Cours de François Recanati
Collège de France
05 Février 2024

Sémantique par traits et affordances cognitives

Joëlle Proust
CNRS

Institut | Nicod

CNRS L'ECOLE DES HAUTES ETUDES EN SCIENCES SOCIALES ENS

CONSEIL SCIENTIFIQUE DE L'ÉDUCATION NATIONALE

POUR L'ÉCOLE DE LA CONFIANCE

Pourquoi s'intéresser à la sémantique du placement de traits de Strawson quand on n'est pas spécialiste de philosophie du langage ?

Parce que la sémantique du placement de traits pourrait constituer une **étape pré-langagière** de la structuration de l'information chez les non-humains et chez l'homme.

Plan de l'exposé

1. Introduction: Le placement de traits comme thème de recherche interdisciplinaire
2. Révisions contemporaines du concept d'affordance gibsonienne
3. Des ressentis d'affordances cognitives au placement de trait métacognitif
4. L'objection métareprésentationnelle : arguments et réponses
5. Conclusion

1. Introduction

Le placement de traits comme thème de recherche interdisciplinaire

Individuals (1959)

- En écrivant ce texte de métaphysique descriptive (sur "la structure effective de notre pensée au sujet du monde"), Peter Strawson ne s'attendait peut-être pas à ce que la sémantique préconceptuelle qu'il appelle **le placement de traits** devienne une hypothèse théorique portant sur l'évolution de la cognition.
- La thèse défendue: "s'il y a des faits qui méritent d'être appelés des faits ultimes ou atomiques, ce sont les faits énoncés par ces propositions qui **indiquent de manière démonstrative l'incidence d'un trait général**" (p.212)

Une sémantique de placement de traits

- ne fait pas référence à un ou plusieurs objets
- ne fait pas appel à des propriétés par un universel caractérisant ou typant.
- Le « trait » est "a kind of stuff" placé dans l'espace et dans le temps
- les déictiques spatiaux (ici) et temporels (maintenant) sont les instruments du placement, en lien avec des formes ou des couleurs.

Contraste entre deux types d'énoncés d'universaux

Placement de traits sans particuliers	**Caractérisation de particuliers**
Maintenant il pleut.	Une forte pluie a été observée à Paris
La neige tombe	Des chutes de neige se sont produites
Il y a de l'eau ici.	Il y a une étendue d'eau
Il y a de la souris ici, il y a de nouveau de la souris ici.	Une autre souris est venue

- Peter Strawson propose un mode de représentation des faits qui **constitue l'étape préalable** à la distinction prédicative entre des particuliers individuels et leurs propriétés.

Cette proposition intéresse des domaines de recherche sans lien direct avec la linguistique ou la philosophie du langage, pour caractériser :

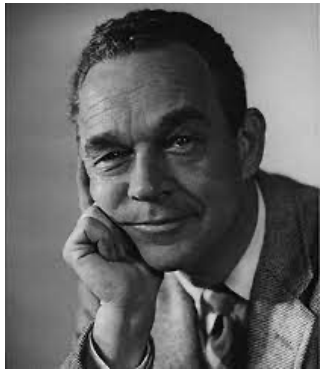
- L'expérience de l'"affordance"– "Aufforderung" (Gibson, 1979, Lewin, 1935) en psychologie et en philosophie de la perception
- L'expérience préréflexive du monde en phénoménologie (Dreyfus & Kelly, 2007)
- l'évolution biologique du contrôle de l'action (Pezzulo & Cisek, 2016)
- les représentations non langagières ou prélangagières des faits en psychologie de l'émotion (Barrett & Bar, 2009)
- L'expérience subjective de sa propre activité mentale (Proust, 2013, 2019).

Pourquoi le placement de traits est-il étroitement lié à la notion d'"affordance" ?

- Ce que Strawson appelle "feature" est souvent interprété comme une **ressource disponible ici et maintenant**.
- Les affordances perceptives sont aussi théorisées comme des ressources (positives – des bénéfices – ou négatives – des risques) qui sont détectées dans le flux perceptif **occurrent.**
- Selon la théorie "écologique" de la perception, les animaux perçoivent leur environnement **directement** sous forme d'affordances.

