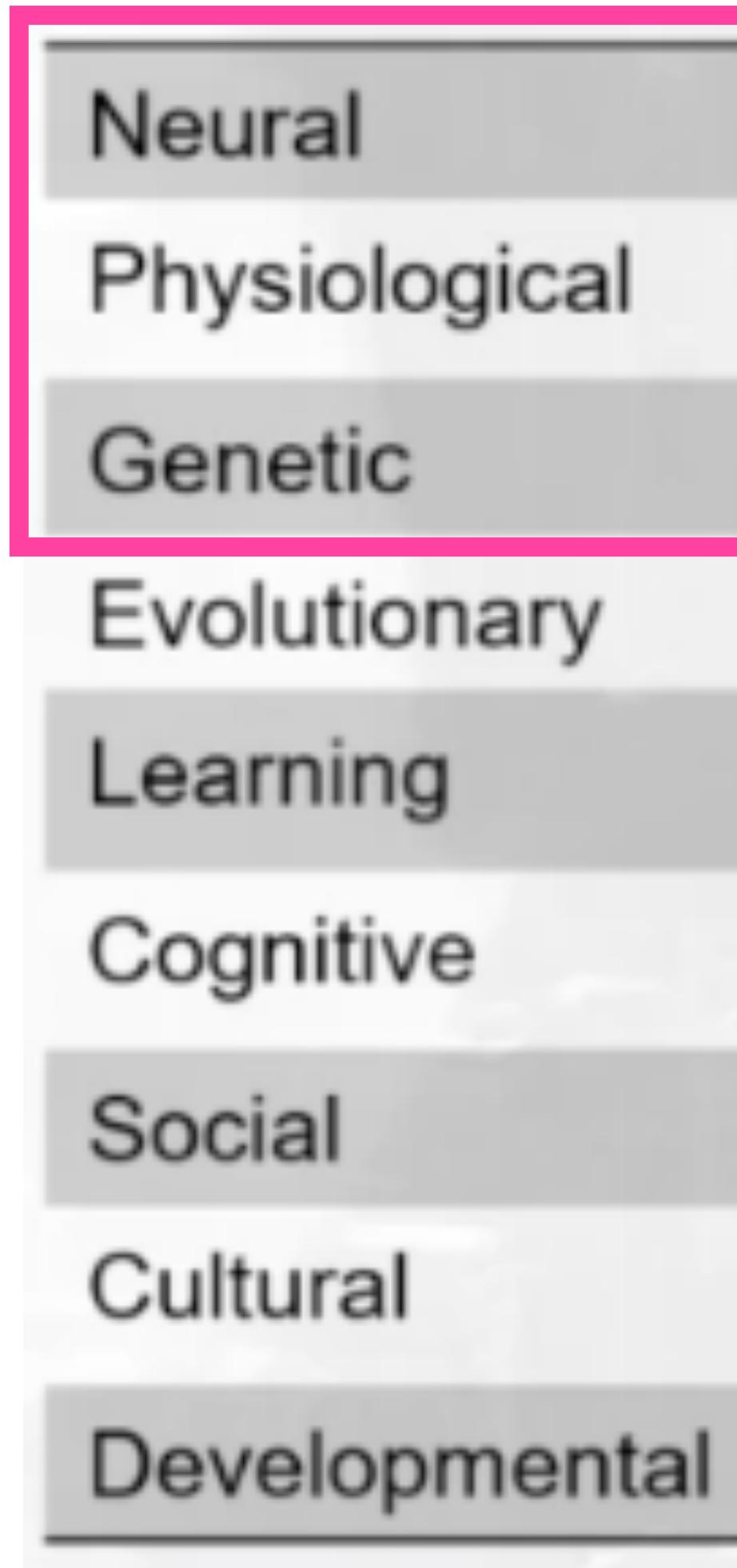
- Pour produire des politiques publiques efficaces, il faut tenir compte du **fonctionnement de la psychologie humaine**.
- La psychologie est **partout**, même dans les actions qui semblent triviales
- Ce qui est simple pour une machine peut être très compliqué pour un humain, et vice-versa.
- Les mots « simple », « compliqué », « intéressant », « attristant » n'ont de sens qu'au prisme du **système computationnel** qui traite l'information et produit les calculs permettant de la comprendre.



# Les niveaux d'analyse

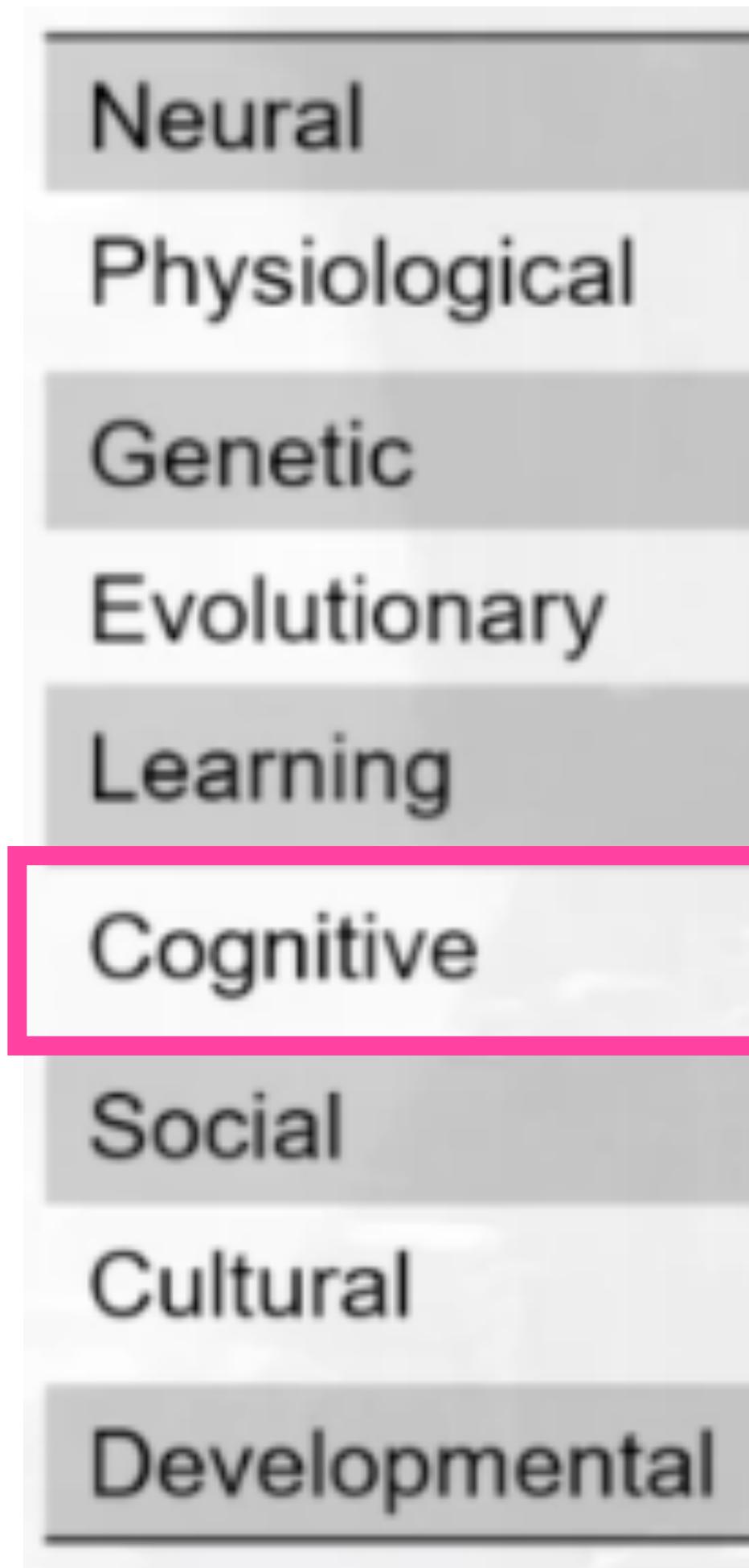
Neural	brain as cause
Physiological	internal chemical functions, such as hormones, as cause
Genetic	genes as cause
Evolutionary	natural selection as cause
Learning	the individual's prior experiences with the environment as cause
Cognitive	the individual's knowledge or beliefs as cause
Social	the influence of other people as cause
Cultural	the culture in which the person develops as cause
Developmental	age-related changes as cause

# Niveau 1 : Le cerveau, la neurobiologie, les gènes



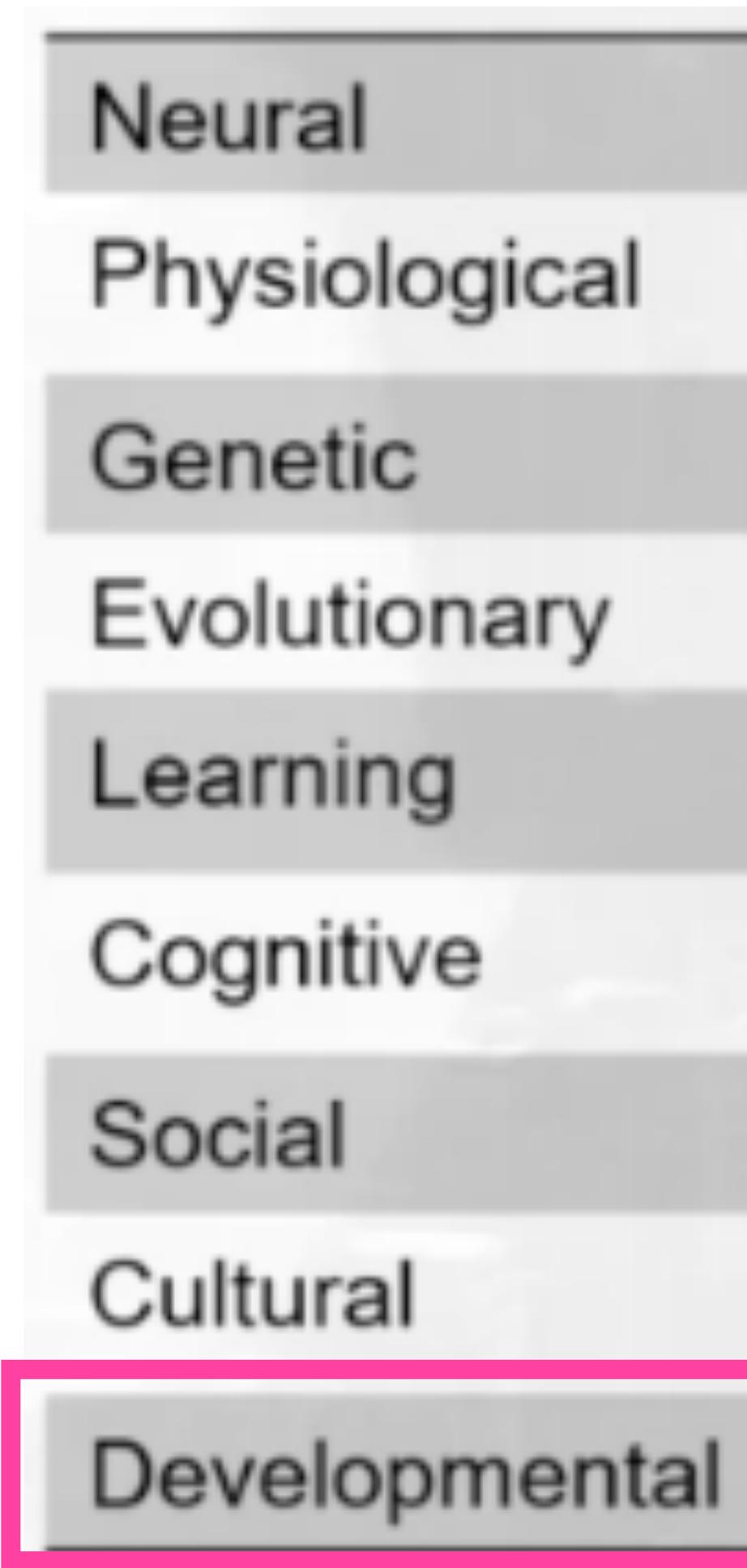
- La première étape pour comprendre l'esprit est d'examiner la **biologie sous-jacente**. Cela inclut :
  - Les réseaux neuronaux qui sous-tendent la pensée, l'apprentissage et la mémoire.
  - Les substances chimiques (comme les neurotransmetteurs) qui influencent l'humeur, le comportement et les capacités cognitives.
  - Les gènes qui sous-tendent certaines facultés psychologiques.
  - **Exemple** : la dépression.
    - À un niveau biologique, la dépression peut être liée à un déséquilibre des neurotransmetteurs comme la sérotonine.
    - Certaines personnes sont plus susceptibles de souffrir de dépression et certains gènes associés à la dépression ont été identifiés.

# Niveau 2 : Les processus cognitifs



- Le **niveau cognitif** s'intéresse à la façon dont l'information est perçue, traitée, et utilisée. Cela inclut :
  - La perception : Comment voyons-nous et comprenons-nous le monde qui nous entoure ?
  - La mémoire : Comment stockons-nous et récupérons-nous les informations ?
  - La résolution de problèmes : Comment analysons-nous des situations complexes et prenons-nous des décisions ?
    - **Exemple :** Choisir une carrière.
    - À un niveau cognitif, cette décision implique de comparer des options, d'évaluer des risques et d'intégrer des préférences personnelles.

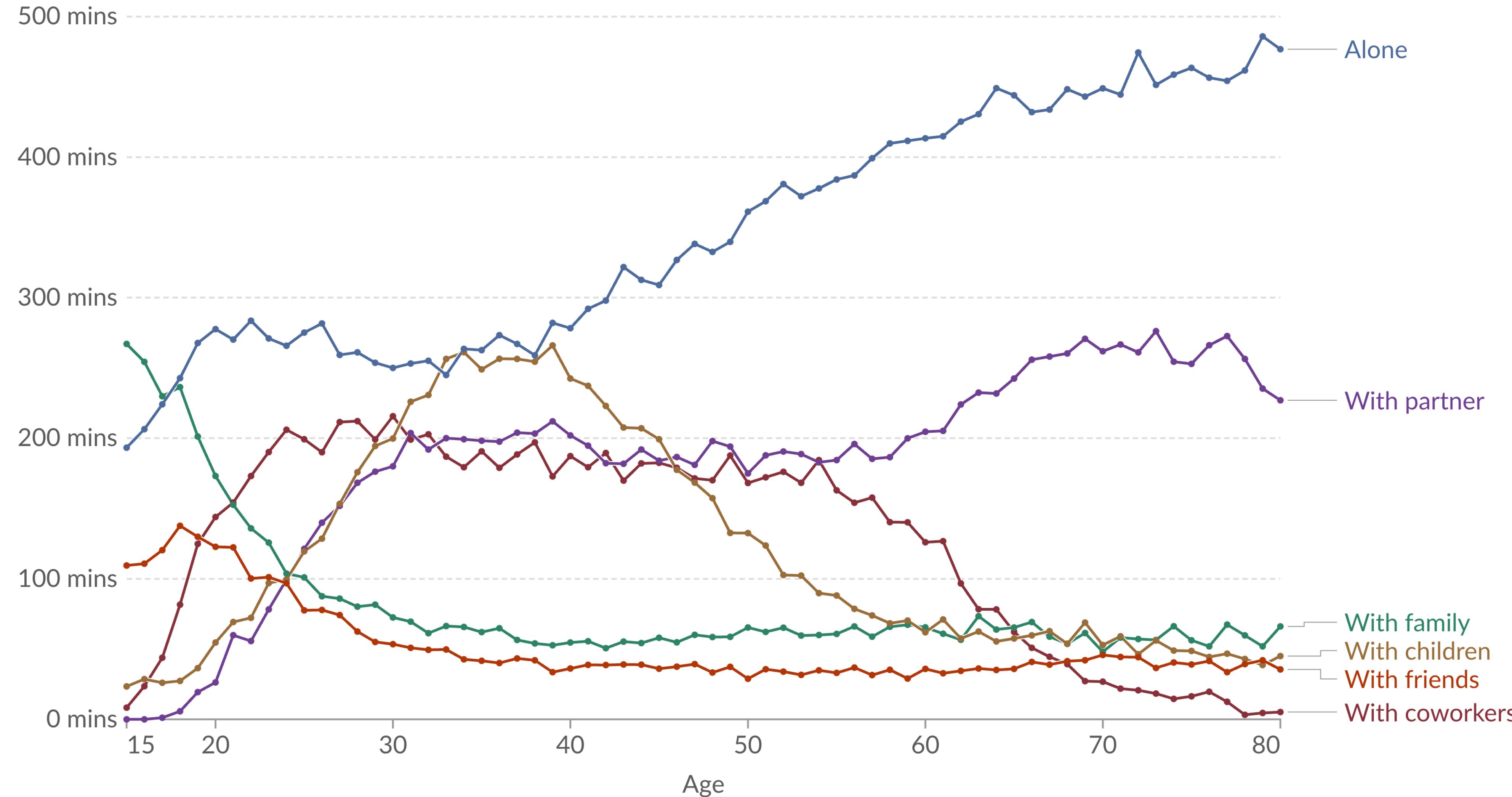
# Niveau 3 : Le développement



- Le **développement** joue un rôle crucial dans la psychologie humaine.
- Il s'agit d'examiner **comment les capacités mentales et les comportements évoluent au cours de la vie.**
  - L'enfance est marquée par des étapes clés, comme l'apprentissage du langage ou le développement de la théorie de l'esprit.
  - L'adolescence et l'âge adulte transforment la cognition, les émotions et la **socialisation.**
    - **Exemple :** Les jeunes enfants sont très attachés à leurs parents, qui sont ceux qui apportent les ressources et les soins. A l'adolescence, ils se tournent vers leurs pairs et l'intensité des relations amicales augmente. L'entrée dans l'âge adulte est marquée par la rencontre d'un partenaire, les relations de travail, et l'arrivée des enfants. Puis le départ des enfants, vers 50 ans, qui s'accompagne d'une augmentation du temps passé avec son partenaire et du temps passé seul.

# Who Americans spend their time with, by age

Measured in minutes per day, based on averages from surveys in the United States between 2009 and 2019.

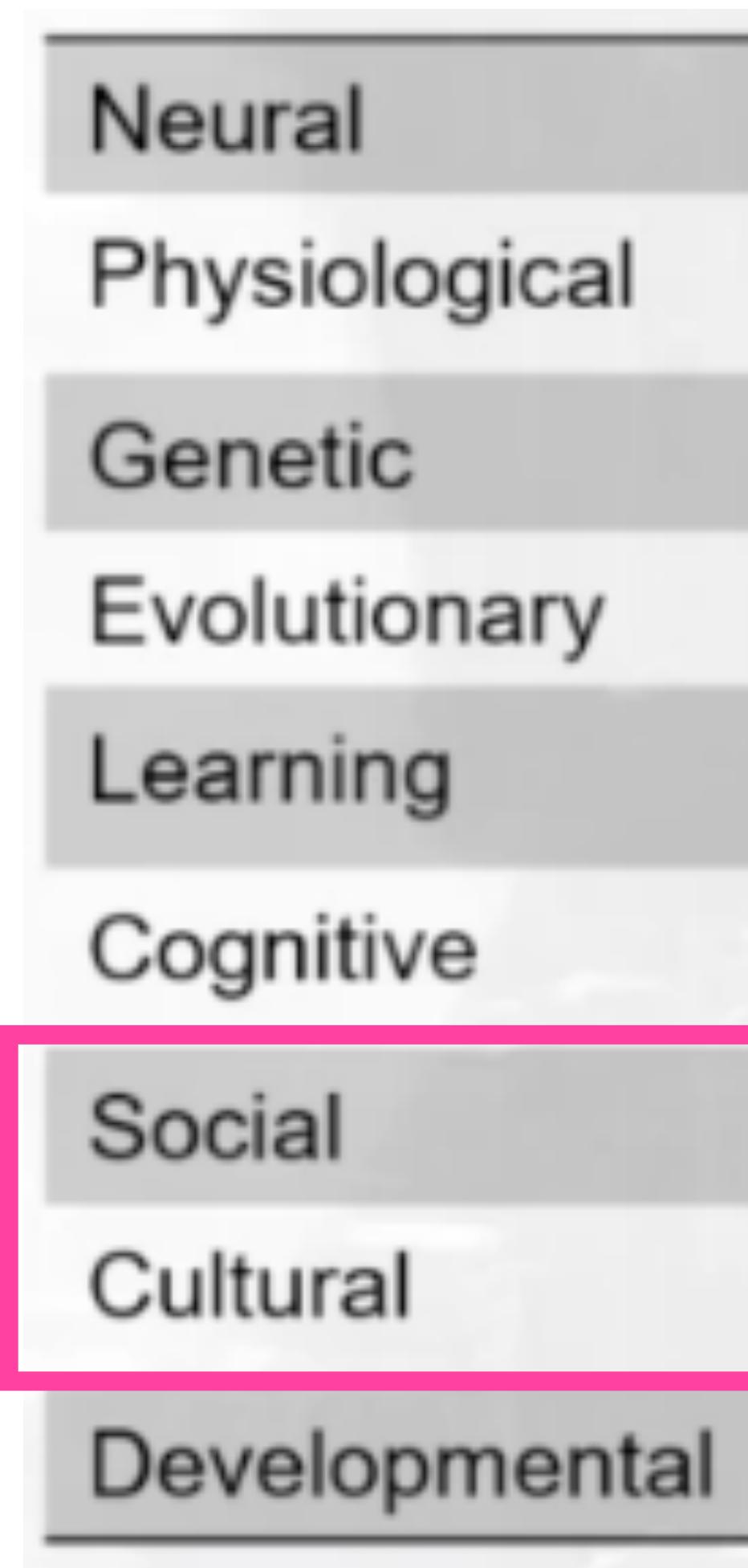


Data source: American Time Use Survey (2009-2019) and Lindberg (2017)

[OurWorldinData.org/time-use](https://OurWorldinData.org/time-use) | CC BY

Note: Relationships used to categorize people are not exhaustive. Additionally, time spent with multiple people can be counted more than once (e.g., attending a party with friends and partner counts toward both "friends" and "partner").

# Niveau 4 : Les influences sociales et culturelles



- Les comportements humains ne peuvent pas être complètement compris sans tenir compte de leur **contexte social et culturel**.
- Les normes, les valeurs et les interactions interpersonnelles influencent profondément nos pensées et nos actions.
  - **Exemple 1 :** Les préférences alimentaires varient selon les cultures. Ce que l'on trouve délicieux dans un pays peut sembler étrange dans un autre.
  - **Exemple 2 :** La perception de soi est également façonnée par la société. Dans certaines cultures, le "soi" est vu comme indépendant, tandis que dans d'autres, il est perçu comme interdépendant (dépendant du groupe).

# Une approche intégrée des phénomènes humains

Neural

Physiological

Genetic

Evolutionary

Learning

Cognitive

Social

Cultural

Developmental

- Pour comprendre pleinement un comportement ou une pensée, il est faut intégrer les niveaux d'analyse.
- **Exemple de l'anxiété :**
  - **Au niveau biologique :** suractivation de l'amygdale, région du cerveau impliquée dans la réponse à la peur, et déséquilibres chimiques dans le cerveau. Certains gènes associés au risque de développer un trouble anxieux ont aussi été identifiés.
  - **Au niveau évolutionnaire :** la fonction de l'anxiété est de répondre efficacement aux menaces.
  - **Au niveau cognitif :** schémas de pensée négatifs, comme la peur d'un échec imminent, se concentrer sur les aspects négatifs de la vie, peuvent contribuer à maintenir l'état anxieux.
  - **Au niveau social :** l'anxiété peut être exacerbée par des pressions sociales ou des attentes élevées, mais aussi par l'isolement social ou des relations tendues.
  - **Au niveau culturel :** grandir dans une culture toxique, avec beaucoup de menaces, peut élever le niveau d'anxiété (cf. Niveau évolutionnaire).
  - **Au niveau développemental :** les sources d'anxiété varient en fonction des âges de la vie, parce que les menaces varient elles-aussi (cf. Niveau évolutionnaire).

# Les niveaux d'analyse

Neural	brain as cause	HARDWARE
Physiological	internal chemical functions, such as hormones, as cause	HARDWARE
Genetic	genes as cause	HARDWARE
Evolutionary	natural selection as cause	DESIGN
Learning	the individual's prior experiences with the environment	INFLUENCE EXTERNE
Cognitive	the individual's knowledge or beliefs as cause	SOFTWARE
Social	the influence of other people as cause	INFLUENCE EXTERNE
Cultural	the culture in which the person develops as cause	INFLUENCE EXTERNE
Developmental	age-related changes as cause	DEVELOPPEMENT



# Nature vs. Nurture

- Notions souvent opposées alors qu'elles ne constituent **pas des alternatives** :
  - Nature vs. Nurture
  - Inné vs. Acquis
  - Hérédité vs. Environnement
  - Biologie vs. Culture
- L'apprentissage (nurture, acquis, environnement, culture) est inévitable :
  - Notre génome ne contient pas assez d'information pour coder chaque détail de notre cerveau
  - Un organisme entièrement *hardwired* serait **rigide et inadapté**
  - On sait que l'**apprentissage existe** et que le cerveau peut être très plastique
  - Les **différences culturelles** démontrent l'importance de l'apprentissage

# Le rôle des gènes

- Les **différences entre espèces** ne s'expliquent pas par l'environnement seul
  - Les chimpanzés et les bonobos partagent un environnement similaire mais ont des comportements très différents : les chimpanzés sont agressifs et hiérarchiques, les bonobos sont pacifiques et matriarcaux.
- **Différences entre jumeaux** monozygotes (identiques) partagent 100 % de leurs gènes vs. dizygotes (fraternels) en partagent 50 %.
  - Les jumeaux monozygotes élevés ensemble sont plus similaires que les jumeaux dizygotes élevés ensemble. Cela montre un effet des **gènes**.
  - Les jumeaux identiques élevés séparément restent similaires. Cela démontre que les gènes ont un effet même dans des environnements différents.
  - Les jumeaux identiques élevés ensemble ne sont pas parfaitement identiques. Cela indique un rôle de **l'environnement**.
- Ces résultats indiquent que les gènes jouent un rôle. Ils fournissent des prédispositions, mais l'environnement module leur expression.

