

Séminaire du CTEA
10 Mars 2022
Institut Pasteur, Paris

**La pensée n'est pas le
propre de l'homme**

Joëlle Proust
<http://joelleproust.org>

Trois questions millénaires

- Les animaux non-humains sont-ils des assemblages d'instincts mécaniques ?
- Sont-ils dépourvus de sensations conscientes et de sentiments ?
- **Sont-ils incapables de penser, faute de disposer d'un langage ?**

Sont-ils incapables de penser, faute de disposer d'un langage ?

Les travaux expérimentaux effectués sur la métacognition des rongeurs et des primates non-humains

- montrent que les animaux sont capables
 - de prédire leur environnement et d'y agir **de manière flexible** (question 1)
 - d'éprouver **des sentiments et des émotions conscientes** qui guident leurs décisions d'agir (question 2)

Plan de l'exposé

1. En quoi consiste la métacognition ?
2. Comment la tester ?
3. Données expérimentales
4. Mécanismes de la décision cognitive chez le rat et chez le rhésus :
des comparateurs aux sentiments métacognitifs
5. La conscience subjective des non-humains

1. Qu'est-ce que la
métacognition?

Métacognition: définition

Ensemble de compétences permettant

- d'évaluer l'adéquation cognitive de ses dispositions relativement à un certain but cognitif (se rappeler, discriminer, résoudre un problème, comprendre ce qu'on lit etc.)
- de contrôler sa cognition en fonction de l'évaluation qui est faite

(Nelson & Narens, 1992)

Trois types d'évaluations métacognitives

- **AVANT** : Evaluer sa capacité à effectuer une tâche cognitive
- **PENDANT** : Monitorer l'activité en cours (repérer les erreurs, les lacunes, etc.)
- **APRÈS** : Evaluer la valeur de sa propre réponse cognitive après l'avoir produite

Savoir quand on sait ou quand on se trompe fait appel à des sentiments "métacognitifs" spécialisés comme

- le sentiment de savoir (d'ignorer)
- le sentiment de facilité (de difficulté)
- le sentiment de comprendre (de confusion)
- le sentiment d'avoir raison (de se tromper)

AVANT, PENDANT, APRÈS :

Sentiments de but/processus/résultat

Sentiments prédictifs de but	Sentiments évaluatifs de processus	Sentiments d'évaluation de résultat
Sentiment de savoir	Sentiment de confusion	Sentiment d'avoir raison/d'avoir tort
Sentiment d'avoir un mot au bout de la langue	Sentiment d'erreur	Sentiment d'incertitude
Sentiment de facilité/de difficulté	Sentiment d'incohérence	Sentiment d'avoir appris
Sentiment de familiarité	Sentiment d'incompréhension	Sentiment d'avoir trouvé (Eureka !)
	Sentiment d'intérêt/d'ennui	

De la métacognition humaine à la métacognition animale ?

- La métacognition chez l'homme implique des sentiments subjectifs (des émotions conscientes d'une certaine valence, qui guident la décision cognitive: accepter, ou rejeter une tâche, un résultat)
- Si les comportements métacognitifs sont présents chez les non-humains, il est plus parsimonieux de les analyser de la même façon

Le canon de Lloyd Morgan (1894)

Si deux comportements dérivés sont homologues, l'hypothèse selon laquelle ils sont produits par le même mécanisme proximal est plus parcimonieuse que l'hypothèse selon laquelle ils sont produits par des mécanismes proximaux différents

De la métacognition
humaine à la
métacognition animale ?

- "Les biologistes de l'évolution ont raison de penser qu'il est hautement improbable d'un trait particulier entièrement nouveau apparaisse sans précurseurs (..) La question de savoir si les non-humains ont des expériences conscientes subjectives est essentielle, que la science ne peut pas la laisser de côté" (Donald R. Griffin, 2002)

2. Comment tester la métacognition chez le non-humain ?

Règles à suivre (Hampton, 2009)

- 1 : Il doit y avoir un comportement primaire à évaluer pour sa correction.
2. Une variation de performance (c'est-à-dire l'incertitude quant au résultat) doit être présente.
3. Un comportement secondaire de régulation du comportement primaire, doit être proposé à l'animal par la tâche.
4. Il doit être démontré que le comportement secondaire améliore la performance dans la tâche primaire (par exemple, les animaux doivent refuser les essais où ils auraient échoués s'ils les avaient acceptés).

