



UE : UE 20

ENSEIGNANT : Classes inversées Pr SEIZEUR

DATE : 17/09/2024

GROUPE : Groupe 7

REMARQUES : Les remarques de Seizeur ont été mises dans la conclusion

Description des voies anatomiques de la décision de la mise en route d'un traitement

Table des matières

I. Introduction

II. Régions corticales impliquées dans la prise de décision

A) Anatomie fonctionnelle des lobes cérébraux

B) Les étapes de la prise de décision

1) Représentation de la situation

2) Evaluation des actions et des stimuli

3) Le choix

4) Evaluation des conséquences

III. Place du système limbique dans la prise de décision

A) Amygdale, menace et attention

B) Striatum, dopamine et émotions positives

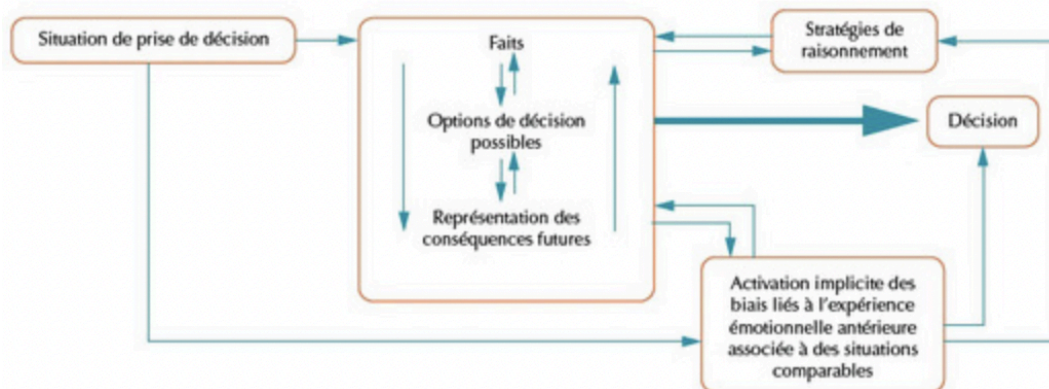
C) Cortex orbitofrontal (COF), préfrontal ventromédian (CPFVM) et régulation émotionnelle

IV. De la prise de décision à la rédaction

V. Conclusion

I. Introduction

Pour analyser la prise de décision on va commencer par détailler les zones impliquées au niveau du cortex, puis parler de l'implication de lobe limbique et enfin décliner rapidement les voies motrices neuronales sous corticales qui permettent d'exécuter le mouvement à proprement parler.



La prise de décision : aspects théoriques, neuro-anatomie et évaluation - Cairn 2013

Lorsqu'on décide de rédiger une ordonnance, le principal travail va se faire au niveau cérébral, c'est en effet une décision consciente donc le message part d'en haut et plus précisément du cortex. Ce qu'il faut bien avoir en tête c'est qu'un double travail doit être fait au niveau du cortex, on va avoir un effort cognitif d'analyse de situation pour réaliser une prescription adaptée, mais aussi une préparation de l'acte moteur.

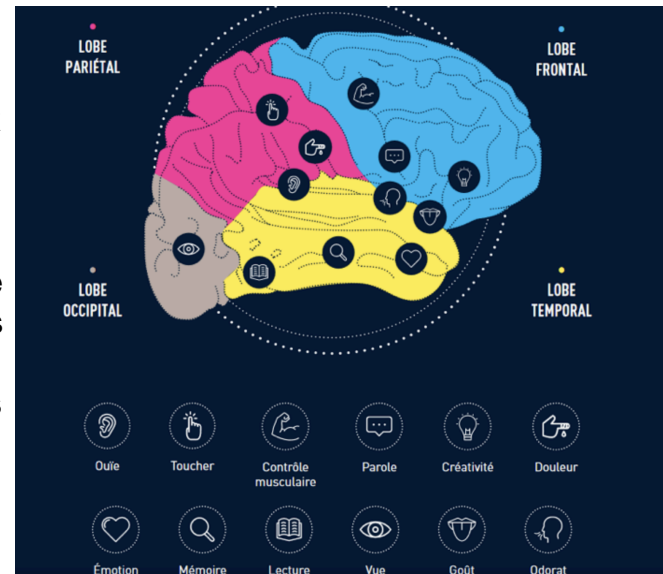
II. Régions corticales impliquées dans la prise de décision