# Intégration génétique et apprentissage

- Les pinsons chantent, contrairement aux poissons, mais ils ne naissent pas avec des chants complètement formés:
  - Un pinson élevé en isolement ne produit qu'un gazouillis rudimentaire.
  - Exposé à un chant adulte dans sa jeunesse, il peut l'apprendre, mais seulement si cela se produit pendant une **période critique**.
  - Le chant final dépend donc de **l'interaction** entre la génétique (prédisposition à chanter) et l'apprentissage (écouter d'autres chants).
- Certains comportements sont plus faciles à apprendre que d'autres.
- Ces résultats indiquent que les gènes jouent un rôle et fournissent une base pour l'apprentissage. Mais l'environnement potentialise ce à quoi les gènes nous préparent.
- **Sans l'environnement et sans l'apprentissage, rien ne peut advenir.**

# Intégrer les niveaux : interactions gènes-environnement

- La question fondamentale n'est pas « nature ou culture », mais **comment les deux interagissent**.
- Exemple : La **dépression**
  - Certains gènes augmentent le risque de dépression.
  - Mais ce risque se concrétise souvent suite à des événements de vie stressants.
- Exemple : La **peur**
  - Des expériences de croisement entre des chiens peureux (basenjis) et amicaux (cocker spaniels) montrent que la peur est contrôlée par un gène dominant.
  - Nos prédispositions génétiques nous rendent particulièrement sensibles à certaines menaces spécifiques (par exemple, les serpents ou les hauteurs).
  - Mais l'intensité de notre peur et notre façon d'y réagir dépendent de l'apprentissage et des expériences passées.

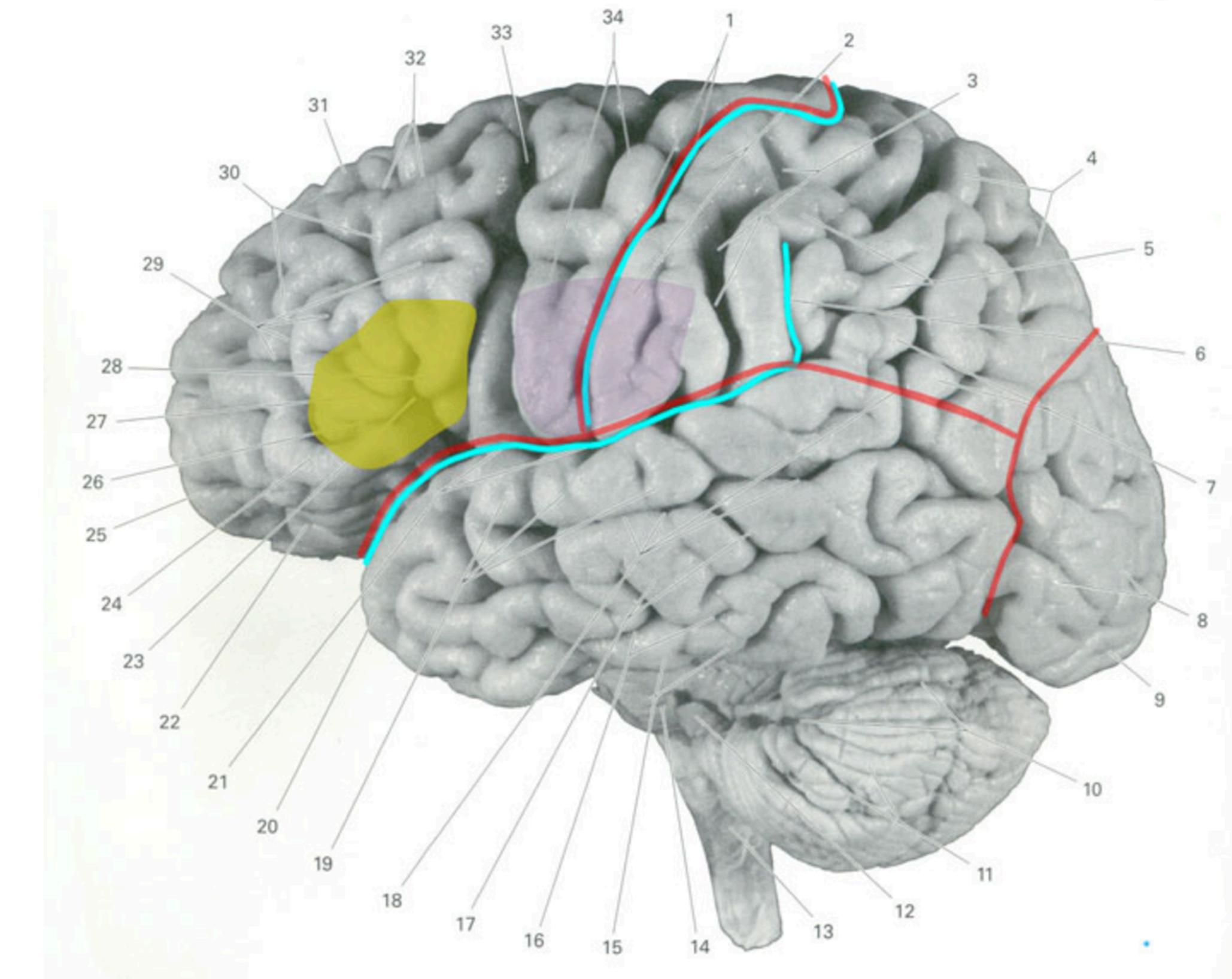
# Intégrer les niveaux : Plasticité cérébrale, plasticité phénotypique

- Chez les violonistes, la région du cerveau qui contrôle la main gauche est souvent plus développée. Cette adaptation n'est pas génétique, mais résulte d'un **entraînement intensif**.
- Chez les personnes aveugles, le cortex visuel, normalement utilisé pour traiter les informations visuelles, est réaffecté à des tâches comme la lecture en braille.
- Les personnes qui grandissent dans un environnement stressant perçoivent plus rapidement que les autres les signaux de menace.
- Ces exemples montrent que, même si l'architecture de base de notre cerveau est **codée par nos gènes**, son organisation fonctionnelle est largement **influencée par l'expérience**.



# Neurobiologie des fonctions cognitives

- Le **cerveau** est composé de deux hémisphères reliés par un faisceau de fibres (corps calleux). L'hémisphère gauche contrôle la moitié droite du corps, et vice versa.
- Depuis environ 150 ans, nous savons que le langage est principalement traité dans la partie gauche du cerveau.
  - Comment ? AVC, traumatismes crâniens ou lésions cérébrales. L'aphasie (perte du langage) est souvent corrélée à des lésions situées à gauche.
  - **Aphasie de Broca**, décrite par le neurologue français Paul Broca au XIXe siècle : difficulté à produire des phrases grammaticalement correctes tout en préservant la capacité à comprendre la parole et à articuler des mots.
- [https://acces.ens-lyon.fr/acces/thematiques/neurosciences/actualisation-des-connaissances/memoire-attention-et-apprentissage/langage/structures\\_langage](https://acces.ens-lyon.fr/acces/thematiques/neurosciences/actualisation-des-connaissances/memoire-attention-et-apprentissage/langage/structures_langage)



**Deuxième système du langage, centré autour de l'aire de Broca**

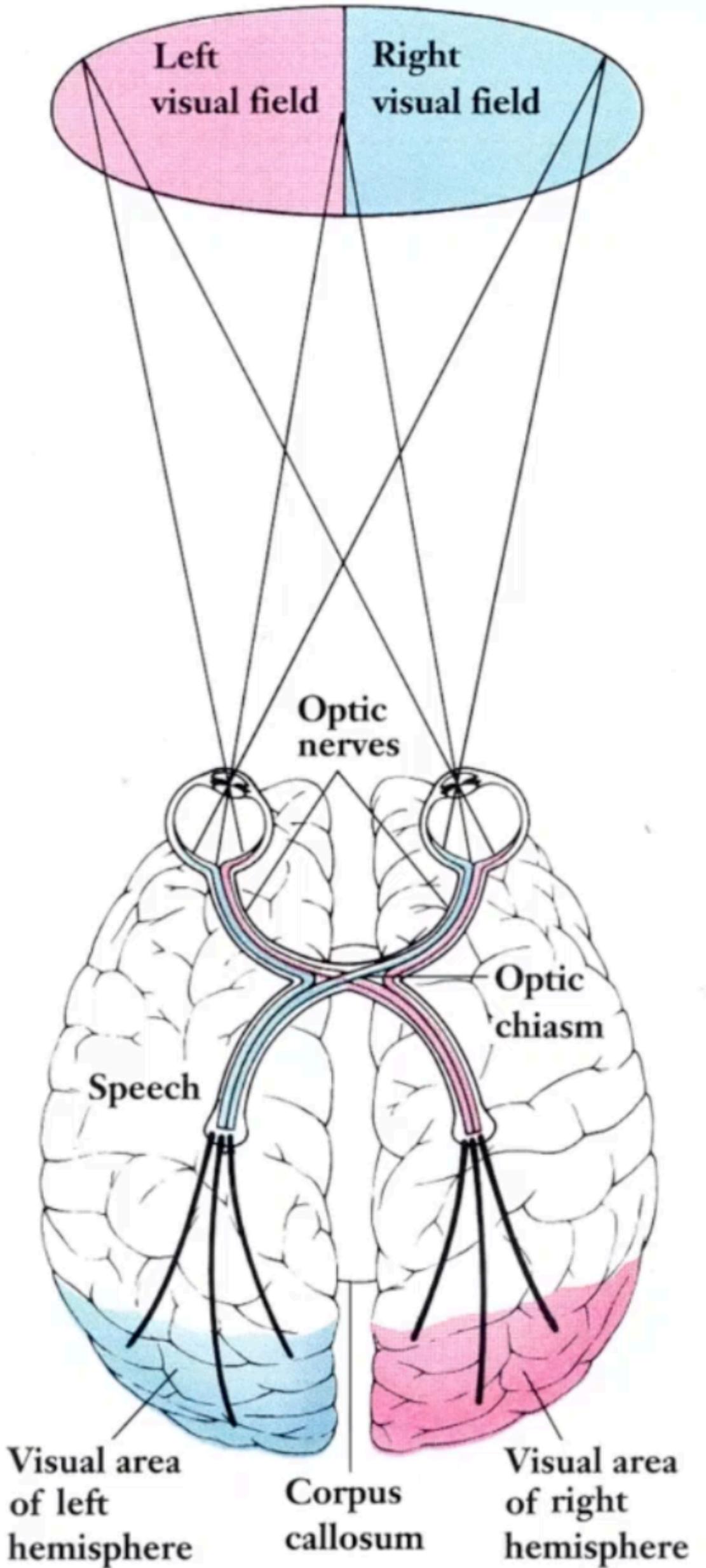
Les traits vert d'eau surlignent le sillon Rolandique (vertical) et la scissure de Sylvius (horizontale), les lignes rouges délimitent les différents lobes cérébraux (d'avant en arrière: frontal, pariétal, occipital, et en bas: temporal)

Zones colorées en jaune: aire de Broca, violet clair: opercule rolandique

Légendes des flèches numérotées: voir plus loin.

# Patients split-brain

- La **split-brain surgery** (sectionnement du corps calleux) est souvent pratiquée pour traiter des formes sévères d'épilepsie.
- Interruption de la communication entre les deux hémisphères.
- Le comportement des patients semble normal au quotidien mais des tests spécifiques révèlent le **rôle de chacun des hémisphères**.
- Lorsqu'un objet est présenté dans le champ visuel gauche, l'information est transmise à l'hémisphère droit, mais le patient ne peut pas verbaliser ce qu'il a vu, car l'hémisphère droit ne peut pas communiquer directement avec l'hémisphère gauche, qui est responsable du langage.
- Mais le patient peut dessiner l'objet qu'il a vu avec sa main gauche, contrôlée par l'hémisphère droit.
- Ces observations montrent que chaque hémisphère a des fonctions distinctes et que la communication entre eux via le corps calleux est essentielle pour une **expérience consciente unifiée**.





# Neuroimagerie

- Techniques non invasives comme l'IRM - technique qui mesure le flux sanguin dans différentes régions du cerveau (ce qui reflète l'activité neuronale).
- Cartographie de l'activité cérébrale qui sous-tend différentes tâches mentales.
- L'IRM a permis de confirmer de ce que la neuropsychologie avait permis de montrer mais aussi d'aller beaucoup plus loin.



# L'exemple du recyclage neuronal

- Les régions cérébrales développées pour des fonctions évolutives spécifiques sont **réutilisées pour de nouvelles tâches**, comme la lecture.
- Stanislas Dehaene et ses collègues ont montré que l'aire visuelle de la forme des mots (*Visual Word Form Area - VWFA*) s'active spécifiquement lors de la lecture mais qu'elle est initialement dédiée à la reconnaissance des objets.
- Avant l'apprentissage de la lecture, la **VWFA** s'active quand les enfants regardent des dessins, des outils et des formes géométriques. Puis, une spécialisation progressive se fait pour reconnaître les lettres et les mots.
- **Erreurs systématiques** des enfants liées au fait que le système est insensible à l'orientation (b/d, p/q).
- Implications pédagogiques

15  
MAR  
2023

GRAND ÉVÉNEMENT

## Comment le cerveau se modifie-t-il quand on apprend à lire ?

Stanislas Dehaene

17:30 à 18:30

L'apprentissage de la lecture et ses difficultés

Partager ▾

Mercredi 15 mars  
2023

Amphithéâtre  
Marguerite de Navarre,  
Site Marcelin Berthelot

En libre accès, dans la  
limite des places  
disponibles

⌚ 17:30 - 18:30



## Un mystère expliqué: L'écriture et la lecture en miroir



## La réinvention du boustrophédon



(Remerciements à Manuela Piazza et Marc Smith)



# Pourquoi le cerveau fonctionne ainsi ?

- On peut décrire **comment** fonctionne un système dans les moindres détails, mais même une description exhaustive de l'objet ne permettra pas de savoir à quoi il sert.
- Une fois que la fonction est connue, on peut mieux comprendre **pourquoi** l'objet est conçu de cette manière.
- C'est l'idée du « **reverse engineering** »

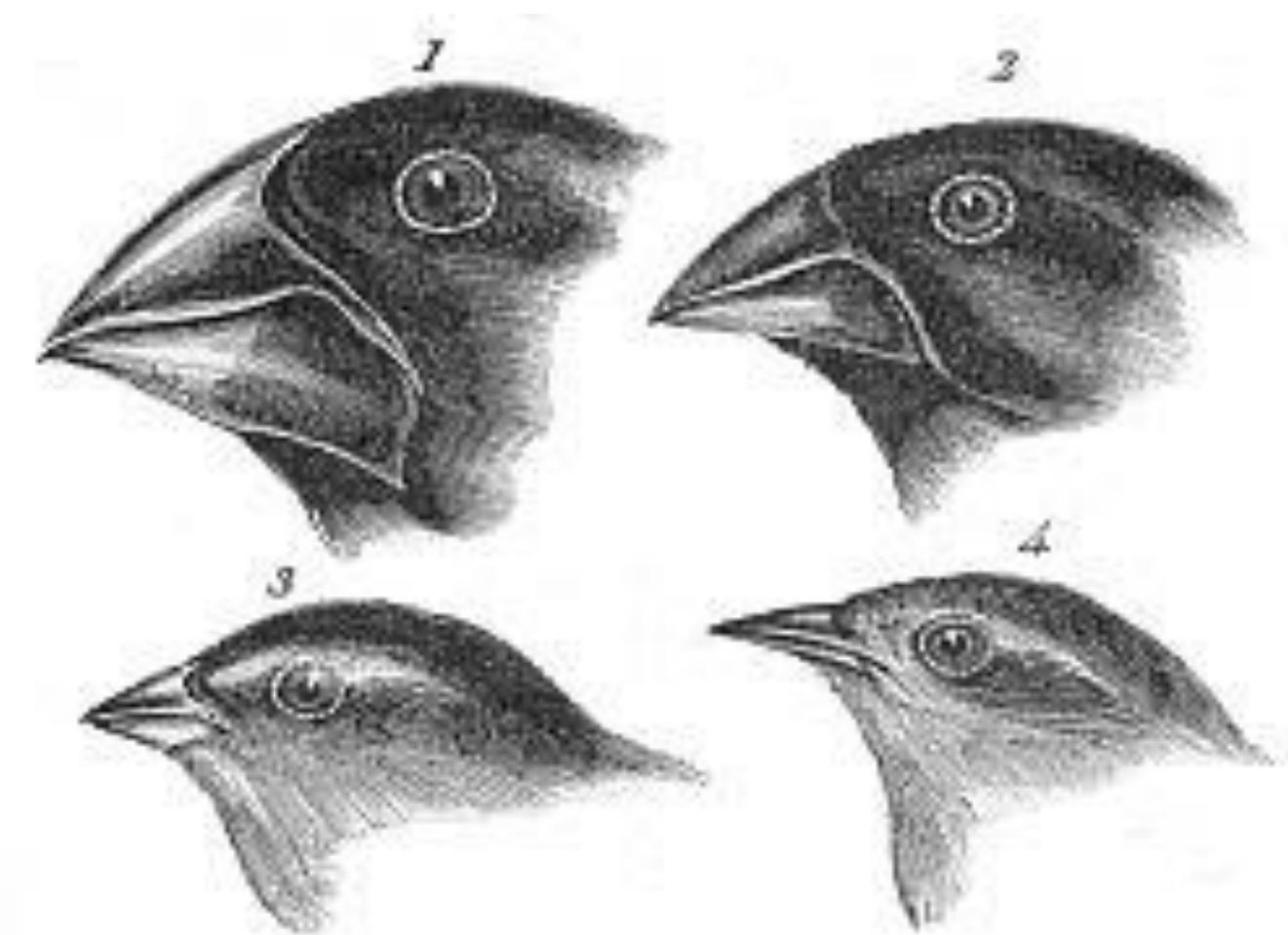


# La question de l'origine du design

- William Paley, théologien du XIXe
  - Si vous trouvez une pierre sur le sol, vous pouvez supposer qu'elle a toujours été là. Aucune explication complexe n'est nécessaire.
  - Si vous trouvez une montre, avec des engrenages et des aiguilles, vous en déduisez qu'elle a été fabriquée par un **horloger**.
  - L'**œil humain** (avec sa cornée transparente, son iris ajustable et sa rétine sensible à la lumière) est bien plus complexe qu'une montre.
  - Pour Paley, c'est le signe d'un créateur divin. C'est l'**argument du design** dans le créationnisme, une théorie sans fondements scientifiques.

# La théorie de Darwin : la sélection naturelle

- Trois principes de la sélection naturelle :
  - La **variation** : Les individus d'une espèce diffèrent entre eux par des traits héréditaires.
  - L'**héritabilité** : Ces variations peuvent être transmises aux descendants.
  - La compétition pour **la survie et la reproduction** : Dans chaque génération, certains individus se reproduisent davantage que d'autres.
- Les traits qui augmentent les chances de survie et de reproduction deviennent plus fréquents dans les générations suivantes.
- Les **pinsons des Galápagos** de Darwin : Chaque île possède des espèces de pinsons légèrement différentes, adaptées à des environnements spécifiques. Les oiseaux avec des becs plus adaptés aux graines disponibles survivent et transmettent leurs caractéristiques à leur progéniture.