Principales tâches utilisées

1. " demander des informations" uniquement en cas de besoin (Call & Carpenter, 2001)
2. Acheter des indices lors d'un apprentissage mémoriel (Kornell, Son, & Terrace, 2007) .
3. Choisir ou refuser de répondre (" opt out ") (Smith et al., 2006, Beran et al. 2010).
4. Parier sur la justesse d'une décision juste après qu'elle a été prise
5. Choisir le moment d'encaisser les récompenses accumulées pour ne pas risquer de les perdre en cas d'erreur dans l'essai correspondant. (Zakrzewski et al. 2014)
6. Se déplacer pour aller chercher sa récompense sans autre indice que le feedback interne de confiance (Beran et al. 2015).

3. Données expérimentales

Les rhésus sont capables de métacognition

- Les singes rhésus **déclinent** la plupart des essais les plus difficiles dans les tâches de
 - discrimination visuelle (Shield, Smith & Washburn, 1997)
 - mémoire (Hampton, 2001).
- Ils **généralisent** leurs réponses U (Uncertainty) à de nouvelles tâches dans lesquelles ils n'ont pas été entraînés (ex: perception → mémoire) (Washburn, Smith & Shields, 2006)
- Ils utilisent les réponses U correctes malgré **un feedback bloqué** sur 10 essais (Beran, Smith, Redford & Washburn, 2006).