Avant de détailler les zones impliquées dans ce cas de figure précis, nous allons rappeler rapidement l'anatomie fonctionnelle des différents lobes cérébraux.

A) Anatomie fonctionnelle des lobes cérébraux

- **Lobe frontal** :
Centre de la **motricité**, du **langage** (aire de Broca, aire motrice du langage) et de la **cognition**. En AV du sillon central et au-dessus du sillon latéral. Fonction à la fois motrice avec partie postérieure et cognitive partie antérieure donc on comprend bien qu'il a ici un rôle central.
- **Lobe pariétal** :
Centre de la **sensibilité**, des **praxies** (mouvements coordonnés) et des **gnosies** (faculté permettant de reconnaître, par l'un des sens, la forme d'un objet, se le représenter). En AR du sillon central, au-dessus du sillon latéral et en AV du sillon pariéto-occipital.

- **Lobe temporal** :
Centre de **l'audition** avec la zone de Hesch et l'aire de Wernicke (perception des mots et symboles du langage), de la **mémoire** et des **émotions**. Au-dessous du sillon latéral.
- **Lobe occipital** :
Centre de la **vision**. En AR pariéto-occipital.
- **L'insula** :
Centre associatif (connecte l'ensemble des lobes) et serait impliqué dans les **émotions**, le traitement de la **douleur**, des **odeurs**, du **gout**, et certaines psychopathologies.



- **Lobe limbique** :

Lobe fonctionnel et non morphologique. Il est constitué d'une partie des lobes frontal, pariétal et temporal. Il contient le circuit de la **mémoire** et des **émotions**. Le lobe limbique sera également impliqué puisqu'il a été démontré que la prise de décision est influencée par les émotions.

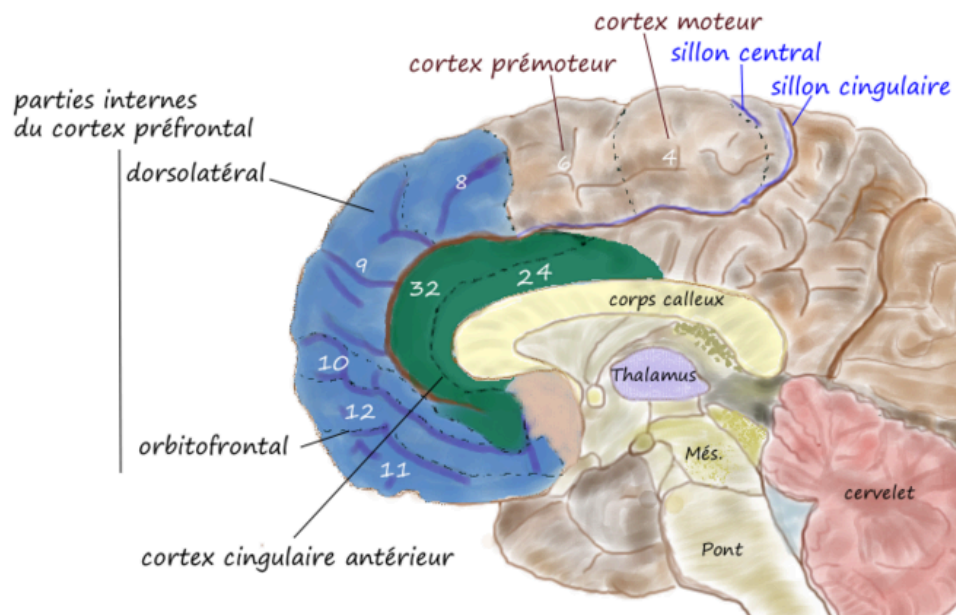
- **Cervelet** :

Équilibre, coordination des mouvements

Il existe une importante complexité des opérations de prise de décision. Elles engagent de nombreuses régions cérébrales connues pour leur implication au niveau de la **gestion des réponses conflictuelles**, le **traitement de la récompense** et le **contrôle attentionnel**.