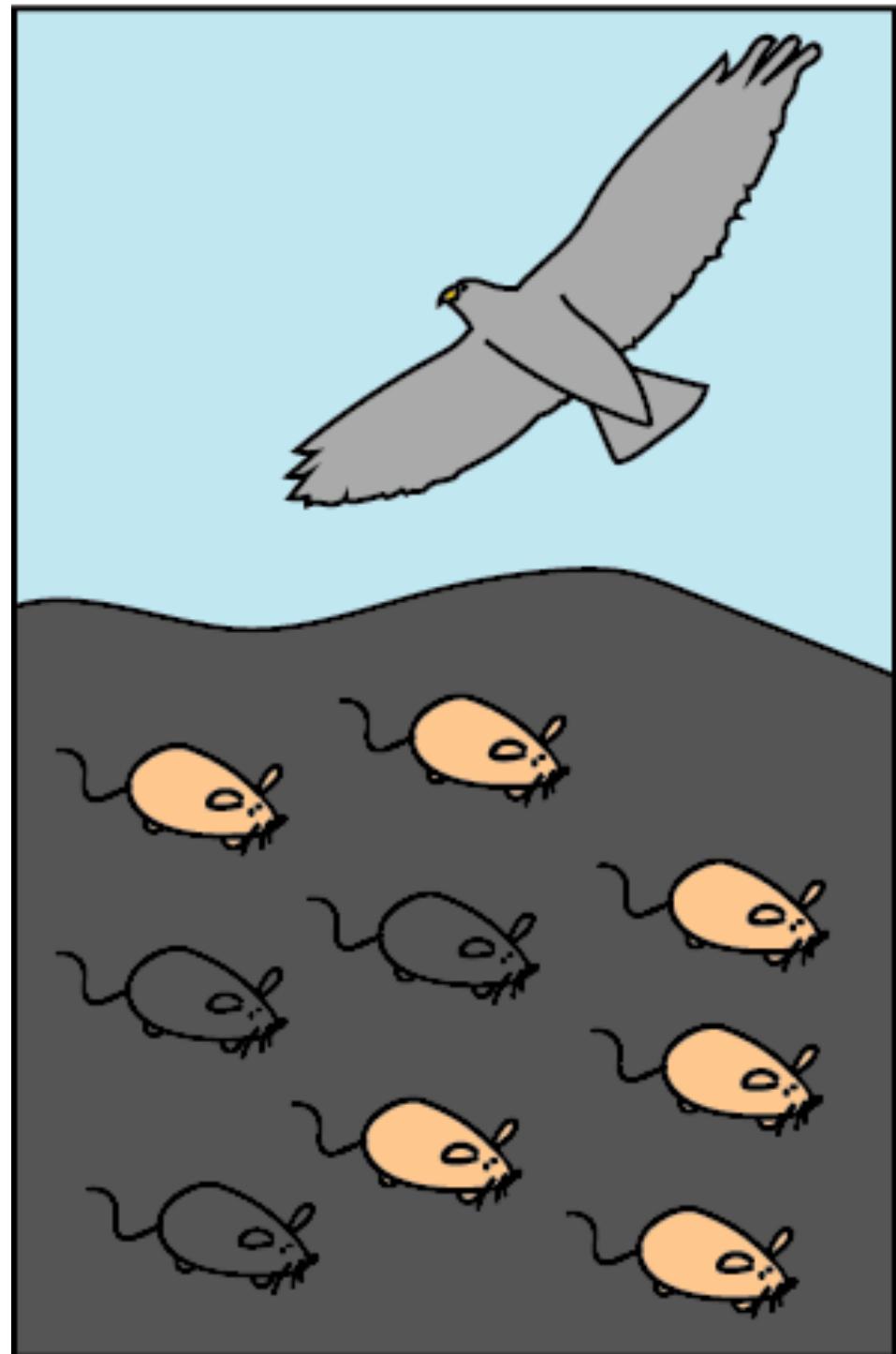


1. *Geospiza magnirostris*  
3. *Geospiza parvula*

2. *Geospiza fortis*  
4. *Certhidea olivacea*

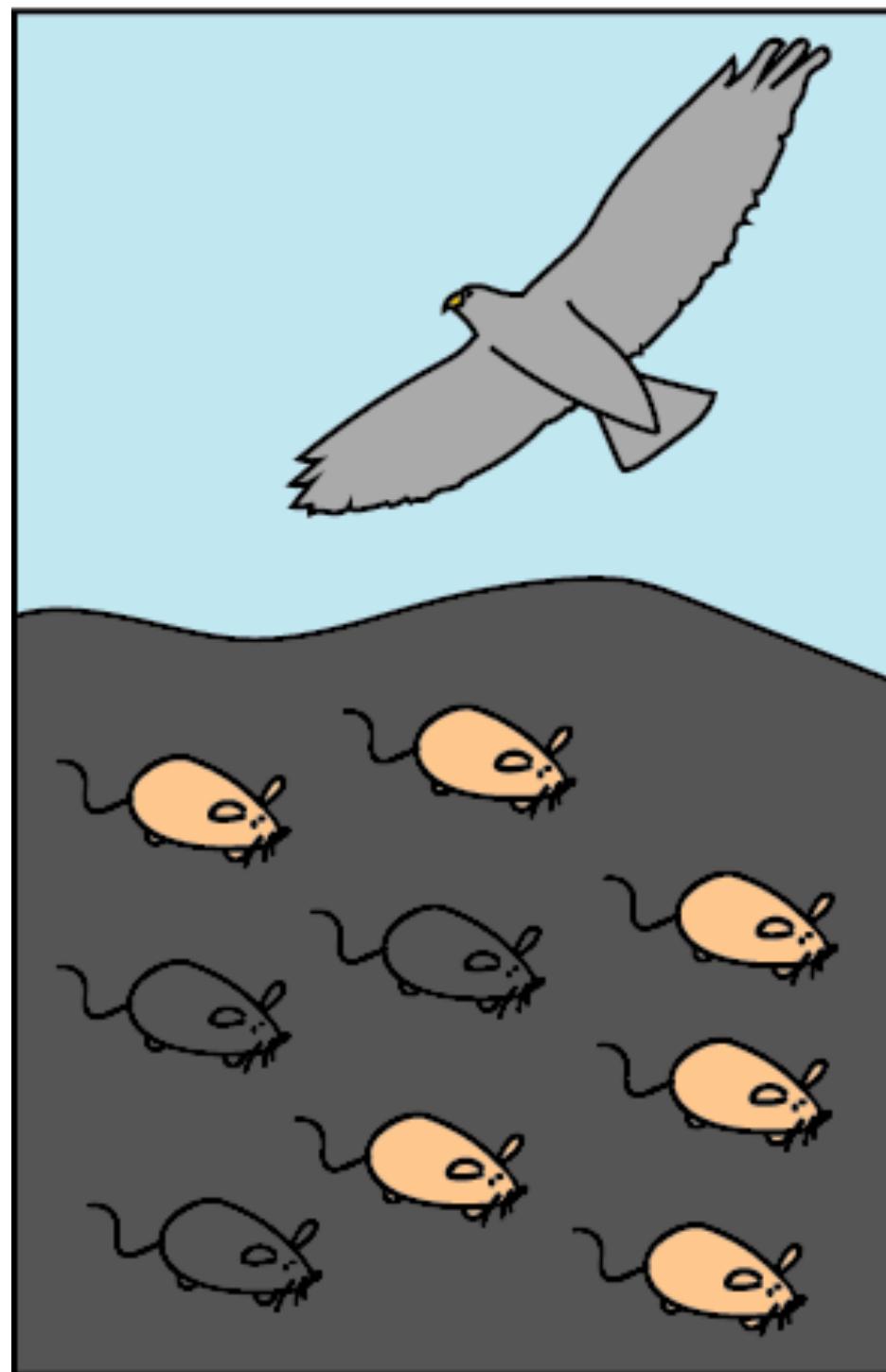
Finches from Galapagos Archipelago

# Variations génétiques naturelles



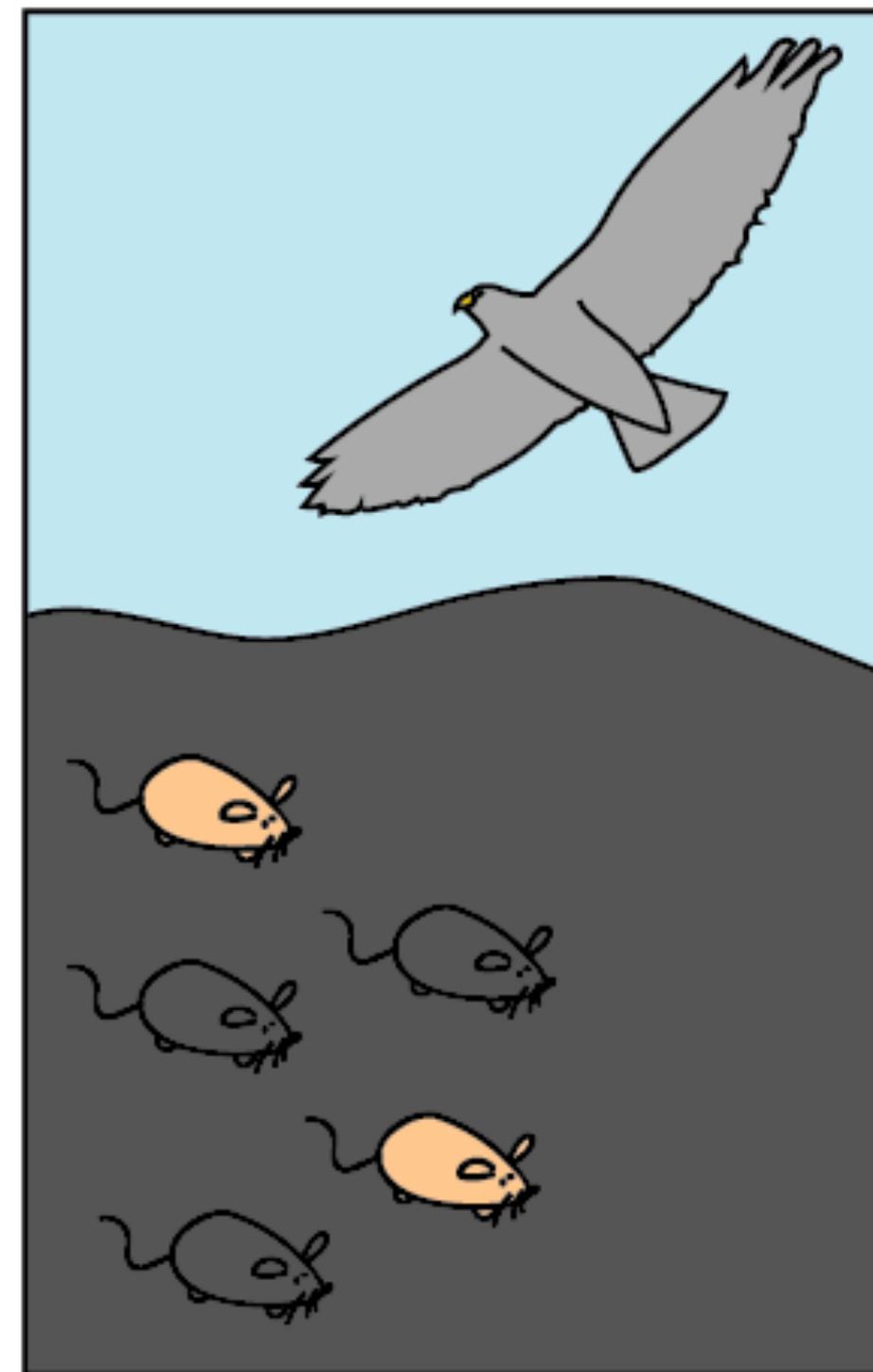
A population of mice has moved into a new area where the rocks are very dark. Due to natural genetic variation, some mice are black, while others are tan.

# Différences de survie et reproduction



A population of mice has moved into a new area where the rocks are very dark. Due to natural genetic variation, some mice are black, while others are tan.

Some mice are eaten by birds

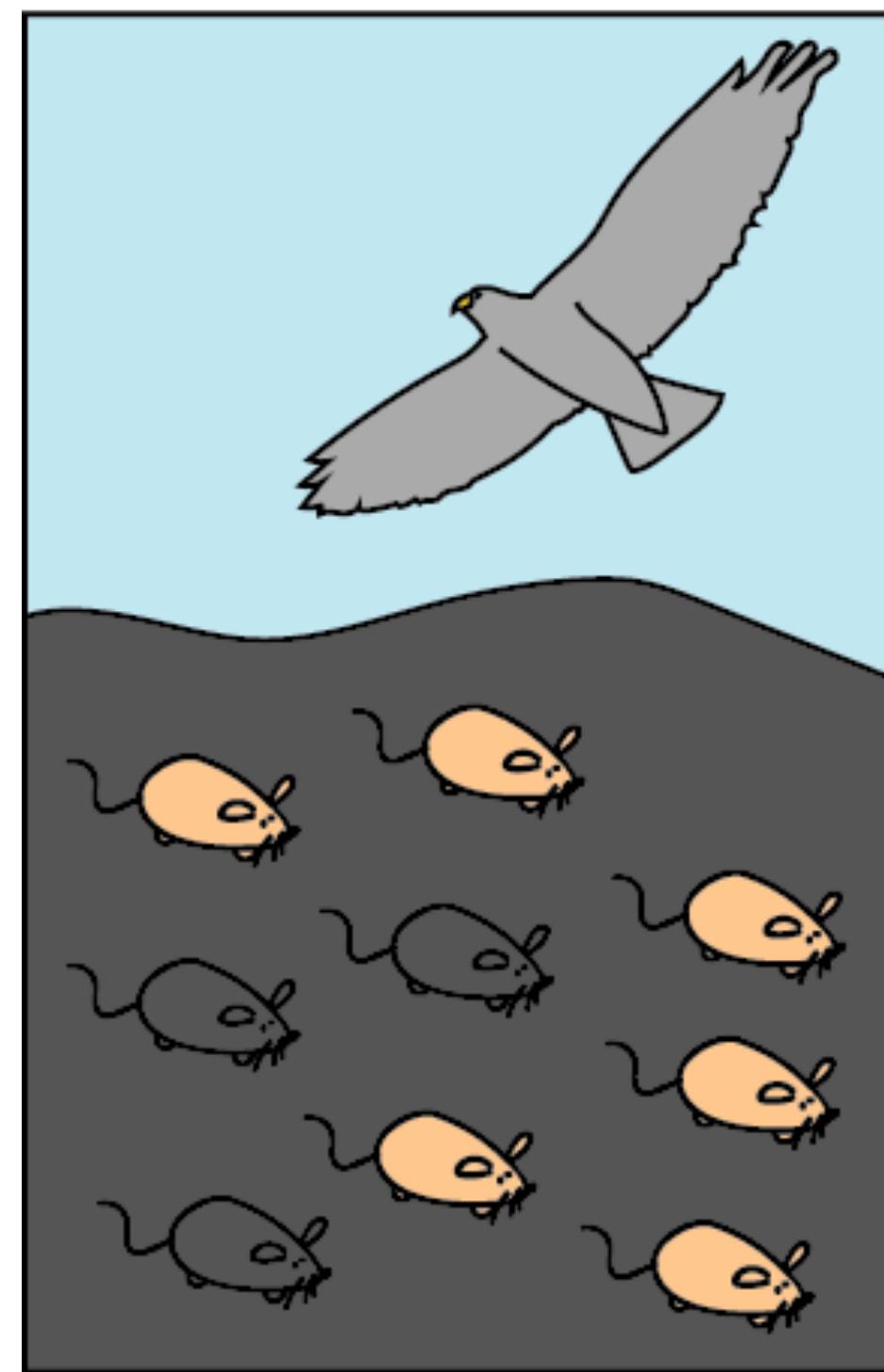


Tan mice are more visible to predatory birds than black mice. Thus, tan mice are eaten at higher frequency than black mice. Only the surviving mice reach reproductive age and leave

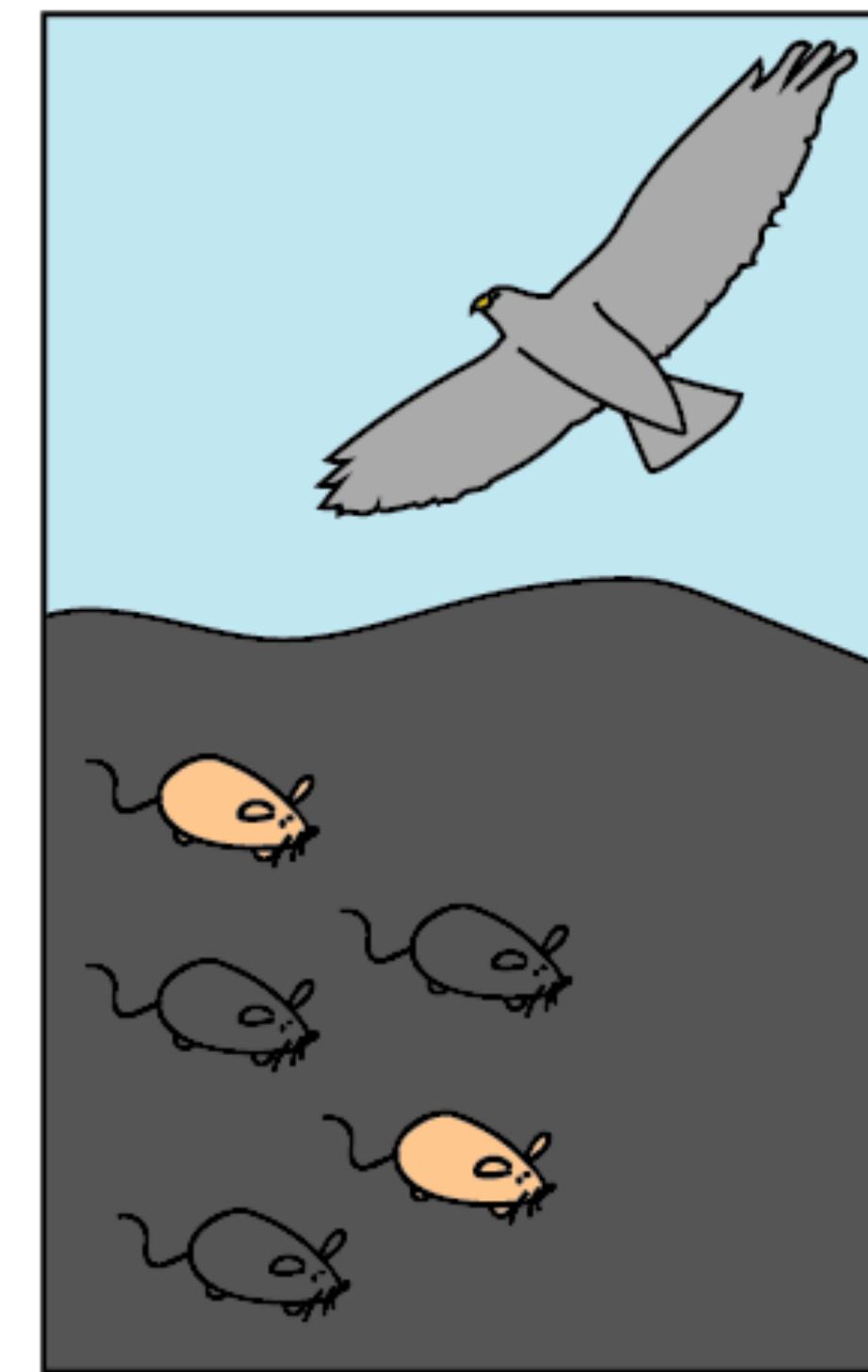
rep  
givi  
ger

—

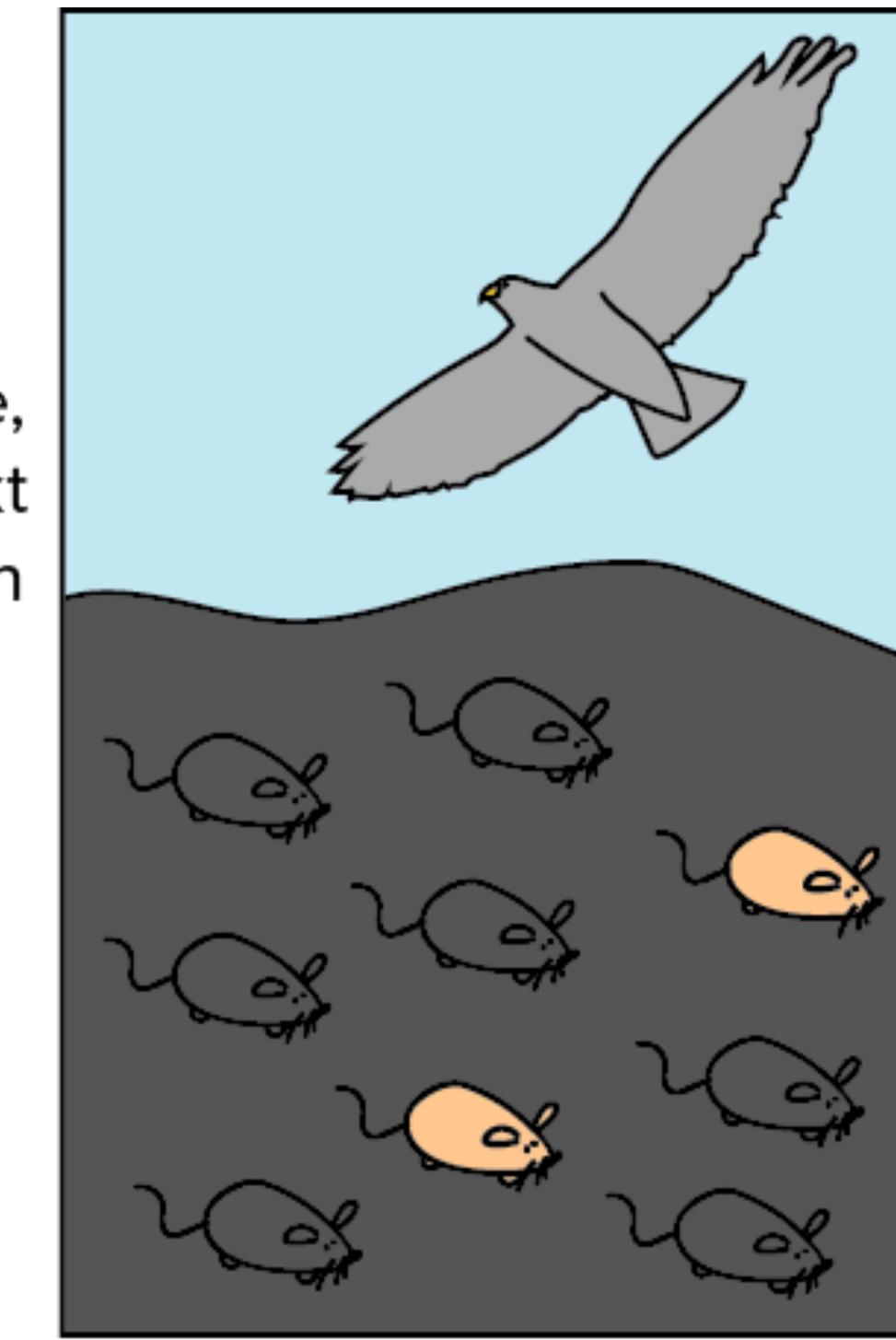
# Sélection



Some  
mice are  
eaten by  
birds



Mice  
reproduce,  
giving next  
generation



A population of mice has moved into a new area where the rocks are very dark. Due to natural genetic variation, some mice are black, while others are tan.

Tan mice are more visible to predatory birds than black mice. Thus, tan mice are eaten at higher frequency than black mice. Only the surviving mice reach reproductive age and leave

Because black mice had a higher chance of leaving offspring than tan mice, the next generation contains a higher fraction of black mice than the previous generation.

# Les idées fausses sur l'évolution



- **L'évolution a-t-elle un but ?**

Non. L'évolution n'a pas de plan ou d'objectif final. Elle repose sur des mutations aléatoires, et seules les variations avantageuses se maintiennent. L'idée que l'évolution vise une « perfection » est un mythe.

- **Les êtres humains sont-ils l'apogée de l'évolution ?**

Non. Les humains ne sont pas le sommet de l'évolution. Chaque espèce est adaptée à son propre environnement. Les bactéries, par exemple, sont extrêmement bien adaptées et ont survécu pendant des milliards d'années.

- **L'évolution est-elle synonyme de progrès ?**

Pas nécessairement. L'évolution n'entraîne pas toujours des organismes « meilleurs ». Elle favorise uniquement les traits qui augmentent la survie et la reproduction dans un contexte donné.

# La sélection naturelle produit des adaptations

= des traits complexes qui sont bien conçus pour remplir une fonction et dont il serait extraordinaire qu'ils apparaissent par simple hasard.



# La sélection naturelle produit aussi des adaptations cognitives

= algorithmes cognitifs qui ont évolué pour remplir des fonctions particulières qui favorisent la survie et la reproduction de l'individu

## Exemples évidents :

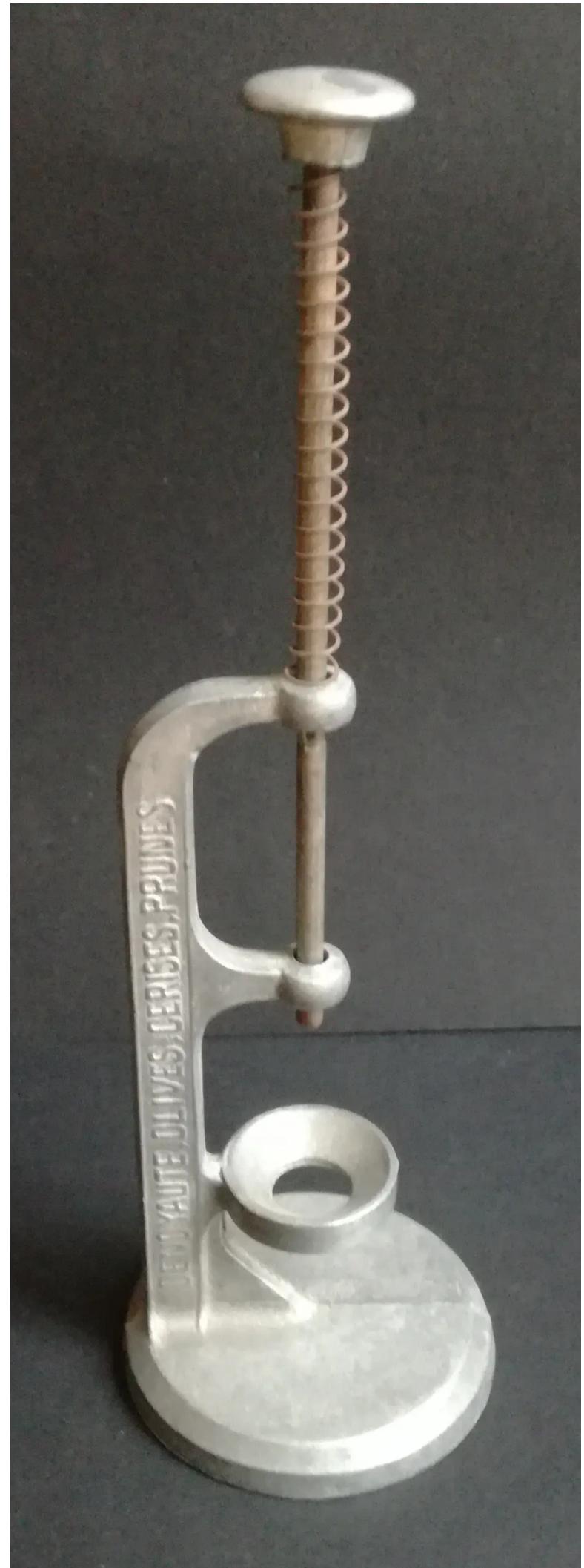
- la motivation pour le sexe et l'amour
- la motivation pour manger et boire
- Peur du danger

# Les niveaux d'explication évolutionnaire

- **Explications proximales** : Comment fonctionne le trait ? Quels sont les mécanismes biologiques et cognitifs qui le sous-tendent ?
- **Explications ultimes** : Pourquoi un trait existe-t-il ? Quelle fonction remplit-il ?
- **Exemple** : La peur des serpents
  - **Explication proximale** : Cette peur est déclenchée par des mécanismes neurologiques et sensoriels spécifiques.
  - **Explication ultime** : La peur des serpents augmentait les chances de survie de nos ancêtres, car elle les protégeait des morsures.
- Ces deux niveaux sont complémentaires et permettent d'avoir une compréhension holistique de la psychologie. Cette compréhension **holistique** transforme la façon dont les politiques publiques doivent être conçues.

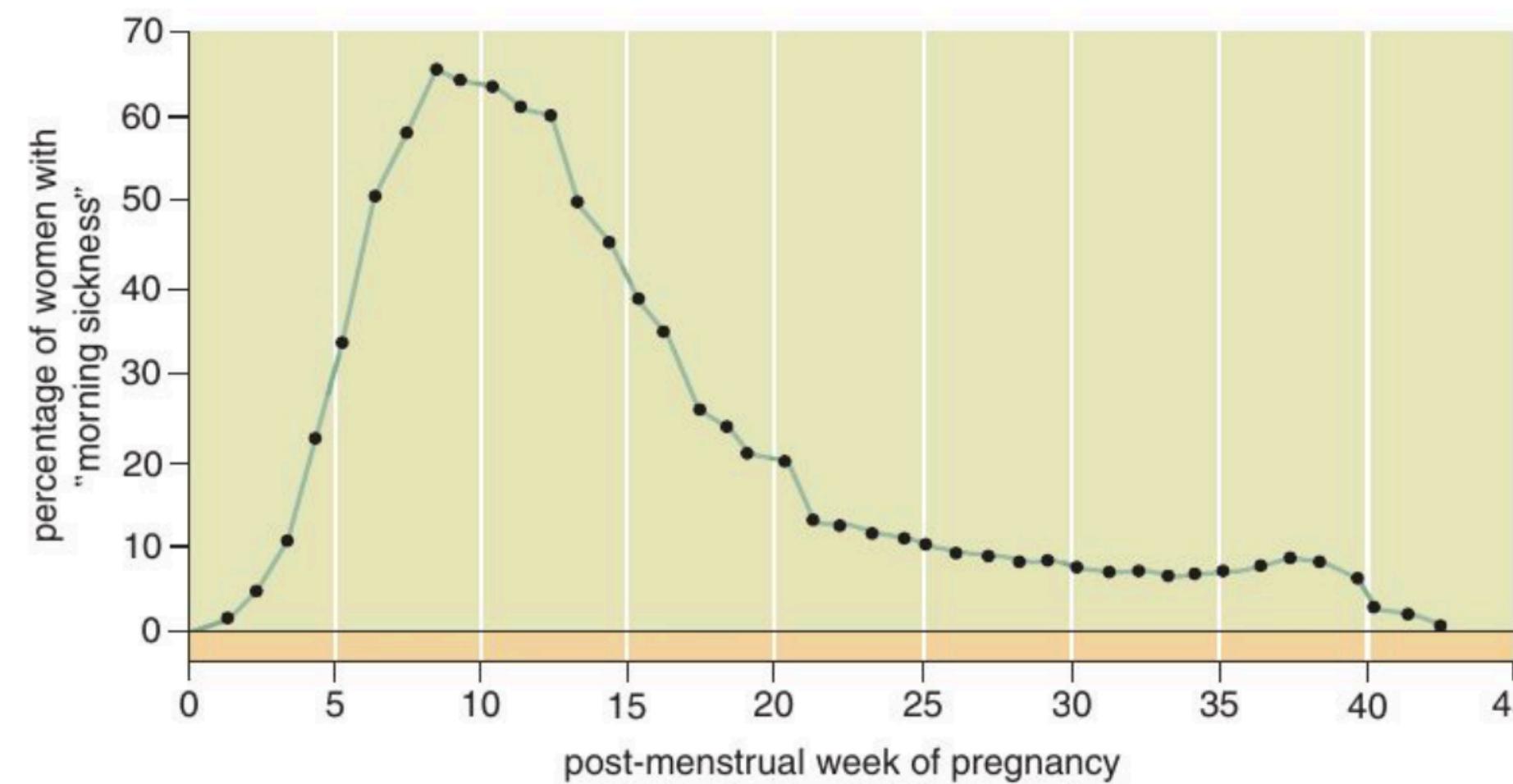
# La nausée pendant la grossesse

- Les nausées sont fréquentes pendant la grossesse (pas juste le matin !).
- Quelle pourrait être la fonction des **nausées et vomissements pendant la grossesse** ?
- Essayons de faire un exercice d'ingénierie inverse