NB: La détection d'une affordance implique une potentialisation d'action dans un contexte donné, ce qui n'est pas requis par le placement de trait, mais n'est pas non plus incompatible avec lui.

Le concept d'affordance de J.J. Gibson



- Gibson : (1979) "Les affordances de l'environnement sont ce qu'il offre à l'animal, ce qu'il lui fournit ou lui procure, que ce soit en bien ou en mal" (p. 127).
- Les affordances sont des relations entre les capacités des animaux et les caractéristiques de l'environnement. (Chemero, 2003)
- En tant que relations, les affordances sont à la fois réelles et perceptibles, mais ne sont pas des propriétés de l'environnement ou de l'animal.

Gibson et ses successeurs s'estiment *antireprésentationalistes* parce qu'ils minimisent le rôle du traitement de l'information dans la perception

- "Les conceptions représentationnelles sont incompatibles avec la perception directe et érigent des barrières entre l'animal et l'environnement."

- Elles sont donc difficilement reconnaissables en tant que conceptions de l'"affordance".

2. Révisions contemporaines du concept d'affordance gibsonienne

L'information joue-t-elle ou non un rôle dans la perception des affordances ?

Gibson estime que la perception des affordances, étant "directe", ne passe pas par un processus de traitement de l'information.

Or l'approche neuroscientifique a démontré que les affordances perceptives sont traitées

- **par la voie dorsale** en ce qui concerne les **affordances motrices de bas niveau** (comme préparer la prise en main d'un verre). (Chong & Proctor, 2020)
- par la **voie ventrale** pour ce qui concerne les **affordances de haut niveau** (ex: les fruits à manger en premier). (revue des travaux dans Jacob & Jeannerod, 2003)

La théorie non représentationnelle de Gibson est réfutée sur quatre points

1. La vision dépend **d'un traitement de l'information** effectué à plusieurs niveaux, de haut niveau (catégorisation des affordances) et de bas niveau (effectivités motrices)
2. Il est faux que la vision **ne cible que des affordances**: il existe des formes allocentriques de perception où, par exemple, les relations entre objets sont perçus les uns relativement aux autres.
3. La perception des affordances peut être dite "directe" **seulement au sens** où elle potentialise des programmes d'action avant que l'objet **soit consciemment catégorisé et reconnu** (Barrett et Bar, 2009)

4. **La valence est un constituant essentiel** de toute perception d'affordance

- L' Aufforderungscharakter de Lewin (littéralement : "caractère d'affordance", "caractère d'invitation") a été traduit par Edward C. Tolman par "valence", la couleur affective de l'émotion.
- Contre Lewin, Gibson soutient que les affordances sont couplées à des configurations corporelles et comportementales, mais elles "ne sont pas des sentiments de plaisir ou de douleur ajoutés à des perceptions neutres" (1979, ch. 8): une médiation affective compromettrait le caractère direct de la perception des affordances
- Or la valence affective joue un rôle causal dans l'apprentissage et la détection des affordances …/

Fonction de la valence dans le ressenti d'affordance

- Elle permet de détecter les opportunités de survie et d'apprendre à se comporter de manière adaptative c'est-à-dire **flexible et rationnelle**

.

- Les associations affectives entre traits et affects sont apprises au fil de l'expérience, et se traduisent dans les **effectivités** (les programmes d'action "invités" par l'affordance correspondante) (Fanselow, 2018, Sander et al. 2005).

Par analogie: la sémantique des Placements de traits ne peut-elle pas inclure la valence?

- Hypothèse: il pourrait y avoir un lien inférentiel, voire logique, entre la **valence** d'un terme et la **fonction des placements de trait**?

FONCTION DESCRIPTIVE

- Si le placement de trait **exprime l'incidence d'un universel,** il peut être soit vrai, soit faux.

FONCTION EVALUATIVE

- Si le placement de trait **évalue une opportunité dans un contexte,** il peut avoir une valence positive ou négative.

