



UNIL | Université de Lausanne

FACULTÉ DES SCIENCES SOCIALES ET POLITIQUES

INSTITUT DE PSYCHOLOGIE

# Métacognition et théories implicites

La réflexivité humaine comme facteur de protection contre des croyances dysfonctionnelles

---

Session d'été 2020

Mémoire de maîtrise universitaire ès Science en Psychologie

Présenté par : Federico Seragnoli

Directeur : Benoît Dompnier

Expert : Wojciech Świątkowski

## RÉSUMÉ

Ce travail a pour but de tisser un lien entre *métacognition* et *théories implicites de l'esprit*. Pour ce faire, nous déployons la notion de *croyances épistémologiques*. Selon notre hypothèse principale, la métacognition peut avoir un rôle de modération sur l'amorçage d'une théorie implicite lors d'une tâche de performance. La métacognition peut être entraînée et représente un outil important pour permettre à l'individu une analyse réflexive de son propre monde interne. Nous montrons en conclusion que cette prise de conscience donne au sujet la flexibilité psychique requise à concevoir des représentations plus sophistiquées qui mènent à des conduites davantage rationnelles et adaptatives.

Mots-clés : *métacognition, théories implicites, croyances épistémologiques, amorçage, réflexivité, introspection*

## ABSTRACT

This work aims to link the concepts of *metacognition* and *implicit theories of mind*. To do so, we put forward the notion of *epistemological beliefs*. Our main hypothesis states that metacognition can have a moderating role on an implicit theory's priming prior to a performance task. Metacognition can be trained and represents a useful tool that can foster self-reflexivity within a subject's inner world. To conclude, we argue that self-reflection can give a subject the psychological flexibility required to conceive more sophisticated representations which lead to more rational and adaptive behaviors.

Key words: *metacognition, implicit theories, epistemological beliefs, priming, reflexivity, introspection*

Note. Dans le présent document, l'emploi du masculin pour désigner des personnes n'a d'autre fin que celle d'alléger le texte.

# TABLE DES MATIÈRES

Introduction	4
1. Concepts Théoriques	8
1.1 Théories implicites de l'esprit	8
1.1.1 Définition	8
1.1.2 Les conséquences des théories implicites sur l'individu	9
1.1.2.1 Jugement envers soi-même	9
1.1.2.2 Jugement envers les autres	11
1.1.3 L'importance des théories implicites pour ce travail	12
1.2. Métacognition	14
1.2.1 Définition	14
1.2.2 La métacognition : un modèle aux multiples facettes	17
1.2.3 Mesurer la métacognition	21
1.2.3.1 La connaissance métacognitive	21
1.2.3.2 La régulation métacognitive	22
1.2.4 L'importance de la métacognition pour ce travail	23
1.3. Les liens entre théories implicites et métacognition	24
1.3.1 L'orientation vers le but	24
1.3.2 Les croyances épistémologiques	27
1.3.2.1 Le développement des croyances épistémologiques	31
2. Question de recherche	33
2.1 Hypothèses de recherche	34
3. Méthodologie	35
3.1 Hypothèses	36
3.2 Variables	38
3.3 Outils	39
3.3.1 Research Electronic Data Capture (REDCap)	39
3.3.2 Métacognition	39

3.3.3 Amorçage d'une théorie implicite	40
3.3.4 Performance dans une tâche mathématique	41
3.3.5 Données démographiques	41
3.3.7 Fiche explicative	41
3.4 Échantillon et critères d'exclusion	42
3.5 Procédure	43
3.6 Analyses	43
3.6.1 Logiciels	44
3.6.2 Description des analyses à effectuer	44
3.6.3 Description des résultats et traitement de données prévus	46
4. Discussion	48
4.1 S'éduquer à la pensée métacognitive	53
4.2 Limites	55
Conclusion	57
Bibliographie	59
Annexes	66
Remerciements	79



# Introduction

“ [...] Nous pouvons dire ici que Muad'Dib apprit aussi rapidement parce que le premier enseignement qu'il eût reçu était de savoir apprendre. Et la leçon première de cet enseignement était la certitude qu'il pouvait apprendre. Il est troublant de découvrir combien de gens pensent qu'ils ne peuvent apprendre et combien plus encore croient que c'est la chose difficile. [...] ”

*Dune - Frank Herbert (1965)*

... ἔοικα γούν τούτου γε μικρῶ τι ἀντὶ τούτω σοφώτερος εἶναι,  
ὅτι ἂ μὴ οἶδα οὐδὲ οἴομαι εἰδέναι.

... I seem, then, in just this little thing to be wiser than this man at any rate,  
that what I do not know I do not think I know either.

*[Apologie de Socrate; traduction de Henry Cary, 1897]*

Depuis l'apparition de sa première forme sur notre planète, la vie n'a pas cessé d'évoluer, trouvant des nouvelles manières de s'adapter et d'exploiter son environnement. Pour se faire, la vie a dû se doter en premier lieu d'un mécanisme fondamentale de stockage d'informations : l'ADN. Il ne peut pas y avoir d'évolution sans qu'il y ait la possibilité de cumuler l'information obtenue à partir de l'interaction avec l'environnement. Nous pouvons en effet affirmer que la vie naît en coïncidence avec sa propre manière de garder en elle même les informations qui lui sont utiles. Ce mécanisme biologique, propre à toutes ses formes, a permis à la vie de se développer et de se complexifier, en donnant lieu à la richesse de toutes ses expressions dont nous connaissons seulement une petite partie. Nous pouvons ainsi montrer que la vie est concevable comme rien d'autre qu'une suite originelle d'apprentissages : une suite de tentatives qui mènent à l'acquisition d'une panoplie précise d'adaptations, utiles pour sa propre subsistance. L'être humain, en tant qu'organisme vivant, n'est en rien différent

des autres formes de vie à cet égard. L'humain a à disposition différents mécanismes d'apprentissages pour se construire une capacité d'adaptation à l'environnement et l'affiner. Il s'inscrit cependant dans cette démarche de manière particulière. Ce qui le différencie en effet des autres formes de vie est sa capacité de façonner ses propres comportements à travers la création d'outils, de symboles et de conduites normatives leur étant associées (Searle, 2006). Ainsi, le début de l'Histoire est souvent démarqué des événements qui la précèdent par l'invention de l'écriture, outil primaire apte à stocker, manipuler et développer notre monde symbolique. Ce monde anthropomorphisé devient l'environnement même auquel chaque nouvel individu doit pouvoir s'adapter. Pour ce faire, le nouveau né doit acquérir, à travers la socialisation, une énorme quantité d'informations sur le passé de son espèce et sur un présent qui change rapidement. Ce défi ne s'arrête pas avec l'acquisition de son statut de citoyen et des droits et devoirs qui en découlent : l'individu va devoir affiner sa représentation du monde tout au long de son parcours de vie.

Une autre caractéristique propre à l'être humain est celle de pouvoir se concevoir de manière réflexive en créant une représentation de lui-même grâce à la conscience de soi en tant qu'individu, au niveau de son corps, de son esprit et de la relation qu'il entretient avec sa communauté de semblables. Les outils conceptuels dont le sujet dispose pour ce faire sont eux aussi fruit de la démarche créatrice humaine : nous allons montrer tout au long de ce travail des modèles qui ont été créés pour comprendre la réflexivité de la pensée humaine. La manière dont l'individu se conçoit a un effet direct sur ses propres attitudes, ce qui engendre des conséquences concrètes sur ses comportements. La psychologie sociale nous éclaire à ce sujet en mettant en évidence que les individus s'identifient à certaines catégories socialement construites, ce qui a un effet direct sur ses comportements (Tajfel, 1974; Turner, 1994; Hogg, 2000). Bien souvent, les jugements qui découlent de ces catégories sont biaisés et porteurs de préjugés variés, à cause de différents facteurs comme, par exemple, le développement historique d'une certaine représentation dans un contexte socioculturel donné. Nous pouvons ici citer les recherches conduites au niveau de l'internalisation d'un stigma sexuel (Herek, 2009); des préjugés liés à l'ethnie (Steele, 2002) ou au genre d'appartenance (Oswald, 2000). Dans le cadre de cette identification à des représentations socialement construites, la recherche nous montre différentes

stratégies utiles pour réduire les préjugés des individus.

Émergeant d'un parcours d'apprentissage sans remise en question, et ne correspondant pas à des réalités scientifiques factuelles, les croyances provenant du cadre social peuvent inhiber les performances cognitives. Dans ce travail nous allons tenter de démontrer que la compétence réflexive des individus peut se mobiliser pour leur permettre de surmonter l'effet de ces croyances, conscientes ou non.

Est-ce qu'une compétence réflexive développée peut être un facteur de protection contre les préjugés que nous avons sur nous-mêmes ? Pour répondre à cette question, nous allons utiliser le concept de métacognition (Flavell, 1976; Tarricone, 2011) pour entendre la compétence réflexive humaine, sa possibilité d'avoir des connaissances sur son propre fonctionnement, ainsi que d'implémenter des stratégies d'autorégulation. Quel est l'apport de la compétence métacognitive d'un sujet, lorsqu'il se retrouve face à une influence contextuelle activant un préjugé négatif sur lui-même ?

Pour chercher une réponse à cette question, nous allons essayer de tisser un lien qui montre l'effet indépendant et concurrent de la métacognition dans une tâche de résolution de problèmes arithmétiques après une induction expérimentale d'une théorie implicite (Dweck, 1995), amorçant une altération de la vision du monde du sujet. Mais de quelle manière les dimensions de la métacognition et des théories implicites interagissent-elles ? Nous utiliserons le concept de croyances épistémologiques, qui a d'ores et déjà été relié et étudié dans le contexte de la métacognition (Bendixen, 2003) et des théories implicites de l'intelligence (Bråten, 2005).

Concernant la forme de notre travail, le premier chapitre qui suit cette introduction met en avant les concepts théoriques que nous utiliserons par la suite en détaillant leur nature et l'importance qu'ils recèlent pour ce travail. Ensuite, dans le deuxième chapitre nous expliciterons la question de recherche et la manière dont elle a été opérationnalisée au travers d'hypothèses susceptibles d'être testées empiriquement. Dans le troisième chapitre nous décrirons en détail la méthodologie suivie pour la collecte des données utiles mettant à l'épreuve notre hypothèse. Les analyses des données et les résultats figureront dans le même chapitre à la suite duquel, dans le quatrième chapitre, nous exposerons la

discussion rendue possible à l'issue des résultats obtenus, en argumentant en particulier sur le lien entre métacognition et théories implicites. Nous allons aussi mettre en évidence l'utilité potentielle d'un entraînement des compétences métacognitives en proposant une réflexion avec la littérature existante à cet égard afin de promouvoir l'apprentissage de stratégies métacognitives qui pourront se rendre utiles en tant qu'outils pour aider des individus à reconsidérer les théories implicites.

Enfin, lors de la conclusion, contenue dans le cinquième chapitre, nous argumenterons que notre recherche encourage tout individu à utiliser une marge de manœuvre dans l'affinage de sa vision du monde : l'individu peut ainsi considérer certaines des théories implicites et des modèles qui encadrent ses représentations à l'aide de sa propre capacité réflexive pour pouvoir, le cas échéant, les remettre en question et les changer afin d'augmenter positivement son autonomie.

# 1. Concepts Théoriques

## 1.1 Théories implicites de l'esprit

Nous allons ici présenter une définition des théories implicites selon la conceptualisation de Dweck (1995), en poursuivant avec les retombées qu'elles sont susceptibles d'avoir au niveau du jugement que l'individu peut porter sur lui-même et les autres. Ensuite, nous détaillerons l'importance de cette conceptualisation pour ce travail avant d'introduire les autres outils conceptuels utilisés pour celui-ci.

### 1.1.1 Définition

Pour comprendre la complexité de la réalité qui les entourent, le système cognitif des êtres humains a dû se doter d'heuristiques de raisonnement (Tversky, 1974). L'avantage d'utiliser ce modèle de traitement de l'information est de pouvoir analyser l'immense complexité qui nous entoure sans pour autant en être paralysé. Ce fonctionnement a l'avantage de permettre une prise de décision rapide dans des contextes incertains et, en conséquence, a été positivement sélectionné au fil de l'évolution. Par contre, il présente aussi des désavantages, car ce système est approximatif et porteur de biais.

À la lumière de cette conceptualisation, nous pouvons considérer qu'une théorie implicite est un ensemble de représentations naïves et non totalement conscientes qu'un sujet porte sur soi, les autres et le monde. Une théorie implicite, comme c'est le cas pour les heuristiques (Uleman, 2008), ne détermine pas de manière rigide et univoque le processing et le comportement d'un sujet. Par contre, elle pose un cadre qui soutient et promeut des jugements et des réactions qui sont en accord avec elle.

Le modèle de Dweck (1995) que nous allons traiter par la suite, fonde ses racines dans les études de la personnalité de Kelly (1980), comme explicitement mentionné par l'auteur. Selon Kelly, une grande partie de la personnalité comprend des présomptions qui se réfèrent au soi et à la réalité sociale. Qui plus est, l'acquisition d'un modèle naïf guide la façon dont le sujet traite et comprend l'information sur lui et les autres, de la même manière que les présomptions

scientifiques, relatives à un paradigme donné, guident la recherche et l'interprétation de nouvelles découvertes.

Ce travail se concentre en particulier sur les théories implicites adressant la fixité ou la malléabilité des attributs humains (Dweck, 1995). À partir de l'une ou l'autre perspective, le sujet a la tendance à interpréter différemment la réalité sociale, sa propre expérience de cette réalité et son comportement conséquent. Nous nous référons à une théorie fixiste de l'esprit quand les sujets ont tendance à concevoir des attributs, tel que l'intelligence (Furnham, 2014) ou les compétences mathématiques (Dweck, 2007; Hwang, 2016), comme des caractéristiques fixes ou des traits immuables. D'autre part, les sujets peuvent se représenter ces mêmes attributs comme malléables : ils peuvent croire avoir la possibilité de les changer et de les développer. Nous nous référons à cette interprétation comme à une théorie incrémentielle de l'esprit. Par exemple, avoir une théorie implicite fixiste de l'intelligence veut dire croire que, bien que les individus puissent apprendre des nouvelles choses, leur intelligence en tant que telle restera la même. De l'autre côté, une théorie implicite incrémentielle de l'intelligence considère cet attribut comme le fruit de l'apprentissage et des efforts qui ont été fait par l'individu. Le sujet peut effectivement augmenter son intelligence et ses compétences en général grâce à l'apprentissage et à l'entraînement.

### 1.1.2 Les conséquences des théories implicites sur l'individu

Pour comprendre l'importance de cette conceptualisation et l'ampleur de ses conséquences cognitives et comportementales, nous pouvons détailler ses retombées sur différents aspects.