Dense



Sparse



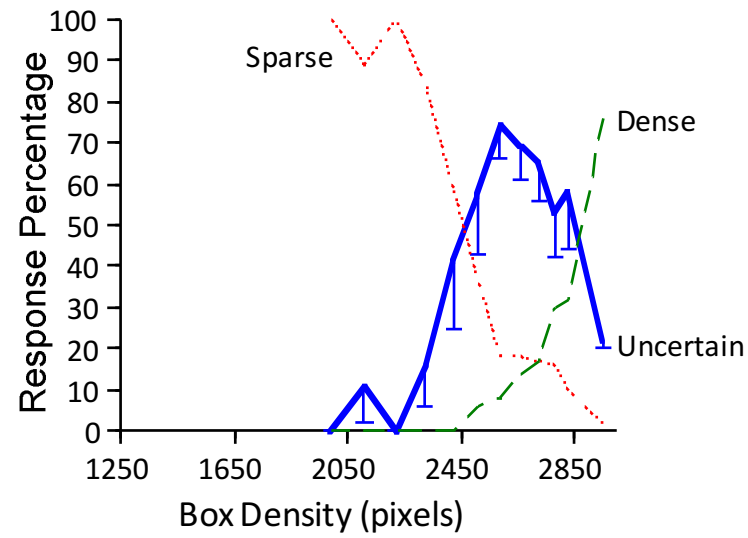
+



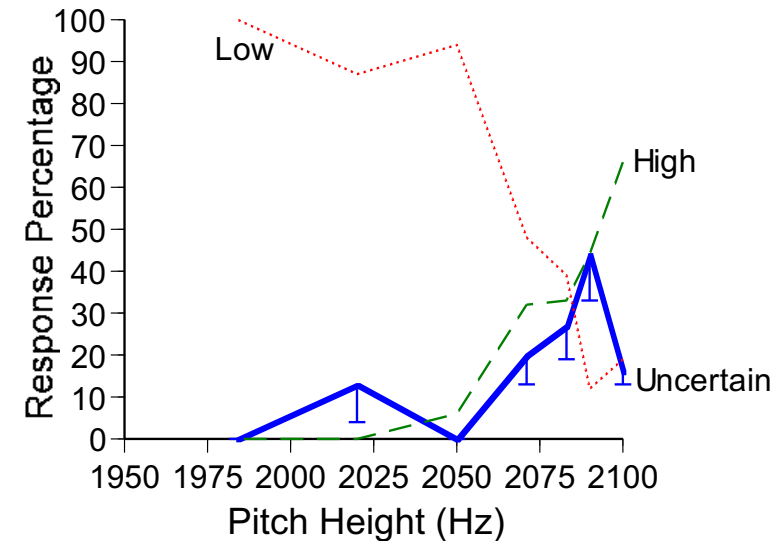
Uncertain



Macaque

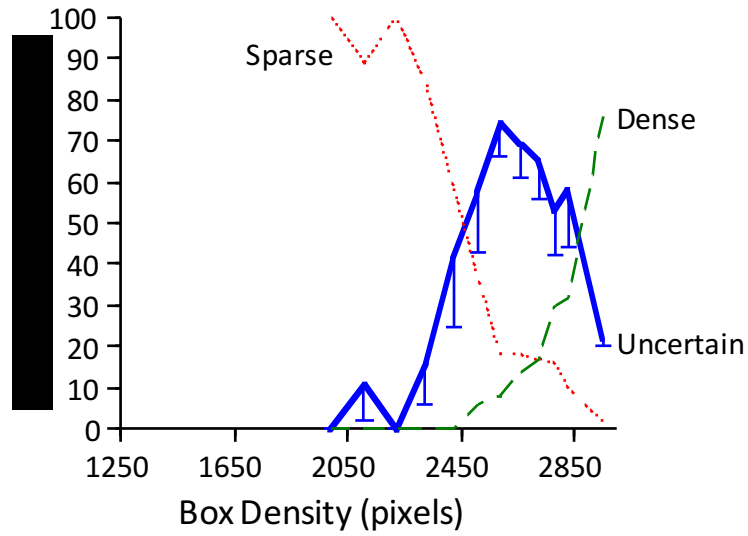


Dolphin

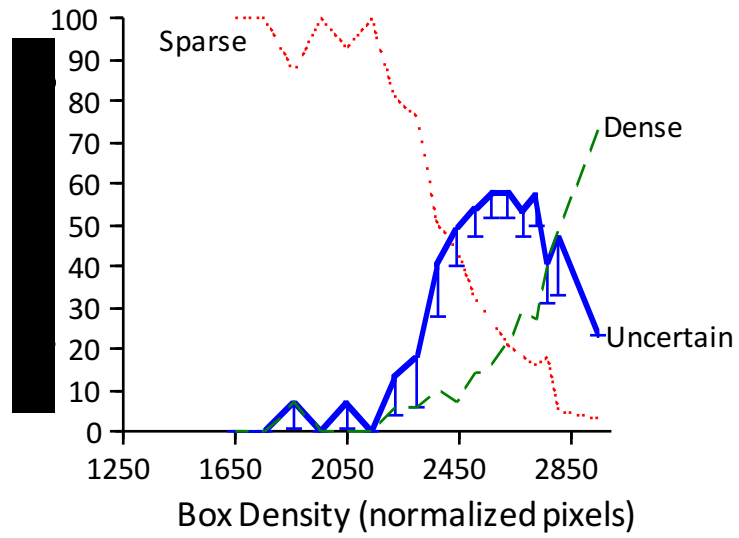




Monkey



Humans



Rosati & Santos (2016)

- Des singes rhesus ont démontré qu'ils étaient sensibles à ce qu'ils ne savaient pas sans avoir été entraînés au préalable dans la tâche primaire (trouver où la nourriture a été cachée soit devant eux soit en leur absence)

Métacognition chez les non-primates

- **Les rats** savent s'ils peuvent ou non **se souvenir** de manière fiable du stimulus olfactif présenté antérieurement (Kepecs & Mainen, 2012)
- Leur prédiction ne dépend pas de l'historique récent des renforcements et ne peut pas être expliquée par l'attente de récompense. (Kepecs & Mainen, 2012)
- Ils savent si un certain signal est **porteur d'information** et demander de l'information sur cette base (en pressant un levier) (Kirk, McMillan & Roberts 2014).
- **Les geais de Californie** discernent **s'ils se souviennent ou non** de l'emplacement de la nourriture : ils vérifient les contenus d'un tube en fonction de leur incertitude. (Watanabe & Clayton, 2016)

Metacognition in Phylogeny

Initially negative

- **Pigeons** no U-R (Sutton & Shettleworth, 2008)
- **Rats:** Smith & Scholl (unpub.), Smith et al. 2007 (no U-R)
- **Capuchin monkeys:** no SI, no U-R (Beran et al. 2006)

Finally positive

- **Pigeons** U-R (Adams & Santi 2011)
- **Rats:** Foote & Crystal (2007); Kepecs et al (2008) U-R
- **Capuchin monkeys:** U-R (Fujita 2009)
- **Rhesus macaques** (SI & U-R) (Smith et al, Kornell, Hampton))
- **Bottle-nosed dolphins** U-R (Smith)
- **Chimps and orangutans** (SI) and UR (Suda-King 2008)

U-R= Uncertainty response
SI: Search for information

4. Mécanismes de la décision cognitive chez le rat et le rhésus

Comment s'évalue l'incertitude subjective face à une décision cognitive ?