Réviser les constituants du placement de trait :
la valence, l'intensité, l'incitation

Hypothèse : le placement de traits pourrait avoir la structure suivante

- **Universel-trait** neige,
- **temps**: maintenant,
- **lieu**: ici
- **intensité/quantité:** beaucoup,
- **valence:** neutre/positive/négative [pour moi/pour nous]
- "**pour l'action A":** adjonction pertinente si le trait a une valence

L'intensité d'un trait

- Indépendamment de sa valence, un trait peut également varier par sa quantité (neige, pluie, souritude) ou son intensité (luminosité, bruit).

- Strawson (1959): les traits peuvent être comparés hors de toute catégorisation d'épisodes distincts d'observation

- Hypothèse: Dans une sémantique des "kinds of stuff", **quantifier** le trait est essentiel.

Hyp : Le placement de trait comporte un indicateur d'intensité

- une **sémantique des intervalles ou des degrés** n'implique pas un domaine d'individus (Solt, 2015)
- Par exemple dans:
    - " il est tombé beaucoup de neige"
    - "il a plu un peu"
    - "il y a peu de monde"
- Les "adjectifs de quantité" , tels que "beaucoup" ou "peu", sont évalués relativement à un standard implicite

Objection à l'inclusion de la valence dans la sémantique des placements de trait

- Pourquoi dans le cas du placement de trait, spécifier dans la structure sémantique l'évaluation d'un universel dans un contexte, voire la potentialisation d'une réaction ?
- La sémantique des assertions est déclarative, et non pas évaluative.

- Dans ce cas, on peut avoir un indicateur d'intensité, mais sans aspect évaluatif égocentrique

Réponse 1: Les traits sont des représentations pushmi-pullyu

- Ces représentations, décrites par Millikan (1995), ont une double fonction déclarative et directive. Elles représentent un état de choses du monde et prescrivent comment y agir.

- Par exemple "il fait très froid ici" invite à monter le chauffage.
- Ce pourrait-être plus généralement le cas de tous les énoncés par traits:
  - Partie déclarative : énonce l'état du monde d'intensité *i*
  - Partie évaluative : cet état du monde est désagréable (valence *v*)
  - Partie directive : faire en sorte de rétablir l'équilibre thermique

Réponse 2
les placements de traits sont seulement évaluatifs

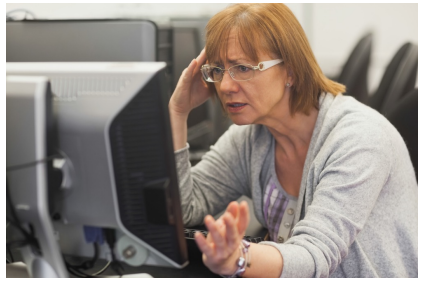
- Il est plausible que l'attention rationnelle à l'environnement ait primitivement servi un objectif pragmatique, où **la détection/évaluation d'affordances est l'objectif essentiel,** avant d'acquérir la fonction de transmettre à autrui une information factuelle détachée des besoins propres occurrents.
- Un argument en faveur de cette réponse est que, dans tous les domaines où le contrôle dépend des apprentissages, un stade procédural non-conceptuel précède évolutionnairement un stade descriptif conceptuel (Paul Cisek, 2021).

3. Des ressentis d'affordances cognitives au placement de trait métacognitif

Analogie fonctionnelle

- Opportunités et risques dans l'environnement : **affordances dites "perceptives"**

- Opportunités et risques de la pensée : **affordances cognitives** (Proust, 2013, **2015**, 2016)



Pourquoi parler d' "affordances cognitives" ?

- Les représentations d' affordances **perceptives** permettent aux agents de repérer les opportunités pragmatiques d'action dans un contexte (se nourrir, éviter les projectiles, se réchauffer, etc.)