#### 1.1.2.1 Jugement envers soi-même

De manière générale, comme démontré dans plusieurs études (Henderson, 1990; Hong, 1992; Dupeyrat, 2005; Aditomo 2015), les sujets qui ont une théorie fixiste de l'intelligence ont une tendance accrue à blâmer leur propre compétence intellectuelle quand ils font face à un échec dans l'obtention d'un résultat; tandis que d'autre part, ce n'est pas le cas pour les sujets qui croient à la malléabilité de l'attribut. Ces sujets, porteurs d'une théorie incrémentielle de l'intelligence, auront davantage tendance à faire des inférences et à se concentrer sur les facteurs

qui ont contribué au résultat négatif, plus précisément en termes d'effort et de stratégie. Il est important de noter ici que les sujets ne sont pas différents dans leurs compétences quant à l'identification des facteurs qui ont mené à l'échec. Ce qui fait la différence est la représentation utilisée pour comprendre la cause de l'échec. Les sujets fixistes auront la tendance à attribuer l'échec à un manque de leur intellect, alors que les sujets incrémentiels auront la tendance à l'attribuer à un manque d'effort. Nous pouvons considérer un effet de cette différente conceptualisation de soi en demandant à un échantillon d'étudiants de commenter un scénario hypothétique d'échec académique important, notamment dans leur manière de réagir dans le futur (Zhao, 1994). Les étudiants fixistes ont la tendance à prononcer des jugements négatifs quant à leur intelligence, alors que les étudiants incrémentiels ont la tendance à s'exprimer davantage sur des différentes stratégies à utiliser et la possibilité d'augmenter leurs efforts dans le futur.

Nous pouvons constater une différence importante quand nous prenons en considération la différence dans l'appréciation des objectifs d'une tâche donnée (Dweck, 1988). Les étudiants porteurs d'une théorie fixiste de l'intelligence ont tendance à choisir une tâche de performance, avec la possibilité de gagner un jugement positif sur des connaissances préalables, mais sans pour autant avoir l'occasion d'apprendre. D'autre part, les étudiants incrémentiels ont la tendance à choisir une tâche d'apprentissage qui, bien qu'en ayant le risque potentiel de les mettre en condition de montrer leur ignorance et de déclencher un jugement négatif sur leurs compétences, leur permet de faire face à une opportunité significative d'apprentissage. Nous pouvons considérer l'effet que les théories implicites tendent à induire sur l'attitude que les sujets portent au niveau de leurs approches vis à vis des objectifs d'apprentissages et à leur représentation de l'engagement cognitif nécessaire. Dans une étude plus récente les auteurs ont considéré la situation complexe d'adultes qui retournent à l'école (Dupeyrat, 2005). De manière cohérente avec le modèle de Dweck, les sujets ayant des théories implicites incrémentielles ont tendance à concevoir et engager leurs efforts en vue de la maîtrise de la matière, alors que les sujets ayant des théories implicites fixistes conçoivent leurs stratégies afin d'obtenir une performance avec le moindre effort. Il est important de souligner que ces deux attitudes autour des efforts ont un impact différent sur les résultats d'apprentissage : la perspective incrémentielle vouée à la maîtrise de la matière a un effet positif sur

l'apprentissage et sur les résultats, alors que pour la perspective fixiste, c'est le contraire (Dweck, 1988; Hong, 1994).

D'un point de vue motivationnel, les théories implicites peuvent aussi être utiles pour comprendre la manière dont les sujets réagissent face à un échec. Lorsque nous présentons aux sujets des scénarios hypothétiques d'échec, la théorie implicite présente chez le sujet peut prédire la réaction au niveau des ressentis motivationnels et des mécanismes d'adaptation (Zhao, 1994). Face à un échec, les sujets avec une théorie fixiste de l'intelligence ont davantage tendance à exprimer des réponses qui reflètent des émotions négatives, et qui présentent des mécanismes d'adaptation impuissants tel que la volonté d'éviter la situation. D'autre part, les sujets avec une théorie incrémentielle ont davantage tendance à exprimer un style d'adaptation face à la difficulté en lien avec la maîtrise du sujet, présentant ainsi une motivation accrue à faire face à la difficulté. Plus récemment, Aditomo (2015) a pu démontrer qu'une théorie implicite incrémentielle concernant l'habileté académique augmente la tendance à adopter des styles d'adaptation visant la maîtrise du sujet, qui sont à leur tour un facteur de protection qui peut contrecarrer les sentiments négatifs et la démotivation en ayant comme retombée d'amener à de meilleurs résultats académiques.

### 1.1.2.2 Jugement envers les autres

La conceptualisation de Dweck peut aussi être appliquée au domaine de la perception sociale, à savoir lorsqu'il s'agit de considérer les jugements que les sujets portent sur les autres. De manière générale (Dweck, 1995), les deux facettes des théories implicites ont tendance à guider l'individu de manières différentes. Les sujets ayant une représentation des attributs moraux comme malléable, ont la tendance à se concentrer sur les facteurs spécifiques qui sont susceptibles d'avoir une influence sur la moralité d'un comportement, en jugeant la personne dans un contexte comportemental donné. D'autre part, les sujets ayant une représentation fixiste vont plus facilement juger l'autre de manière globale et non-nuancée. Ces résultats, confirmés par d'autres études (Hong, 1994; Chiu, 1997; Yeager, 2013), montrent clairement que l'adoption de la part du sujet d'une théorie implicite fixiste quant aux attributs moraux a comme effet d'induire le sujet vers un jugement davantage basé sur les traits de l'individu; alors que, d'autre part, la



perspective incrémentielle investit davantage l'attention sur des facteurs médiateurs. Nous pouvons constater que les théories implicites présentent ici un outil apte à comprendre la complexité de la différence entre attribution situationnelle ou dispositionnelle d'un comportement, sujet investigué extensivement par la psychologie sociale dans le cadre des recherches au sujet de l'erreur fondamentale d'attribution (Harman, 1999).

Cette différence de jugement de la moralité des comportements des autres est d'autant plus importante lorsque l'on considère ses retombées sur la manière de réagir à une conduite socialement négative (Chiu, 1997). Les sujets ayant une théorie implicite fixiste de la moralité ont la tendance à penser davantage à la punition adéquate pour le comportement négatif donné, donc dans une perspective de sanction, alors que les sujets ayant un point de vue incrémentiel vont se concentrer davantage sur la rééducation, donc dans une perspective de médiation visant le changement de différents facteurs qui ont contribué à l'expression du comportement négatif chez l'autre.

### 1.1.3 L'importance des théories implicites pour ce travail

Nous avons esquissé une définition ainsi que les effets que les théories implicites ont sur l'individu de manière à montrer qu'avoir une théorie malléable ou fixiste d'un certain attribut peut avoir plusieurs conséquences notables pour le sujet. Il est important de souligner ici que nous ne considérons pas une théorie plus utile et plus correcte que l'autre : chacune a ses coûts et ses bénéfices (Dweck, 1995; Leith, 2014). Une conceptualisation fixiste peut en effet apporter une représentation des choses claire, peu coûteuse et utile à prédire de manière efficace certains comportements. Par contre elle peut aussi mener trop vite l'individu à un jugement global des traits, ne rendant pas compte de la complexité de la réalité, et à des styles d'adaptations inefficaces. D'autre part, une théorie implicite incrémentielle va pouvoir donner à l'individu une représentation plus riche des différents facteurs en jeu, en donnant davantage la possibilité de mettre en place des styles d'adaptation persistants et voués à la maîtrise de la tâche. Cependant, il s'agit d'une représentation plus coûteuse qui remet toujours en question ses conclusions face à une réalité qui est difficile à connaître dans sa totalité.

Nous voulons souligner que, même si certains sujets peuvent avoir une théorie très généralisée qui portent sur tous les attributs (Dweck, 1995), nous pouvons

également relever que chez certains, nous constatons différentes théories pour différents attributs, pour ce qui concerne les compétences verbales et musicales par exemple (Furnham, 2014). Nous pouvons ainsi dire que tout sujet peut bénéficier de la considération des différentes manières qu'il a de se représenter ses attributs.

Les individus peuvent aussi avoir des différentes théories implicites à disposition et les utiliser de manière fluide, en passant d'un cadre interprétatif à l'autre selon les nécessités du contexte. Un sujet peut par exemple utiliser des différentes théories implicites alors qu'il juge le même attribut auprès de deux personnes, une proche à lui, l'autre inconnue (Leith, 2014). Les théories implicites peuvent être mobilisés de manière à donner à l'individu la cohérence et la légitimation dont il a besoin à un moment donné, selon un but contingent, ce qui montre une qualité dynamique et non rigide de la mobilisation du cadre implicite.

Dans ce travail, nous soutenons l'hypothèse selon laquelle le sujet peut gagner des degrés de liberté sur la façon qu'il a de se représenter la réalité et d'engager ses comportements lorsqu'il est conscient du fonctionnement de son propre esprit, suite à une réflexion sur les théories implicites dont il est porteur. Il est en effet de la plus grande importance que de souligner que des sujets ayant les mêmes compétences peuvent différer dans leurs accomplissements, par exemple au niveau des résultats académiques, suite à l'adoption d'une théorie fixiste ou incrémentielle (Chen, 2010), c'est à dire en adhérant sans possibilité de remise en question autodirigée à un préjugé qu'ils portent sur eux-mêmes.

Comme le souligne Dweck (1995) de manière très claire :

*“In conclusion, entity and incremental theories appear to orient their subscribers to see the same world from two different perspectives. As our research has shown, implicit theories consistently predict the different ways in which identical events will be construed and coped with”*

Est-il possible de sensibiliser l'individu à considérer et, le cas échéant, changer la vision qu'il a du monde ? Dans le prochain chapitre, nous allons présenter le concept de métacognition, qui va se révéler crucial à notre réponse à cette question.

## 1.2. Métacognition

Nous allons décrire ici le concept de métacognition, ses différentes facettes, la manière dont elles interagissent d'un point de vue processuel et l'importance que ce concept a pour ce travail.

### 1.2.1 Définition

L'un des attributs qui distingue les êtres humains des autres espèces est la faculté de concevoir et manipuler des représentations mentales par le biais de son esprit. Plus en particulier, une capacité humaine fondamentale consiste à concevoir les autres et soi-même comme sujets porteur d'un esprit. D'une part, l'humain est capable de concevoir les représentations internes des autres individus grâce à la capacité de leurs attribuer des états mentaux. Autrement dit, il peut faire usage d'une théorie de l'esprit (Henry, 2013). D'autre part il peut raisonner sur ses propres états mentaux, grâce à une compétence réflexive qui est propre à son monde mental intérieur. Bien que la recherche nous ait montré une certaine compétence réflexive chez plusieurs animaux (Penn, 2007), pour le moment les êtres humains seuls possèdent une capacité hautement développée qui consiste à observer, analyser et manipuler leurs propres états mentaux (Peña-Ayala, 2014).

Le développement d'une théorie de l'esprit et de la capacité réflexive sont intimement liés sur le plan individuel. Suivant le raisonnement de Papaleontiou-Louca (2003) nous pouvons affirmer que l'interaction sociale recouvre un rôle important dans le développement des fonctions cognitives supérieures du sujet. À partir d'une perspective socioculturelle, Vygotsky (1978), avance que l'individu fait l'expérience des compétences cognitives et sociales avant tout dans son contexte social en une forme d'hétéro-régulation sous l'impulsion de son entourage, qui l'interroge et le guide vers la découverte des lois et des normes qui règlent le monde naturel et social. Au fur et à mesure de son développement, l'individu va ensuite internaliser cette démarche, devenant capable de s'auto-interroger et s'autoréguler. Le sujet devient capable de transposer les pratiques apprises dans l'interaction pour analyser soi-même. C'est ainsi que, pour nous rendre compte de comment l'individu devient capable de connaître ses cognitions et de les réguler activement, la théorie de Vygotsky amène notre attention vers la

verbalisation des états introspectifs du sujet, de la part de l'entourage du sujet. L'intériorisation de ce discours permet le développement de la compétence réflexive, ce qui concorde avec certaines méthodes largement reconnues comme le fait de pouvoir garder un journal de bord de ses propres apprentissages en l'utilisant de manière à développer les compétences réflexives propres à la métacognition (Lai, 2011). Dans des travaux plus récents (Efklides, 2008), nous considérons la théorie de l'esprit, ayant un rôle fondamentale pour le développement de la métacognition, par le biais de l'acquisition des croyances épistémologiques (Bendixen, 2003; Bromme, 2009) que nous allons évoquer dans un chapitre à part entière.

Faisant suite à plusieurs travaux au sujet de la compétence réflexive de l'humain (James, 1890; Hart, 1965; Peña-Ayala, 2014), nous devons à Flavell (1976) la création du terme *métacognition*. Dans son travail initiateur d'une ligne de recherche qui subsiste toujours, il définit la métacognition comme l'examen actif et la régulation conséquente que le sujet peut appliquer sur sa propre cognition. Le processus métacognitif ne diffère pas des autres processus cognitifs, ne serait-ce que de par son objet étant le processus cognitif lui-même. D'autres définitions plus récentes de la métacognition (Lai, 2011) gardent la signification initiale de Flavell (1979) en montrant la stabilité de la conception générale de cette compétence :

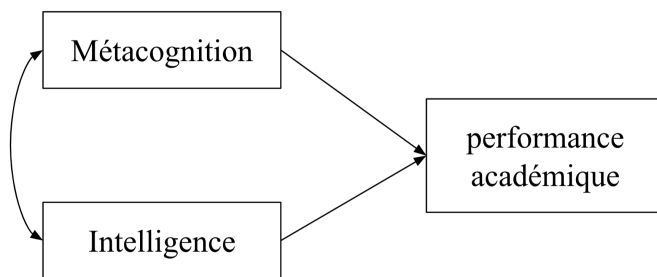
*“Awareness of one's own thinking, awareness of the content of one's conceptions, an active monitoring of one's cognitive process, an attempt to regulate one's cognitive processes in relationship to further learning, and an application of a set of heuristics as an effective device for helping people organize their methods of attack on problems in general”* (Hennessey, 1999);

*“Briefly, metacognition refers to all processes about cognition, such as sensing something about one's own thinking, thinking about one's thinking and responding to one's thinking by monitoring and regulating it.”* (Papaleontiou-Louca, 2003).

Pour prendre un exemple (Kuhn, 2004), la métacognition est ce qui permet à un étudiant qui a appris une stratégie, dans le cadre d'une résolution de problème

spécifique, de la reprendre pour l'utiliser dans le contexte d'une problématique différente. Bendixen (2004), dans son modèle intégré d'épistémologie personnelle, identifie la métacognition comme un processus supérieur de surveillance et de contrôle des autres processus cognitifs. C'est ainsi que, en psychologie cognitive, la métacognition est souvent conceptualisée comme une forme de contrôle exécutif qui engage le monitoring et l'autorégulation. Plus précisément, elle peut être conçue comme composée par un ensemble de capacités générales et non-liées à un domaine spécifique. Ces différentes habiletés sont distinctes de l'intelligence en générale et peuvent en effet compenser un déficit sur ce plan.