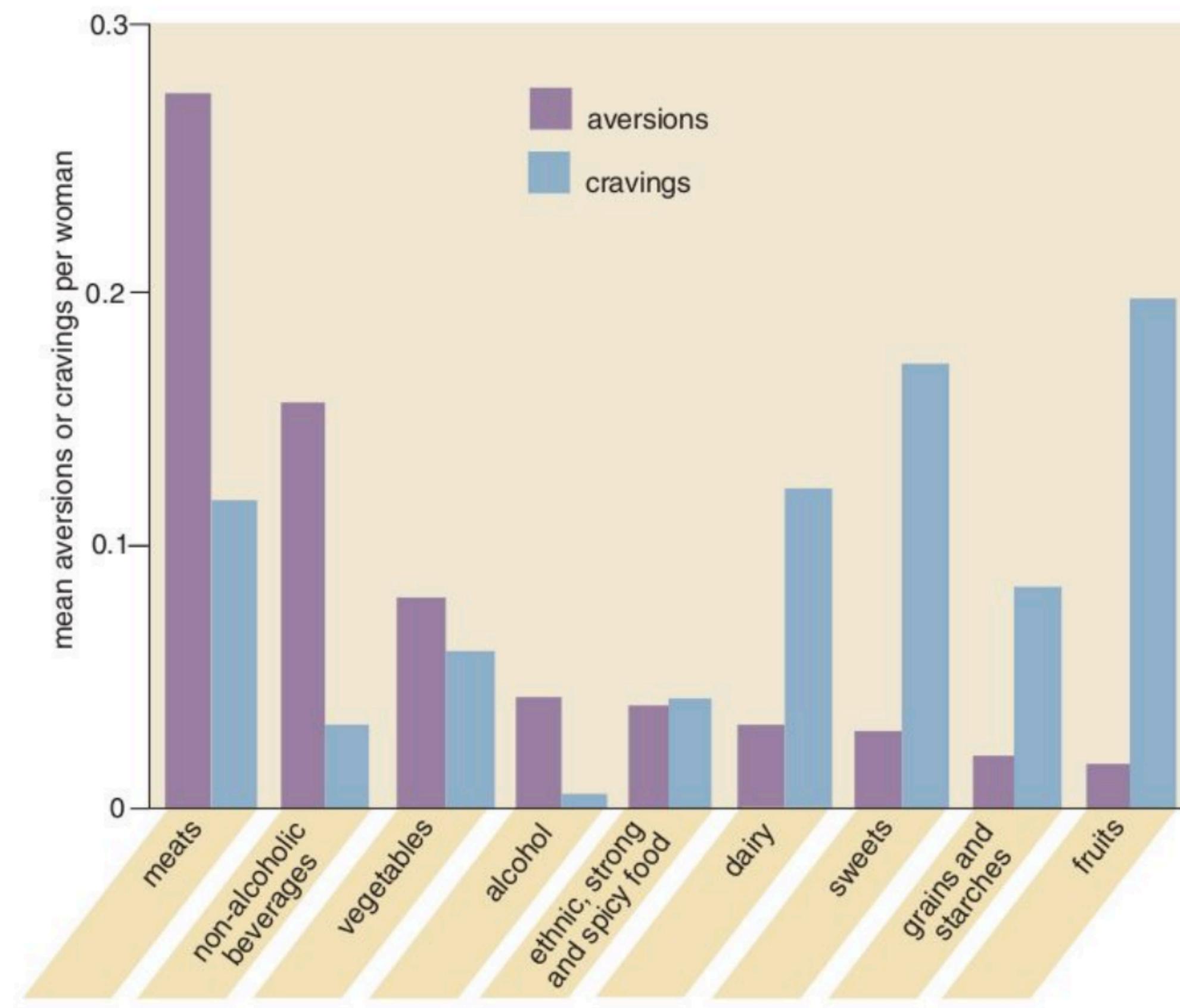
# Observation 1

- Les nausées et vomissements sont plus fréquents au premier trimestre (Sherman & Flaman, 2001)



# Observation 2

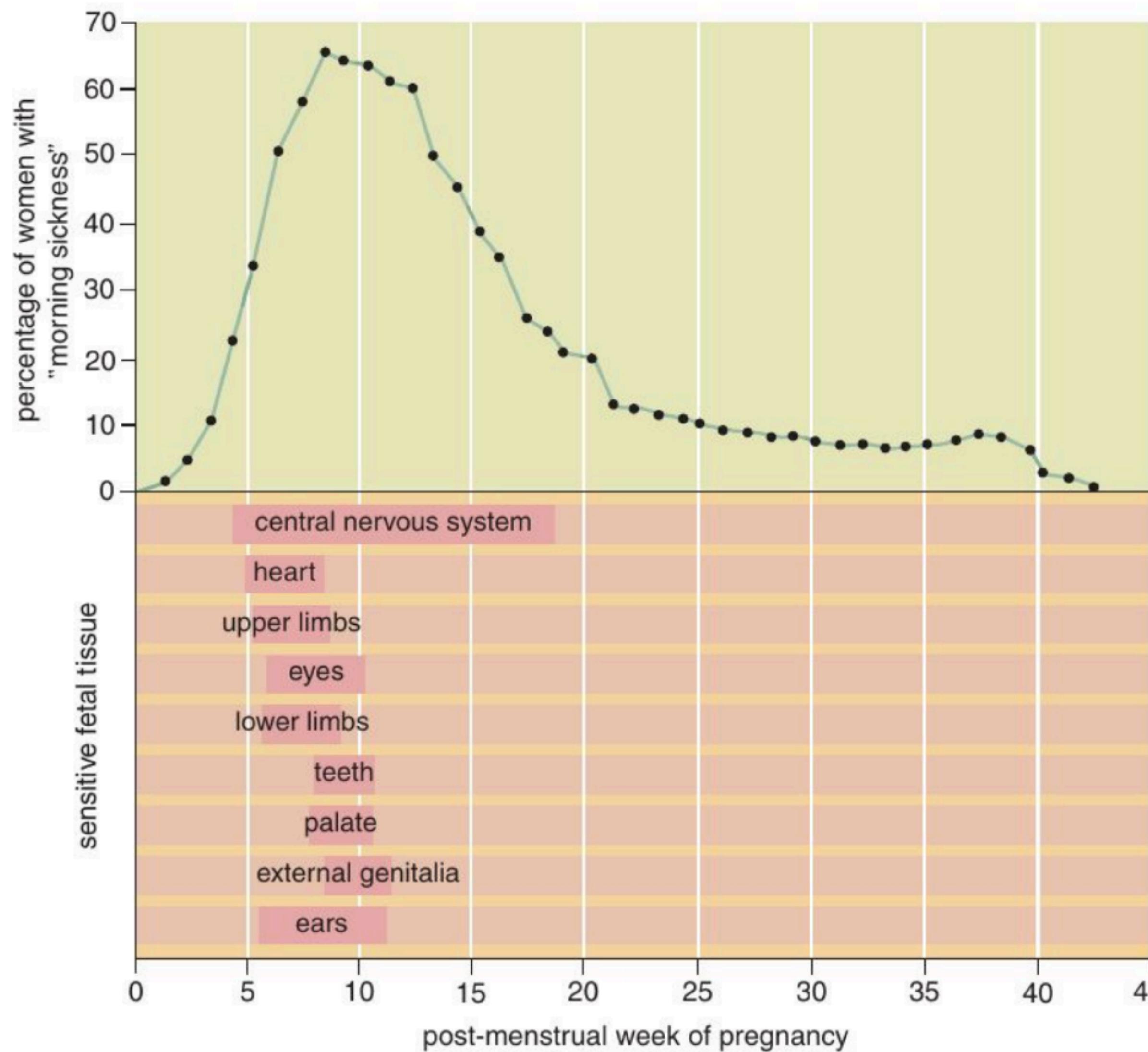
- Les aversions se concentrent sur un certain type d'aliments (Sherman & Flaman, 2001)



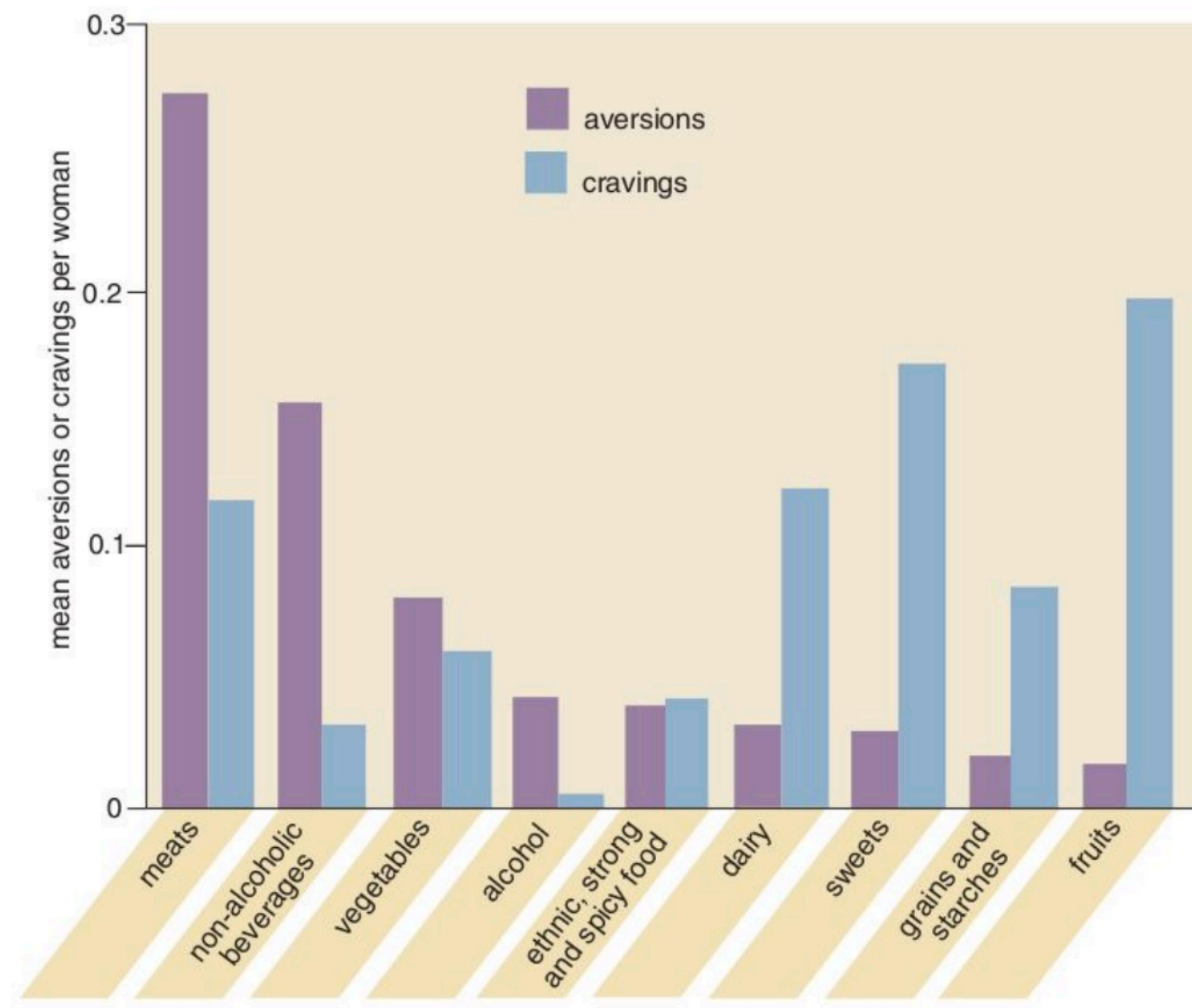
# Quelle fonction les nausées et vomissements peuvent-ils servir ?

- Empêcher les femmes enceintes d'ingérer des substances potentiellement toxiques ou dangereuses pour le fœtus
- 3 **prédictions** :
  - Les nausées et vomissements devraient être plus fortes au moment où le **risque** est le plus élevé pour le foetus
  - Les nausées et vomissements devraient être plus fortes pour les **aliments les plus toxiques**
  - Les nausées et vomissements devraient avoir un **effet mesurable sur la santé** du foetus

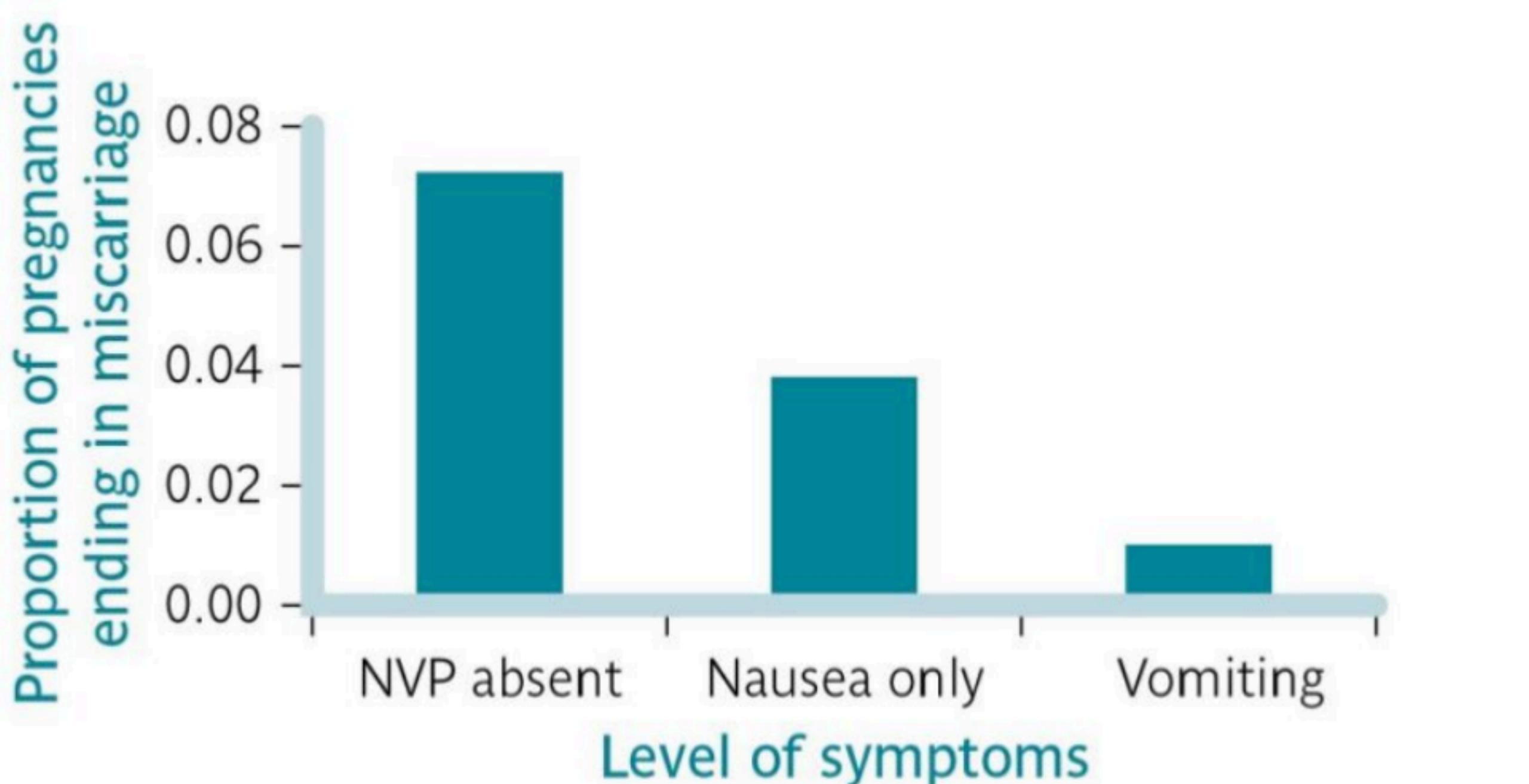
# Les nausées et vomissements devraient être plus fortes au moment où le risque est le plus élevé pour le foetus



# Les nausées et vomissements devraient être plus fortes pour les aliments les plus toxiques



# Les nausées et vomissements devraient avoir un effet mesurable sur la santé du foetus



From Nettle (2019)

# **Explication proximale vs. ultime des aversions alimentaires**

- Explication proximale : les femmes enceintes évitent la viande parce qu'elle déclenche des nausées et vomissements
- Explication ultime : les femmes enceintes évitent la viande pour protéger leur foetus du risque de malformations.

# L'importance d'un cadre évolutionnaire

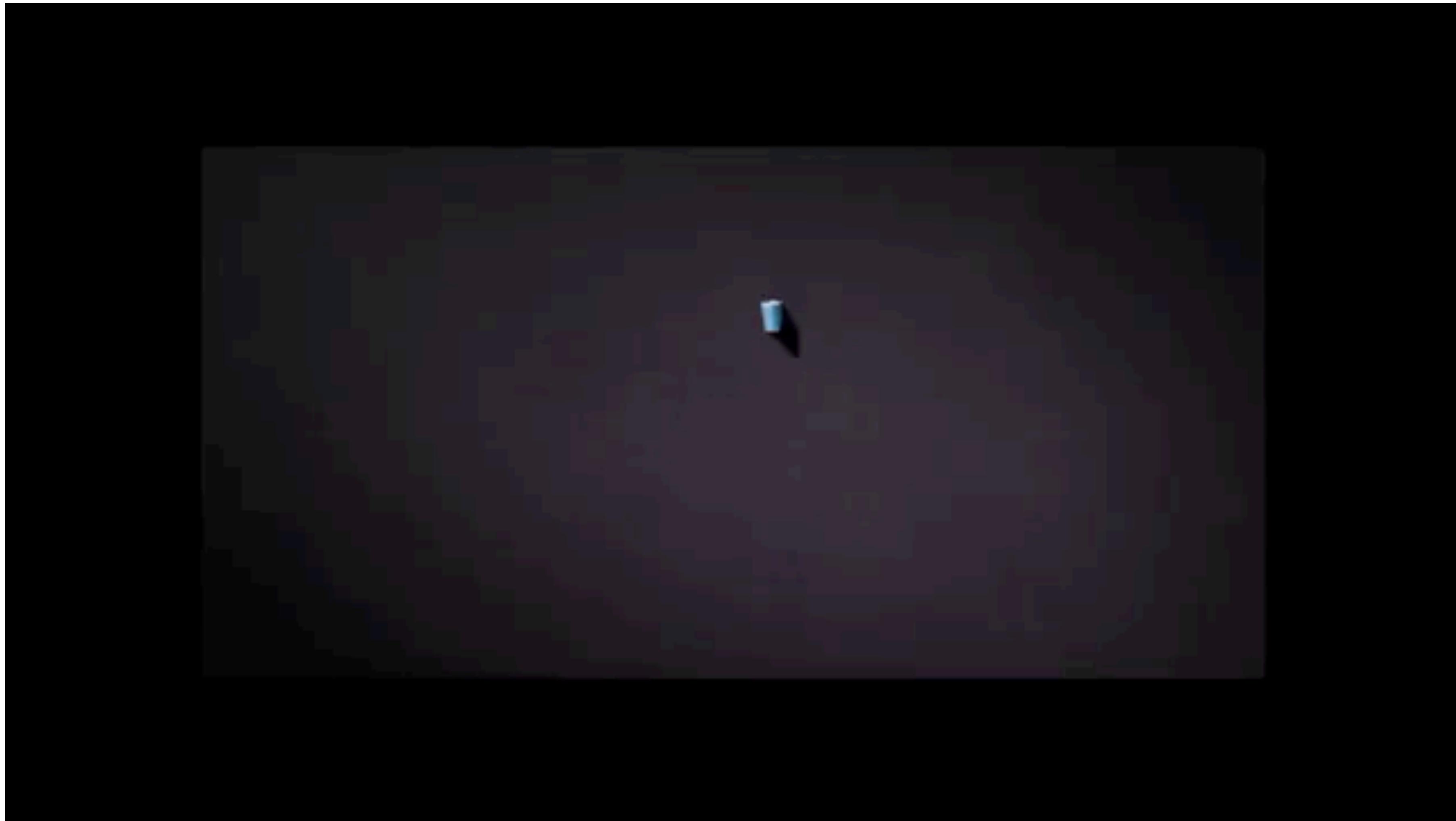
- En appliquant ce cadre, nous pouvons poser des questions pertinentes sur l'origine de nos comportements actuels et éclairer les politiques publiques :
  - Pourquoi les femmes enceintes ont-elles des **nausées** ? Si ces nausées servent une fonction positive, comment faut-il les traiter ?
  - Pourquoi avons-nous certaines **préférences alimentaires**, alors même qu'elles peuvent nuire à notre santé aujourd'hui ? Si la motivation à rechercher le sucre n'est plus adaptée, faut-il adapter les régulations et autres politiques publiques en conséquence ?
- On peut aussi poser des questions plus larges :
  - Pourquoi sommes-nous si doués pour **coopérer** et en même si incapables de résoudre des problèmes d'actions collectives comme le changement climatique ?



# Coopération

- Les problèmes de coopération sont **récurrents** dans la vie sociale humaine.
- Mais **comment** la coopération peut-elle évoluer si la sélection naturelle est compétitive ?
- Les organismes qui coopèrent, et donc subissent un **coût** et offrent un bénéfice à autrui, devraient être **contre-sélectionnés**.
- Pourtant, on observe de nombreux exemples de coopération entre les humains, y compris lorsqu'ils ne sont pas apparentés.

# La sensibilité à la coopération est présente dès le plus jeune âge



Hamlin, J. K. (2013). Moral judgment and action in preverbal infants and toddlers: Evidence for an innate moral core. *Current Directions in Psychological Science*, 22(3).

# La coopération est présente de façon universelle

- **Jeu de l'ultimatum** dans une expérience inter-culturelle
- Le Joueur 1 (le proposeur) reçoit une somme d'argent. Le Joueur 1 doit partager cette somme avec le Joueur 2 (le répondeur). Une fois que le proposeur a communiqué sa décision, le répondeur peut l'accepter ou la rejeter. Si le répondeur accepte, l'argent est partagé selon la proposition ; si le répondeur rejette, les deux joueurs ne reçoivent rien.
- Résultat attendu des **Homo œconomicus** (ou "acteurs rationnels") : Le Joueur 1 donne le montant le plus faible possible et le Joueur 2 accepte quel que soit le montant.
- En réalité, les joueurs donnent autour de la moitié !

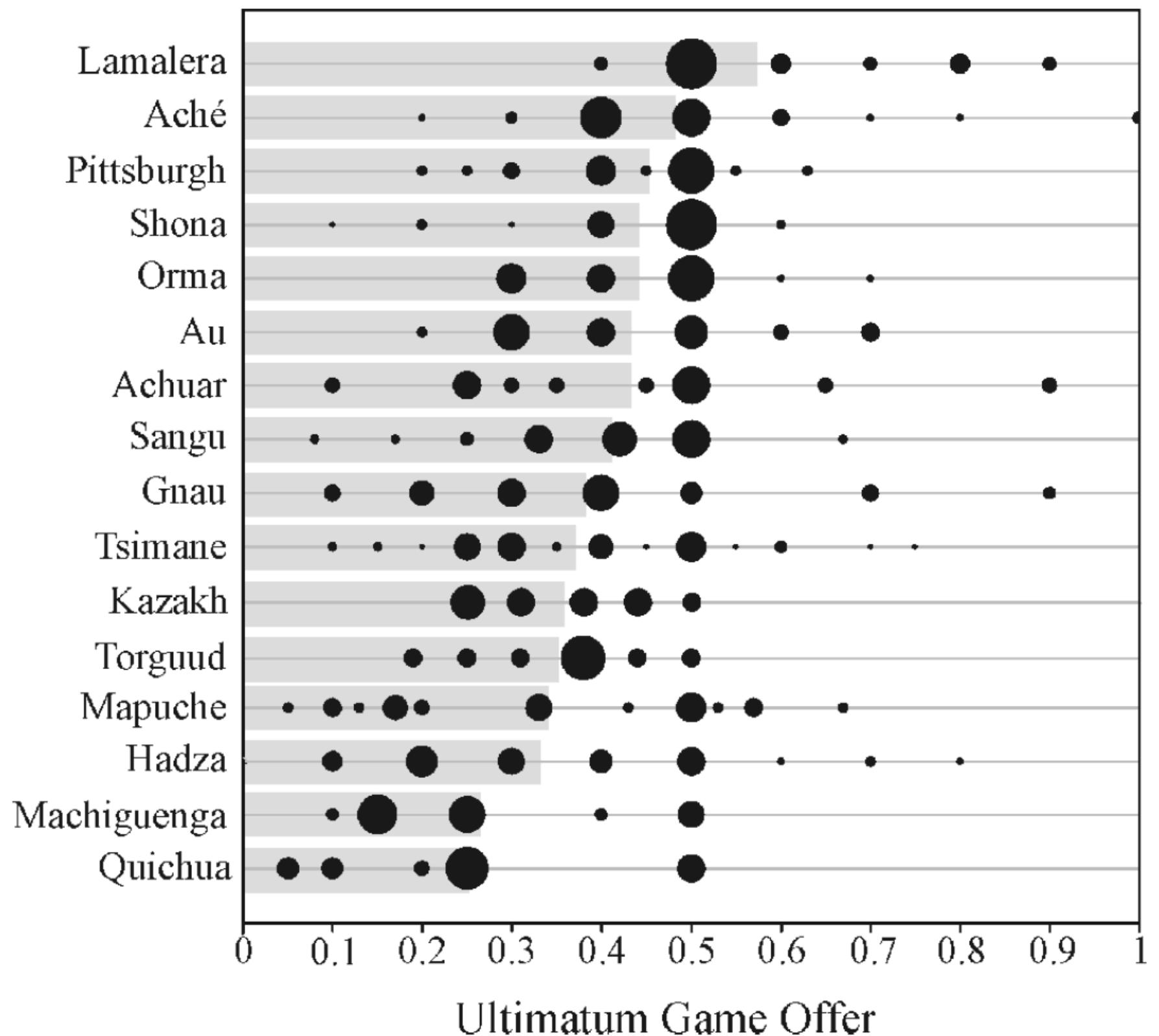


Figure 2. A bubble plot showing the distribution of UG offers for each group. The size of the bubble at each location along each row represents the proportion of the sample that made a particular offer. The right edge of the lightly shaded horizontal gray bar gives the mean offer for that group. Looking across the Machiguenga row, for example, the mode is 0.15, the secondary mode is 0.25, and the mean is 0.26.

Henrich et al., (2005). "Economic man" in cross-cultural perspective.

# La coopération est jugée comme moralement bonne



Figure 1. Locations of 60 Probability Sample Files Societies.

- Etudes sur des **ethnographies** collectées dans **60 sociétés** représentative de la diversité humaine.
- **Question:** les comportements de coopération sont-ils jugés comme étant **moralement bons**?