Le cerveau compare l'évidence selon un modèle d'accumulateurs

Exemple: S'il y a deux réponses possibles, les éléments prédictifs pour chacune des deux sont accumulés en parallèle, jusqu'à ce que les éléments accumulés pour une décision atteigne une valeur de critère, et la réponse associée est émise. [Vickers & Lee, 1998](#)

Parmi les indices prédictifs:

- le temps d'activation des assemblées neuronales favorables à chaque réponse,
- la vitesse de propagation de l'activité à des nouvelles assemblées,
- le temps mis à atteindre la valeur critère.

Kiani & Shadlen, *Nature Neuroscience*, 2009

- ont découvert que le taux d'activation des neurones dans le cortex intrapariétal latéral (LIP) est en corrélation avec l'accumulation d'évidence, et le degré de la certitude face à la décision de décliner la tâche
- Ce résultat s'accorde avec un modèle d'accumulation des jugements de confiance en soi.

Morales, 2014

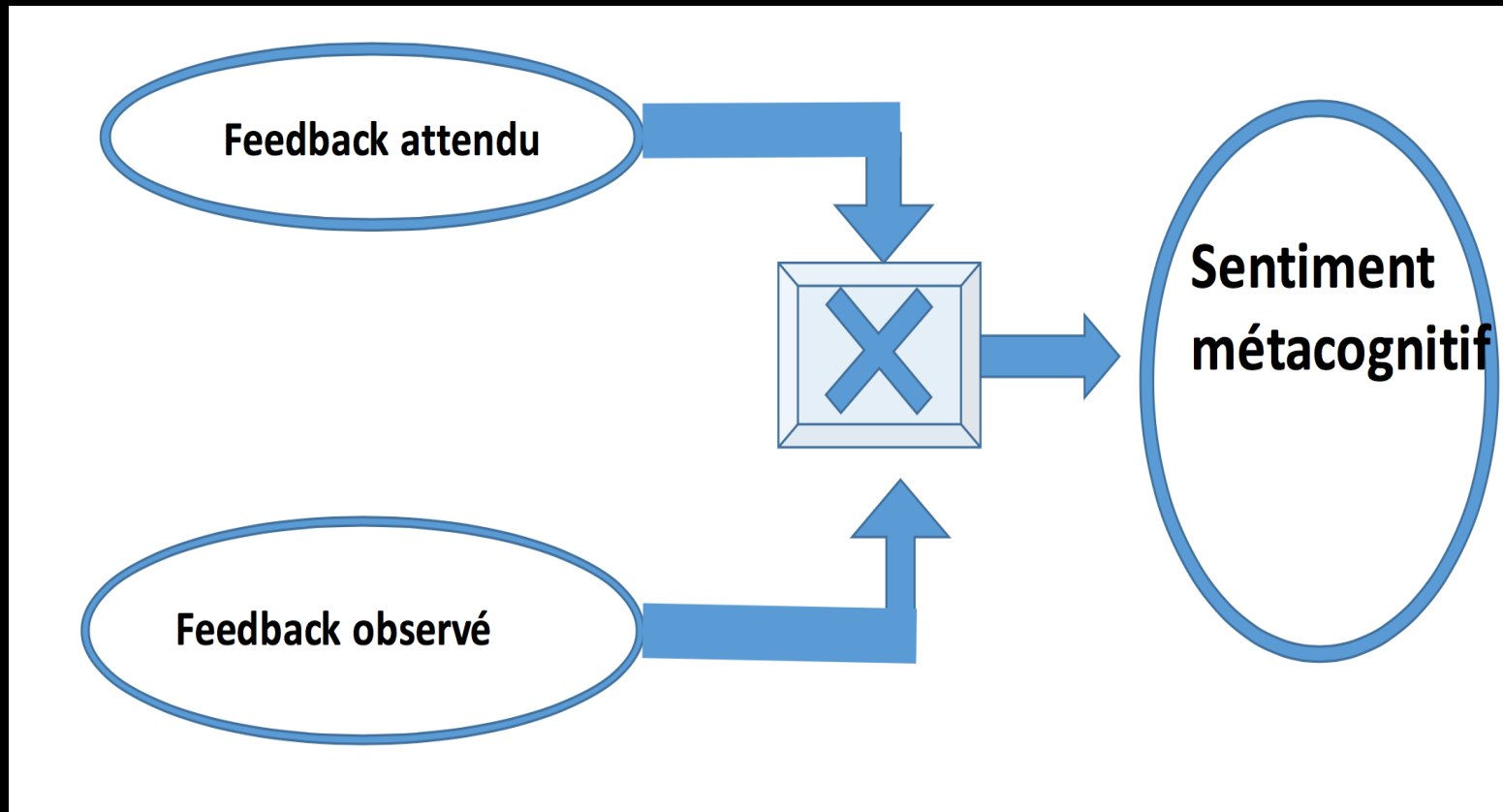
- "Contrairement aux études comportementales, où les résultats sont plus largement ouverts à des interprétations alternatives, les résultats des expériences d'enregistrement de cellules neuronales individuelles sont prédits par des modèles formels qui relient la confiance aux mécanismes neurophysiologiques et au comportement correspondant."