Si nous prenons comme exemple la performance académique (Ohtani, 2018), nous pouvons dire que, bien qu'il y ait une corrélation entre les deux, métacognition et intelligence peuvent prédire de manière significative et unidirectionnelle cette performance.



**Fig. 1.** Intelligence et métacognition peuvent prédire de manière significative la performance académique.

Il nous semble important de souligner cette interdépendance pour le but de ce travail. En effet la littérature considère l'intelligence comme un attribut individuel stable dans le temps (Schneider, 2014), alors que, comme nous le montrerons, la compétence métacognitive peut être spécifiquement entraînée (Papaleontiou-Louca, 2003). L'amélioration de la métacognition est donc à tenir en considération lorsque nous avons comme but de pouvoir donner des outils à l'individu pour atteindre ses objectifs. La performance académique n'est de loin pas le seul domaine dans lequel la métacognition est engagée. Si l'on considère que les processus cognitifs entrent en jeu dans tout domaine où nous faisons usage de notre esprit, nous pouvons dire ainsi la même chose de la métacognition. De plus, la métacognition est une compétence qui est construite dans un domaine

spécifique, mais qui peut ensuite être appliquée à d'autres domaines (Flavell, 1985; Papaleontiou-Louca, 2003).

### 1.2.2 La métacognition : un modèle aux multiples facettes

Nous allons à présent nous pencher plus en particulier sur la description d'un modèle général de la métacognition et de son fonctionnement.

À partir de l'analyse de Flavell (1979), nous pouvons d'abord conceptualiser la différence entre la *connaissance métacognitive* et les *expériences métacognitives*. Par la suite Efklides (2002) a spécifié le concept d'*habiletés métacognitives* pour cerner les enjeux de régulation propre à la métacognition. Nous allons maintenant définir ces trois concepts en montrant des schémas utiles à la compréhension des différentes facettes et de leurs interactions.

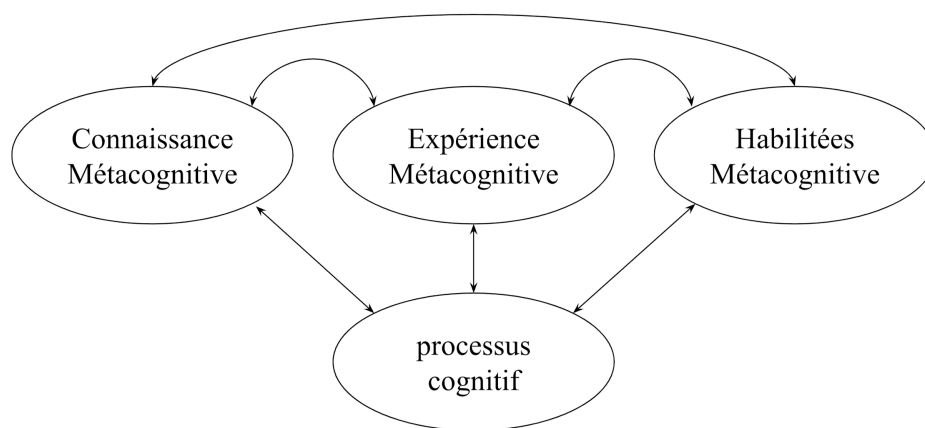
Nous définissons la *connaissance métacognitive* comme étant l'ensemble des connaissances et des croyances dont l'individu est porteur au sujet des facteurs et des variables qui influencent les activités cognitives. Ces informations sont stockées dans la mémoire à long terme du sujet et peuvent être de type déclaratif, donc portant sur un contenu donné ; ou procédurale, donc portant sur une pratique (Papaleontiou-Louca, 2003). Ces facteurs peuvent être compris dans le cadre de trois catégories conceptualisées par Flavell (1979) : *personne*, *tâche* et *stratégie*. La première catégorie, relative à la *personne*, est relative à toute les connaissances et croyances qu'un sujet porte autour de la nature de l'être humain en tant qu'être cognitif. Nous retrouvons ainsi comprises dans cette catégorie la conception que l'individu a des différences interindividuelles et du fonctionnement général de la pensée. Pour prendre quelques exemples, nous pouvons citer la croyance que les compétences mathématiques soient innées ; qu'une personne soit davantage capable pour certains raisonnements logiques, ou que lorsqu'on apprend quelque chose, on a la tendance inévitable de l'oublier au cours du temps.

Concernant la connaissance relative à la *tâche*, nous considérons ici la capacité de l'individu à repérer de quelle manière se montre une information donnée, sa qualité, sa quantité, sa clarté ou obscurité, pour pouvoir en évaluer la richesse et la difficulté. Cette évaluation permet ensuite à l'individu de considérer un type de connaissance *stratégique* définie, qui lui permet de choisir de quelle manière traiter l'information en vue de son objectif particulier.

D'autres chercheurs (Kitchener, 1983; Kuhn, 2000; Bendixen, 2003; Hofer, 2004; Efklides, 2008; Bromme, 2009) ont estimé utile de conceptualiser et de préciser un type de connaissance, comprise dans cette catégorie, portant sur les *croyances épistémologiques* du sujet. Ces croyances ont comme objet la connaissance, soit sa nature, sa validité et les différentes manières pour son acquisition (Hofer, 1997; Efklides, 2008). Nous allons détailler par la suite l'importance des croyances épistémologiques pour ce travail.

L'autre facette relevée par Flavell, dans son article fondateur de la taxonomie propre à la métacognition (1979), porte sur les *expériences métacognitives*. Il s'agit des impressions que la personne peut avoir lorsqu'elle fait face à une tâche donnée ou à des tâches qui impliquent un traitement de l'information. Ce sont les perceptions que la personne a quant aux caractéristiques de la tâche, de l'aisance éprouvée au regard du processus cognitif engagé, et du résultat potentiel de celui-ci (Efklides, 2008). Elles prennent la forme de sentiments et jugements métacognitifs. Ces expériences peuvent être plus ou moins conscientes, susceptibles d'être verbalisées ou non, ainsi que d'une complexité variable qui en influence aussi la durée. Ce qui différencie une expérience métacognitive d'autres impressions ou perceptions du sujet, c'est justement le contenu de l'impression. Elles portent toujours sur des cognitions, très souvent sur des processus en cours. Par exemple: l'impression soudaine qu'un étudiant pourrait voir émerger en son théâtre interne que de pouvoir mener à bien son travail de mémoire, peut être définie comme une expérience métacognitive. D'autres exemples pourraient être: l'impression d'avoir compris quelque chose; l'impression que quelque chose nous est familier; l'impression de maîtrise pour une certaine activité. Ce sont aussi des jugements sur les processus cognitifs de la personne : l'estimation du temps et de l'effort demandé pour une certaine entreprise ; l'estimation de l'exactitude d'une solution. Ce type d'expériences apparaissent souvent dans des situations qui stimulent une intense utilisation des fonctions cognitives de l'individu comme par exemple : lors d'un travail qui demande expressément une concentration importante; dans des situations nouvelles auxquelles l'individu doit s'adapter; lors de la prise de décisions qui présentent des risques. Ces expériences sont aussi liées à l'état de l'individu. Elles sont davantage probables si celui-ci n'est pas surchargé au niveau de sa mémoire de travail et si une dérégulation possible de son état émotionnel n'empêche pas la pensée réflexive. Les effets de l'apparition d'une expérience métacognitives sont très importants au niveau de la suite du processus

sur lequel le sujet est impliqué. Elles peuvent notamment permettre au sujet de se questionner quant au but de son action, en le modifiant le cas échéant, et de changer la stratégie qu'il est en train d'utiliser pour atteindre son but. Lors de cette démarche, un processus cognitif peut ensuite ajouter ou changer une connaissance métacognitive préalable présente dans les représentations de l'individu. En effet, Flavell précise que la connaissance métacognitive et les expériences cognitives peuvent s'influencer mutuellement.



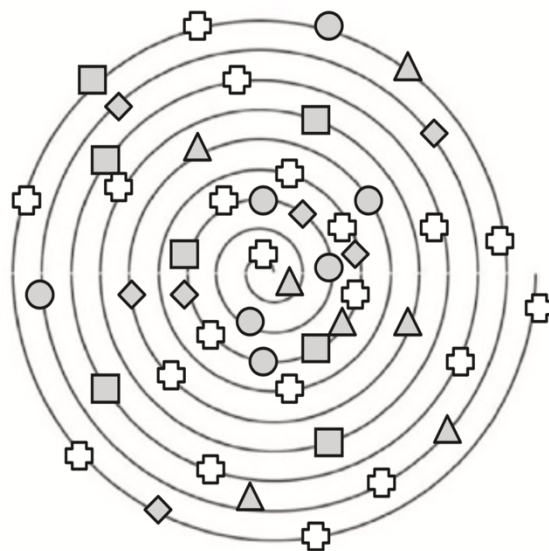
**Fig. 2.** Modèle de surveillance cognitive de Flavell (1981)

Dans ce modèle de surveillance cognitive (Flavell, 1981) nous pouvons voir clairement les liens entre connaissances, expériences et habiletés métacognitives avec le processus cognitif.

La métacognition a une fonction très importante dans le cadre de la régulation des processus cognitifs. Pour rendre compte de cette fonction, nous considérons ici la composante relative à l'*habileté métacognitive* : l'utilisation consciente des stratégies afin de contrôler la cognition (Schraw, 1994; Efklides, 2002; 2008). Il s'agit d'une boucle de rétroaction qui peut mobiliser des compétences cognitives particulières en vue de la résolution d'une tâche donnée. Nous pouvons insérer dans cette sous-dimension les activités de régulation cognitive telles que : la planification des stratégies, le contrôle de l'exécution de l'action planifié et l'évaluation du résultat final. Ces facettes sont en effet celles mesurées dans la partie *régulation de la cognition* de l'*inventaire de la conscience métacognitive* (ICM - Schraw, 1994) que nous avons utilisé pour mesurer les facettes de la métacognition dans le cadre de ce travail.



Les trois processus différents que nous venons de décrire fonctionnent en une synergie très étroite : d'une part la connaissance métacognitive et les expériences métacognitives posent les bases pour la compréhension et la prise de conscience de sa propre activité lors d'un processus cognitif, en permettant à l'individu d'inspecter son fonctionnement. D'autre part, les habiletés métacognitives ont la fonction de réguler ce processus. Nous proposons ici une représentation possible de ces différents processus en action tirée par les travaux de Peña-Ayala (2014). En utilisant la notion du système autopoïétique, c'est à dire d'un système qui est capable de reproduire et se maintenir soi-même. Le chercheur nous montre les différentes étapes, que nous avons décrites, qui constituent et développent la métacognition comme fonction à part entière.



**Fig. 3.** Représentation graphique du processus métacognitif.

Dans cette représentation graphique de la métacognition comme processus cognitif, nous pouvons considérer les différentes facettes que nous avons décrites fonctionnant sur des cycles qui affinent et améliorent cette compétence. Pour faire un exemple, une *connaissance métacognitive* donnée (ici représenté sous forme de cercle gris) peut être mobilisé afin de donner lieu à une fonction cognitive (ici représenté sous forme de croix blanche). Ce fonctionnement peut activer une reconsidération de la régulation possible à appliquer au fonctionnement cognitif par le biais d'une *habileté métacognitive* (ici représentée sous forme d'un carré gris). Cette séquence est susceptible de déclencher une *expérience métacognitive* (ici représentée sous forme d'un losange gris) quant au jugement du traitement de l'information dans le cas particulier en question. Cette prise de conscience peut

enfin être stockée dans la mémoire à long terme du sujet, comme un nouvel élément faisant partie de l'ensemble des *connaissances métacognitives* (cette fois représentée sous forme de triangle gris) disponibles pour le sujet.

### 1.2.3 Mesurer la métacognition

Au vu de la multidimensionnalité du concept de métacognition, nombreuses sont les façons de le mesurer auprès du sujet. Nous pouvons ici les lister brièvement (Efklides, 2008) : questionnaires auto-reportés (Schraw, 1994); mesure d'auto-évaluation pour les expériences métacognitives (Efklides, 2002); protocoles faisant raisonner le sujet à haute voix (Veenman, 1999). Pour les buts de ce travail, nous allons nous concentrer sur la différence entre connaissance des processus cognitifs et expérience régulatrice de ces processus. Après les travaux de Flavell, la suite de la recherche dans ce domaine considère cette distinction comme valable (Brown, 1987; Cross, 1988; Paris, 1990; Schraw, 1995; Schraw, 2006; Whitebread, 2009). Nous allons maintenant détailler ces deux facettes et ses sous-composantes de la manière particulière selon laquelle nous les avons considérées pour la rédaction de ce travail, soit en nous basant sur l'*inventaire de la conscience métacognitive* (ICM - Schraw, 1994), questionnaire que nous avons choisi pour mesurer la conscience métacognitive du sujet.

#### 1.2.3.1 La connaissance métacognitive

Par *connaissance métacognitive* nous entendons la connaissance qu'un individu a de sa propre cognition, de sa force et de sa faiblesse (Flavell, 1979; Efklides 2002; Papaleontiou-Louca, 2003). Cette connaissance inclut aussi les facteurs internes comme externes qui peuvent interagir et affecter la cognition (Lai, 2011). La connaissance métacognitive est donc l'appréciation qu'un individu a de ses propres habilités cognitive, des stratégies requises par des tâches spécifiques de raisonnement et des critères appropriés pour en faire usage (Furnes, 2015).

De manière complémentaire à la distinction de Flavell, nous pouvons détailler les trois sous-composantes de la connaissance métacognitive que nous considérons dans le cadre de l'*inventaire de la conscience métacognitive* (ICM - Schraw, 1994), questionnaire utilisé dans ce travail pour mesurer la conscience métacognitive du sujet. En premier lieu nous considérons une composante liée à

la *connaissance déclarative*, qui comprends en général toutes les connaissances qu'un individu possède sur la nature de la cognition humaine (Lai, 2011). Plus précisément, la connaissance factuelle qu'un individu doit avoir au préalable pour utiliser sa propre pensée critique sur un sujet donné (Schraw, 1994). Un item pour évaluer cette sous composante est ainsi le suivant : "J'arrive bien à juger dans quelle mesure je comprends les informations.". En deuxième lieu nous retrouvons la *connaissance procédurale*, qui fait référence à la capacité de l'individu à comprendre les stratégies requises pour des tâches différentes. Cette sous-composante fait donc référence à la connaissance que l'individu a des stratégies qu'il possède. L'item numéro 27 de l'ICM fait référence à cette sous composante : "Je suis conscient de quelles stratégies d'apprentissage j'utilise quand j'étudie.". Enfin, nous trouvons la notion de *connaissance conditionnelle*, qui fait référence à quand et comment utiliser les stratégies disponibles. Les items 18 : "J'utilise des stratégies d'apprentissage différentes en fonction de la situation" et 35 : "Je sais quand chacune des stratégies d'apprentissage que j'utilise sera la plus efficace" sont ainsi utilisés pour relever cette composante.