Dans le cas de la prescription d'une ordonnance sont mis en jeu :

- le cortex orbito-frontal
- le cortex cingulaire antérieur
- le cortex préfrontal dorso-latéral
- le thalamus qui peut être représenté comme une structure constituée d'une multitude de groupement de neurones qui possèdent chacun leurs propres connexions avec le cortex. Dans notre cas, c'est la partie dorsale du thalamus qui innerve la région pré-frontale du cortex.
- le cortex pariétal



B) Les étapes de la prise de décision

La prise de décision implique plusieurs étapes au niveau cérébral :

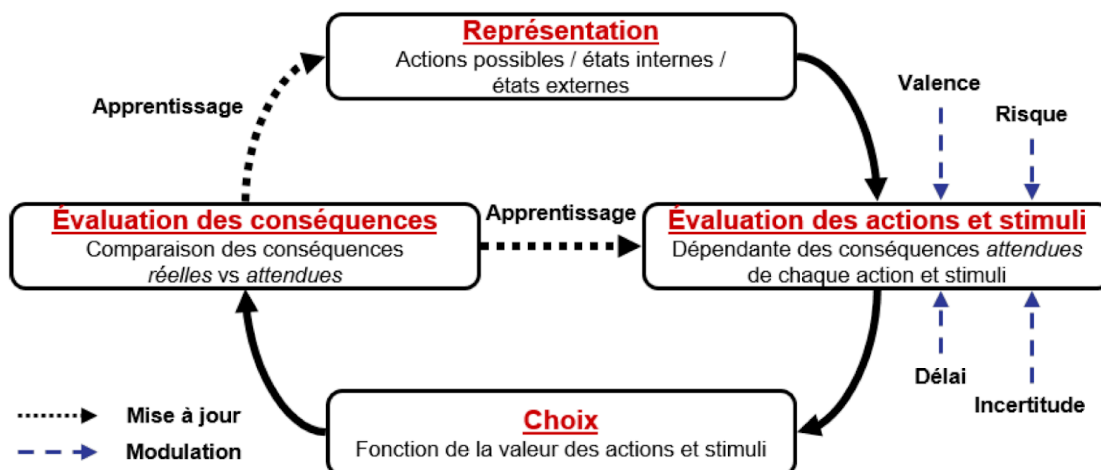


Figure 1: Processus cognitifs élémentaires de la décision (adapté de Rangel et al., 2008).

1) Représentation de la situation

La première étape correspond à la **représentation et analyse de la situation** qui implique la représentation des **différentes options et actions possibles en fonction d'une situation donnée**. Dans le cas de la prescription d'une ordonnance, ça concerne les différents choix de thérapies possibles. Elle intègre la représentation des états externes (éléments du contexte) : contexte de la maladie, autres

pathologies/traitements, motivation du patient et des états internes (états motivationnels) : est ce que je veux guérir, soulager mon patient ?

À l'issue de cette étape le médecin envisage donc plusieurs options d'après l'analyse qu'il a fait de la situation.

Pour cette étape il va devoir mobiliser ses connaissances et donc utiliser le circuit de la mémoire qui sera détaillé plus tard.