5. Des comparateurs aux sentiments métacognitifs

Pourquoi les comparateurs ont-ils des sorties affectives?

- Nous l'avons vu, le cerveau utilise des heuristiques pour déterminer l'incertitude d'une décision en fonction de critères appliqués aux accumulateurs.
- Les diverses indices qui sont impliqués dans la décision sont inconscients, mais leur comparaison est rendue consciente par un sentiment dont la valence et l'intensité déterminent la réponse (approche ou évitement)

Le mécanisme prédictif à la source des évaluations métacognitives



Exemple: le sentiment de savoir

- Le sentiment de savoir prédit de manière fiable la récupération de la mémoire.
- Parmi les heuristiques inconscientes qui ont été proposées :
 - La familiarité de l'indice : suscitée par les termes de la question (Reder, 1987).
 - L'accessibilité globale des informations pertinentes concernant la cible : suscitée par l'activité déclenchée par la question (Koriat, 1993).
 - La fluence relative : les réponses qui viennent rapidement à l'esprit sont considérées comme correctes.
 - Certaines illusions de certitude peut être expérimentalement produites en augmentant la saillance, c'est-à-dire la fluence, des stimuli.
 - Les singes y succombent aussi souvent que les humains (Ferrigno, Kornell & Cantlon, 2017)

Les sentiments métacognitifs prédisent/évaluent les affordances cognitives

Ces ressentis d'affordance sont toujours conscients. Pourquoi ?

- Parce que la conscience autorise la flexibilité de la décision qui ne peut être présente dans les modes automatiques de traitement de l'information (Koriat, 2000)
- Ainsi, selon Koriat, les sentiments métacognitifs rendent subjectivement manifestes les prédictions effectuées inconsciemment.

Pourquoi deux sortes d'affordance

- L'affordance pragmatique = la probabilité de récompense probable d'une action corporelle
- L'affordance cognitive = la probabilité du succès cognitif probable d'une action cognitive.
- La plupart des décisions doivent intégrer les deux types d'affordances

5. Conclusion: La conscience subjective des non-humains

Toute évaluation métacognitive s'effectue par une comparaison entre des critères attendus et des critères observés.

- Le feedback des actions antérieures réussies permet au cerveau de prédire le succès de l'action en cours (avant/pendant/après)
- L'ensemble des indices utilisé par le cerveau constitue des "heuristiques prédictives" associées à une tâche cognitive donnée.
- par exemple : la rapidité de l'activation neuronale ou la rapidité de la convergence vers une seule décision – sont comparés aux indices observés dans le présent contexte.
- La comparaison engendre un **sentiment** dont la valence guide l'action.

Les sentiments métacognitifs sont porteurs d'information sur les possibilités d'action cognitive

Exemple:

- Affordance **familier/ facile à retrouver, à discriminer**
- Temps: maintenant, cette tâche
- Valence, **positive, négative**
- Gradient d'intensité
- motivation d'agir selon le programme d'action lié à la tâche **accepter, /refuser,**

La pensée non-humaine

- est structurée par les ressentis d'affordance
- Comme chez l'homme, les non-humains apprennent à détecter et utiliser les opportunités et les risques
 - **pragmatiques** (nourriture, partenaires sexuels, prédateurs)
 - **cognitifs** (succès ou échecs probables dans des tâches de perception, de mémoire, de résolution d'incertitude.
- Ils peuvent **intégrer** opportunités et risques divers dans une prise de décision unique

La pensée consciente n'est pas le propre de l'homme

Les primates, les rongeurs, voire beaucoup d'autres espèces animales, ont des sentiments métacognitifs conscients, et des expériences perceptives et mémorielles comparables à celles des humains.

→ Leurs comportements ne se réduisent pas à des assemblages d'instincts mécaniques : les primates et les rongeurs sont capables de flexibilité décisionnelle.

→ Ils ont une expérience affective de leur environnement et de leur propres capacités ou impuissances cognitives

Merci de votre attention !