### 1.2.3.2 La régulation métacognitive

L'autre facette de la métacognition que nous allons considérer pour les buts de ce travail consiste en la régulation de sa propre cognition, regroupant des activités de *planification*, *surveillance* et *évaluation* (Brown, 1987 ; Cross, 1988; Paris, 1990; Schraw, 1995; Schraw, 2006; Efklides, 2008; Whitebread, 2009; Lai, 2011).

Tout d'abord, nous définissons par *planification* la capacité d'identifier et sélectionner des stratégies appropriées et opter pour une bonne allocation des ressources, qu'elles soient au niveau des connaissances préalables nécessaires (item n. 6 – ICM : "Je réfléchis à ce qu'il faut que j'apprenne avant de commencer une tâche.") ou du temps à disposition (item n. 45 - ICM: "J'organise mon temps afin d'arriver au mieux à atteindre mes objectifs."). Pour ce qui concerne la *surveillance*, nous entendons la capacité à contrôler sa propre compréhension (item n. 34 - ICM: "Je m'arrête automatiquement à intervalles réguliers pour vérifier ma compréhension.") et à intégrer les informations pertinentes (item n. 31 - ICM: "Je crée mes propres exemples pour mieux comprendre le sens des informations."). Enfin, nous considérons l'*évaluation* comme la capacité à apprécier le bon déroulement de son propre fonctionnement (item n. 7 - ICM: "Je

sais quel est mon niveau de performance aussitôt que je termine un examen”) et les manières pour y arriver (item n. 44 - ICM: “Je réévalue mes suppositions quand j’ai du mal à suivre.”).

#### 1.2.4 L’importance de la métacognition pour ce travail

Nous avons considéré jusqu’ici la métacognition comme une faculté fondamentale de la cognition humaine, susceptible d’entrer en jeu dans différents domaines avec plusieurs fonctions. Pour avoir une idée de l’étendue de la recherche sur cette thématique (Peña-Ayala, 2014), nous pouvons considérer toute une série d’études réalisées au niveau des fonctions cognitives spécifiques ou plus générales. Pour les premières, nous pouvons citer comme exemples des études portant sur la lecture (Norris, 2012), la prononciation (Herscovitz, 2012) ou l’écriture (Hacker, 2009). Pour les deuxièmes, des recherches sur les émotions (Efklides, 2006), sur l’autorégulation de l’apprentissage (Carneiro, 2011), sur le contrôle exécutif (Schwartz, 2013), sur le développement de la pensée critique (Ford, 2012), de la théorie de l’esprit (Flavell, 2004; Misailidi, 2010), sur l’incompréhension et l’incertitude (Egré, 2012), sur la charge cognitive (Scott, 2007) et sur la motivation (Maier, 2014).

Pour le but de ce travail, nous allons davantage détailler les liens entre la métacognition et les concepts suivants : la *pensée critique* et la *motivation*.

La *pensée critique* peut être reliée à la métacognition à partir de sa définition et des composantes communes propres aux deux concepts. Par *pensée critique* nous entendons de manière générale (Lai, 2011) la capacité du sujet à analyser des arguments, les utiliser de manière à en déduire des inférences, pour enfin pouvoir juger celles-ci et orienter son processus de prise de décision et de résolution de problème. Alors que Flavell (1979) et Martinez (2006) considèrent la *pensée critique* comme faisant partie intégrante de la métacognition, c’est grâce à Hennessey (1999) que nous pouvons considérer de manière très claires les compétences communes entre métacognition et *pensée critique*: pouvoir considérer les bases de ses propre croyances; pouvoir considérer des point de vue différents et concurrents sur le même objet; considérer les évidences pour ou contre en rapport à ses propres représentations; évaluer la possibilité de généraliser ses propres conceptions.

Pour ce qui concerne la *motivation*, nous la définissons de manière générale comme le facteur qui pousse l’individu vers un certain comportement. De manière

plus spécifique, Gottfried (1990) désigne la motivation académique comme l'ensemble des différents éléments tels que la curiosité qui inspire l'individu, le plaisir que celui-ci tire d'un type d'apprentissage orienté à la maîtrise du sujet; éléments qui résultent de la persistance dans la tâche. Dans le contexte de ce travail, nous considérons la motivation comme les croyances et les attitudes qui influencent l'utilisation des compétences métacognitives (Schraw, 2006). Selon Schraw (2006) la motivation est composée de deux sous-composantes principales: l'auto efficacité, qui décrit la confiance d'un individu sur sa propre habileté de porter à terme une certaine tâche; et les *croyances épistémologiques*, qui représentent les croyances du sujet autour de l'origine et de la nature de la connaissance. Nous pouvons aussi considérer une facette affective de la motivation qui s'inscrit dans le processus métacognitif. En suivant l'exemple d'un étudiant qui soit en train de veiller à sa propre progression et réussite lors d'une tâche donnée, Paris (1990) nous amène à considérer de près les retombées émotionnelles que celui-ci sera en mesure d'éprouver, alors qu'il considère ses propres faiblesses en s'adressant en même temps un jugement de valeur. Nous avons pu éclaircir jusqu'ici d'importants points qui vont nous permettre d'établir un lien entre métacognition et théories implicites, ce qui constituera l'objet du prochain chapitre.

### 1.3. Les liens entre théories implicites et métacognition

Nous allons détailler par la suite les liens que nous pouvons considérer dans la littérature pour comprendre l'interaction entre théories implicites et métacognition.

#### 1.3.1 L'orientation vers le but

Nous avons déjà montré que, selon le modèle de Dweck et les études qui l'ont considéré (Dweck, 1988 ; Dweck, 1995 ; Henderson, 1990; Hong, 1992; Dupeyrat, 2005; Aditomo 2015), nous pouvons relever des différences liées à l'adoption d'une théorie fixiste ou incrémentielle quant à la façon dont les individus approchent une situation d'accomplissement d'une tâche . Selon le modèle de Dweck, les sujets ayant une perspective fixiste ont tendance à adopter un *but de performance*, se concentrant sur le fait de devoir prouver leur habileté et

éviter un jugement négatif sur leurs compétences. La recherche récente (Grant, 2003 ; Bråten, 2005 ; Vrugt, 2008) a aussi mis en évidence une différence possible entre but de performance *d'évitement* et *d'approche* : les résultats qui mettent en évidence cette distinction étant toujours terrain de débat (Grant, 2003 ; Vrugt, 2008), nous avons décidé de ne pas considérer cette sous-catégorisation supplémentaire dans ce travail. D'autre part, les sujets ayant une théorie implicite incrémentielle ont la tendance à adopter un *but de maîtrise*, qui leur permet de se concentrer sur l'amélioration de leur compétence malléable en essayant de maîtriser la tâche. Cette modalité d'orientation a des effets importants alors que l'individu se retrouve face à un échec quant à sa manière d'interpréter et de réagir à la situation (Robinson, 2002). Face à un échec, le sujet ayant une perspective fixiste est susceptible d'avoir une réaction d'impuissance. Ils expriment des jugements négatifs sur eux-mêmes, éprouvent des affects négatifs et vont avoir la tendance à désengager leurs efforts pour éviter de montrer leur manque d'habilité. Dans une étude portant sur l'impact de l'orientation vers le but, Grant, en collaboration avec Dweck (2003), ajoute à ces réactions les notions de perte de motivation intrinsèque et de rumination. En effet, la rumination et la présence d'affects négatifs peuvent impacter la concentration du sujet et la performance dans la tâche cognitive en question. D'autre part, les sujets ayant une perspective incrémentielle réagissent très différemment en adoptant une attitude de maîtrise face à une tâche difficile : ils ont la tendance à augmenter leur effort et à adopter des stratégies cognitives plus efficaces en éprouvant des affects davantage positifs à partir de la croyance que leur habileté peut s'améliorer. Selon Grant (2003), lors d'une réaction de maîtrise de la tâche, nous n'observons pas de perte de motivation intrinsèque mais au contraire, les sujets incrémentiels faisant face à une difficulté vont réagir de manière positive dans une perspective d'apprentissage liée à une augmentation de motivation, d'utilisation de stratégies et de persistance.

Pour les raisons que nous venons d'énumérer, il s'ensuit que l'amorçage d'une théorie implicite fixiste va entraîner l'adoption d'un but de performance. De ce fait, nous nous attendons à observer l'influence de cet amorçage au niveau de la performance dans la tâche prévue pour notre étude, ce qui nous amène à proposer notre première hypothèse au niveau de la manipulation expérimentale, soit un écart entre les sujets ayant reçu un amorçage fixiste et ceux ayant reçu un amorçage incrémentiel au niveau de la performance dans la tâche. Pour étayer davantage cette première hypothèse, nous référons à d'autres études qui ont testé

la manipulation des théories implicites au niveau de la performance dans une tâche cognitive. Dans une étude portant sur l'effet que la manipulation d'une théorie implicite de l'intelligence a sur un test de QI (Cury, 2006), nous pouvons observer, de manière cohérente aux arguments présentés jusqu'ici, une différence significative indiquant une meilleure performance des sujets incrémentiels en rapport aux sujets fixistes, prédite par la manipulation. Alors que l'étude de Cury se base sur une population adolescente normale, le même résultat a aussi été observé lors d'une réplique de cette manipulation sur une population atteinte par un trouble généralisé de l'anxiété (Da Fonseca, 2008).

La métacognition a aussi un rôle à jouer au niveau de l'adoption d'un but de performance ou de maîtrise de la tâche. Des études (Schraw, 1995 ; Ford, 1998 ; Vrugt, 2008) nous montrent en effet que la métacognition est positivement corrélée à une orientation de maîtrise de la tâche et négativement corrélée à une orientation de performance. Nous estimons ici important, pour étendre notre deuxième hypothèse de recherche, de relever les résultats d'une étude de Bråten (2004) quant aux buts d'accomplissements. Dans cette étude nous pouvons en effet observer que la compétence métacognitive du sujet, considérée à partir des croyances épistémologiques qui la composent, est un facteur de prédiction du type d'orientation vers le but. Plus en particulier, la sophistication des croyances épistémologiques est considérée comme un antécédent de l'adoption d'une orientation de maîtrise. De plus, l'étude a considéré la contribution relative des croyances épistémologiques et des théories implicites de l'intelligence quant à l'orientation vers un but de maîtrise ou de performance. Les résultats nous montrent que les croyances épistémologiques peuvent davantage prédire l'orientation vers le but par rapport aux théories implicites de l'intelligence.

Ces observations nous amènent à considérer la possibilité qu'un haut niveau de métacognition puisse davantage entraîner une orientation de maîtrise vers le but, de manière indépendante aux théories implicites de l'intelligence. Ce constat, que nous allons détailler par la suite, nous amène à considérer le rôle modérateur de la métacognition dans le cadre d'un amorçage fixiste au niveau de la performance dans une tâche cognitive donnée, ce qui représente la deuxième hypothèse de ce travail.

### 1.3.2 Les croyances épistémologiques

Nous allons de suite considérer le concept de *croyance épistémologique*, que nous avons déjà eu l'occasion d'évoquer, pour comprendre davantage le lien entre théories implicites et métacognition, sur lequel nous avons essayé d'enquêter dans ce travail

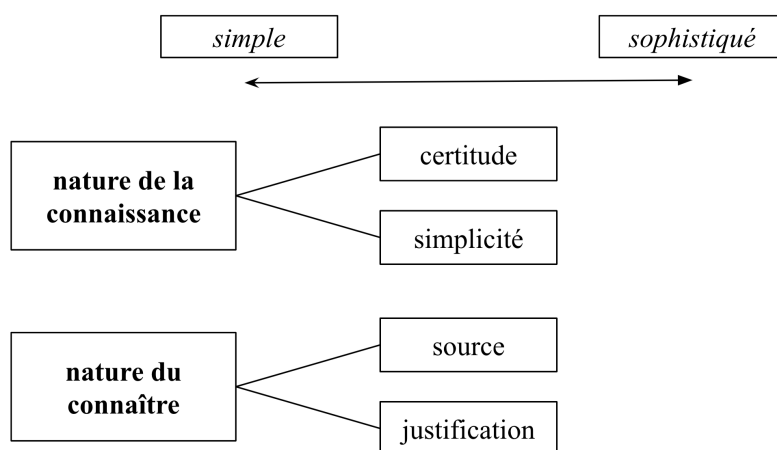
Pour retracer l'origine de ce concept, nous pouvons faire référence à la synthèse de Hofer (1997) qui résume les différentes lignes de recherches qui se sont consacrées à l'épistémologie dans le cadre psychologique. De manière générale, nous pouvons ainsi dire que sous l'étiquette de croyances épistémologiques, nous entendons les croyances qu'un individu porte au sujet de la nature de la connaissance et du processus du connaître. Ces croyances incluent donc des définitions de la connaissance, de comment elle est acquise et évaluée. Hofer (2004) nous propose un exemple pour mieux comprendre ce concept. Imaginons un individu qui vient de recevoir un diagnostic pour une maladie qu'il ne connaît pas ainsi que ses réactions à ce dernier. Sur le plan qui nous concerne pour ce travail, le sujet va-t-il se questionner quant à la fiabilité de la source qui a émis le diagnostic, ou va-t-il chercher davantage d'informations faisant appel à d'autres sources ? Lesquelles ? Alors qu'il trouve des informations qui se contredisent, de quelle manière va-t-il les évaluer ? Selon le critère de l'autorité, ou selon un critère basé sur la mise à l'épreuve des faits ? À quel stade l'individu pourra-t-il se dire qu'il a accumulé un bagage de connaissance assez élevé pour arrêter sa recherche et déclencher des comportements ?

Il nous semble important d'amener cet exemple pour donner une idée du processus concret de construction de connaissance, qui œuvre chez tout un chacun, et pour montrer que de réfléchir à ce qu'est une *épistémologie personnelle* n'est en rien un stérile exercice d'abstraction. Il s'agit au contraire d'un ensemble de processus très communs dans la vie de tous les jours, qui a des retombées très importantes sur les comportements et qui guide notre façon de concevoir le monde tout au long de nos existences.