2) Evaluation des actions et des stimuli

La seconde étape est une étape d'**évaluation**, durant laquelle le médecin évalue chaque action possible et lui attribue à chaque fois une valeur pour choisir l'action la plus pertinente. L'attribution de valeur s'applique aussi aux conséquences de l'action, c'est donc un effort d'anticipation que doit faire le médecin. L'évaluation doit intégrer la valence (positive/négative), la magnitude (rapport coût/bénéfice), la probabilité d'obtention (incertitude), ainsi que le délai d'obtention. Chacune de ces **caractéristiques pourrait être codée via des circuits neuronaux spécifiques**, modulés par des systèmes neurochimiques distincts.

Cette étape engage :

- le **cortex pariétal** connu pour son implication lors du traitement des probabilités
- le **cortex cingulaire antérieur** qui est la partie frontale du cortex cingulaire appartenant au lobe limbique. Le cortex cingulaire s'enroule autour du corps calleux et est impliqué dans **l'anticipation de la récompense** (ou du résultat attendu dans cette situation) **ainsi que lors de la prise de décisions** ;
- le **cortex préfrontal dorsolatéral droit** et le **cortex frontal orbitaire** habituellement engagés dans les situations impliquant la modification des choix.

3) Le choix

Le troisième processus consiste à choisir, c'est-à-dire à sélectionner l'**action la plus pertinente avec le but recherché** (comme dit plus haut, soulager ou traiter le patient). La sélection se fait à partir de la **comparaison** entre elles des valeurs des différentes actions et représente la **phase d'expression comportementale de la décision**.

Au plan cognitif, cette étape implique **l'inhibition et la suppression des actions concurrentes**, la programmation **du plan d'action retenu en sous-étapes**, le **contrôle de la séquence** et la **correction des erreurs**.

Au plan cérébral, cette étape engage :

- le **cortex cingulaire antérieur** impliqué dans la **détection de conflits** et le **contrôle des erreurs**, dans notre cas il s'agit de prendre en compte le risque

d'interaction médicamenteuse ou d'allergies par exemple ;

- le **cortex préfrontal latéral** qui, en interaction avec le cortex cingulaire antérieur, contribue aussi à la **régulation de l'action** en situation de **contrôle d'erreurs** ainsi qu'à l'**orientation vers des stratégies compensatoires** ;
- le **noyau accumbens** (composante du striatum ventral), l'**amygdale** et le **cortex préfrontal** impliqués dans la **modulation de la motivation à l'action** ;
- le **cortex prémoteur** impliqué dans l'**incitation (excitation) à l'action**.

4) Evaluation des conséquences

Une fois le choix effectué, le médecin évalue les **conséquences réelles de la prescription** et peut les **comparer aux conséquences attendues**. La différence entre les deux valeurs constitue un puissant **signal d'apprentissage** permettant la mise à jour des représentations afin d'**optimiser les choix ultérieurs**.

Les processus de **marquage émotionnel** interviennent à ce niveau, comme à l'étape 2 (évaluation des actions et des stimuli). Il existe néanmoins une différence essentielle entre ces deux étapes du processus de prise de décision. Pour l'étape 2 il s'agit de former une **préférence fondée sur une valeur attendue** alors qu'à l'étape 4 il s'agit de la **consommer pour en tirer des enseignements utiles pour l'adaptation comportementale**. Un certain nombre d'éléments nouveaux et spécifiques (affects) interviennent donc à l'étape 4 pour l'attribution d'une valeur au résultat, qui peut être par exemple la **satisfaction, le regret, la déception ou la surprise**.