- **Hypothèse:** Les représentations d'affordances **cognitives** permettent aux agents de repérer les opportunités d'action informationnelle dans un contexte (apprendre, se rappeler un nom, résoudre un problème)

(Proust, 2023)

L'hypothèse fonctionnelle prédictive-évaluative

- **Les ressentis d'affordances perceptives réduisent l'incertitude factuelle du monde :**
  - sont détectés dans un environnement potentiellement exploitable
  - Le placement de trait est assuré par des déictiques spatiaux.
  - Le placement de trait invite à des actions dans l'espace péripersonnel

- **Les ressentis d'affordances cognitives réduisent l'incertitude subjective sur le succès de l'action cognitive**
- Ces ressentis constituent ce qu'Asher Koriat appelle l'"expérience métacognitive (éprouvée lors des actions cognitives). (Koriat 2000)

Hypothèse sémantique : La représentation des affordances métacognitives a une structure sémantique de placement de traits

- **Universel-trait: sentiment noétique** d'affordance cognitive (mémoire, perception, apprentissage, raisonnement, etc.)
- **temps**: maintenant,
- **lieu**: ici (cette tâche)
- **intensité/quantité:** degrés variables entre 0 et 1
- **valence:** positive/négative
- "**pour l'action A":** la valence s'exprime dans la motivation d'agir cognitivement/l'acceptation d'un résultat d'action.

Exemple: sentiment de savoir

- **Universel-trait: impression de pouvoir retrouver un nom propre**
- **temps**: maintenant,
- **lieu**: ici (cette tâche/cette question)
- **intensité/quantité:** degré élevé de probabilité
- **valence:** positive
- "**pour l'action A":** donner la bonne réponse

La variable d'intensité devient cruciale

- Un indicateur d'incertitude fait nécessairement appel à la notion de degré, de l'incertitude complète à la certitude complète.

- Le degré de l'incertitude subjectivement ressentie est lui-même calculé sur la base d'activations de populations neuronales anticipant le résultat d'une tâche cognitive sur la base des observations antérieures. (Kepecs & Mainen, 2012).
- Les dynamiques d'activation et leur vitesse de propagation sont "ressenties" comme des probabilités de succès, càd des affordances cognitives.

Remarque importante sur la portée de l'hypothèse

- Même si elle a précédé la sémantique conceptuelle détachée, la sémantique en traits placés ne s'applique pas seulement à des états antérieurs de la cognition humaine.

- Elle conserve un rôle expressif dans le langage quotidien

- Dans le cas métacognitif, l'hypothèse actuellement majoritaire est que sa forme procédurale (dite "experience-based", ou affective) contrôle toutes les formes de la pensée conceptuelle (la planification,la recherche scientifique, etc.)

Les sentiments métacognitifs impliquent-ils des déictiques?

- En supposant que les placements de traits permettent de penser les affordances cognitives, se pose la question de l'indexage.

- Il peut être suggestif de comparer le cas des **index perceptifs** modélisés par Pylyshyn et le cas des **index affectifs** que sont les sentiments noétiques couplés à une tâche occurrente

Analogie entre les affects noétiques et avec les index visuels préconceptuels (Pylyshyn 2001):

Indexage visuel

1. Les index spatiaux réfèrent directement de manière nonconceptuelle et située **à des éléments du champ visuel (pas nécessairement à des objets individuels)**
2. L'indexage visuel permet le contrôle sensorimoteur de l'espace péripersonnel
3. L'indexage sur des pré-objets assure l'ancrage (ground) pour l'acquisition de concepts visuels
4. Les index spatiaux permettent de repérer des universaux-traits quand une sémantique conceptuelle est absente

Indexage mental de trait

1. Les sentiments noétiques expriment de manière nonconceptuelle et située **les dispositions cognitives d'un individu.**
2. L'indexage mental a une fonction prédictive de contrôle des actions cognitives
3. L'indexage sur des dispositions assure l'ancrage ultérieur de concepts épistémiques
4. Les sentiments noétiques permettent aux agents d'évaluer leurs dispositions cognitives même s'ils ne disposent pas d'une sémantique conceptuelle.