La structure fondamentale commune et partagée entre les différentes perspectives de recherche (Bendixen, 2003; Hofer, 2004; Schommer, 2004; Bromme, 2009; Chen, 2010) propose une classification entre deux sous-composantes principales des croyances épistémologiques: la *nature de la connaissance* et le *processus du connaître*. Ces deux facettes, cohérentes avec une définition philosophique de



l'épistémologie, sont elles-mêmes composées de deux composantes chacune. Il est ici important de souligner que chacune des quatre sous-composantes est à concevoir sur un continuum qui va d'un point de vue naïf à un point de vue plus sophistiqué de la même facette. Ainsi, la *nature de la connaissance*, c'est à dire la représentation que l'individu a de ce qu'est la connaissance, est composée en premier lieu par la *certitude de la connaissance*. Nous définissons ici la manière de l'individu de se représenter la connaissance comme une vérité fixe et absolue à partir d'une perspective naïve, ou comme assujettie à une évolution faite par des tentatives et erreurs. En deuxième lieu, nous considérons la *simplicité de la connaissance*, c'est à dire le continuum sur lequel le sujet peut se positionner allant d'un point de vue de la connaissance comme un ensemble de faits discrets et définissables, à une conception plus complexe, qui considère la connaissance comme un ensemble de concepts interconnectés et contextuels.



**Fig. 4.** Les différentes croyances épistémologiques, disposées sur un continuum entre simple et sophistiqué, et leur relation avec les facettes de la métacognition selon Hofer (2004).

Pour ce qui concerne le *processus du connaître*, nous considérons en premier lieu une facette qui considère la *source de la connaissance*. Cette facette prend en considération le rapport entre l'individu et une connaissance donnée. Le pôle naïf de cette conception présente une représentation de la connaissance comme quelque chose qui est appris par le sujet à partir d'une source externe ; tandis que, d'un point de vue sophistiqué, le sujet se considère soi-même comme acteur actif de la création de la connaissance et de sa signification. La deuxième facette du processus du connaître est la *justification de la connaissance*, conçue comme la

manière dont l'individu se dispose pour évaluer et produire une connaissance. À partir d'un point de vue naïf qui pose comme base une autorité qui ne doit pas être remise en question, le sujet peut développer une vision plus rationnelle d'enquête et de vérification de la source.

Selon Hofer (2004) les croyances épistémologiques font partie intégrante des processus métacognitifs. Cette vision est soutenue par ce travail et nous donne la possibilité de localiser ces processus dans un cadre cognitif du fonctionnement de l'esprit. Nous sommes ainsi en mesure de concevoir l'épistémologie personnelle comme un ensemble de croyances qui opèrent au niveau métacognitif. Ces sont des processus qui sont mobilisés pour la construction de la connaissance et non seulement pour la résolution de problèmes. Ils se développent dans l'interaction avec l'environnement et sont influencés par le contexte culturel et éducationnel. Ils ont aussi une fonction qui affecte les objectifs et donc la motivation, comme nous l'avons vu dans le cadre de la motivation liée à la métacognition (Schraw, 2006).

Pour étendre sa conception, Hofer (2004) nous propose de relier les facettes de la métacognition que nous avons décrite auparavant aux différentes facettes des croyances épistémologiques que nous venons de décrire. Ainsi, la *connaissance métacognitive* peut inclure les deux facettes propres à la *nature de la connaissance*. D'autre part, le *processus du connaître* est à concevoir dans le cadre de la *régulation métacognitive*.

Dans une procédure expérimentale qui prévoit comme tâche l'écriture d'un bref essai à l'aide d'internet, Hofer (2004) utilise un protocole qui demande au sujet de raisonner à haute voix, typique de la recherche en métacognition (Veenman, 1999). Des interviews sur le processus de la pensée ainsi que des enquêtes démographiques sur les parcours et les intérêts académiques des étudiants ont également été utilisés. Les résultats nous montrent que les étudiants expriment des jugements épistémologiques alors qu'ils sont en train de monitorer de manière métacognitive la nature épistémologique de la tâche qui leur a été donné. Nous pouvons retrouver des évidences quant à chacune des quatre facettes propres aux croyances épistémologiques qui opèrent de manière interactive (Mason, 2008).

Dans le cadre d'une étude sur l'autorégulation de l'apprentissage, Bromme (2009) essaye de nous montrer des pistes pour expliquer comment les croyances épistémologiques peuvent impacter l'apprentissage. Le résultat de sa recherche nous montre qu'avoir une croyance épistémologique donnée impacte la manière

dont le sujet se figure la tâche et donc les standards pour la résoudre, influençant ainsi la mobilisation des processus de régulation métacognitifs et la performance conséquente. Par exemple, un étudiant ayant des croyances sophistiquées, par rapport à un autre dont les croyances épistémologiques sont plus naïves, va concevoir une tâche donnée comme davantage complexe et cette appréhension aura l'effet de mobiliser chez lui davantage les habiletés métacognitives à sa disposition, en préparation à une difficulté perçue de la tâche. Nous reconnaissons ici une caractéristique analogue aux théories implicites de l'esprit (Dweck, 1995), soulignée aussi par Bromme (2009) : deux sujets capables de mettre en place les mêmes compétences, que ça soit par exemple en terme d'intelligence ou de stratégies métacognitives, ne seront pas en mesure de le faire de la même manière s'ils sont porteurs de théories implicites de l'intelligence différentes ou de croyances épistémologiques différentes. Nous pouvons ainsi nous demander dans quelle mesure les croyances épistémologiques et les théories implicites de l'intelligence interagissent au niveau de la performance dans une tâche cognitive donnée. Ceci renforce donc l'intérêt de la deuxième hypothèse de notre travail, selon laquelle un niveau de métacognition élevée pourrait modérer l'effet d'un amorçage fixiste au niveau de la performance d'une tâche donnée.

Nous avons eu moyen de montrer jusqu'ici que les croyances épistémologiques, qu'elles soient conscientes ou non, fonctionnent comme des cadres interprétatifs susceptibles de changer les cognitions du sujet, sa motivation et son investissement en termes de stratégies métacognitives. Cette conceptualisation nous semble très proche de celle généralement acceptée pour les théories implicites.

Cette similarité n'est pas passée inaperçue par les chercheurs, et elle a été conceptualisé par Schommer (1990 ; 2004) de manière explicite. Dans son modèle, la chercheuse prend en considération le thème des croyances épistémologiques sous la forme d'une épistémologie personnelle caractérisée par des multiples dimensions interdépendantes. Elle ajoute en outre des facettes déjà évoquées et considérées comme le cœur central de l'épistémologie personnelle d'un sujet. Deux dimensions supplémentaires considérées périphériques : la croyance autour de la *vitesse d'apprentissage* et l'*habileté de l'apprentissage*. Nous entendons par *vitesse d'apprentissage* la croyance qui se pose sur un continuum entre conception fixiste et incrémentielle, et selon laquelle l'apprentissage se fait soit de manière très rapide, ou soit par le fruit d'une

progression. L'autre dimension, relative à l'*habileté d'apprentissage*, a été inspirée par les travaux de Dweck (Schommer, 1990; Dweck, 1988) au sujet des théories implicites de l'intelligence que nous avons déjà évoqué. Elle se pose sur un continuum qui va d'une conception fixiste de l'apprentissage comme une habileté innée immuable, à une conception incrémentielle qui voit l'apprentissage comme une compétence qui peut être entraînée. Une étude de Bråten (2005) se révèle très intéressante pour comprendre la pluridimensionnalité des croyances épistémologiques. En partant du constat que nous pouvons considérer les croyances épistémologiques comme des théories implicites, l'auteur confronte la contribution spécifique des théories implicites de l'intelligence (Dweck 1988) et des croyances épistémologiques au niveau du pouvoir prédictif sûr la réussite scolaire.

Premièrement, les résultats nous montrent que, pour une conception de la vitesse d'apprentissage "naïve", nous retrouvons une tendance accrue à adopter des stratégies de performance plutôt que de maîtrise. Il est pertinent de noter ici que des études ont montré (Garrett-Ingram, 1997; Kardash, 2000) qu'une conception fixiste de la vitesse d'apprentissage est corrélée négativement avec l'utilisation de compétences métacognitives et d'élaboration stratégique de l'information. Nous voyons ici à quel point les croyances épistémologiques peuvent influencer la mobilisation des ressources métacognitives du sujet, ce qui nous amène à la question de recherche propre à notre travail quant à l'effet de modération de la compétence métacognitive de départ du sujet sur l'amorçage d'une théorie implicite fixiste au niveau de la performance dans une tâche donnée.

### 1.3.2.1 Le développement des croyances épistémologiques

Pour comprendre davantage le lien entre métacognition et théories implicites, nous proposons ici une réflexion quant au développement de ses composantes. Nous avons vu la proximité des concepts de théories implicites et des croyances épistémologiques, mais la question de leur lien reste ouverte. Une hypothèse possible pour l'analyser davantage est celle de concevoir les théories implicites comme les bases naïves sur lesquelles l'individu pose la création de ses croyances épistémologiques. Selon le point de vue de Hofer (1997), les théories implicites, en tant que cadre générale de l'appréhension du monde de la part du sujet, pourraient être des précurseurs développementaux de croyances épistémologiques

plus développées et spécifiques. Ce processus de développement est en cohérence avec la perspective de Dweck (1995). En effet, un point de vue incrémentiel représente le monde comme une réalité dynamique et complexe dans laquelle il n'est pas facile de faire des prévisions, contrairement au point de vue fixiste. Ce manque de certitude perçu dans l'analyse de la réalité peut pousser le sujet à mobiliser davantage de ressources cognitives et métacognitives dans l'effort visant à une vision plus complexe et fine de la réalité, de manière à en tirer des conclusions plus adaptatives pour guider son action. Ce faisant, l'individu porteur d'une théorie naïve incrémentielle va affiner davantage ses croyances épistémologiques qui vont à leur tour avoir un impact sur ses conduites et sur le développement de sa métacognition.

Cette hypothèse développementale est cohérente avec la nature générale du développement de la cognition humaine. Dans son travail Dweck s'est intéressée au développement des théories implicites et elle a pu cerner leur présence, par exemple au sujet de l'intelligence ou de la moralité, auprès d'enfants de 5 ans ou plus (Dweck, 1991; Heyman, 1992). Par contre, même si nous pouvons considérer des évidences de la capacité de l'enfant d'exhiber des compétences non verbales relatives à la connaissance et à la régulation métacognitive lors de la résolution de problème (Whitebread, 2009), l'étude de la métacognition, et donc des croyances épistémologiques qui en sont partie intégrante, doit être faite sur des sujets d'âge plus avancé au vue de la nature plus complexe de cette fonction cognitive. Il est utile de noter ici, d'un point de vue neurobiologique, que la métacognition résulte liée aux fonctions exécutives du sujet, dans le cadre du fonctionnement du réseau du mode par défaut (Fleming, 2010) et qu'elle est corrélée à une activité prépondérante dans l'aire préfrontale du cortex (Schmitz, 2004), cette dernière étant l'ultime partie arrivant à maturation dans le cerveau humain (Carhart-Harris, 2014). Cette hypothèse développementale est aussi cohérente avec le travail de Chen (2010) qui, analysant l'interaction entre une théorie implicite incrémentielle ou fixiste au sujet de la Science et les différentes croyances épistémologiques à son sujet, supporte l'idée que les théories implicites pourraient être des précurseurs des croyances épistémologiques.

Ces observations étalent notre deuxième hypothèse. En effet nous pouvons imaginer que la métacognition aille un rôle à jouer, en tant que compétence cognitive, dans la modération de l'effet de l'adoption d'une théorie implicite fixiste sur la performance au niveau d'une tâche cognitive donnée.

## 2. Question de recherche

À partir du constat de l'importance de la capacité autoréflexive humaine en tant qu'attribut fondateur de la nature même de l'Humain, ainsi que de l'attention que nous sommes censés lui accorder pour sa capacité à rendre l'individu davantage conscient de ses propres conditionnements sociaux, notre travail se donne pour but d'enquêter sur le lien entre métacognition et théories implicites. Plus en particulier, ce travail se propose de comprendre davantage de quelle manière le niveau de métacognition de l'individu interagit avec une théorie implicite incrémentielle ou fixiste dont l'individu dispose au niveau d'un attribut donné. Pour ce faire, nous allons nous demander de quelle manière cette interaction peut être observée pour la résolution d'une tâche qui engage un attribut faisant l'objet d'un amorçage d'une théorie implicite de l'intelligence particulière. Dans quelle mesure un sujet à haut niveau de métacognition est-t-il capable de mobiliser son fonctionnement cognitif dans le cadre posé par l'amorçage d'une théorie implicite fixiste ? Un tel sujet est-t-il capable de se libérer des contraintes conséquentes à la conceptualisation fixiste de l'attribut impliqué au niveau de la tâche à accomplir ? Dans la partie dédiée aux concepts théoriques, nous avons pu montrer que la recherche existante nous pousse en cette direction, donc vers l'idée que la métacognition, étant un processus cognitif supérieur mobilisé lors de la résolution de problème, peut avoir une influence significative, dans le cadre de la performance académique, au niveau de l'appréhension, de la motivation et des stratégies mobilisées pour résoudre une tâche donnée et ce de manière indépendante aux théories implicites de l'intelligence du sujet (Kuhn, 2004 ; Bendixen, 2004 ; Othani, 2018).

Nous avons considéré l'impact indépendant que la métacognition et les théories implicites peuvent avoir sur l'orientation vers un but de performance ou de maîtrise, en observant un pouvoir de prédiction vers l'orientation du but plus élevé pour la métacognition que pour la théorie implicite de l'intelligence du sujet (Bråten, 2004).

Nous avons aussi considéré, dans le cadre des croyances épistémologiques, que les croyances relatives à l'habileté et à la vitesse d'apprentissage, inspirées par les travaux sur les théories implicites, sont considérées périphériques en rapport aux

croyances plus centrales, liées de manière plus directe à la compétence métacognitive du sujet (Schommer, 1990).

Enfin, d'un point de vue développemental, nous avons considéré le fait que la métacognition est une compétence fine et complexe que nous retrouvons complètement développée au niveau de l'individu à un âge avancé (Carhart-Harris, 2014), alors que nous pouvons relever des évidences de la présence des théories implicites déjà auprès de l'enfant (Dweck, 1991; Heyman, 1992).

Prises dans leur ensemble, ces observations nous mènent à proposer un rôle superordonné de la métacognition : si les théories implicites du sujet sont des cadres généraux d'interprétation du monde, la métacognition est en effet une compétence cognitive supérieure liée au système exécutif. Selon ce constat, la métacognition devrait pouvoir jouer un rôle significatif indépendant et, selon notre hypothèse, en contrepois aux effets dus à l'amorçage d'une théorie implicite fixiste sur une tâche cognitive donnée.

## 2.1 Hypothèses de recherche

Pour enquêter sur le lien hypothétique que nous venons de décrire, nous avons déterminé les questions de recherche suivantes :

- 1) Une vision fixiste induite expérimentalement a pour effet de réduire la performance au niveau d'une tâche cognitive donnée.
  
- 2) Un haut niveau de métacognition modère l'effet d'une vision fixiste induite expérimentalement au niveau d'une tâche cognitive donnée.