Curry et al. (2019). Is it good to cooperate? Testing the theory of morality-as-cooperation in 60 societies. *Current Anthropology*

# La coopération est jugée comme moralement bonne

**La coopération est une valeur morale dans toutes les sociétés humaines**

Table 2. Paragraphs attesting to the moral valence of cooperation

	Positive	Negative
Helping kin	214	0
Helping group	127	0
Reciprocating	151	0
Being brave	101	0
Respecting superiors	133	0
Dividing resources	17	0
Respecting property	218	1
Total	961	1

**Comment est-ce possible ?**

# Evolution de la coopération réciproque

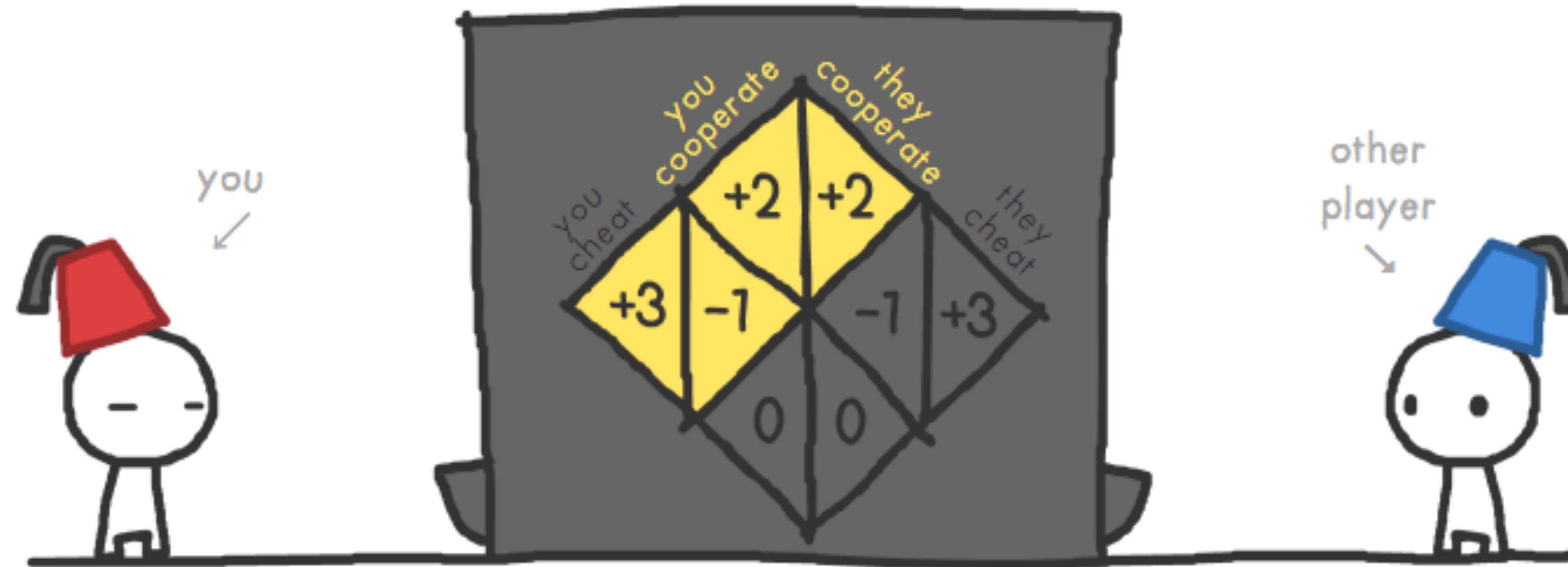
Si  $bw > c$

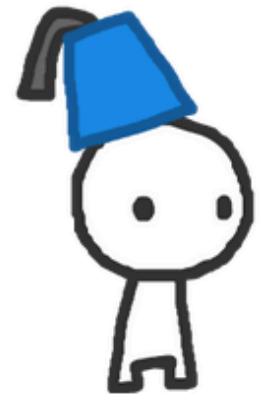
les organismes ont intérêt à coopérer :  
**la coopération sera favorisée par la sélection naturelle**

Avec:

- b = le bénéfice de la réciprocation
- c = le coût de la coopération initiale
- w = la probabilité que le partenaire réciproque

# Dilemme du prisonnier





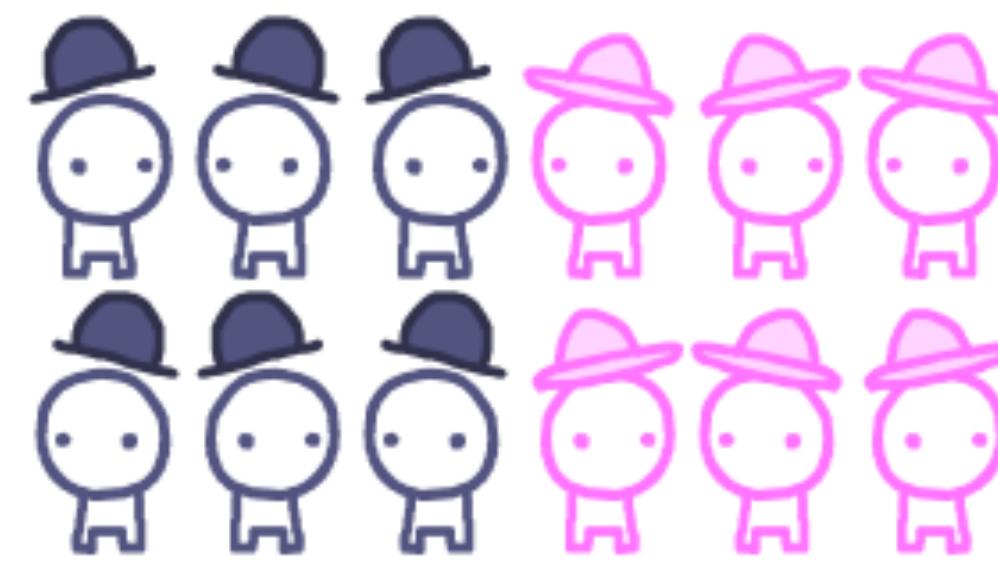
**COPYCAT:** Hello! I start with Cooperate, and afterwards, I just copy whatever you did in the last round. Meow



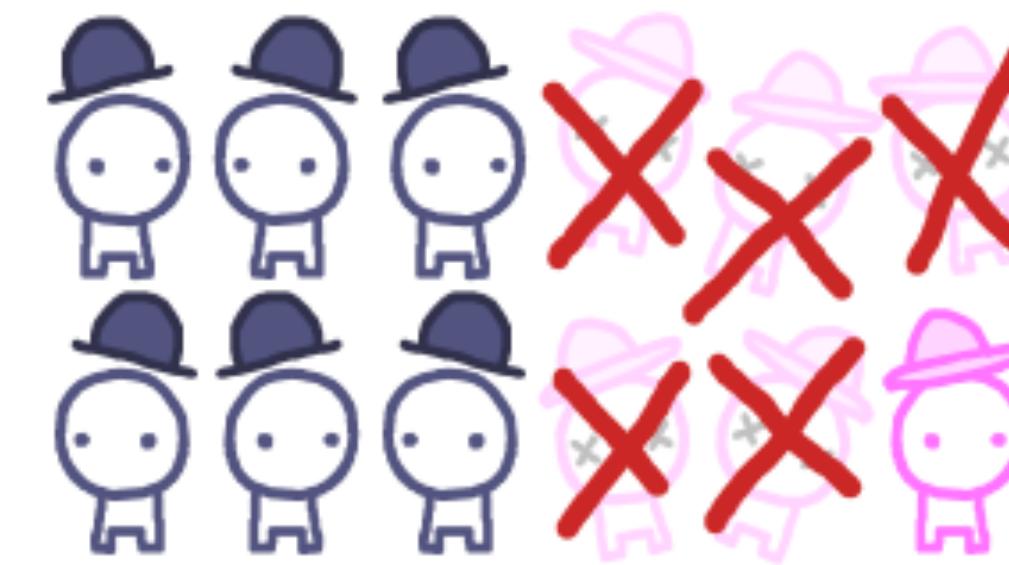
**ALWAYS CHEAT:**  
*the strong shall eat the weak*



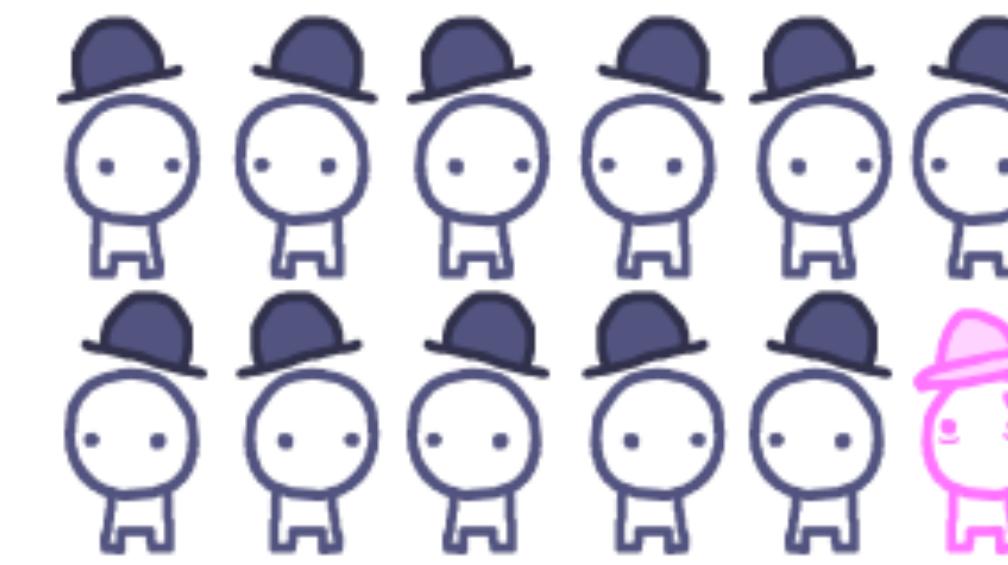
**ALWAYS COOPERATE:**  
Let's be best friends! <3



1. PLAY A TOURNAMENT



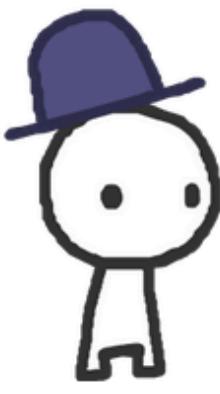
2. ELIMINATE LOSERS



3. REPRODUCE WINNERS



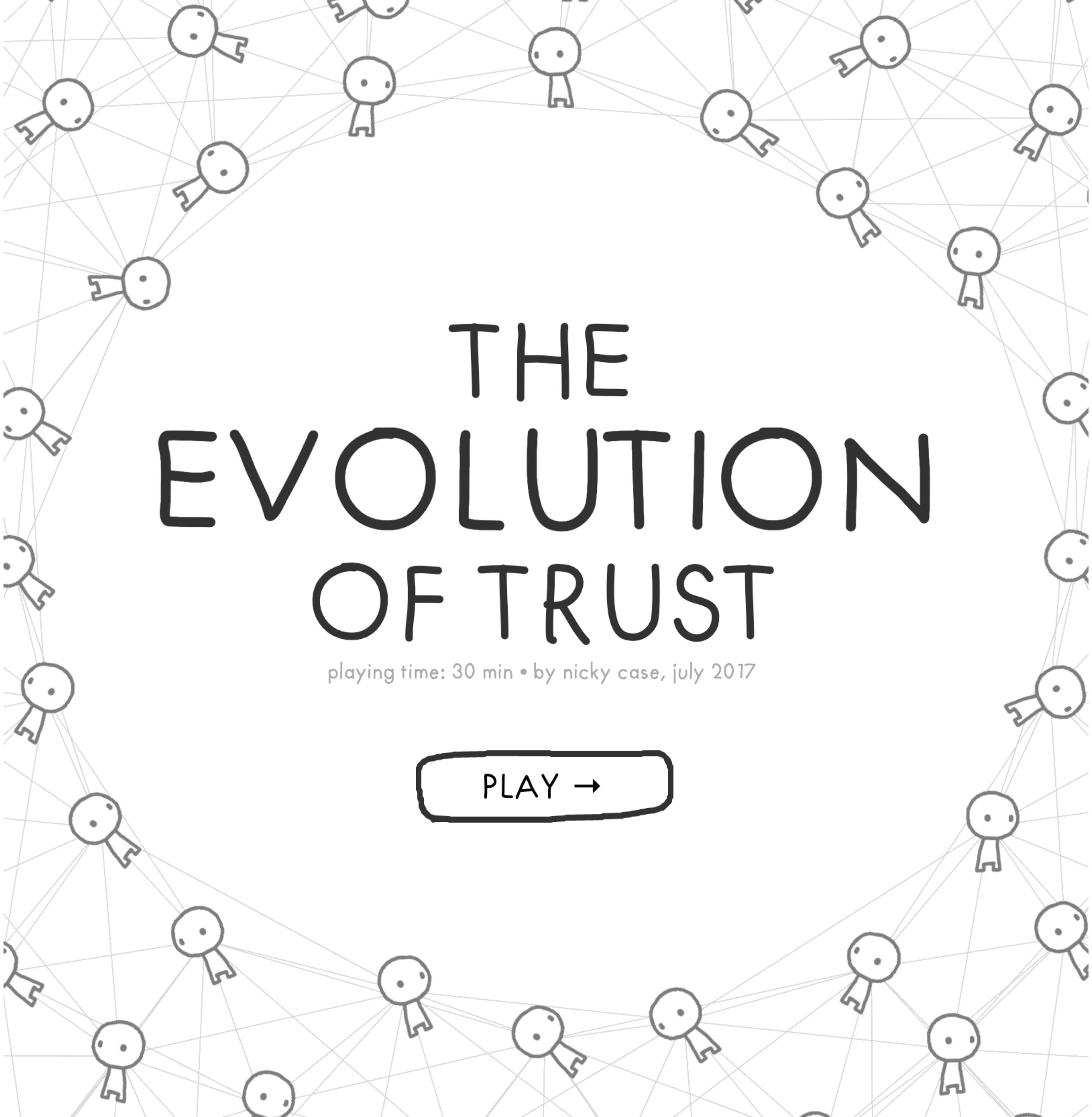
**COPYCAT:** Hello! I start with Cooperate, and afterwards, I just copy whatever you did in the last round. Meow



**ALWAYS CHEAT:**  
*the strong shall eat the weak*



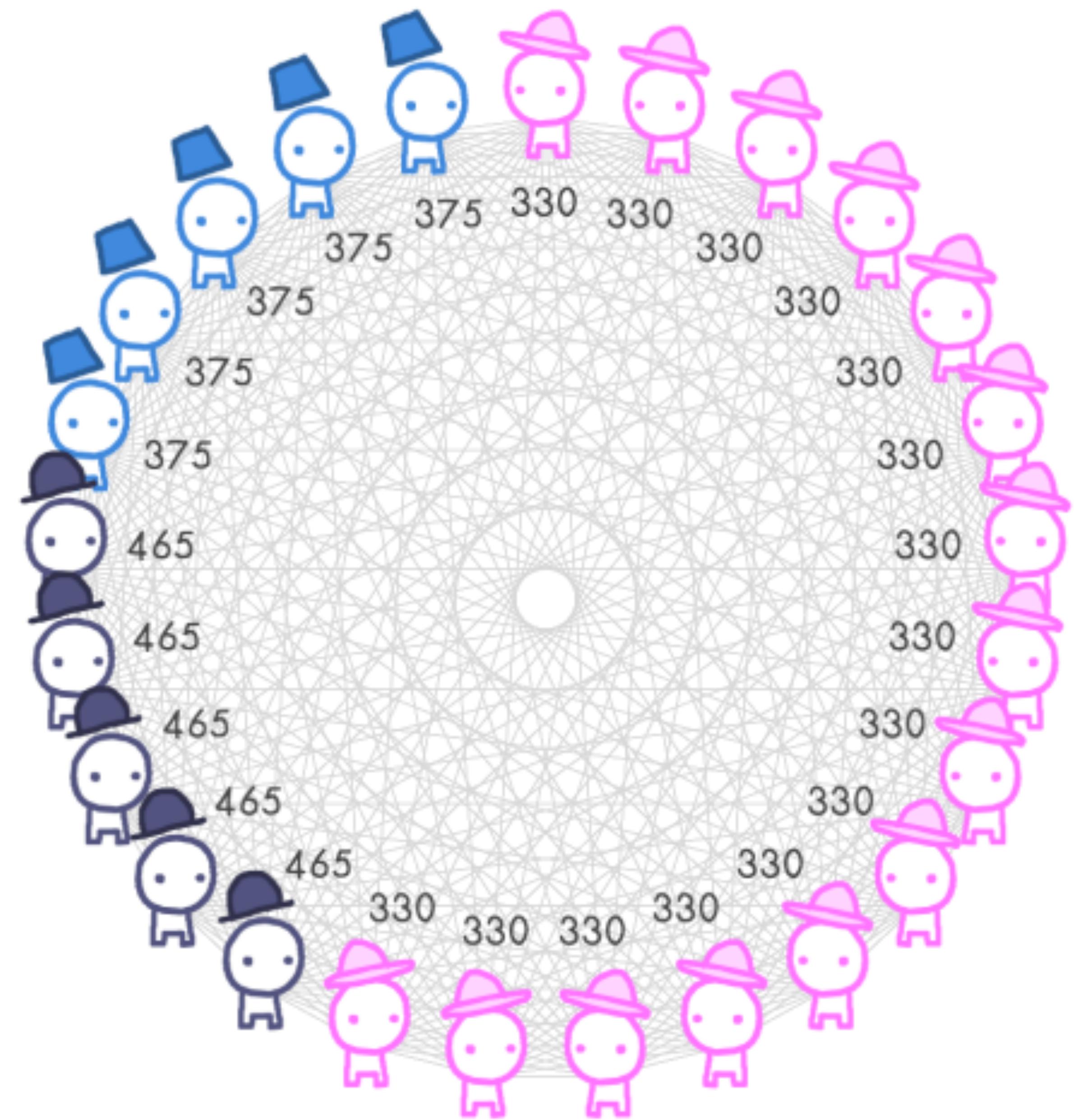
**ALWAYS COOPERATE:**  
Let's be best friends! <3

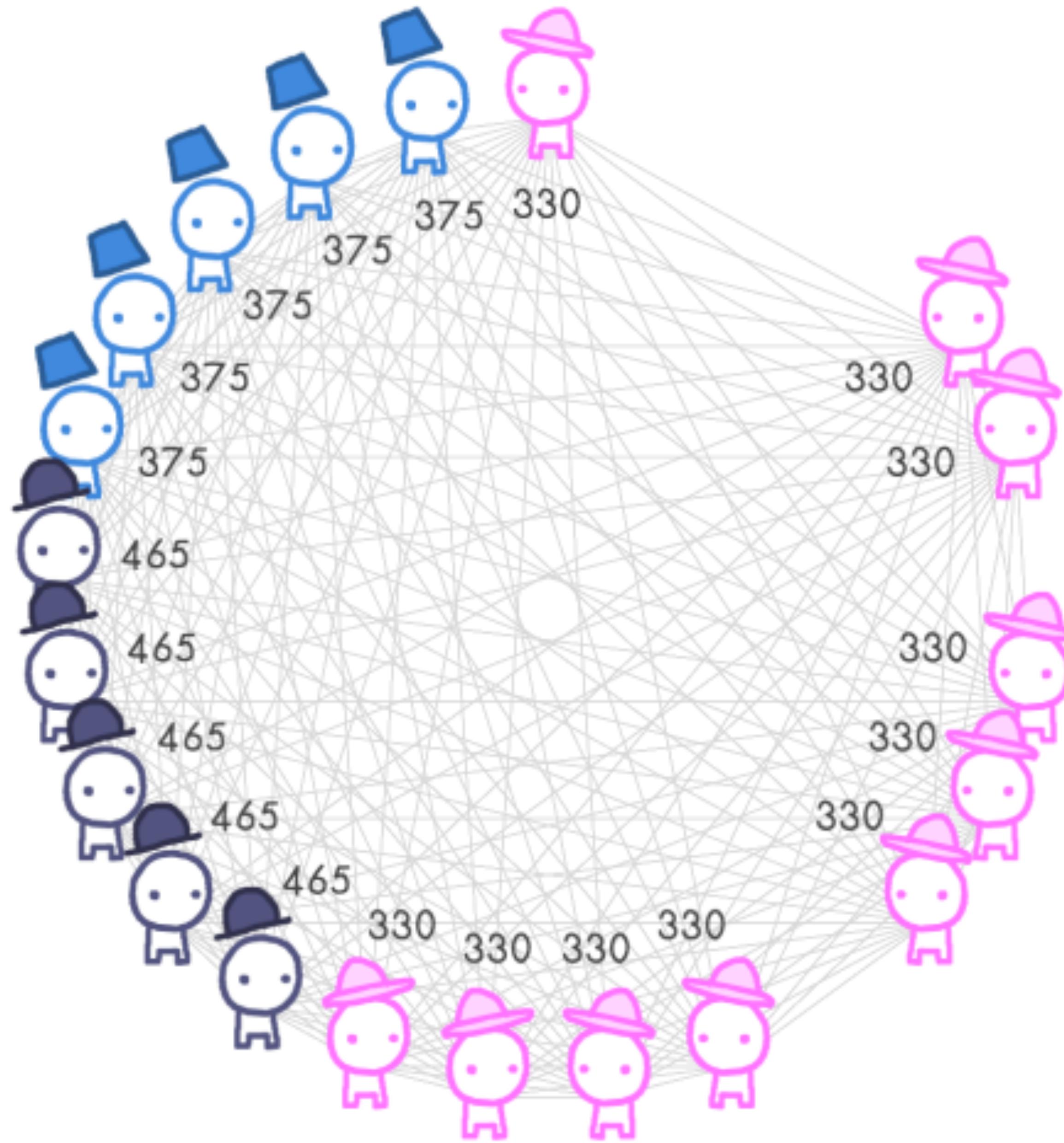


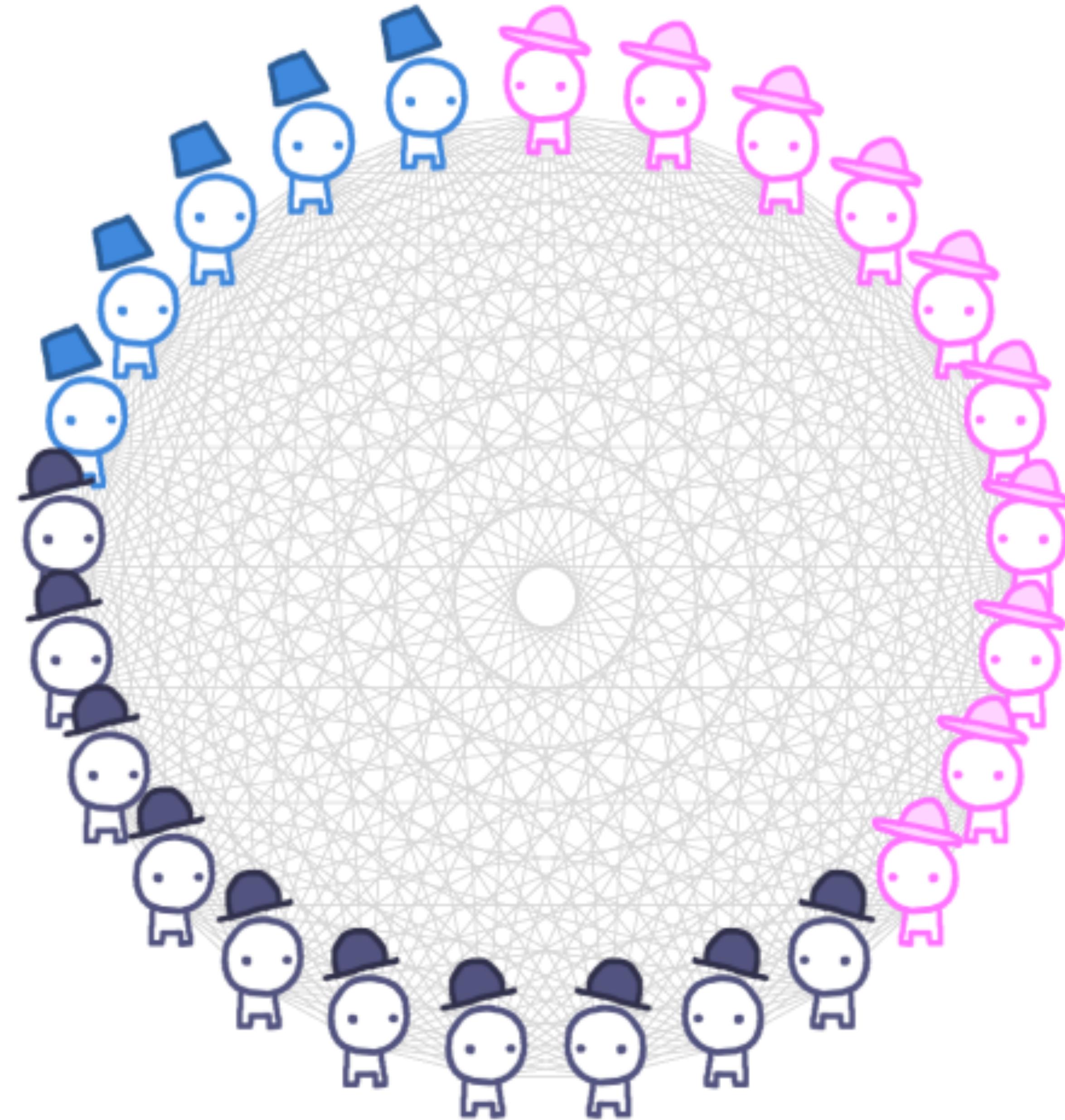
# THE EVOLUTION OF TRUST

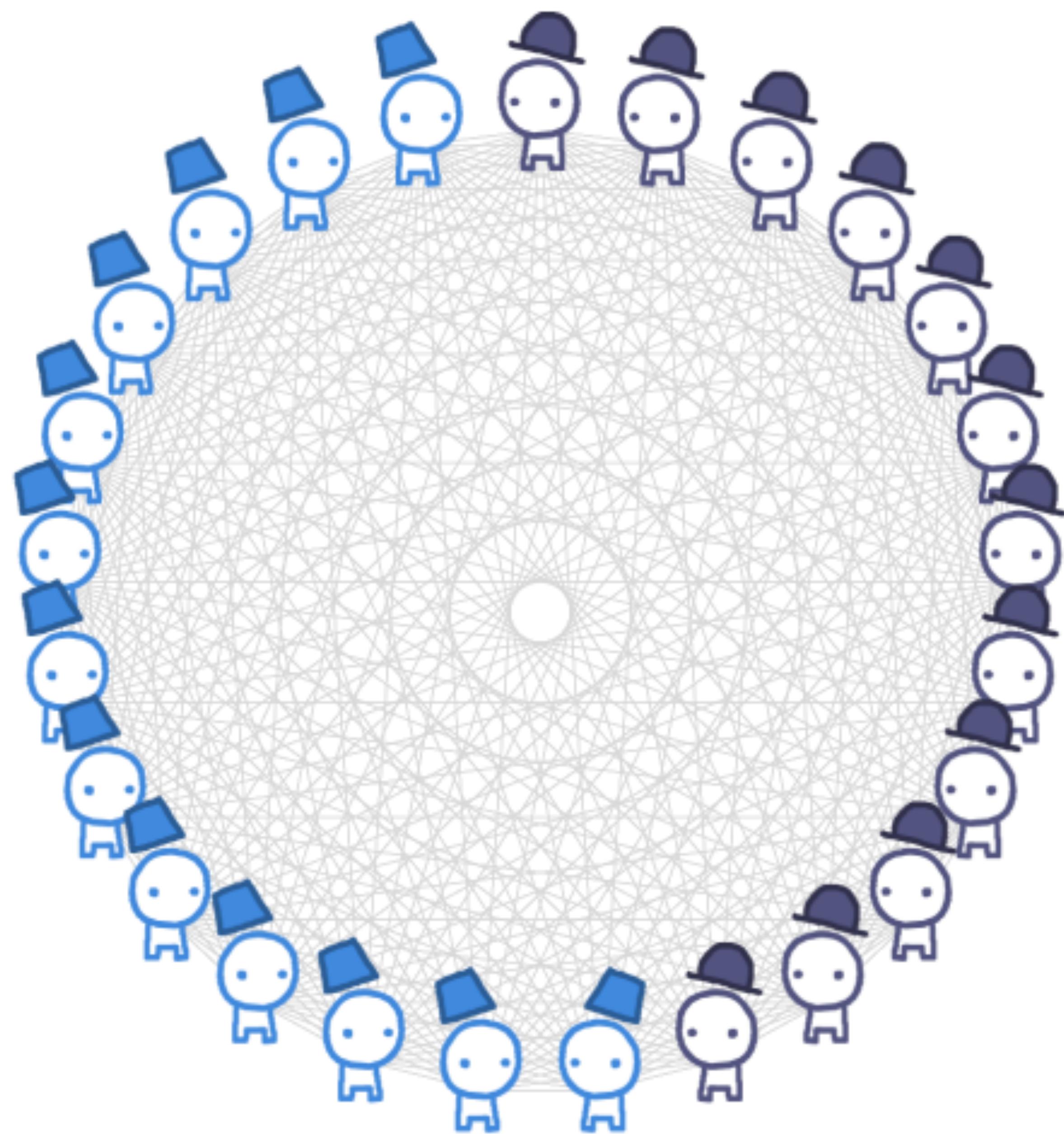
playing time: 30 min • by nicky case, july 2017