Différence importante

Indexage visuel

1. La perception des trajectoires d'objets dans l'espace guide les actions physiques ou cognitives les impliquant ("ceci est de la neige"/ "de la neige à pelleter")

2. Ainsi l'indexage visuel dépend des trajectoires perçues dans le monde

3. Le suivi spatial des index est requis

Indexage mental de trait

1. Le contrôle des actions cognitives suppose de prédire le progrès de l'action sur la base d'un feedback exclusivement endogène

2. L'indexage assuré par les sentiments noétiques dépend du feedback de l'action visée ou en cours -cible.

3. Les index interviennent à trois étapes de l'action

Ce sont trois moments clés où le monitorage détermine un type spécifique de contrôle de l'action

- **Avant:** choisir un objectif cognitif parmi plusieurs options

- **Pendant** : corriger la trajectoire de l'effort à faire pour atteindre l'objectif

- **Après :** évaluer le résultat pour l'accepter, c'est-à-dire l'utiliser en l'intégrant à ses connaissances, à ses plans, en le rapportant à d'autres, engager des révisions, etc.

Des affordances cognitives spécialisées sont ressenties à ces moments-clés

- **Avant** : Affordance de faisabilité de l'action (engagement)
  - Ex : ai-je une bonne chance de me rappeler ce nom propre?
- **Pendant :** Affordance de suivi de l'action (révision)
  - Ex : ressenti d'erreur, de progrès dans le raisonnement, de confusion
- **Après :** Affordance de résultat (acceptation)
  - Ex : mon raisonnement est-il correct ? Ai-je bien compris ce texte ?

Exemples de sentiments noétiques
(Goupil & Proust, *Cognition,* 2023)

Goal-related predictive feelings: Prospective MC	**Process-related evaluative feelings Data-driven MC**	**Result-related evaluative feelings Retrospective MC**
Feelings of curiosity	Feelings of error	Feeling of being right/wrong
Feelings of familiarity	Feelings of incomprehension	Feeling that one learned ("judgement of learning")
Feelings of knowing	Feelings of incoherence	Eureka feeling
Feelings of prospective confidence	Feelings of interest/boredom	Feelings of retrospective confidence
Tip-of-the tongue	Feelings of confusion	

Le ressenti d'affordance cognitive

- ne fait pas appel à des **concepts** tels que l'incertitude, la mémoire, la perception, la fiabilité.
- Le choix et le suivi d'un objectif cognitif suppose
  - la sensibilité des traits prédictifs **à chaque étape clé** de l'engagement.
  - la détection de la disponibilité ou du manque d'informations au cours de l'exécution d'une tâche (surveillance cognitive)
  - l'adaptation des commandes à la progression de la tâche

L'indexage d'un trait cognitif

- Se fait par des expériences caractéristiques structurées par le progrès vers le but de la tâche en cours

- Le *ressenti* d'affordance cognitive "place" dans le temps
  - l'opportunité mentale occurrente (du savoir à acquérir, à retrouver, de l'obscurité à clarifier)
  - son degré d'intensité
  - sa valence

4. L'objection métareprésentationnelle

Analyse déclarative et "auto-attributive" de la métacognition

1. Toute auto-évaluation d'incertitude implique une représentation
    1. Du soi qui pense
    2. De l'objectif poursuivi
    3. Au sein d'une métareprésentation de l'activité épistémique en cours

2. L'auto-attribution de l'incertitude nécessite toujours une capacité de métareprésenter les attitudes mentales en tant que telles

Peter Carruthers, BBS, 2009

"Notre accès à nos propres attitudes propositionnelles **est toujours interprétatif**» (plutôt qu'introspectable), même si "les données permettant de s'auto-interpréter sont plus riches que ce qui est normalement disponible pour interpréter autrui »

(p. 124)

Carruthers 2009, 2014, 2017

1. Le système qui fait l'évaluation et celui sur lequel porte l'évaluation n'ont pas besoin d'appartenir au même organisme.
2. L'évaluation est effectuée grâce à des prédications enchâssées descriptives (des métareprésentations) conformes à la conception dite de "théorie de l'esprit"
3. L'évaluation suppose de représenter les attitudes mentales *en tant que* mentales.