### **3. Méthodologie**

Dans le débat actuel autour de la validité et la répliquabilité des résultats de la recherche en psychologie, la communauté scientifique se doit de considérer une amélioration de la démarche concernant la méthodologie dont elle fait usage. Dans ce contexte, ce travail se propose d'utiliser la procédure du pré-enregistrement d'une recherche (Van't Veer, 2016) pour décrire l'exacte démarche expérimentale, les choix méthodologiques et d'analyse mis en place pour cette recherche. Nous allons utiliser la modalité du pré-enregistrement non-révisé, qui prévoit la mise à point au préalable du plan complet de la recherche dans le but de détailler les hypothèses, la méthode et les analyses confirmatoires utilisées pour tester nos hypothèses.

Utiliser la démarche du pré-enregistrement est un choix guidé par le contexte historique dans lequel ce travail est rédigé. Au moment de la rédaction de ce travail, la pandémie du Covid-19 se répand dans le monde entier (Huang, 2020), ce qui a posé une limitation majeure quant au recrutement de sujets pour cette étude, qui a dû être interrompu.

Ce travail emploie un design propre à la psychologie expérimentale suivant les étapes suivantes. Un questionnaire sur la conscience métacognitive (Schraw, 1994) est proposé au sujet pour évaluer son niveau de métacognition. Suite à cette évaluation, nous proposons au sujet la lecture d'un faux article de journal qui a la fonction d'amorcer une théorie fixiste ou incrémentale, selon une procédure validée et déjà testée dans la littérature (Dweck, 1995). Ensuite, le sujet doit résoudre une suite de problèmes d'arithmétique modulaire de difficulté croissante, avec dix minutes de temps comme limite. Le design se termine sur trois questionnaires portant sur la crédibilité de l'article d'amorçage, la difficulté de la tâche arithmétique et les données démographiques du sujet.

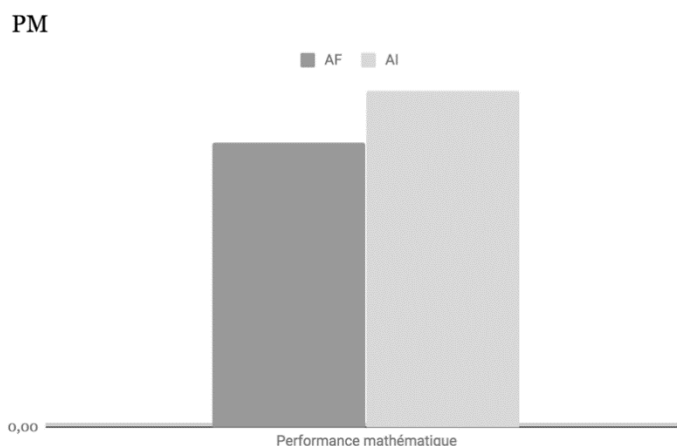


### 3.1 Hypothèses

- 1) Une vision fixiste induite expérimentalement a pour effet de réduire la performance au niveau d'une tâche cognitive donnée.

Dans le cadre de cette hypothèse notre but est d'observer de quelle manière la variable indépendante *type d'amorçage*, incarnée par la manipulation *théorie fixiste* (AF) ou *théorie incrémentielle* (AI), agit au niveau de la performance (PM) dans une tâche de mathématiques.

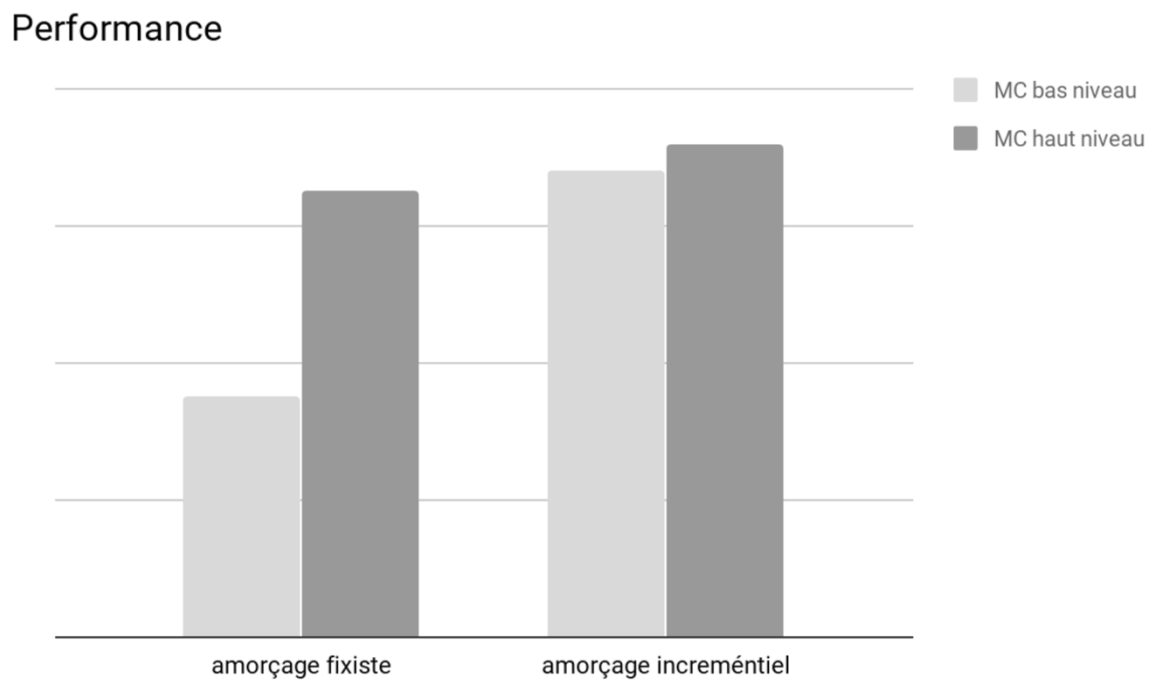
Nous nous attendons à confirmer une hypothèse qui porte sur l'effet simple, amplement documenté dans la recherche (Dweck, 1995), de la manipulation de la théorie implicite concernant les mathématiques du sujet, sur la variable dépendante PM. Plus particulièrement, PM devrait différer dans les deux amorçage de manière significative, en étant en moyenne plus grand pour AI que pour AF.



**Fig. 5.** Notre hypothèse : un amorçage d'une théorie fixiste de l'intelligence devrait impacter sur la performance du sujet dans la tâche mathématique.

- 1) Un haut niveau de métacognition modère l'effet d'une vision fixiste induite expérimentalement au niveau d'une tâche cognitive donnée.

Selon notre deuxième hypothèse, nous nous attendons à voir un effet modérateur de la variable indépendante métacognition (MC) au niveau de l'impact du type d'amorçage sur la performance mathématique (PM). Plus particulièrement, nous nous attendons à observer un effet modérateur plus marqué dans le cas de figure d'un amorçage fixiste par rapport à un amorçage incrémentiel.



**Fig. 6.** Un haut niveau de métacognition peut contrecarrer l'effet de l'amorçage d'une théorie implicite fixiste.

## 3.2 Variables

Dans ce paragraphe nous allons détailler les variables considérées pour ce travail :

- *Métacognition* (MC) : variable indépendante continue; propre à chaque sujet; mesurée en valeur absolue totale selon le score du questionnaire ICM (*Inventaire de la Conscience Métacognitive*), ou sur les deux facettes considérées de *connaissance métacognitive* et *régulation métacognitive*;
- *Type d'amorçage* : considère l'amorçage d'une *théorie implicite fixiste* (AF) ou *incrémentielle* (AI). Il s'agit d'une variable indépendante catégorielle; mesurée en rapport à la présentation de l'un des deux faux articles de journal prévus à cet effet;
- *Performance dans une tâche mathématique* (PM) : variable dépendante continue ; calculée sur la base du score obtenu dans la tâche mathématique présentée, pour la durée de 10 minutes;
- *Genre* (H/F) : variable indépendante catégorielle ; propre à chaque sujet qui se définit comme tel. Dans ce travail nous, considérons seulement les genres *homme* et *femme* pour des raisons de cohérence statistique avec la fréquence de distribution de ces dénominations dans la population normale ;
- *Efficacité de la manipulation expérimentale par le texte d'amorçage* (EA) : variable ordinale; calculée sur la base d'un questionnaire composé de 5 items sur une échelle de Likert à 5 échelons, allant de "pas du tout" à "beaucoup". Le questionnaire considère des questions relatives à l'accord entre théorie implicite présenté dans la manipulation et théorie de départ du sujet;
- Jugement subjectif sur la *difficulté de la tâche arithmétique* (JA) : variable ordinale; calculée sur la base d'un questionnaire composé de 2 items sur une échelle de Likert à 5 échelons, allant de "pas du tout" à "beaucoup".

### 3.3 Outils

Nous allons lister par la suite les outils employés dans le cadre de cette recherche au niveau de la récolte de données et au niveau de chaque variable considérée.

#### 3.3.1 Research Electronic Data Capture (REDCap)

Pour la récolte des données de ce travail, nous avons mis en place un design virtuel à l'aide d'un logiciel utilisé pour la recherche scientifique dans des nombreux domaines (Harris, 2019). Le Research Electronic Data Capture (REDCap) est un logiciel qui nous a permis de mettre en place la collecte de la totalité des données de notre travail sous forme numérique. Le logiciel permet en effet la possibilité d'une passation progressive des outils, en présentiel ou en ligne, sous forme digitale. Nous avons donc recréé les questionnaires utilisés pour ce travail ainsi que la tâche d'épuisement de l'ego. Pour la passation de ce travail, nous utilisons l'application mobile de ce logiciel qui permet la récolte des données et leur stockage sur un serveur dédié. Les données peuvent être ensuite téléchargées sous format .excel, ce qui nous permet d'avoir à disposition les données brutes sans devoir les recoder à partir des questionnaires papier. Le logiciel permet aussi d'avoir une vue d'ensemble de la structure du travail et de son avancement à tout moment, ce qui se révèle très utile notamment dans la démarche de création du projet expérimental. Dans les annexes présentées à la fin de ce document, nous proposons des captures d'écrans qui montrent les différents outils utilisés sous forme numérique.

#### 3.3.2 Métacognition

Afin de mesurer la métacognition, nous avons utilisé l'*Inventaire de la Conscience Métacognitive*. Il s'agit d'un questionnaire élaboré par Schraw (1994) qui considère les deux facettes relatives à la connaissance métacognitive et à la régulation de la cognition. Le questionnaire est composé par 52 items à remplir sur une échelle de Likert qui va de 1 "pas du tout d'accord" à 5 "complètement d'accord". L' $\alpha$  de Cronbach pour ce questionnaire est de 0.86, ce qui indique une excellente consistance interne. La version française de ce questionnaire a été traduite par Christine Farget et Roland Tormey de l'École polytechnique fédérale

de Lausanne. Remplir le questionnaire prend environ 10 minutes. Le questionnaire prévoit la mesure décomposée des deux facettes : l'une relative à la *Connaissance Métacognitive* (17 items) et l'autre relative à la *Régulation Métacognitive* (35 items).

### 3.3.3 Amorçage d'une théorie implicite

Dans ce travail, nous conduisons une induction expérimentale qui consiste à amorcer une théorie implicite ou fixiste auprès du sujet au niveau des compétences mathématiques. Cette procédure, étant bien établie dans la recherche sur les théories implicites (Bergen, 1991; Dweck, 1995), ne prévoit pas la considération d'un groupe contrôle pour vérifier l'effet de l'amorçage. Pour cette induction, nous avons rédigé un faux article de journal en quatre copies qui diffèrent par certains aspects explicitement manipulés selon nos buts. L'article est extrait d'un journal populaire de la ville de Lausanne, le 24 Heures, où une étude est présentée comme datant de quelques semaines avant la passation, comme indiqué dans l'intitulé de l'article. L'article présente la découverte factice de preuves conclusives selon lesquelles l'habileté mathématique serait innée ou acquise. C'est à partir de cette différence conceptuelle que se déploie l'argumentation de l'article. Une suite d'interviews avec des chercheurs nous a permis d'exprimer les deux visions, incrémentielle et fixiste, de manière ample et discursive, en faisant référence au caractère immuable ou susceptible au développement quant aux compétences mathématiques. Pour rendre plus efficace notre amorçage, nous proposons des versions de l'article pensée pour les deux genres, afin de permettre une identification et une reconnaissance plus importante de la part du lecteur. Nous avons donc un total de quatre articles, pour chacune des dimensions croisées incrémentiel-fixiste/homme-femme. Les modifications que nous avons opérées pour genrer les articles portent sur les aspects suivants : image de couverture de l'article ; mise au féminin des pronoms personnels utilisés dans les textes en utilisant "personne" pour l'article à l'adresse de femmes et "sujet" pour l'article à l'adresse des hommes ; mise au féminin des tous les noms propres des chercheurs cités dans l'article. Les articles sont présentés dans les annexes du présent travail. Pour pouvoir contrôler la validité de l'amorçage de manière indirecte, le sujet doit remplir, à la fin de la passation, un questionnaire avec des items portant sur la

cohérence de l'article et sur l'accord entre les arguments présentés et le point de vue préalable du sujet.

### 3.3.4 Performance dans une tâche mathématique

Pour ce travail, nous avons élaboré une série de calculs mathématiques d'arithmétique modulaire. Cette série est composée par 70 opérations de difficulté croissante. Bien que la difficulté de l'exercice soit croissante, la stratégie mathématique nécessaire pour résoudre les problèmes reste la même et comporte des compétences propres à l'alphabétisation et donc acquises, à priori, par chaque participant. Ce dernier doit en effet contrôler le résultat de l'opération proposée, toujours selon le même calcul, qui prévoit une soustraction et une division. Ensuite il doit cocher "oui" si le résultat est un nombre entier et vice-versa. La difficulté croissante est donc seulement liée à l'effet de l'augmentation de magnitude des facteurs à manipuler. Le sujet dispose de 10 minutes pour essayer de résoudre le plus d'items possibles.

Pour pouvoir contrôler la difficulté perçue de manière indirecte, le sujet trouve deux items à la fin de la passation : l'un portant sur la difficulté de la tâche, et l'autre portant sur l'effort perçu dans son accomplissement.

### 3.3.5 Données démographiques

Les *données démographiques* sont récoltées par questionnaire à la fin de la passation. Dans ce questionnaire, le sujet doit expliciter : son âge ; son genre ; la faculté d'appartenance ; l'intervalle horaire dans lequel la passation a eu lieu, ce dernier élément étant inséré afin de vérifier la présence ou absence de potentielles différences dans les variables selon l'heure de la passation.