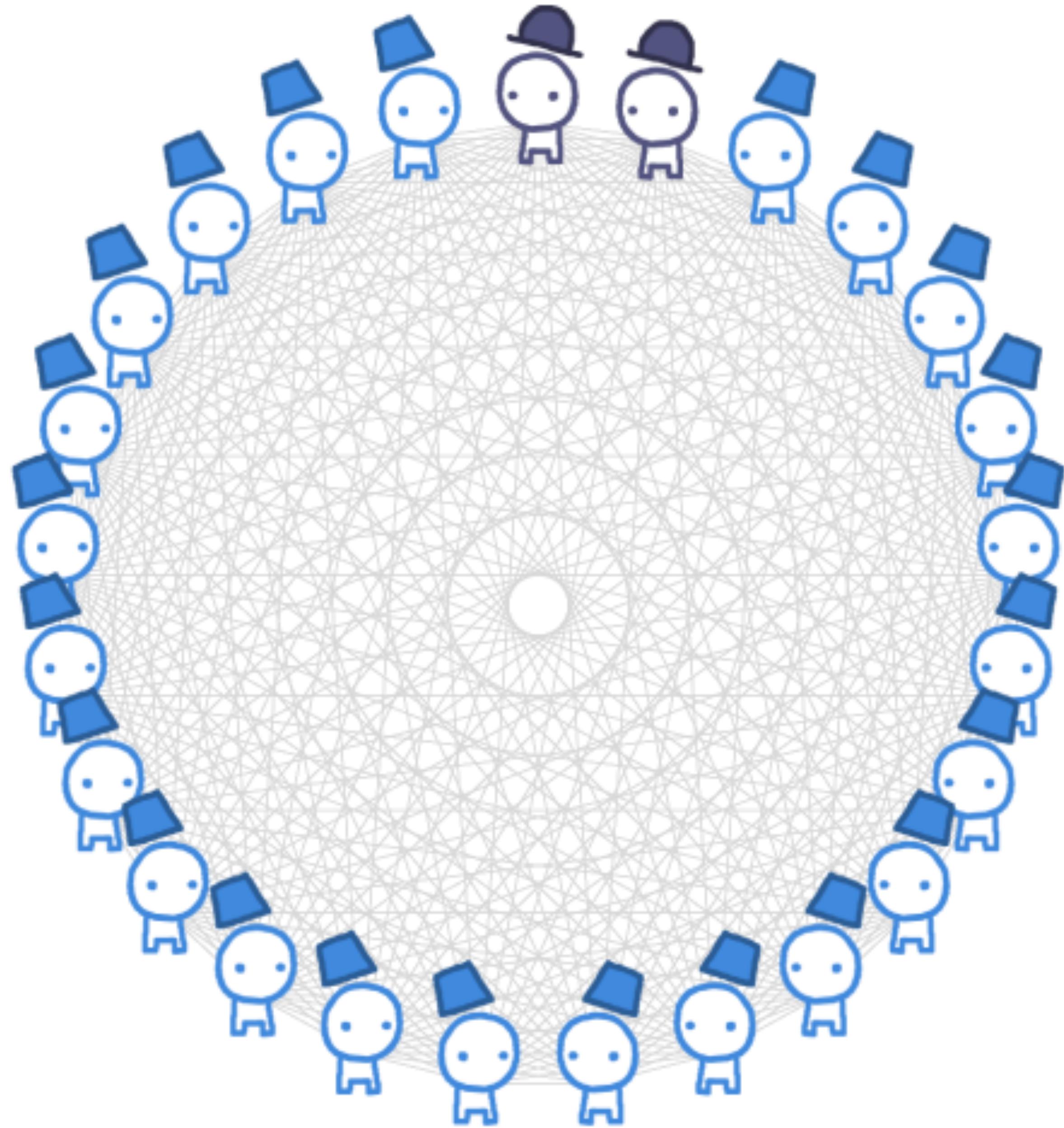
PLAY →











# La stratégie de la coopération conditionnelle

- Les copy-cat surpassent à la fois ceux qui agissent de manière égoïste et ceux qui coopèrent systématiquement mais finissent par être exploités.
- Les 3 clés du succès (Axelrod 1984):
  - 1. Ne jamais être le premier à tricher, toujours commencer par coopérer et continuer à le faire tant que l'autre joueur coopère
  - 2. Si l'autre joueur défekte, il faut immédiatement défectorer.
  - 3. Savoir pardonner : Si le joueur qui a defectué coopère à nouveau, répondre en coopérant.
- « *First, do unto others as you wish them to do unto you, but then do unto them as they have just done to you* » Trivers, 1985

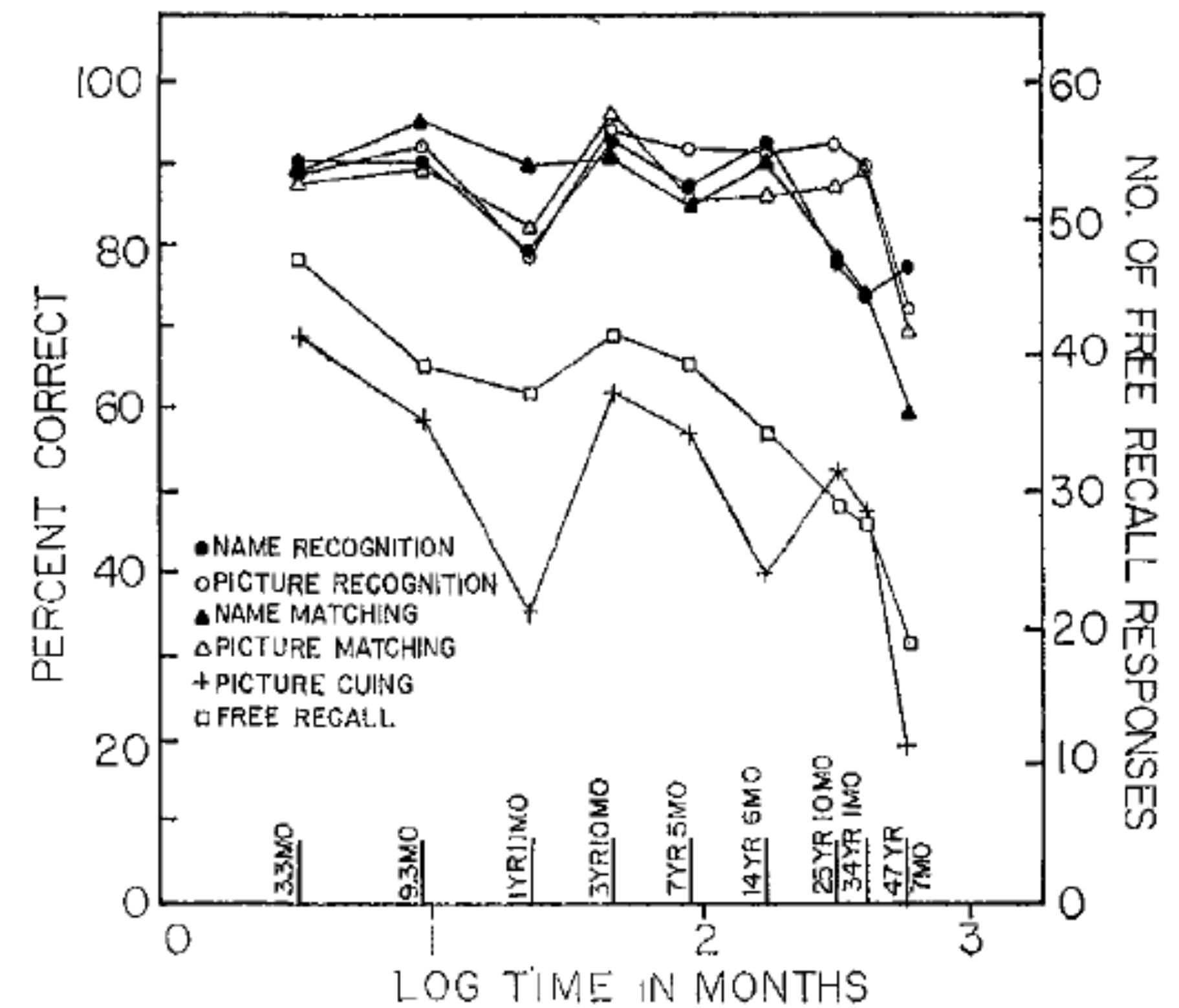
# Explications proximales vs. ultimes de la réciprocité

- Explication **ultime** : les individus qui coopèrent (de manière conditionnelle à la coopération des autres) sont favorisés.
- Conséquences **proximales** : sélection d'une **cognition sociale** qui permet à la coopération de fonctionner de façon stable
  - Capacité à identifier qui est qui et à mémoriser des informations sociales
  - Eprouver des émotions sociales qui renforcent la coopération (honte, fierté, culpabilité)
  - Avoir la capacité et la motivation à signaler sa propre valeur aux autres (réputation)
  - Déetecter efficacement des tricheurs
  - Etre pourvu d'un sens moral qui favorise l'équité

# Explications proximales vs. ultimes de la réciprocité

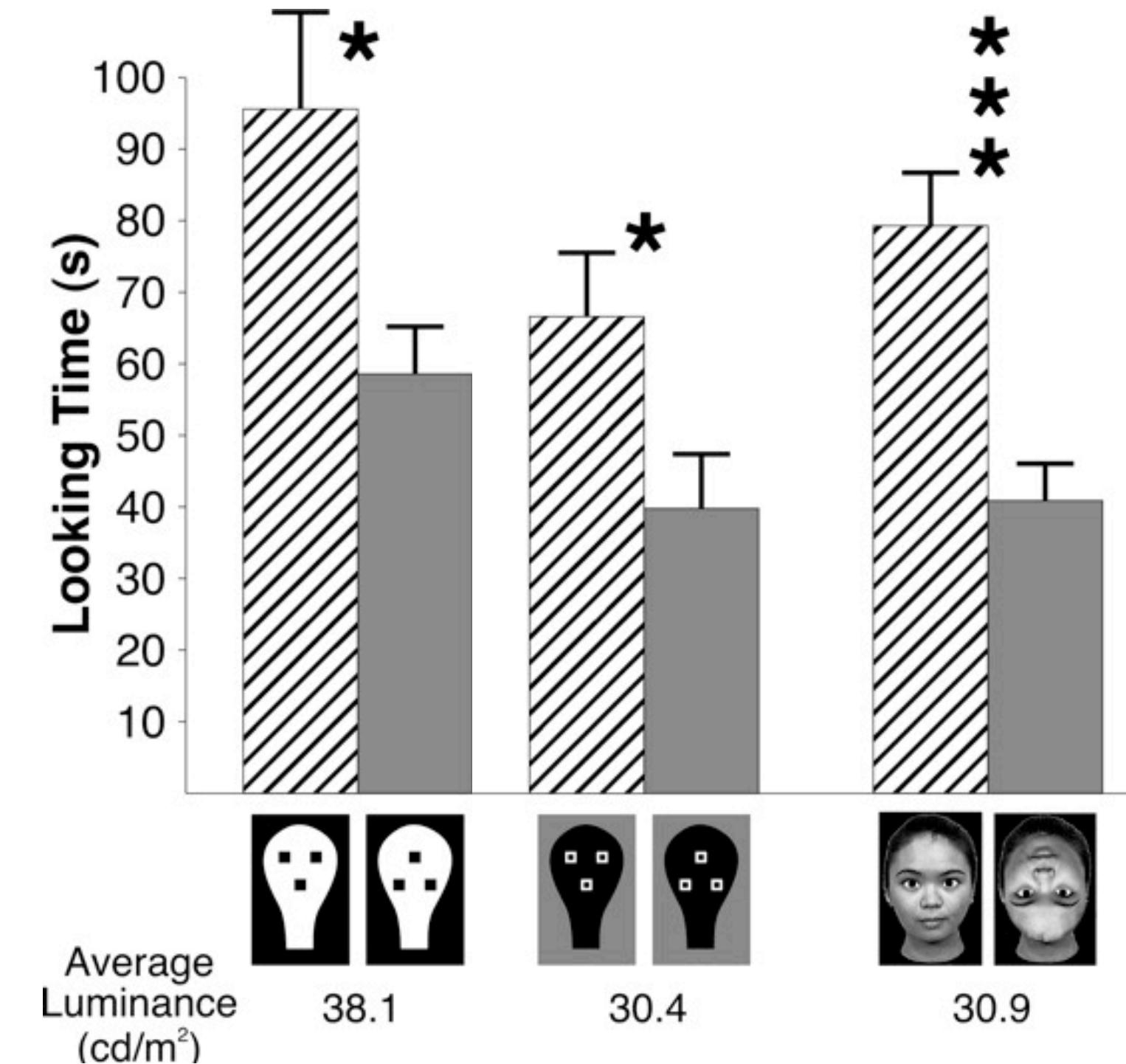
- Explication **ultime** : les individus qui coopèrent (de manière conditionnelle à la coopération des autres) sont favorisés.
- Conséquences **proximales** : sélection d'une **cognition sociale** qui permet à la coopération de fonctionner de façon stable
  - **Capacité à identifier qui est qui et à mémoriser des informations sociales**
  - Eprouver des émotions sociales qui renforcent la coopération (honte, fierté, culpabilité)
  - Avoir la capacité et la motivation à signaler sa propre valeur aux autres (réputation)
  - Déetecter efficacement des tricheurs
  - Etre pourvu d'un sens moral qui favorise l'équité

# Une machine sociale



**FIGURE 1.** Adjusted mean retention scores on six tests.

Bahrick, et al. (1975). Fifty years of memory for names and faces: A cross-sectional approach. *Journal of experimental psychology: General*



Farroni, T., Johnson, M. H., Menon, E., Zulian, L., Faraguna, D., & Csibra, G. (2005). Newborns' preference for face-relevant stimuli: Effects of contrast polarity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*,

# Explications proximales vs. ultimes de la réciprocité

- Explication **ultime** : les individus qui coopèrent (de manière conditionnelle à la coopération des autres) sont favorisés.
- Conséquences **proximales** : sélection d'une **cognition sociale** qui permet à la coopération de fonctionner de façon stable
  - Capacité à identifier qui est qui et à mémoriser des informations sociales
  - **Eprouver des émotions sociales qui renforcent la coopération (honte, fierté, culpabilité)**
  - Avoir la capacité et la motivation à signaler sa propre valeur aux autres (réputation)
  - Déetecter efficacement des tricheurs
  - Etre pourvu d'un sens moral qui favorise l'équité

# Le plaisir de coopérer

- Les participants reçoivent un billet de 5 \$ ou de 20 \$ à dépenser avant la fin de la journée. La moitié d'entre eux est invitée à dépenser cet argent pour eux-mêmes (« dépenses personnelles »), tandis que l'autre moitié doit le dépenser pour quelqu'un d'autre (« dépenses prosociales »).
- Les personnes qui assignées à dépenser l'argent pour quelqu'un d'autre disent se sentir plus heureuses que celles ayant dépensé l'argent pour elles-mêmes.
- Lorsque l'expérience a été décrite à d'autres participants, leurs prédictions se sont révélées doublement fausses :
  - ils pensaient qu'ils seraient plus heureux en dépensant une somme plus importante (20 \$ vs 5 \$)
  - et qu'ils seraient plus heureux en dépensant l'argent pour eux-mêmes.

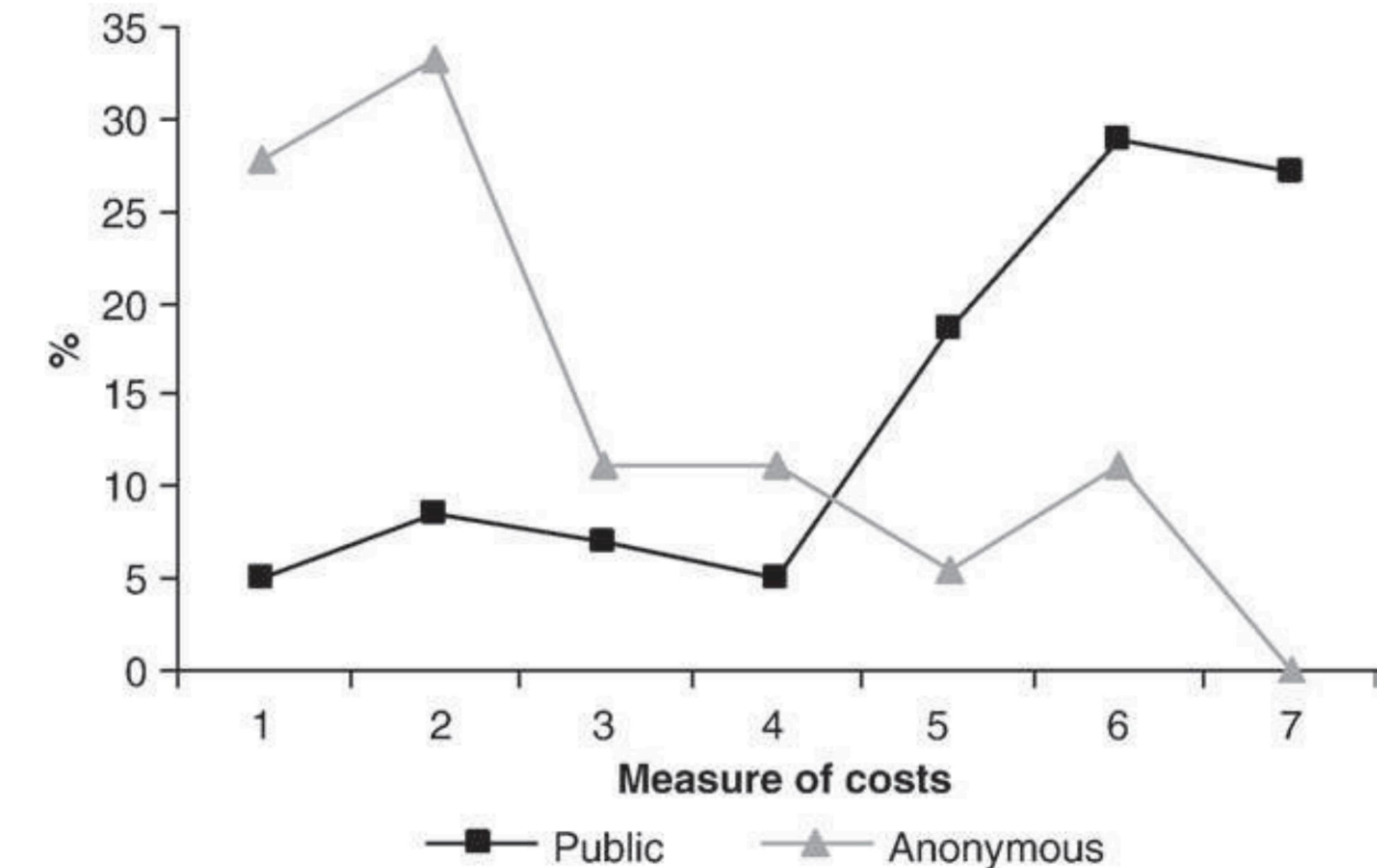
# Explications proximales vs. ultimes de la réciprocité

- Explication **ultime** : les individus qui coopèrent (de manière conditionnelle à la coopération des autres) sont favorisés.
- Conséquences **proximales** : sélection d'une **cognition sociale** qui permet à la coopération de fonctionner de façon stable
  - Capacité à identifier qui est qui et à mémoriser des informations sociales
  - Eprouver des émotions sociales qui renforcent la coopération (honte, fierté, culpabilité)
  - **Avoir la capacité et la motivation à signaler sa propre valeur aux autres (réputation)**
  - Déetecter efficacement des tricheurs
  - Etre pourvu d'un sens moral qui favorise l'équité

Étant donnés les **bénéfices élevés** à être inclus dans des activités coopératives, être perçu comme un **bon collaborateur** est crucial.

# Les effets d'audience

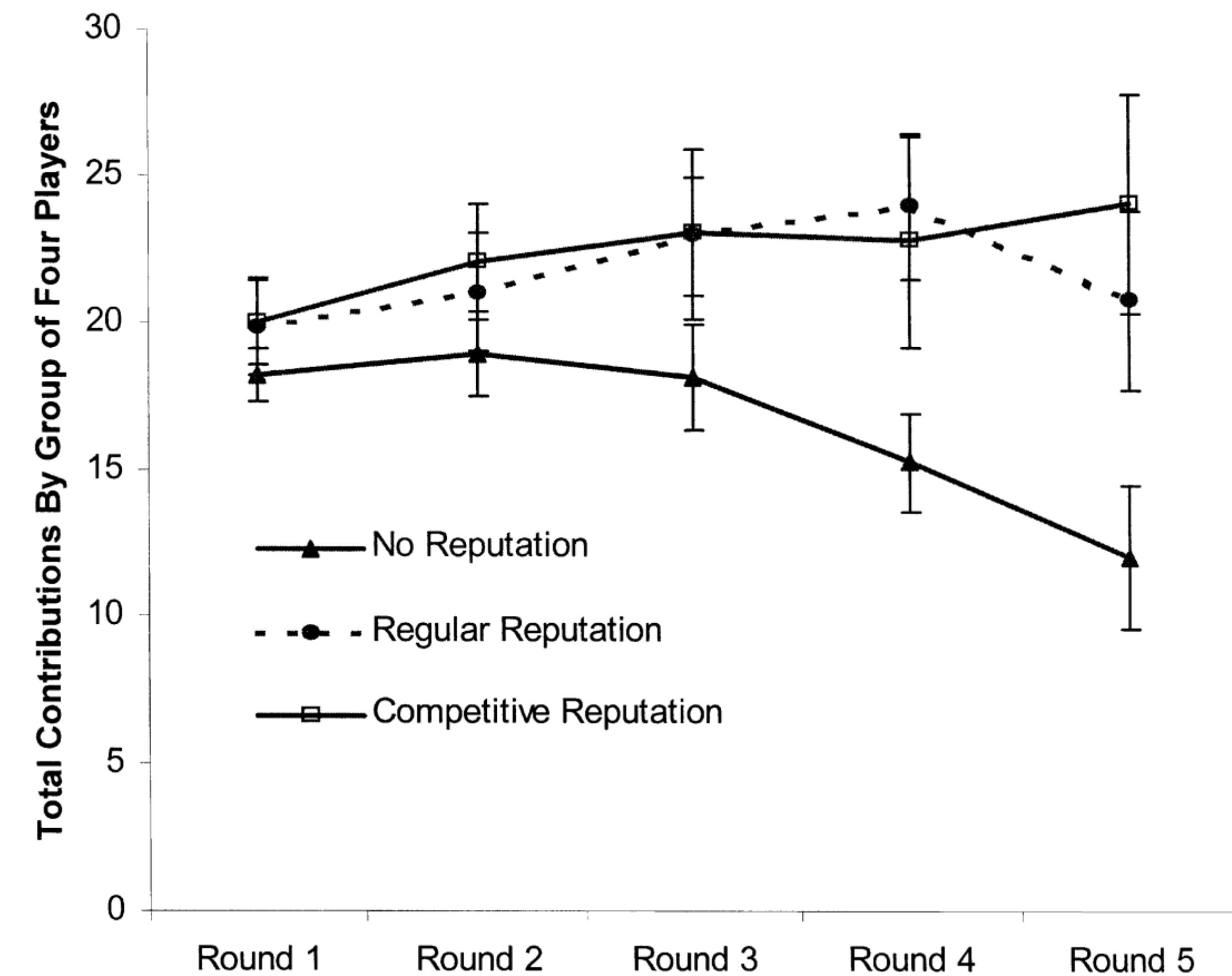
- Les gens se comportent différemment quand leur réputation est en jeu
- Des participants sont invités à se porter volontaires pour choisir une association caritative, parmi sept.
- Les options de bénévolat varient selon leur coût perçu : elles vont d'une simple prise de tension artérielle (la moins coûteuse) à l'assistance auprès d'enfants souffrant de handicaps mentaux (la plus coûteuse).
- Manipulation expérimentale : la décision de s'engager est soit publique, soit anonyme.
- Les **activités coûteuses** sont beaucoup plus souvent choisies dans la **condition publique**.