Au plan cérébral, cette étape implique :

- le **striatum ventral** et le **cortex orbitofrontal** impliqués dans la **détection de la différence entre un fait attendu et un fait observé** ;
- le **cortex orbitofrontal, l'amygdale et le striatum ventral** impliqués dans le **marquage émotionnel** des stimuli;
- le **cortex préfrontal médian**, en particulier l'**aire 10 de Brodmann**, engagé dans le processus de **rétroaction**. Il est également impliqué dans le traitement du **plaisir, des résultats gratifiants et dans la formation d'associations hédoniques** (= *motivation par le plaisir, je fais une action car cela me plaît/cela fonctionne dans notre cas*);
- la **région limbique (amygdale, insula, cortex frontal orbitaire et cortex cingulaire antérieur)** impliquée dans le **traitement émotionnel** des stimuli;
- le **cortex préfrontal médian**, incluant le cortex orbitofrontal. Il reçoit des informations **sensorielles** multimodales et fournit les principales sorties des structures corticales vers les **structures viscéro-motrices de l'hypothalamus**

et du tronc cérébral. La **confiance en ses propres choix** est représentée dans l'activité de ce cortex préfrontal médian. Tandis que le **cortex préfrontal ventro-médian** a pour rôle l'**attribution d'une valeur aux différentes options présentées lors d'un choix**. Ainsi, l'activité de cette région augmente selon la valeur de la récompense promise et diminue selon le coût de l'effort nécessaire pour l'obtenir. Les régions plus dorsales du cortex préfrontal sont plutôt associées aux variables métacognitives (évaluation de sa propre cognition). Le **temps de délibération active le cortex préfrontal dorso-médian**.

- l'**amygdale** et le **noyau accumbens** impliqués dans l'**apprentissage associatif**.

III. Place du système limbique dans la prise de décision

La **mémoire** va jouer un rôle important dans la prise de décision de rédaction d'une ordonnance, en effet le médecin va devoir se baser sur l'analyse qu'il vient de faire de la situation puis la confronter à des situations antérieures et mobiliser ses connaissances pour trouver la bonne prescription.

Il existe deux circuits de la mémoire, un à **court terme** et un à **long terme**. C'est là que va intervenir le **système limbique** qui joue un rôle primordial dans la mémoire à long terme.

Les connaissances vont être stockées dans des **amas de substance grise** puis emprunterons le circuit de l'**hippocampe** afin d'être récupérées par le **lobe frontal** qui a la fonction **cognitive et motrice**.

L'**amygdale** va également jouer un rôle important dans ce circuit de la mémoire, que nous allons détailler.

A) Amygdale, menace et attention

Logée dans la partie antéro-médiane du lobe temporal, l'amygdale (AMG) est fortement impliquée dans la **peur** et l'**anxiété**. L'évolution semble avoir intégré des fonctions élémentaires (peur et conditionnement) au profit de fonctions plus élaborées (comportement social et prise de décision). Mais attention, le rôle de l'AMG ne se limite pas aux émotions négatives.

L'AMG, par ses projections, influence un grand nombre de systèmes cérébraux : cortex sensoriels pour la perception, **hippocampe pour la mémoire**, hypothalamus pour les hormones de stress (par exemple le cortisol). Une fonction cardinale de l'attention est d'augmenter (volontairement ou non) la « saillance » d'un percept afin de **maximiser son traitement** et de **minimiser l'interférence par des informations non pertinentes**. Dans le cas de la rédaction d'une ordonnance, cela permet au médecin de cibler parmi ses connaissances les informations nécessaires pour traiter la situation. Face à un stimulus émotionnel, en particulier négatif, un effet attentionnel similaire

résulte de l'activation de l'AMG. On considère souvent que la réponse de l'AMG est rapide et en partie automatique grâce à l'existence de deux **voies afférentes distinctes**, l'une **sous-corticale rapide**, l'autre **corticale plus lente**. Ces réponses rapides permettent à l'AMG d'**augmenter l'activité des régions sensorielles** (par exemple visuelles) impliquées dans la **perception du stimulus**, grâce à ses projections en retour sur l'ensemble du lobe temporal et occipital. Elle accroît ainsi la « saillance » du stimulus et favorise l'orientation de l'attention vers la source du danger. Par ses effets sur le cortex et l'hippocampe, **l'AMG influence aussi la mémorisation**. Le complexe amygdalo-hippocampique est en effet densément interconnecté, facilitant ainsi **l'encodage des événements émotionnels**.