Josef Perner (2014)

"La métacognition est **communément définie** comme la capacité de savoir que l'on sait, ou de penser que l'on pense. Plus généralement, on peut la considérer **comme la capacité d'avoir un état mental à propos d'un état mental.** Ainsi, le fait de sentir que l'on ne sait pas, ou d'être conscient que l'on sait, peut être considéré comme un acte de métacognition. J'estime que cet élément récursif d'un état mental à propos d'un état mental définit la métacognition."

Exemple de la métamémoire

- Évaluer si on se rappelle correctement un nom (ou un épisode) suppose de reconnaître que ce qui est retrouvé est un *souvenir* (Perner & Ruffman, 1995)

- Dans cette hypothèse, les non-humains et les jeunes enfants n'ont pas de métamémoire, ni, plus généralement de capacité metacognitive.

- Ils commenceront à en disposer après avoir acquis des compétences mentalisatrices (théorie de l'esprit)

Problèmes pour l'hypothèse métareprésentationnelle

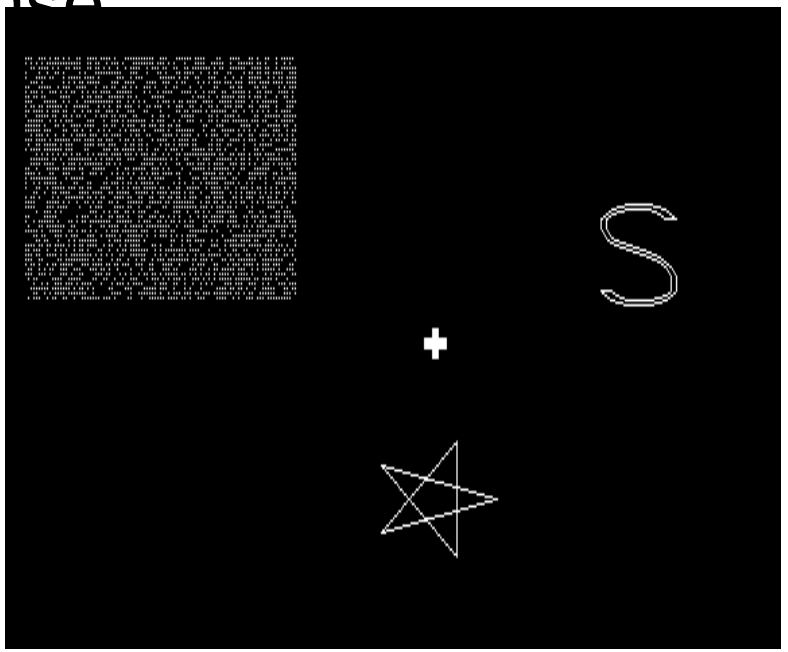
A – Evidence comportementale de métacognition chez les non-humains

Smith et al. (*BBS*, 26, 3, 2003):

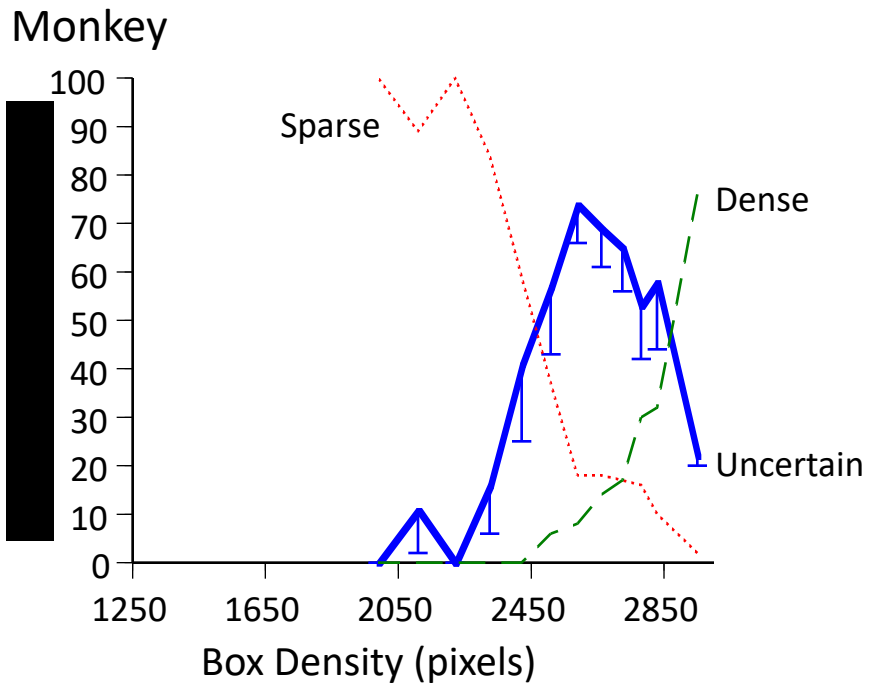
- **Les singes et les dauphins sont capables de déterminer la probabilité avec laquelle ils sont susceptibles de réussir à une tâche de discrimination de densité visuelle ou auditive**
- **Ils ont l'option de choisir une autre tâche moins payante mais plus facile quand le test de discrimination est trop difficile.**