Bereczkei, T., Birkas, B., & Kerekes, Z. (2010). Altruism towards strangers in need: costly signaling in an industrial society. *Evolution and Human Behavior*

# L'attention à la réputation peut contribuer à résoudre la tragédie des communs

- Dans cette expérience, les participants ont plus de chance de contribuer au bien commun quand d'autres peuvent **observer leur comportement**
- Cf. Conditions « Reputation »



Barclay, P. (2004). Trustworthiness and competitive altruism can also solve the “tragedy of the commons.” *Evolution & Human Behavior*.

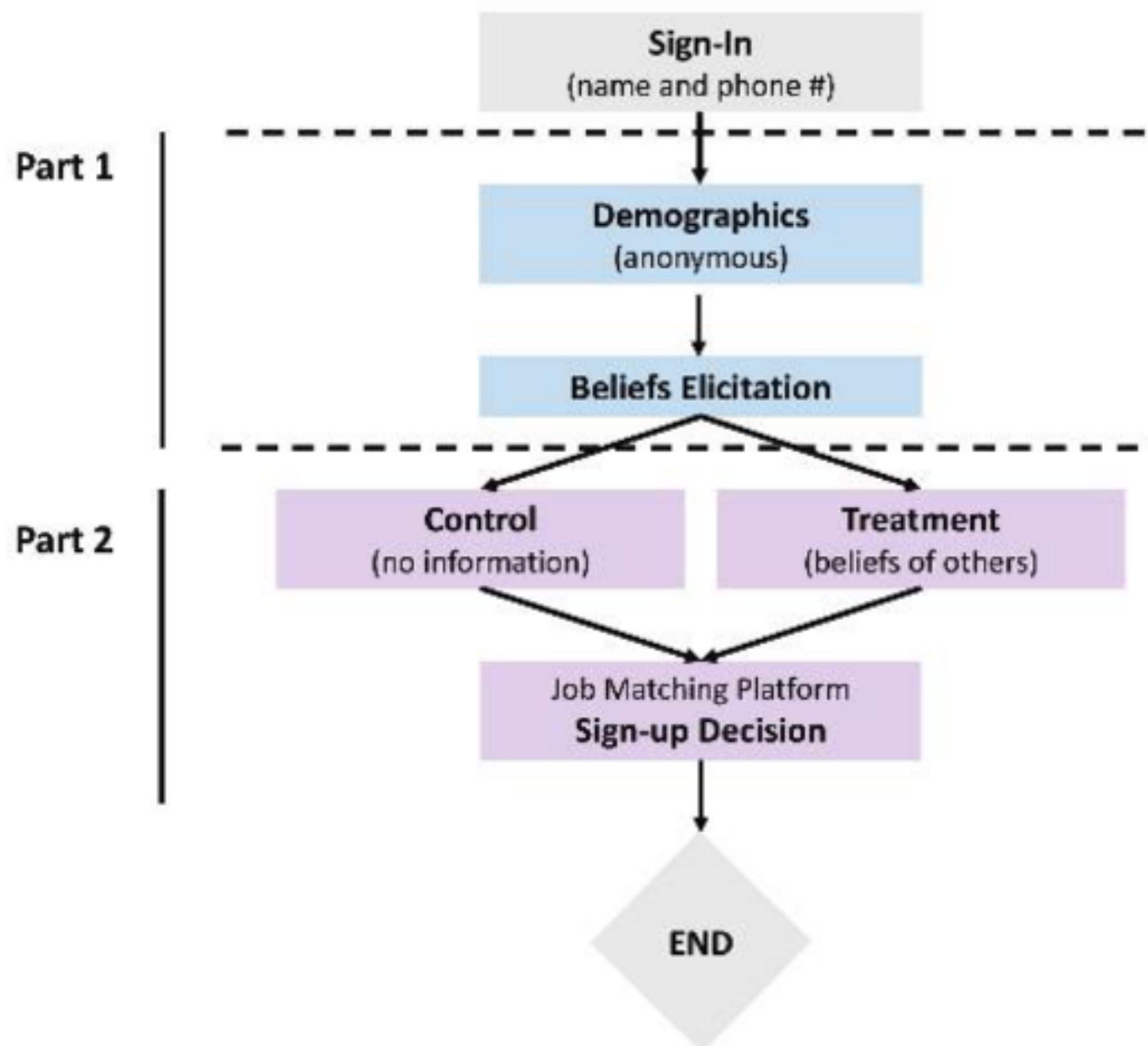
La perception des individus de ce qu'il faut moralement faire, de **ce qui est juste**, dépend fortement de **ce que font les autres** et de ce qu'ils pensent que font les autres.

# Ignorance pluraliste

- Une situation dans laquelle les individus rejettent une norme en privé mais y adhèrent en public parce qu'ils supposent, à tort, que les autres l'acceptent.

# Ignorance pluraliste

- Une situation dans laquelle les individus rejettent une norme en privé mais y adhèrent en public parce qu'ils supposent, à tort, que les autres l'acceptent.



Bursztyn, L., González, A. L., & Yanagizawa-Drott, D. (2020). Misperceived social norms: Women working outside the home in Saudi Arabia. *American economic review*, 110(10).

# Ignorance pluraliste

- Une situation dans laquelle les individus rejettent une norme en privé mais y adhèrent en public parce qu'ils supposent, à tort, que les autres l'acceptent.

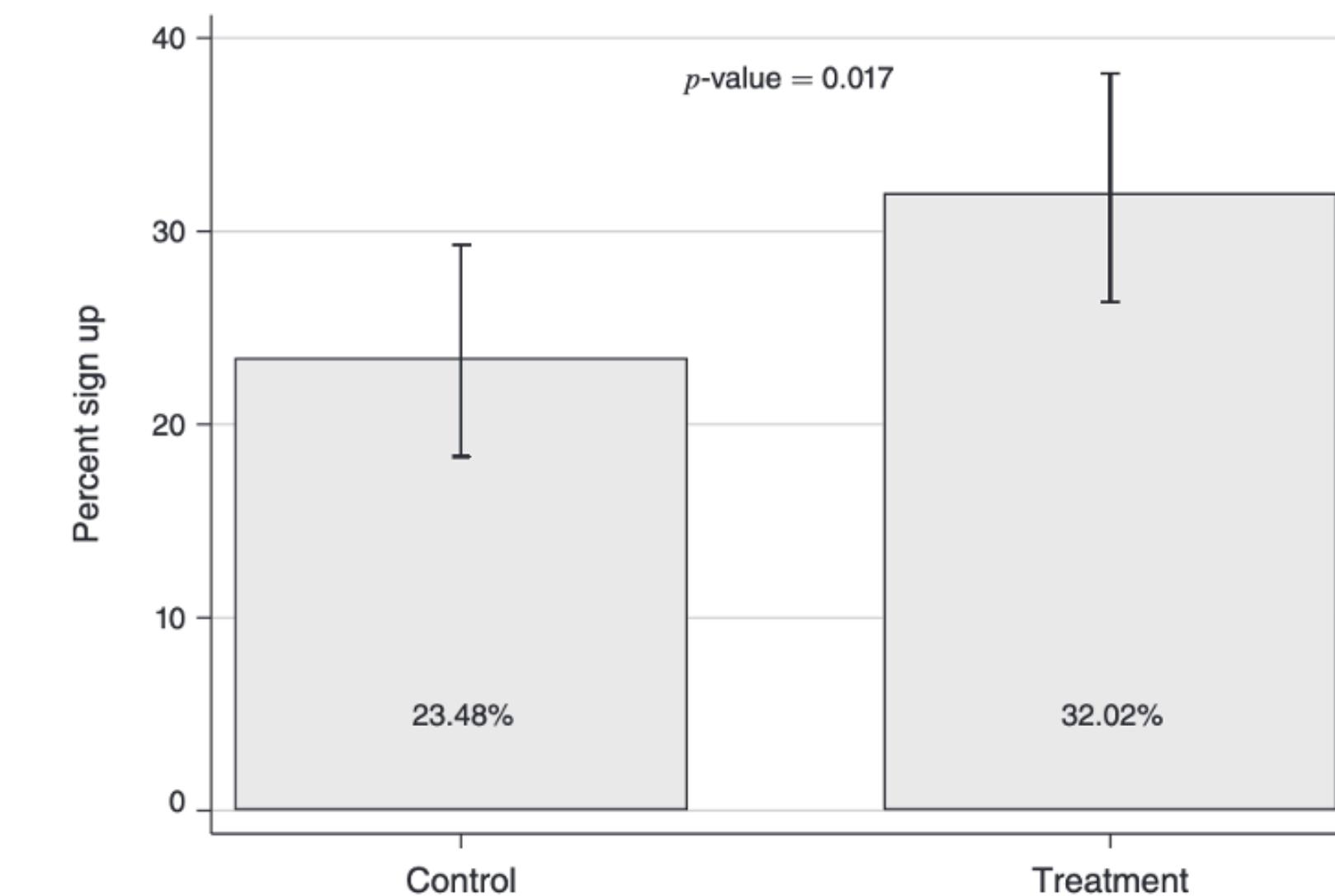
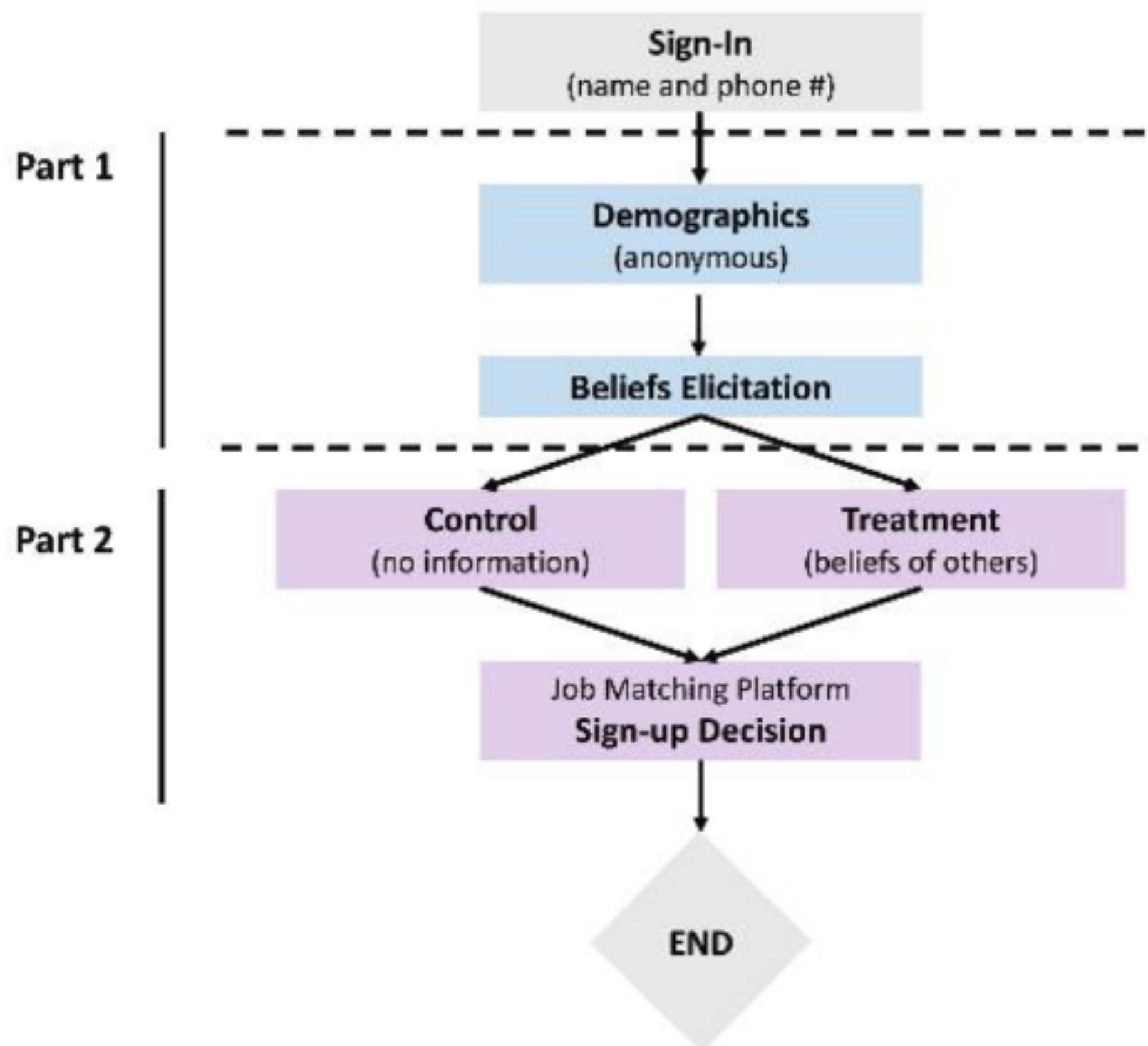


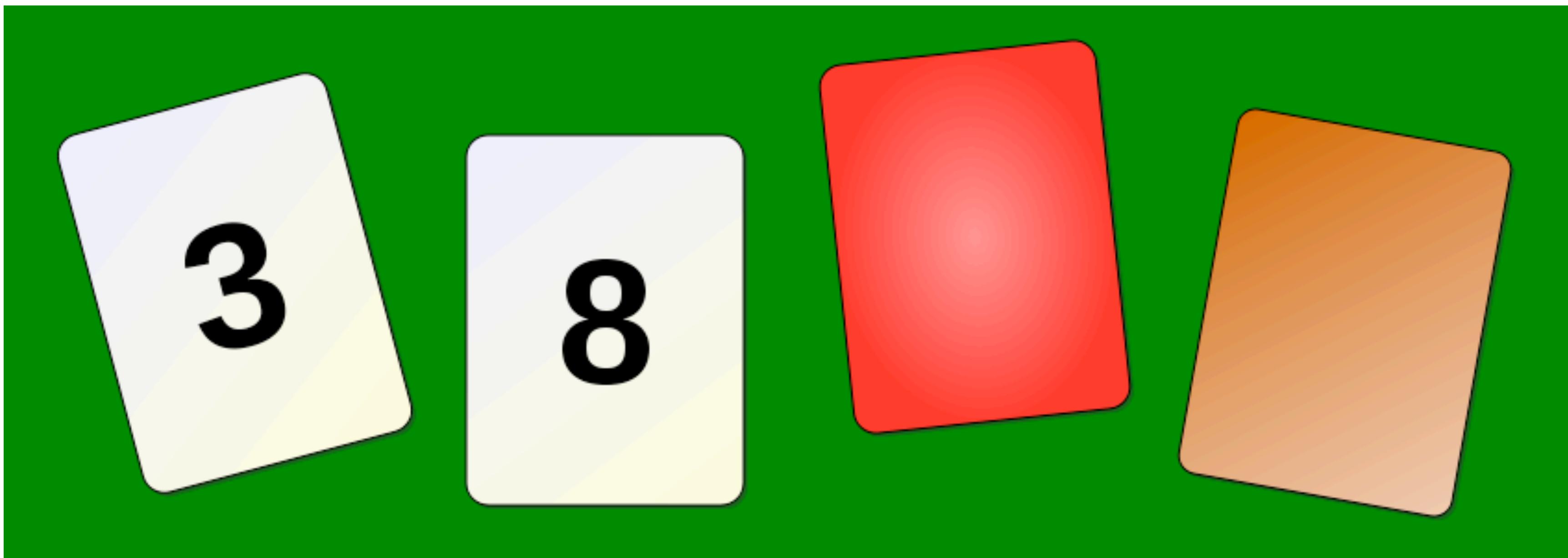
FIGURE 3. JOB MATCHING SERVICE SIGN UP: MAIN EXPERIMENT

Note: Job matching service sign up rates for respondents in the main experiment; 95 percent binomial proportion confidence intervals; p-value calculated from testing for equality of proportions.

# Explications proximales vs. ultimes de la réciprocité

- Explication **ultime** : les individus qui coopèrent (de manière conditionnelle à la coopération des autres) sont favorisés.
- Conséquences **proximales** : sélection d'une **cognition sociale** qui permet à la coopération de fonctionner de façon stable
  - Capacité à identifier qui est qui et à mémoriser des informations sociales
  - Eprouver des émotions sociales qui renforcent la coopération (honte, fierté, culpabilité)
  - Avoir la capacité et la motivation à signaler sa propre valeur aux autres (réputation)
  - **Déetecter efficacement des tricheurs**
  - Etre pourvu d'un sens moral qui favorise l'équité

# La tâche de sélection de Wason



Si une carte a un nombre pair sur une face, alors son autre face est rouge

# La tâche de sélection de Wason



Si vous buvez de l'alcool, alors vous devez avoir plus de 18 ans

# Explications proximales vs. ultimes de la réciprocité

- Explication **ultime** : les individus qui coopèrent (de manière conditionnelle à la coopération des autres) sont favorisés.
- Conséquences **proximales** : sélection d'une **cognition sociale** qui permet à la coopération de fonctionner de façon stable
  - Capacité à identifier qui est qui et à mémoriser des informations sociales
  - Eprouver des émotions sociales qui renforcent la coopération (honte, fierté, culpabilité)
  - Avoir la capacité et la motivation à signaler sa propre valeur aux autres (réputation)
  - Déetecter efficacement des tricheurs
  - **Etre pourvu d'un sens moral qui favorise l'équité**

Pour toute coopération, les individus décident non seulement **avec qui** ils doivent coopérer, mais aussi **comment** les coûts et les bénéfices de la coopération doivent être répartis.

# **Le sens de l'équité**

- Dans leurs interactions, les gens contribuent au bon niveau, ni plus, ni moins.

# Le sens de l'équité

- Dans leurs interactions, les gens contribuent au bon niveau, ni plus, ni moins.

Too much effort



Other people  
exploit you

# Le sens de l'équité

- Dans leurs interactions, les gens contribuent au bon niveau, ni plus, ni moins.

Not enough effort



Other people  
won't like you

# Le sens de l'équité

- Dans leurs interactions, les gens contribuent au bon niveau, ni plus, ni moins.

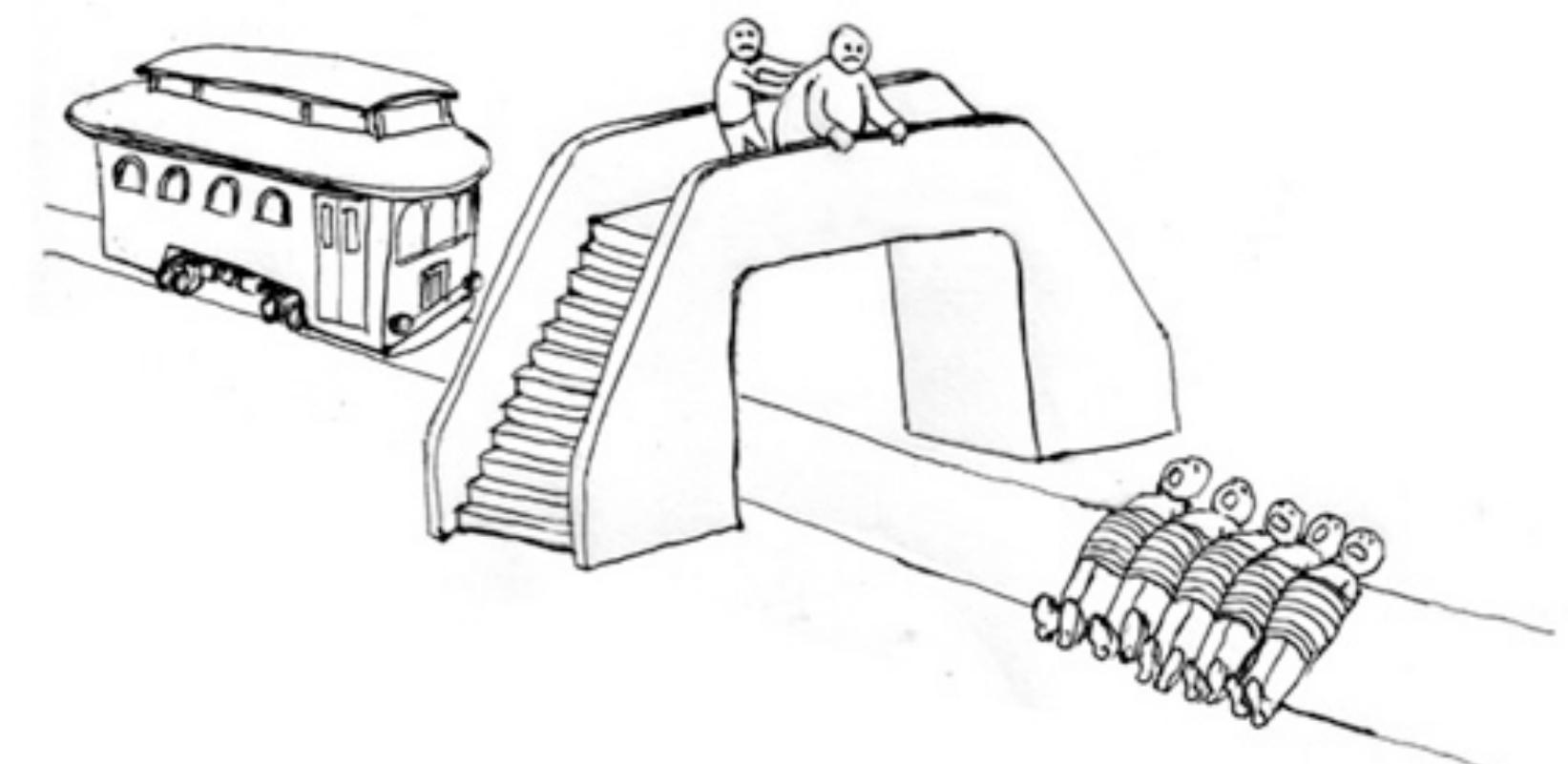
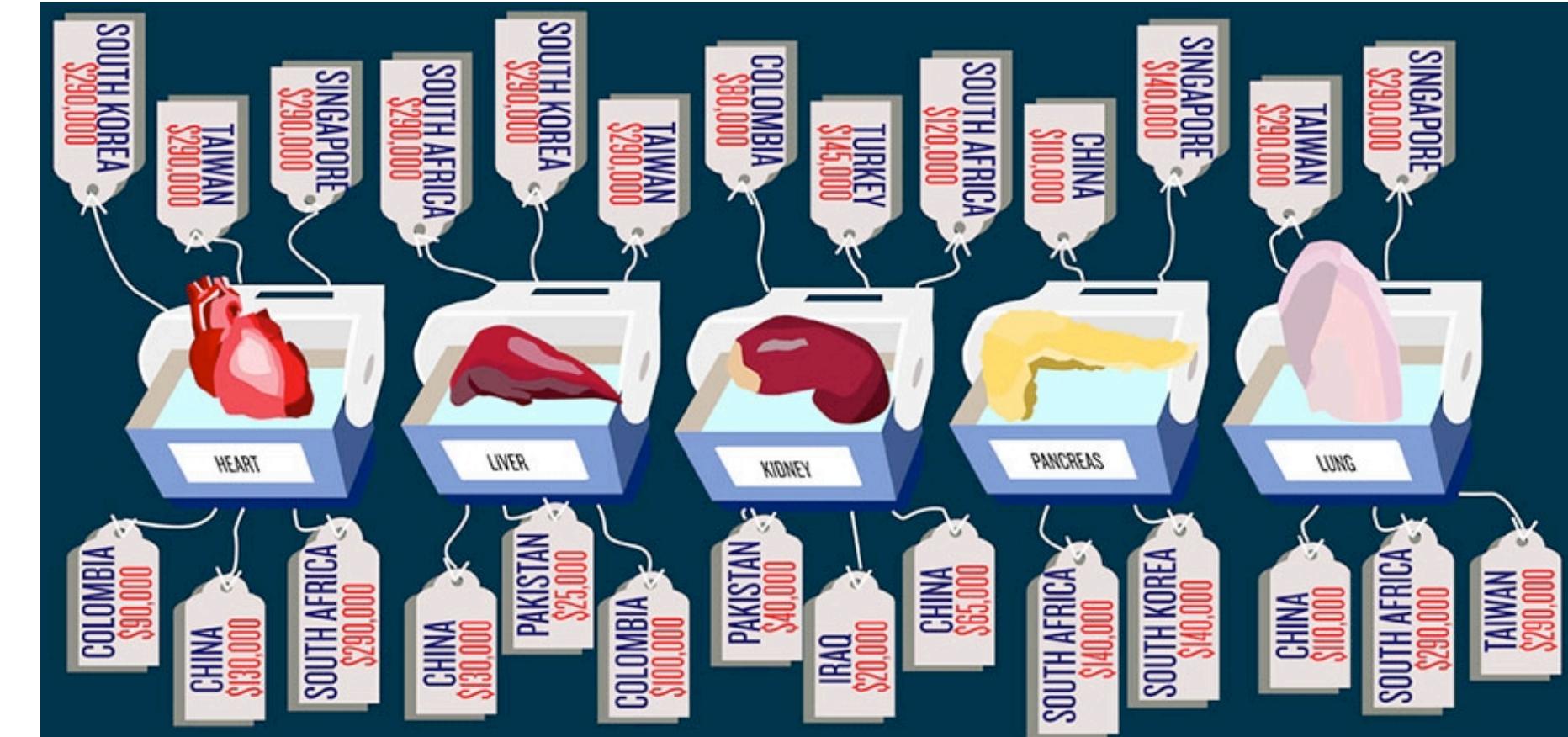
Just enough  
effort