B) Striatum, dopamine et émotions positives

À l'inverse, le striatum ventral (STV) et les afférences dopaminergiques qu'il reçoit de l'aire tegmentale ventrale (ATV) du mésencéphale constituent un **circuit sous-cortical étroitement lié au plaisir et à la récompense**. Les signaux dopaminergiques phasiques au sein du STV reflètent en fait une erreur de prédiction : ce signal est marqué lorsqu'une **récompense inattendue** survient, mais s'amenuise puis **disparaît à mesure que sa prédictibilité s'accroît**. À l'inverse, cette activité est inhibée lorsqu'une récompense attendue manque. Les neurones dopaminergiques de l'ATV (comme le striatum et les autres ganglions de la base) projettent aussi directement sur l'ensemble du cortex préfrontal, l'informant **d'évènements motivationnels et modulant son activité**. Ces signaux jouent un rôle important dans l'apprentissage et la prise de décision, notamment lorsqu'un choix, ici le traitement, doit être fait en fonction de résultats possibles.

C) Cortex orbitofrontal (COF), préfrontal ventromédian (CPFVM) et régulation émotionnelle

Le COF est fortement connecté avec l'ensemble des cortex sensoriels, le lobe temporal et des structures sous-corticales comme l'AMG et le STV. C'est un acteur essentiel permettant **l'intégration de la valeur affective des informations sensorielles**. Il est au cœur des processus décisionnels. Si le COF répond aux signaux de récompense comme les voies STV-ATV, son **activité est plus sensible à la valeur relative de la récompense lorsqu'une décision confronte par exemple deux choix récompensés**. Le COF joue par conséquent un rôle important dans la régulation des affects et des conduites sociales, notamment en anticipant les émotions associées à différentes actions potentielles.

On comprend donc que les émotions influencent largement la mémoire notamment lorsqu'elles sont associées à des évènements. Ainsi, tout au long de sa carrière, le médecin va apprendre de ses connaissances et de son expérience pour la prise en soin, incluant la rédaction d'ordonnances, de ses prochains patients.

IV. De la prise de décision à la rédaction

Jusqu'ici on s'est focalisé sur la partie cognitive mais il ne faut pas oublier qu'il y a aussi un acte moteur à réaliser même si dans cette situation il va être relativement simple et ne fera pas l'objet de beaucoup de régulation.

L'action motrice va donc partir de l'aire motrice primaire du lobe frontal qui se situe dans le gyrus pré central puis emprunter la voie pyramidale.

La régulation de ce mouvement va être exercée par le cervelet et les noyaux gris centraux (NGC). L'archéocervelet va permettre de maintenir la statique de la tête et de stabiliser la vue grâce à des projections qu'il fera sur cette voie.

Les NGC situés sous le cortex sont impliqués dans le contrôle des mouvements volontaires et l'apprentissage. Mais ce qui nous intéresse ici est le fait qu'ils participent à la sélection d'informations ainsi qu'à la sélection d'un mouvement adapté à la situation. Les NGC sont principalement un lieu de passage de l'information qui est relayée au cortex via le thalamus ou vers le tronc cérébral. Leur morphologie a déjà été détaillée dans les cours précédents.

L'information est ensuite envoyée au faisceau pyramidal qui la transmet aux muscles qui réalisent l'action.

V. Conclusion

Le lobe frontal est le centre de la prise de décision.

La prise de décision fait appel aux 2 types de **mémoire** : la mémoire à **long terme** sert à la connaissance préalable des choses (apprentissage tout au long de notre cursus) et la mémoire à **court terme** est utile lors de l'examen clinique du patient.