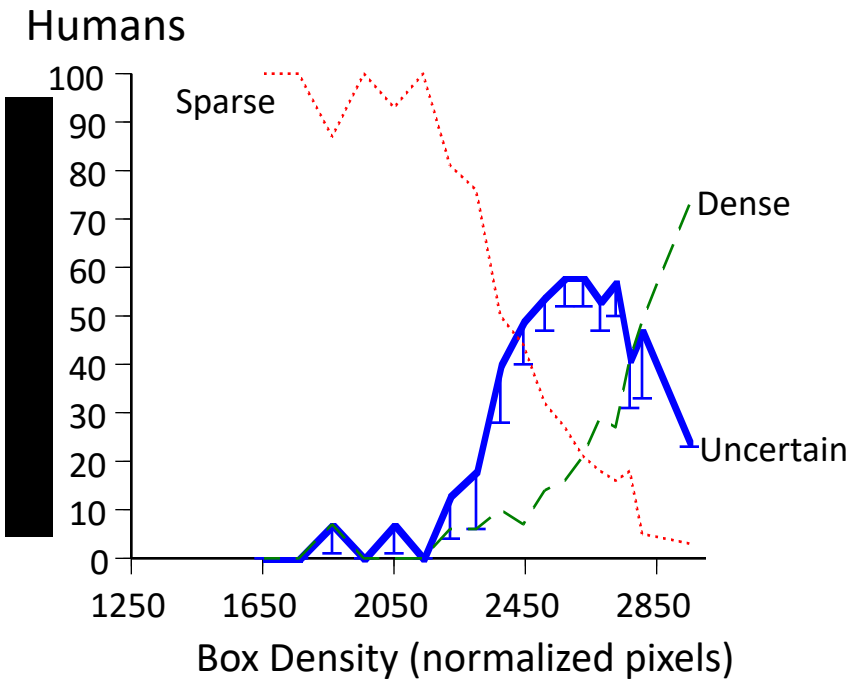
Sparse

Dense



Uncertain


Monkey
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Sparse
Dense
Uncertain
1250
1650
2050
2450
2850
Box Density (pixels)


Humans
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Sparse
Dense
Uncertain
1250
1650
2050
2450
2850
Box Density (normalized pixels)

De nombreux autres tests ont démontré

que les non-humains non "mentalisateurs" (sans théorie de l'esprit) pouvaient (sans accès à des indices externes)

- **[avant]** Choisir ou refuser une tâche selon sa faisabilité estimée
- **[pendant]** Demander de l'aide pour accomplir la tâche (mémoire d'une suite d'icônes)
- **[après]** Parier rétrospectivement sur la correction d'un résultat

- Transférer ces capacités à des tâches entièrement nouvelles

B. Preuves neuronales de métacognition procédurale chez les nonhumains

- "Depuis le début des années 2000, avec l'avènement de la neuroimagerie fonctionnelle17 et des **modèles animaux de la confiance,** on assiste à une explosion de l'intérêt pour les processus neuronaux et computationnels impliqués dans la métacognition et le suivi des performances" "Katyal & Fleming 2023)

- Principales revues de la littérature: Fleming & Dolan, 2012 ; Kepecs & Mainen, 2012 ; Meyniel et al., 2015 ; Rouault, McWilliams, et al., 2018.