### 3.3.7 Fiche explicative

À la fin de la passation, lors du débriefing, le participant obtient une fiche explicative, conçue pour donner parallèlement les clés conceptuelles de la recherche à laquelle il vient de participer ainsi que des images utiles pour une compréhension intuitive de ses concepts. Dans une démarche de recherche-action (Lewin, 1947), il est important de pouvoir partager au sujet une nouvelle

représentation de son propre fonctionnement par le même processus de mensuration de cette représentation. Nous estimons aussi l'obligation éthique de rendre l'individu conscient de l'induction expérimentale, surtout au regard de la perspective fixiste. De manière plus générale, Job (2010) souligne l'importance de mettre au courant le sujet sur le fait que ses propres croyances ont des effets sur son autorégulation.

### 3.4 Échantillon et critères d'exclusion

Ce travail prévoit un échantillon issu d'une population estudiantine universitaire, de langue maternelle française. Le recrutement est effectué dans les différents espaces communs de l'Université. La participation est volontaire et non rémunérée. Le recrutement direct s'accompagne d'une description des objectifs de l'étude, de son déroulement et de la durée de passation.

Pour établir le nombre des participants nécessaires, nous pouvons considérer une analyse de puissance de l'effet à priori. Nous acceptons la valeur  $\alpha$  de 5%, qui représente la chance de commettre une erreur du premier type, soit en rejetant l'hypothèse nulle comme valide. Nous acceptons ensuite une valeur  $\beta$  de 20%, généralement établie dans la recherche en psychologie, qui représente la chance de commettre une erreur du deuxième type, c'est à dire d'échouer dans le rejet de l'hypothèse nulle. Ensuite, nous considérons 0,3 comme étant une taille d'effet moyenne, pertinente pour nos observations. Différents logiciels sont à disposition pour calculer l'échantillon. Nous envisageons donc de recruter au moins 200 participants afin d'être en mesure de détecter un effet moyen pour vérifier notre hypothèse.

Les critères d'exclusions pour les données que nous considérons sont les suivants :

- Données manquantes dans un questionnaire compilé ;
- Données montrant des valeurs aberrantes.

### 3.5 Procédure

La procédure mise en place dans cette étude est la suivante. Tout d'abord le setting où la passation a lieu est une salle silencieuse mise à disposition par l'université. Le chercheur présente la recherche, expliquant qu'elle prend place pour un travail de mémoire de master en Psychologie, précisant qu'une explication plus approfondie sera fournie à la fin de l'expérience si elle est souhaitée. Le chercheur fait mention du fait que les données resteront confidentielles. La passation prévoit les outils suivants dans cet ordre : questionnaire de conscience métacognitive (ICM) ; présentation de l'article d'amorçage à lire ; tâche de mathématiques ; questionnaire pour contrôler la validité de l'amorçage de manière indirecte ; questionnaire pour contrôler la difficulté perçue de la tâche mathématique ; questionnaire pour les données démographiques. Chaque outil s'accompagne d'une consigne standardisée exprimée à l'oral et aussi présente sur l'intitulé dans le logiciel. À la fin de la passation, en remerciant le sujet d'avoir participé à l'expérience, nous demandons s'il veut des explications quant à la nature des questionnements qui ont inspiré notre travail. Dans une perspective de recherche-action (Lewin, 1947), nous offrons au sujet, en support à l'explication orale, une fiche qu'il pourra conserver expliquant de manière vulgarisée, à l'aide de mots-clefs, schémas et différentes formes d'art, les concepts de métacognition et des théories implicites.

### 3.6 Analyses

Nous tenons à souligner encore une fois que ce travail est construit sur la base des prérogatives de la procédure du pré-enregistrement d'une recherche (Van't Veer, 2016) pour décrire l'exacte démarche expérimentale, les choix méthodologiques et d'analyse mis en place pour cette dernière. Dans ce cadre, nous allons de suite spécifier le plan des analyses que nous allons effectuer et les résultats que nous prévoyons.



### 3.6.1 Logiciels

Le logiciel SPSS version 24.0 et Excel 2016 seront utilisés pour effectuer l'ensemble des analyses.

### 3.6.2 Description des analyses à effectuer

Tout d'abord, des statistiques descriptives seront calculées afin d'obtenir des informations en termes de genre, d'âge, de faculté d'appartenance et des scores aux questionnaires. Ensuite, nous allons observer la distribution des données à l'aide de graphiques (box plots, histogrammes). Les analyses graphiques vont nous permettre d'observer si l'échantillon est réparti de façon normale et de repérer des valeurs aberrantes.

Ensuite, nous allons procéder à une analyse de régression par le biais d'un modèle linéaire généralisé afin d'évaluer l'effet du type d'amorçage sur la variance du score de performance mathématique. Nous allons effectuer ces analyses sur les valeurs standardisées et centrées des variables indépendantes. La variable du type d'amorçage sera codée en variable muette de la manière suivante : un amorçage fixe est indiqué par la valeur 0 et un amorçage incrémentiel est indiqué par 1. La variable métacognition sera centrée sur la moyenne obtenue pour la totalité de notre échantillon.

Modèle présentant l'effet principal du type d'amorçage sur PM:

$$PM = A + e$$

A : effet d'amorçage

e : terme d'erreur

Ensuite, nous raffinerons ce modèle pour prendre en compte l'interaction de modulation que nous prédisons entre métacognition et type d'amorçage de théorie implicite. Nous insérons donc les variables suivantes : métacognition, type de théorie implicite et performance dans la tâche mathématique comme variable dépendante afin d'étudier l'effet modérateur de la métacognition sur l'association entre type de théorie amorcée et variance du score de la performance mathématique.

Modèle prenant en compte la métacognition :

$$PM = A + MC + A.MC + e$$

MC : effet de la métacognition

A.MC: terme d'interaction

Enfin, en fonction des résultats obtenus en insérant le genre et l'appartenance à une faculté humaine ou scientifique, nous pourrions contrôler pour ces variables au niveau de la variable dépendante, en les insérant en tant que variables muettes au modèle.

Modèle (éventuel) où l'on contrôle pour le genre et la faculté :

$$PM = A + MC + A.MC + S + F + e$$

S : effet de genre

F : effet de l'appartenance à une faculté

### 3.6.3 Description des résultats et traitement des données prévues

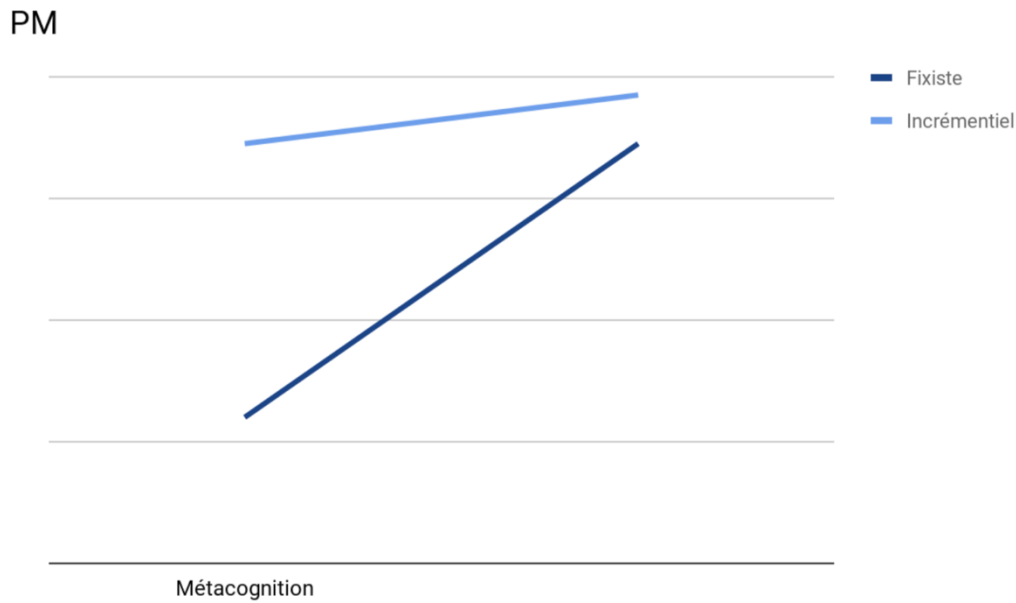
Le travail sur les données devra commencer par une inspection des résiduels de variance de nos variables. Un test d'hétéroscédasticité implémenté à travers SPSS devrait permettre de confirmer que nos données se prêtent à une régression linéaire telle que nous la prévoyons.

Les analyses préliminaires vont nous permettre d'étudier les variables nécessaires à contrôler dans le modèle de régression linéaire. Tout d'abord, nous nous attendons à ne relever aucune association significative entre l'âge et la variable dépendante de notre modèle. Pour ce qui concerne le genre et l'appartenance à une faculté, si une différence significative n'est pas observée, nous n'allons pas contrôler ces variables dans le modèle linéaire généralisé du fait de l'absence d'effet significatif sur la mesure de notre score. Si, d'autre part, un effet significatif est observé pour l'appartenance à un genre ou à une faculté, nous allons en devoir tenir compte dans notre modèle (voir plus haut la modification prévue à cet effet). Nous allons évoquer dans la discussion des arguments qui pourraient expliquer l'observation de cet effet.

Pour tester notre *première hypothèse* nous allons établir un modèle de régression linéaire pour considérer s'il y a une différence significative, au niveau de la variance dans le score de la tâche de mathématiques, entre les sujets ayant reçu l'amorçage d'une théorie implicite fixiste en rapport à ceux qui ont reçu l'amorçage à une théorie implicite incrémentielle. À l'aide d'une régression simple, nous nous attendons à relever un résultat significatif cohérent avec les résultats de la littérature déjà évoqués, avançant des scores plus élevés pour les sujets ayant reçu l'amorçage d'une théorie implicite incrémentielle et vice-versa.

Pour notre *deuxième hypothèse* nous allons tester la métacognition comme modérateur dans la relation entre type de théorie implicite et performance dans la tâche mathématique. Nous allons affiner notre modèle initial de régression linéaire pour prendre compte la variable supplémentaire modératrice de la métacognition (MC) en même temps que les précédentes. Nous allons donc tester si l'interaction entre métacognition et type de théorie implicite est significative au niveau de l'effet sur la performance dans la tâche mathématique. Nous faisons l'hypothèse que ce sera le cas pour la théorie implicite fixiste, et que la métacognition diminuera l'effet de celle-ci sur la performance mathématique. Cet effet devrait

s'observer via la différence de pente des effets : une pente plus prononcée devrait être relevée pour l'amorçage fixiste par rapport à l'amorçage incrémentiel.



**Fig. 7.** Nous pouvons observer un effet marqué d'amélioration du score dans la tâche mathématique (PM – axe y) à partir d'une augmentation du niveau de métacognition (Métacognition – axe x). Nous faisons l'hypothèse que cet effet soit prononcé et significatif seulement en présence d'un amorçage fixiste.

La taille d'effet, dénotée par  $R$ , autrement dit la capacité de notre modèle à expliquer la variance dans nos données, sera calculée et explicitée à chaque étape décrite plus haut, pour rendre compte de l'impact de chaque manipulation.

## 4. Discussion

Dans cette discussion, nous allons traiter des interprétations possibles autour des hypothèses que nous avons fournies. Dans le cadre de ce travail, nous avons été forcé d'arrêter le recrutement des sujets, après 22 passations, en raison des retombées majeures de la pandémie du Covid-19 en cours à l'échelle globale (Huang, 2020). C'est pourquoi nous avons opté pour une méthodologie issue de la démarche du pré-enregistrement. Ceci implique que nous ne pouvons pas montrer de résultats empiriques, faute du manque de participants, et que nous allons par conséquent traiter les différentes issues possibles de cette analyse de manière théorique. Dans la suite de ce chapitre, nous commenterons les limites de ce travail et proposerons une réflexion autour de pourquoi il semble pertinent d'éduquer le grand public sur une pensée métacognitive.

Le but de cette recherche est de montrer le lien existant entre métacognition et théories implicites de l'intelligence. En particulier, nous pouvons considérer les réponses potentielles à la deuxième hypothèse de ce travail selon laquelle un haut niveau de métacognition modère l'effet d'une vision fixiste induite expérimentalement au niveau d'une tâche cognitive donnée. Nous avons élaboré cette hypothèse dans le but de montrer que, si nous pouvons observer l'effet modérateur de la métacognition sur une théorie implicite fixiste, nous pourrions alors en déduire que la métacognition pousse à l'encontre, ou pallie aux effets délétères, d'une vision fixiste des capacités mathématiques, et peut-être de l'intelligence au sens plus large du quotient intellectuel (Cury, 2006). Nous pourrions aussi suggérer que la promotion de théories implicites incrémentales dans les milieux éducatifs ou professionnels se prêterait à de meilleures performances cognitives dans ces domaines (Aronson, 2002).

Par conséquent, il devient pertinent d'extraire de la littérature différents moyens directs de faire changer les théories implicites. Regroupons ceux-ci selon la durée du changement envisagé. Des exemples de stratégies utilisées pour un changement à court terme sont l'amorçage, dont nous avons fait usage dans ce travail, ou alors une manipulation de la motivation du sujet en vue d'un but saillant (Leith, 2014). Les deux peuvent faire changer brièvement la théorie implicite utilisée dans un contexte donné.

Cependant, il convient de traiter des outils amenant un changement plus durable des théories implicites. La littérature offre différentes options d'intervention pour induire un tel changement. Par exemple, une série de séances de formation autour des différentes notions présentes dans le cadre théorique des théories implicites. Yeager (2012), dans un travail en collaboration avec Dweck, démontre qu'un module de formation en trois parties sur la malléabilité des traits de personnalité peut avoir un effet de diminution des conduites agressives d'une population adolescente. Cette formation se décline ainsi :

la première partie a pour but d'éduquer les élèves quant à la neurophysiologie du cerveau humain, au niveau des neurones qui le composent et de leur neuroplasticité qui permet l'apprentissage et le changement (Doïdige, 2007). Ces informations sont utilisées pour permettre aux élèves d'appréhender la nature malléable des attributs humains tels que l'intelligence ou, dans le cas de l'étude en question, la personnalité. Le partage de ces notions scientifiques avec les élèves permet donc aux chercheurs d'influencer la sophistication des croyances épistémologiques que portent les élèves autour de la simplicité de la connaissance, qui n'est donc pas une liste de faits indépendants mais un ensemble d'éléments interconnectés. Nous avons pu montrer dans ce travail que la simplicité de la connaissance est une facette des croyances épistémologiques concernant la nature de celle-ci. Ces croyances font partie de la connaissance métacognitive du sujet, facette que nous mesurons dans notre recherche. Ce que nous voulons souligner ici, c'est qu'une amélioration de la sophistication des croyances épistémologiques peut avoir un effet significatif et positif sur la régulation de l'effet d'une théorie implicite. Nous pouvons donc appréhender la sous-dimension de l'Inventaire de la Conscience Métacognitive relative à la connaissance métacognitive et observer son impact au niveau de la performance dans la tâche expérimentale. Dans le design de notre recherche, cet effet est susceptible d'étayer la présence sous-jacente du processus que nous venons de décrire.