Dans la prise de décision il y a des **hypothèses**, il va falloir en sélectionner une en éliminant les autres via les allers-retours que font les informations entre le cortex frontal et le **gyrus cingulaire** (qui fait lien paléo/archi/néocortex du télencéphale). En fonction de tous ces éléments et de l'aller-retour permanent avec les mémoires, il y a une **évaluation** théorique de ce que je pense être la conséquence de la décision que je prends. Par ailleurs, il va y avoir tout ce qui est parasite (par exemple les mouvements/les pensées parasites). Cela sera éliminé pour laisser place à un **choix**. Le résultat peut arriver quelques jours/semaines/mois après la décision.

Ce fonctionnement est valable pour toutes les prises de décision, elles fonctionnent toutes de la même manière.

Quiz :

- Quel est le centre de la prise de décision ? Le lobe frontal
- Quelles sont les 3 principales fonctions du lobe temporal ? Audition, mémoire, émotion
- Quel est le rôle du système limbique dans la prise de décision ? Rôle primordial dans la mémoire à long terme. En fait, les connaissances sont stockées dans des amas de SG, et vont ensuite emprunter le circuit de l'hippocampe pour être récupérées par le lobe frontal qui a la fonction cognitive et motrice

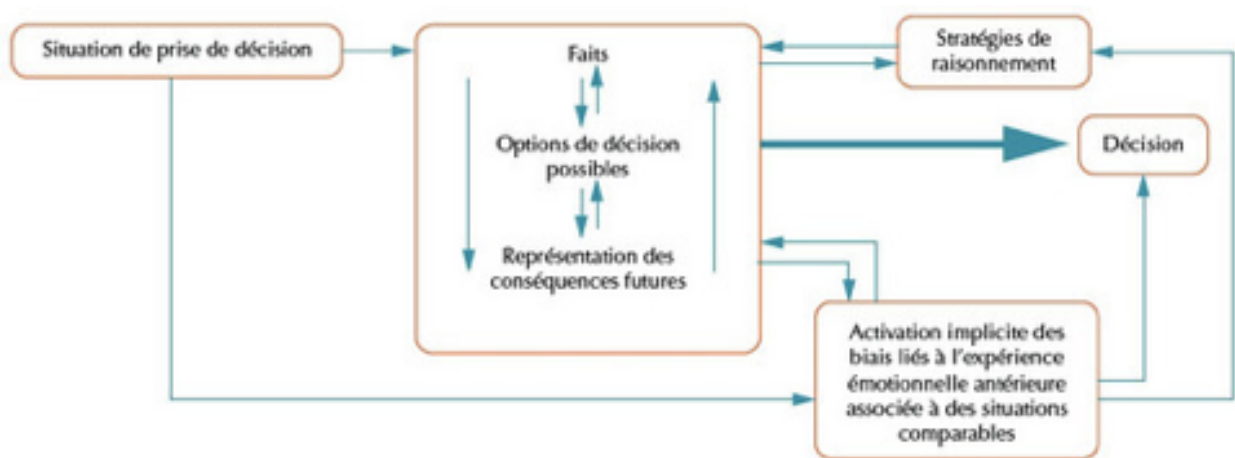
Bibliographie

<https://okina.univ-angers.fr/publications/ua9922>

<https://institutducleveau-icm.org/fr/actualite/comprendre-le-cerveau-et-son-fonctionnement/>

<https://www.cairn.info/revue-de-neuropsychologie-2013-2-page-69.htm>

https://www.medecinesciences.org/en/articles/medsci/full_html/2011/07/medsci2011278-9p763/medsci2011278-9p763.html



	Aires	Évaluation	Exécution	Traitement des conséquences
Cognitive	DLPFC	+++	++	+++
	dCCA	+++	++	+
	LIPS	+++	+	+++
	GTS	+++	+	++
	VLM/PFC	++	+	+++
Affective	vCCA	++	+	+++
	Ant. Insula	+++	++	+
	Amygdale	++	+	+++
	vStriatum	+	+++	+
Autre	dStriatum	+	+++	+
	préAMS	+	+++	+