C - Les enfants préverbaux sont capables d'évaluer leurs capacités cognitives

- **Les enfants préverbaux de 20 mois** peuvent demander non verbalement de l'aide aux adultes de manière stratégique, afin de décliner les choix qu'ils évaluent comme trop difficiles. (Goupil, Romand-Monnier & Kouider, 2016, Goupil & Kouider 2019)

- **Les signaux cérébraux de négativité liés à l'erreur** sont déclenchés lorsque les enfants (préverbaux) font un choix incorrect (Goupil & Kouider 2016).

→ Les nourrissons peuvent évaluer correctement le degré de confiance de leur décision, surveiller leurs erreurs et utiliser ces évaluations métacognitives pour réguler leur comportement, sans disposer encore d'une théorie de l'esprit.

Métamémoire à 3 ans

- Une étude a repris le paradigme de choix de tâche utilisé chez l'animal par Smith et al.'s (2003) pour tester des enfants de 3 ans et demie **dans une tâche de mémoire**
- En test verbal, on sait par ailleurs que les enfants de 3 ans échouent à rapporter ce qu'ils ignorent ou ont oublié
- Mais ils ont les mêmes performances métacognitives que celles des singes rhesus, en choisissant de faire les essais qu'ils peuvent effectuer correctement.

(Balcomb & Gerken, 2008).

D- dissociations de la métacognition procédurale et explicite chez l'enfant et l'adulte

- Kim, Paulus, Sodian, Proust (2016) : en situation de connaissance partielle, les enfants de 3 et 4 ans peuvent informer correctement un tiers mais ne peuvent pas s'attribuer correctement la connaissance correspondante.
- Nussisson et Koriat (2008): les anagrammes sont-ils faciles à trouver pour d'autres? La tendance à s'appuyer sur sa propre expérience de facilité peut être inhibée par instructions explicites, mais recommence à guider la décision en surcharge cognitive.
- Koriat & Ackermann (2010) : les jugements d'apprentissage sont-ils liés au temps volontairement passé à étudier des couples de mots? Seuls les sujets ayant fait la tâche eux mêmes savent que la durée prédit l'échec de l'apprentissage.

Conclusion pacifique

La compétence procédurale et la compétence métareprésentationnelle de la métacognition

sont maîtrisées, chez l'humain, à des âges différents

Leur intervention se fait

- selon les exigences et les enjeux des tâches cognitives
- en compétition ou en association

- La **métacognition procédurale** est spécialisée dans l'évaluation des affordances cognitives
- La **métacognition explicite** est spécialisée dans le partage d'information, la planification complexe, et les décisions informationnelles de groupe
- Shea et al. 2014, Frith, 2023

Mais l'interprétation de cette dualité ne fait pas l'unanimité

Selon l'hypothèse duale des processus cognitifs de Kahneman

- système 1 affectif "donc" irrationnel,
- système 2 prédicatif "donc" rationnel

L'hypothèse défendue aujourd'hui propose que les deux "systèmes" (un terme aujourd'hui rejeté par l'auteur) coopèrent dans la prise de décision rationnelle.

La révision critique et la discrimination de la valeur des concepts dépend essentiellement des ressentis d'affordance cognitive. (Shea, 2018)

Sémantique & rationalité

- Conformément aux hypothèses sémantiques de Peter Strawson, le recours au placement de traits est le préalable d'une sémantique prédicative capable de décrire des particuliers
- Cette sémantique protoconceptuelle continue à jouer un rôle dans le contrôle de la pensée prédicative, en particulier dans le choix des concepts, et la valeur des inférences conceptuelles.
- Le placement de traits dans sa variété métacognitive est indispensable à la gestion rationnelle de l'activité mentale humaine.

Merci de votre attention !

https://joelleproust.org