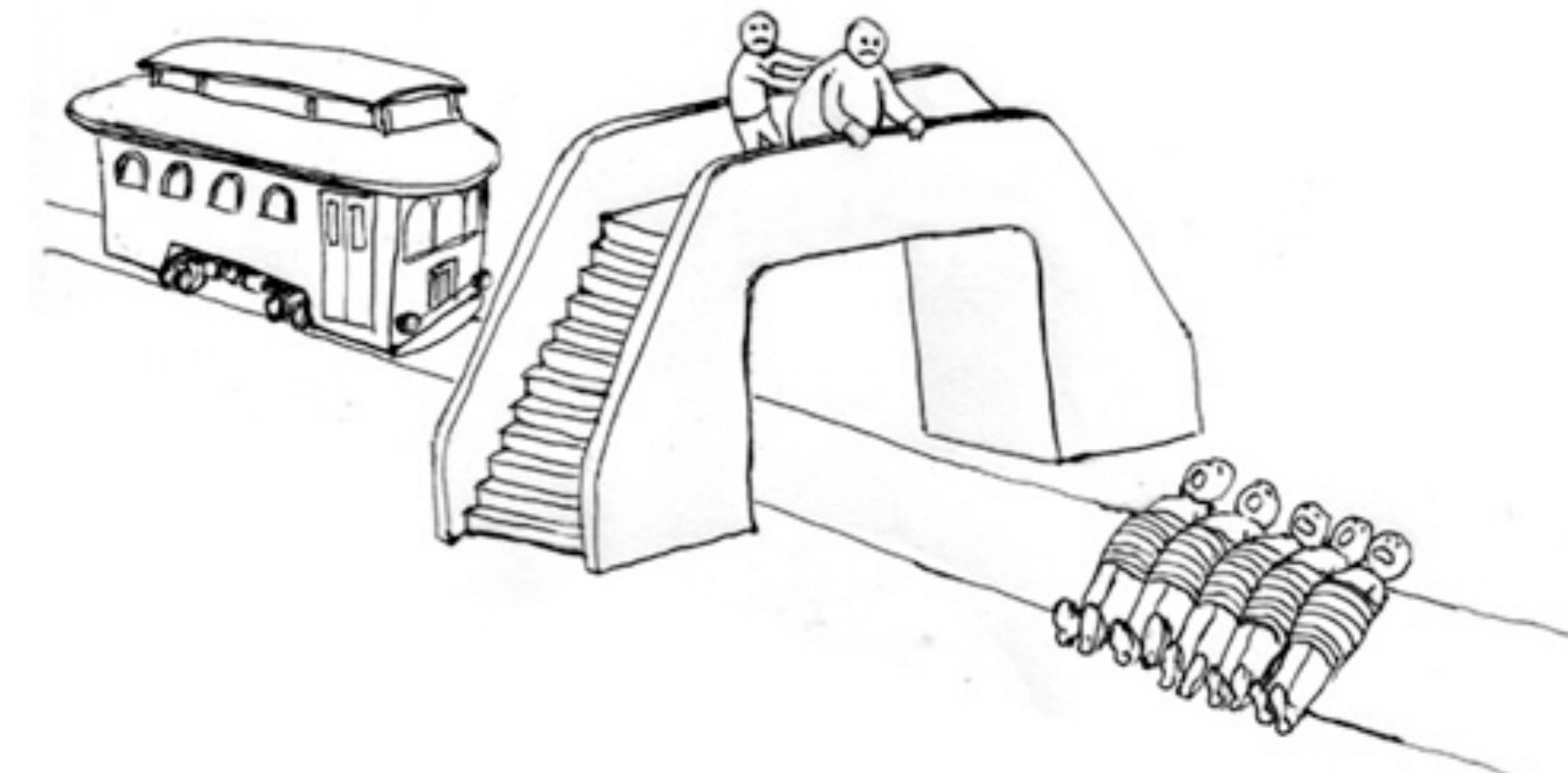
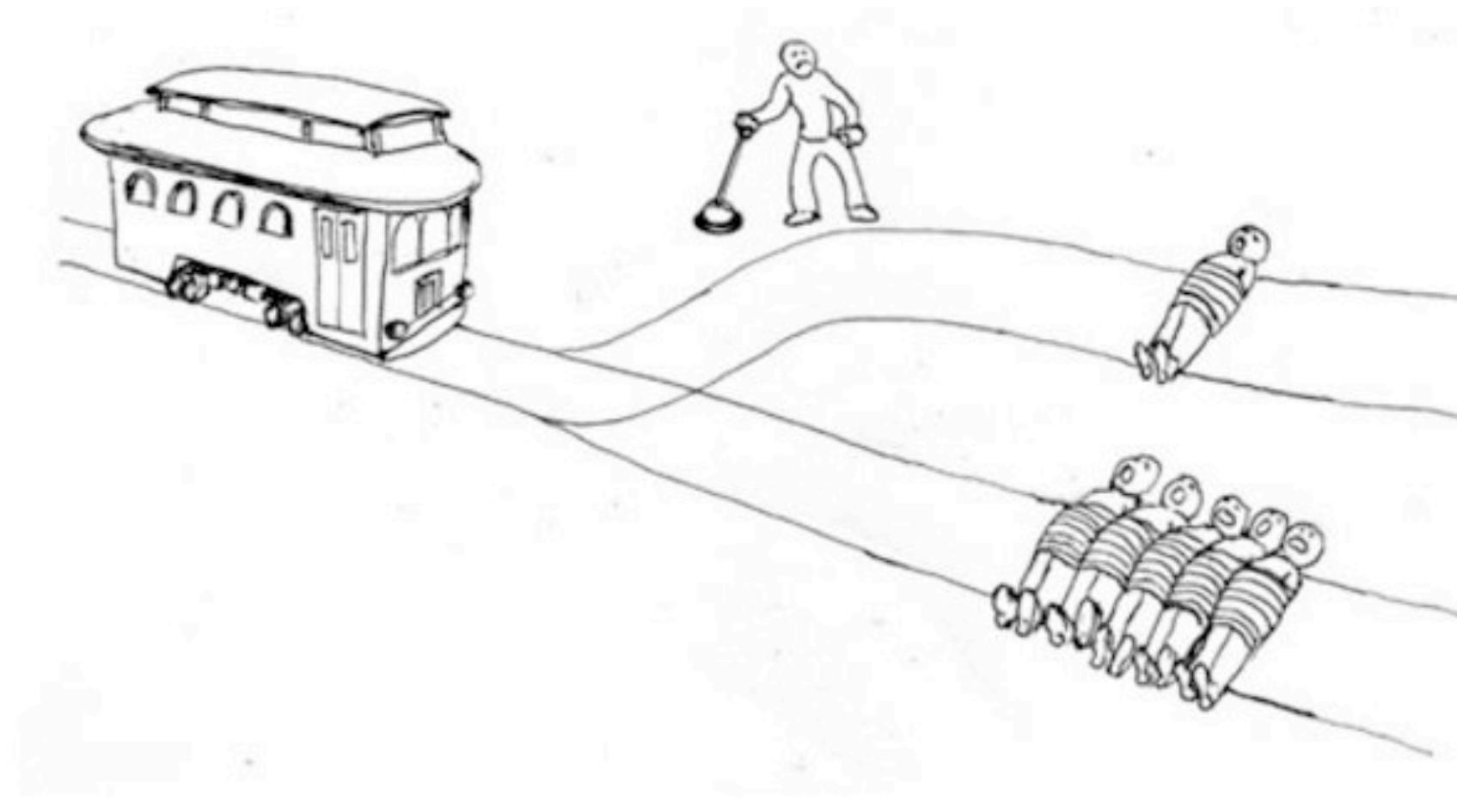


Both individuals  
benefit equally

# Le sens de l'équité

- La morale, ce n'est **pas à aider autant que possible.**
  - Donner 30% de son salaire chaque mois
  - Donner un rein à un étranger
- La morale, ce n'est **pas maximiser** le bien-être global
  - Tuer une personne pour en sauver 5
- La morale est à propos de l'équilibre entre nos intérêts et ceux des autres, c'est **proportionner** les devoirs et les droits, les torts et les compensations, les contributions et les distributions.





The five on the track ahead are regular track workmen, repairing the track. The one on the right-hand track is a schoolboy, collecting pebbles on the track. He knows he doesn't belong there: he climbed the fence to get onto the track, ignoring all warning signs, thinking "Who could find it in his heart to turn a trolley onto a schoolboy?"

Thomson, J. J. (1976). Killing, letting die, and the trolley problem. *The Monist*, 59(2), 204-217.

# Détour par la philosophie morale

- Supposons qu'il y ait six hommes gravement malades. Cinq d'entre eux se tiennent regroupés sur une plage. Un autre homme se trouve un peu plus loin.
- Une merveilleuse pierre, que j'appellerai la "**pierre de santé**", dérive avec la marée. C'est une pierre magique, qui guérit tous les maux.
- L'homme seul a besoin de la pierre entière pour être sauvé ; chacun des cinq n'a besoin que d'un cinquième de la pierre pour être sauvé.
- Actuellement, la pierre de santé dérive vers l'homme seul, si bien que, si rien n'est fait pour modifier sa trajectoire, c'est lui qui la recevra.
- Une personne est à proximité et a la possibilité de détourner la pierre vers les cinq. Est-il **moralement permis** de le faire ?



Thomson, J. J. (1976). Killing, letting die, and the trolley problem. *The Monist*, 59(2)

# Détour par la philosophie morale

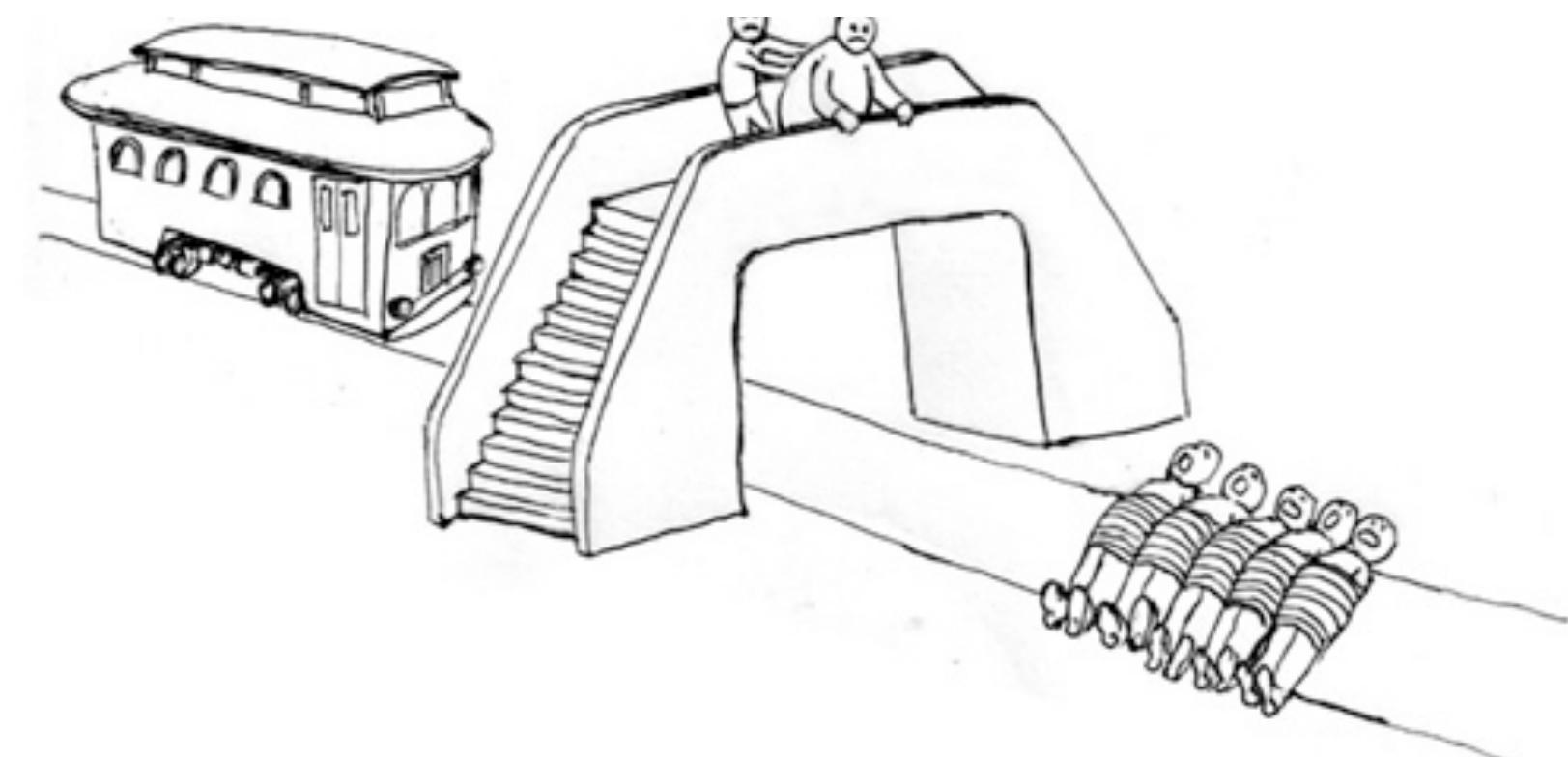
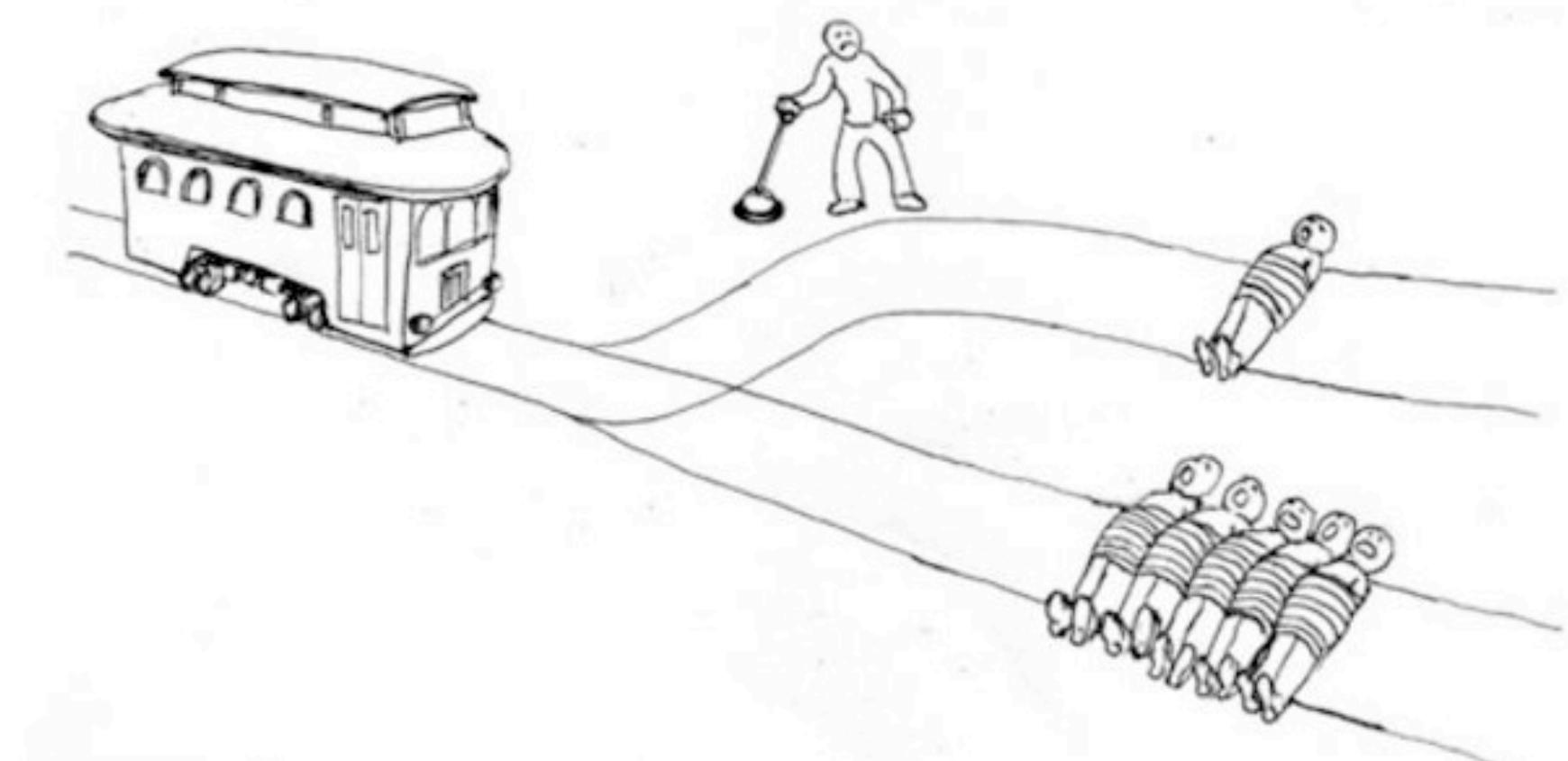
- Supposons qu'il y ait six hommes gravement malades. Cinq d'entre eux se tiennent regroupés sur une plage. Un autre homme se trouve un peu plus loin.
- Une merveilleuse pierre, que j'appellerai la "**pierre de santé**", dérive avec la marée. C'est une pierre magique, qui guérit tous les maux.
- L'homme seul a besoin de la pierre entière pour être sauvé ; chacun des cinq n'a besoin que d'un cinquième de la pierre pour être sauvé.
- Actuellement, la pierre de santé dérive vers l'homme seul, si bien que, si rien n'est fait pour modifier sa trajectoire, c'est lui qui la recevra.
- Une personne est à proximité et a la possibilité de détourner la pierre vers les cinq. Est-il **moralement permis** de le faire ?
  - Imaginez que l'homme seul a laissé tomber la pierre depuis un bateau.
  - Imaginez que vous avez promis à cet homme de lui donner la pierre.
  - Imaginez que vous avez joué à une roulette pour décider qui devrait recevoir la pierre plus tard et que c'est l'homme seul qui a gagné.
  - Imaginez que vous êtes arrivé trop tard et qu'il tient déjà la pierre.



Thomson, J. J. (1976). Killing, letting die, and the trolley problem. *The Monist*, 59(2)

# L'équité dans le trolley

- Au moment où un bien (comme une « pierre de santé ») ou un risque (un trolley) est distribué, **la position de départ** des individus doit être prise en compte pour déterminer ce qui est juste.
  - Qui est proche de la pierre de santé ?
  - Qui est proche des rails ?
  - Il s'agit de respecter une **forme de contrat tacite**, à très large échelle.



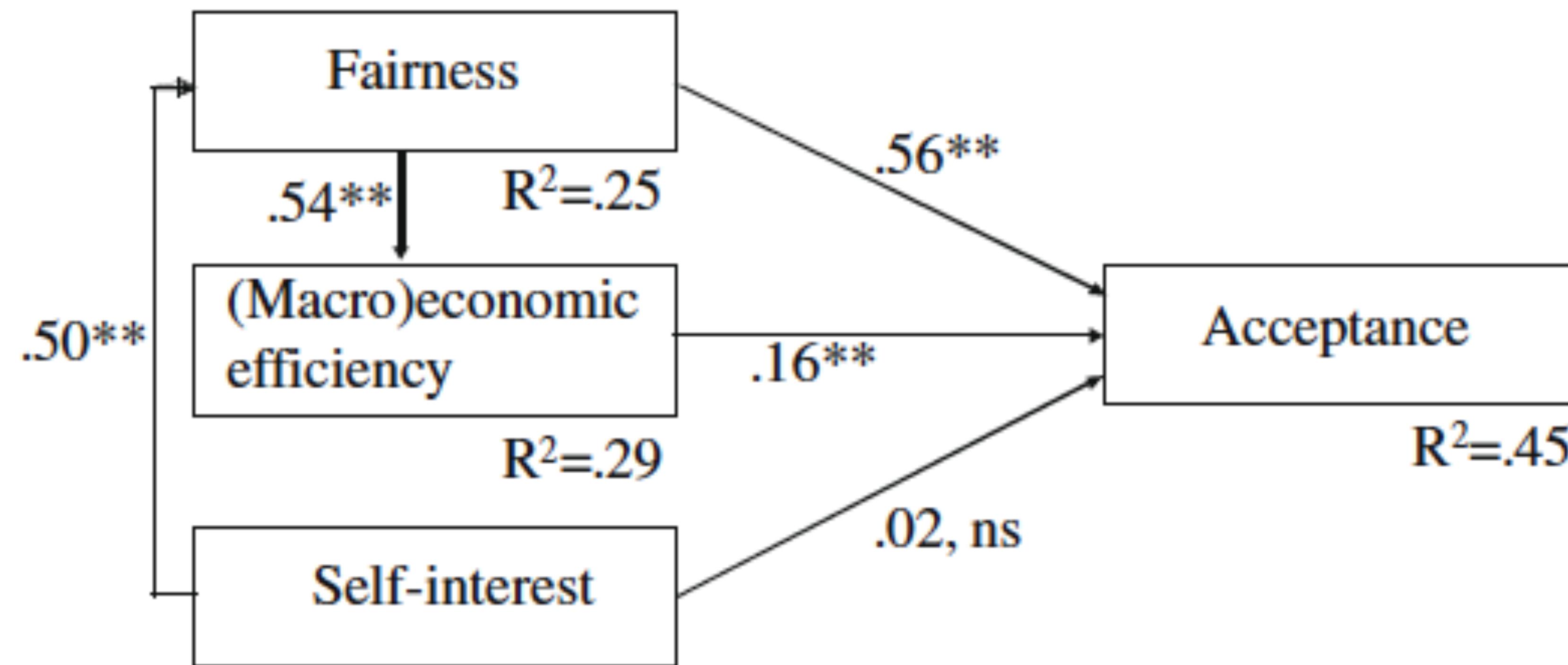






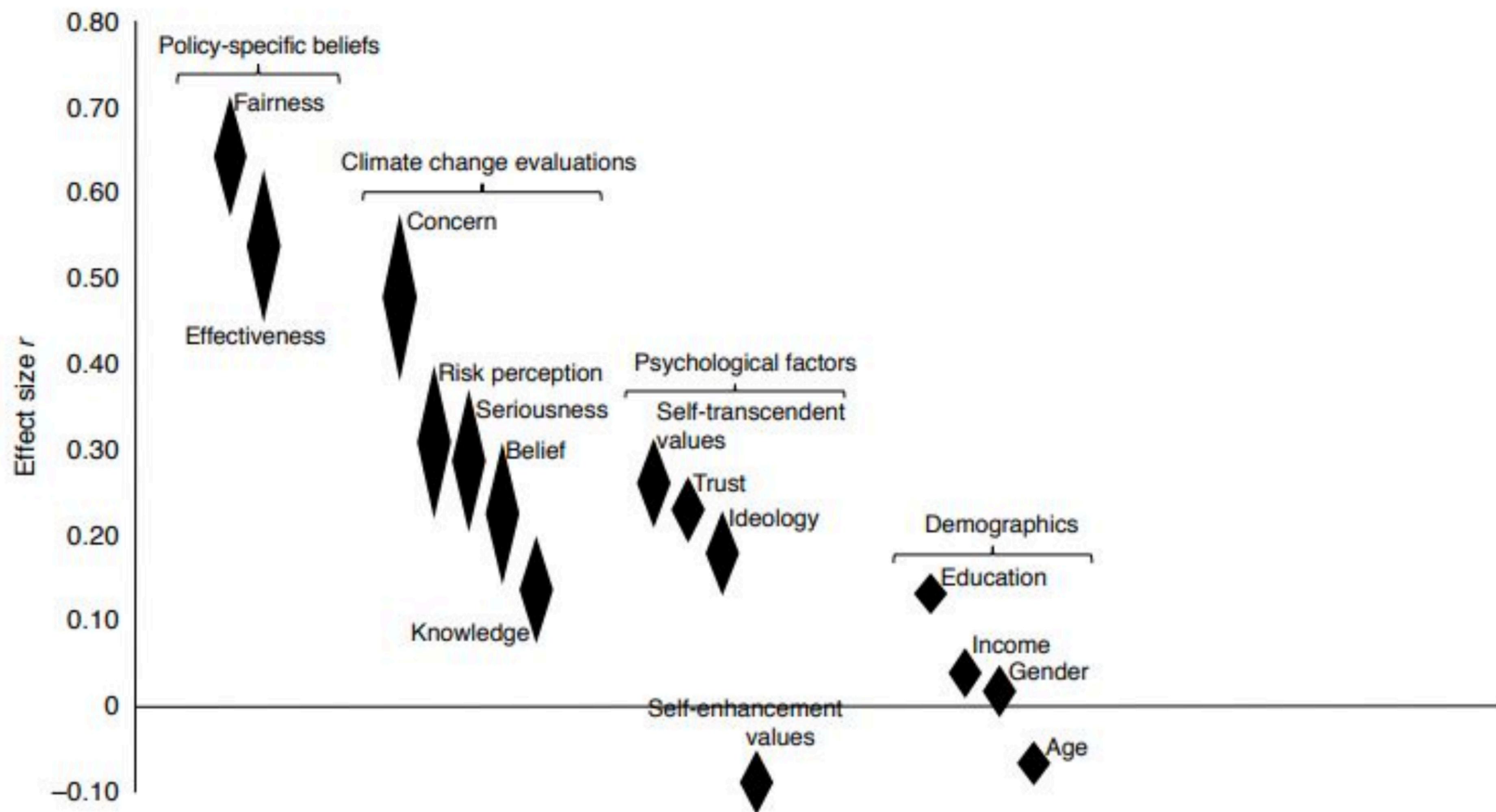
# Distinguer le descriptif et le normatif

- La psychologie n'est pas une science qui permet de dire ce qu'il faut faire, d'un point de vue normatif.
- La psychologie permet d'anticiper **ce qui sera perçu comme juste** ou injuste.
- Ce que nous savons de la **fonction** de notre sens moral permet de prédire que nous résisterons à des politiques publiques injustes, même si elles sont « efficaces ».
- Une réforme économique visant à augmenter la richesse globale au détriment d'une minorité sera perçue comme **inacceptable**, parce qu'elle n'est **pas équitable**.
- Pourquoi ? Parce que la fonction de la morale n'est **pas** d'être le plus altruiste possible mais de **favoriser les situations mutuellement avantageuses** (comme dans le dilemme du prisonnier).



*Note.* \*  $p < .05$ ; \*\*  $p < .01$

Haferkamp et al. (2009) Efficiency versus fairness: The evaluation of labor market policies by economists and lay people. *Journal of Economic Psychology*.



**Fig. 1 | Visual summary of the relationship between determinants and public opinion about climate change taxes and laws.** Higher levels of ideology represent identifying as left or liberal. Gender is coded 0, male; 1, female. Geometrical centres of the diamond shapes represent mean values and end-points represent  $\pm 95\%$  CI.

Merci de votre attention !