La deuxième partie de la formation donnée aux élèves voit les chercheurs montrer des images de résonance magnétique fonctionnelle en expliquant, avec l'apport de la littérature scientifique, la relation entre les activations des différentes aires du cerveaux et les changements comportementaux du sujet tout en rappelant que la personnalité, qui est expression de ces comportements, n'est pas figée. La présentation de la deuxième partie de la formation de Yeager est donc cohérente avec le processus que nous avons mis en évidence. Nous voulons souligner ici que

le choix d'utiliser un exposé scientifique se prête bien au but de modifier les théories implicites. En effet, il promeut un ancrage empirique dans le questionnement et le raffinement des croyances épistémologiques, notamment celles relatives à la source de la connaissance et à sa justification. Ces croyances faisant partie des compétences métacognitives, notre deuxième hypothèse est susceptible d'étayer l'idée que de les affiner permettrait d'augmenter les scores métacognitifs, et par conséquent limiter l'impact délétère des théories implicites fixiste.

La troisième partie de la formation prévoit un jeu de rôle qui dépeint un conflit visant à mettre en pratique les concepts appris au cours des autres séances. Les étudiants ne sont pas invités à réfléchir à des stratégies pour résoudre la situation. En revanche, ils sont expressément sollicités à poser leur attention sur la manière dont ils jugent la situation, considérant leurs réflexions d'un point de vue incrémental, afin de pouvoir dégager des conduites d'autorégulation. Nous voyons bien ici l'aspect métacognitif de cette tâche : l'acte de concevoir de manière réflexive son propre fonctionnement mental, indépendamment de l'objet de la réflexion, est un clair exemple d'utilisation de compétences métacognitives.

Notons que cette dernière partie de la formation se conclut avec un exercice d'écriture très particulier dans lequel l'individu doit parler d'une expérience négative de rejet vécue pour ensuite donner des pistes afin d'aider un autre étudiant qui aurait vécu la même chose, en faisant donc un exercice de prise de recul sur une perspective à la troisième personne. Nous observons ici une sorte de mentalisation de son propre monde interne, qui nous ramène de manière cohérente à la conceptualisation de la métacognition décrite au long de ce travail. Nous observons aussi que l'écriture réflexive peut être un exercice hautement utile pour permettre au sujet de développer et consolider une vision plus sophistiquée des choses.

En considérant les retombées au niveau de l'augmentation des compétences métacognitives occasionnées par les modules éducatifs utilisés dans cette étude, nous ne voulons pas remettre en question la validité de la formation pour ce qui concerne son but principal, soit sensibiliser les sujets à l'impact des théories implicites, qui est atteint. Cependant, nous soulevons ici le fait que la métacognition fait partie intégrante du processus voué au changement, et sa présence pourrait être prise en considération de manière plus directe et explicite pour espérer des résultats plus efficaces.

Il est intéressant de noter ici que, grâce aux données relatives aux parcours académiques individuels des sujets, Hofer (2004) a pu aussi mettre en évidence le lien entre des études scientifiques et des croyances épistémologiques plus sophistiquées, qui entraînent de meilleures capacités à traiter l'information comme, par exemple, rechercher des sources récentes, commenter davantage sur la nature changeante de la connaissance ou avoir davantage d'attention pour la fiabilité de la source. Ceci nous amène à considérer une différence à posteriori dans le cadre de notre étude, c'est à dire la différence de niveau de métacognition en fonction de l'appartenance de l'étudiant à une faculté considérée humaine, comme les Lettres, ou à une autre, comme les Géosciences, plutôt considérée scientifique. D'autres études ont effectivement retrouvé cette relation entre des croyances épistémologiques plus sophistiquées et une plus grande utilisation de stratégies métacognitives (Bråten, 2005; Cano, 2005; Rozendaal, 2001). Nous souhaitons donc suggérer que l'effet d'appartenance à différentes facultés sur la métacognition fasse l'objet d'investigations future.

Il nous semble important de souligner l'importance de l'éducation scientifique, qui serait davantage capable d'affiner les croyances épistémologiques des sujets et donc leur compétence métacognitive (Bråten, 2005), ce qui s'alignerait avec les possibilités de recherche et d'éducation métacognitive que nous avons décrites plus haut.

En poursuivant la réflexion sur la consolidation du changement des théories implicites auprès du sujet, nous estimons important d'aborder la stabilité et la fiabilité de l'usage des théories implicites comme cadre d'interprétation, et ceci en rapport à la métacognition. Nous avons fait mention de la fluctuation possible qu'un même individu peut expérimenter au niveau de ses conduites lors du changement de théorie implicite dont il fait, souvent inconsciemment, usage (Leith, 2014). Plus en particulier, le sujet peut passer rapidement d'une théorie implicite à l'autre, suite à des contingences contextuelles particulières comme par exemple pour se protéger d'un jugement négatif visant soi ou ses proches dans le but de diminuer sa propre dissonance cognitive et s'aménager ainsi une vision du monde plus confortable (Festinger, 1957). Dans des situations plus spécifiques, les chercheurs ont pu observer que le changement de théorie implicite peut prédire des attitudes aussi complexes et variables que la volonté de passer outre les transgressions d'un candidat politique préféré ou l'estimation des chances de



réhabilitation d'un criminel condamné (Leith, 2014). Ces retombées nous montrent l'importance de ces fluctuations problématiques. C'est pour cela que nous mettons en avant l'utilité de la métacognition comme compétence apte à promouvoir la pensée critique et capable de réguler davantage la vision du monde de l'individu. La métacognition est en effet une faculté que l'individu peut s'approprier et dont il peut faire usage pour pallier aux différences contextuelles qui amorcent des croyances biaisées, comme nous avons essayé de montrer dans notre recherche.

L'individu peut par contre être porteur d'une théorie implicite dominante dans un domaine donné, adoptée au travers d'une suite d'apprentissages et de situations dans lesquelles elle a été sollicitée avec succès à plusieurs reprises (Leith, 2014). Nous voulons considérer ici une réflexion quant à la flexibilité adaptative de l'utilisation de deux perspectives implicites que nous avons analysées tout au long de ce travail. Nous ne considérons pas qu'une théorie soit meilleure que l'autre. En revanche, nous estimons important que l'individu puisse en faire usage de manière souple. Le sujet peut être mis au courant du potentiel dysfonctionnel des deux perspectives (Plaks, 2007) pour avoir la possibilité d'en faire un usage plus adapté selon ses buts. Pour prendre un exemple, Ziegler (2010) a montré que des étudiants ayant un haut niveau de réussite académique ont la tendance à traiter les succès et les échecs de leurs parcours de manière différente : les succès, d'un point de vue fixiste, sont considérés comme permanents, alors que les échecs, d'un point de vue incrémentiel, sont jugés comme sujets au changement. Nous avons aussi relevé dans la littérature (Ohtani, 2018) que la métacognition a un effet positif statistiquement indépendant de celui de l'intelligence sur la performance académique. C'est pourquoi, selon l'hypothèse principale de notre travail, la métacognition a un rôle important à jouer ici : elle permet à l'individu de s'adapter de manière autonome et consciente dans différentes circonstances en lui donnant une marge de flexibilité accrue dans sa capacité de jugement. Les théories implicites sont donc considérées ici comme différentes stratégies dont un individu peut faire libre usage grâce à sa compétence métacognitive.

Les mécanismes qui sont à la base de la fluctuation des deux différentes perspectives demeurent cependant inconnus (Leith, 2014). Toutefois, une hypothèse pour expliquer ce phénomène postule que l'adoption d'une perspective particulière pourrait être liée à des mécanismes de mémoire (Sanitioso, 1990). L'adoption d'une théorie implicite serait donc amorcée par la facilité de rappel

des différents exemples de son utilisation précédente, contenus dans la mémoire à long terme du sujet (Poon, 2006; Unkelbach, 2007). Nous voyons ici un lien cohérent à tisser avec la métacognition, considérée comme un processus (Peña-Ayala, 2014) pouvant disposer d'un ensemble d'expériences et de stratégies à activer.

Nous pouvons aussi recommander que des études futures soient consacrées à l'influence du genre dans ce contexte. Les résultats de l'étude de Bråten que nous avons mentionné (2005), dans le cadre d'un corpus qui va dans la même direction (Anderman, 2002; Church, 2001; Harackiewicz, 2002), nous montrent que le genre est un facteur qui prédit l'orientation vers des stratégies vouées à la maîtrise du sujet, pour les femmes, contre des stratégies de performance pour les hommes. À partir de ce noyau de connaissance, il pourrait être pertinent d'investiguer de manière plus approfondie les effets de genre dans le cadre de notre design expérimental, qui prévoit une population mixte et deux copies du même texte d'amorçage, expressément conçues pour s'adresser aux deux genres.

Si un effet significatif au niveau de la performance est observé en rapport au genre, ceci va pouvoir confirmer un corpus de recherche amplement documenté (Anderman, 2002; Church, 2001; Harackiewicz, 2002) selon lequel les femmes sont davantage orientées vers la maîtrise du sujet.

## 4.1 S'éduquer à la pensée métacognitive

Ce travail souligne à quel point les compétences réflexives que l'être humain peut développer sont nécessaires pour lui permettre d'affiner sa vision du monde, de modifier ses comportements et de prospérer. Ce travail ne peut se conclure sans la mention de quelques éléments, utiles au développement de la compétence métacognitive présente en chacun d'entre nous, et que nous pouvons entraîner.

La recherche s'étant penchée sur cette question (Papaleontiou-Louca, 2003; Mahdavi, 2014) nous montre tout d'abord qu'une approche directe d'entraînement à cette compétence n'est pas fructueuse. Enseigner des techniques formelles et spécifiques de raisonnement, bien que celles-ci soient appropriées et cohérentes, revient en effet à pourvoir l'individu d'informations qui peuvent seulement enrichir sa connaissance métacognitive et la panoplie de stratégies qu'il a à disposition. Par contre, cette acquisition ne peut pas se faire sans considérer l'expérience métacognitive, c'est à dire l'usage concret, autonome et créatif de sa

réflexivité : un savoir vivant. Le sujet doit pouvoir pratiquer cette compétence, en faire une expérience concrète et c'est en cela qu'il peut véritablement intégrer la connaissance métacognitive théorique qu'il aura pu recevoir.

Considérer les nombreuses stratégies (Papaleontiou-Louca, 2003) utiles au développement de la métacognition n'est pas le but de ce travail. Par contre, nous voulons ici nous concentrer sur un outil que nous estimons extrêmement efficace pour ce but développemental, qui est potentiellement à disposition de chacun, à tout moment et en toute situation.

Afin de guider l'individu dans la réalisation de ces expériences, Papaleontiou-Louca (2003) met en évidence un élément clé : l'*introspection*. Comme son nom l'indique, l'introspection consiste en une prise de conscience de son propre état interne. C'est donc la faculté principale à promouvoir pour le développement métacognitif. C'est pourquoi nous voulons souligner l'importance de l'utilisation d'un cahier de bord, autrement dit, d'un journal de la pensée. Ce cahier est un outil grâce auquel l'individu peut réfléchir à sa pensée, prendre des notes sur ses propres processus internes, en considérant les ambiguïtés ou les contradictions de manière critique. Cet exercice est utile pour avoir une conception plus fine et riche de son propre fonctionnement mental et de pouvoir juger celui-ci de manière décentrée. En considérant son propre fonctionnement à la troisième personne, l'individu a la possibilité de mieux se rendre compte des biais et des croyances implicites présentes dans son processus de réflexion, en ayant donc la possibilité de les remettre en question (Rubin, 2003). L'acte de l'écriture, dans le cadre que nous venons de décrire, est un exercice qui engage connaissance et régulation métacognitives de manière éminente (Hacker, 2009). Nous renvoyons le lecteur intéressé à un modèle détaillé qui propose un paradigme de l'écriture comme un exercice de métacognition appliquée, exposé par Hacker (2009). Selon l'auteur:

*“Writing is the production of thought for oneself or others under the direction of one's goal-directed metacognitive monitoring and control, and the translation of that thought into an external symbolic representation.”*

## 4.2 Limites

La première limite de notre étude concerne la non-évaluation de la théorie implicite de l'intelligence de départ des participants. Dans notre design expérimental, nous n'avons pas considéré cet élément car nous assumons a priori la présence de deux perspectives sur la population générale, distribuée de manière normale (Ablard, 1996). Cependant, tester cette information pourrait être utile pour analyser les interactions particulières entre la théorie de départ et celle d'amorçage.

Une autre limite présente dans notre recherche, consiste dans le biais que le questionnaire initial mesurant la métacognition pourrait induire auprès des participants au niveau de leur fonctionnement cognitif. Bromme (2009) a relevé cet effet, qu'il nomme *sensitisation épistémologique*. En effet, en remplissant le questionnaire, le sujet est confronté à la nature des processus métacognitifs. Ceci peut provoquer par la suite une augmentation de leur utilisation à cause de l'augmentation de leur disponibilité dans la mémoire du sujet. Cet effet pourrait être considéré et observé en ajoutant au design expérimental un groupe de contrôle, dont nous mesurerions la métacognition après la passation des autres parties de l'expérience. Ceci va cependant générer d'autres conflits, notamment quant aux effets de l'amorçage et de la tâche d'épuisement de l'ego sur la mesure de la métacognition. Une possibilité, pour surmonter cette difficulté, est de mesurer la métacognition auprès du groupe contrôle, dans un deuxième temps, en leur faisant compléter la passation de l'expérience sans le questionnaire IMC. Cependant, nous émettons l'hypothèse que cet effet de sensitisation épistémologique soit mitigé dans notre design, à cause de la distance entre la variable indépendante, représentée par le score en métacognition, et la variable dépendante de notre étude, soit la performance dans la tâche.

Une autre limite que nous tenons à soulever dans notre design consiste dans la bidirectionnalité de l'interaction entre amorçage et métacognition. Dans notre hypothèse principale, nous considérons l'effet modérateur que la métacognition peut avoir au niveau de la théorie implicite du sujet. Par contre, nous avons considéré à quel point les théories implicites pouvaient avoir un impact au niveau des processus de jugement (Leith, 2014). Nous pouvons donc nous poser la question suivante : de quelle manière une certaine théorie implicite peut-elle avoir un effet sur la compétence métacognitive du sujet ? Pour pouvoir considérer cette

interaction, il serait encore une fois utile de pouvoir mesurer la théorie implicite de départ du sujet.

Nous avons vu l'importance de l'orientation vers le but au niveau de la performance, qui peut être impacté par la métacognition et par les théories implicites. Nous pouvons ainsi considérer une autre limite de cette étude, qui consiste à ne pas observer directement la médiation que l'adoption d'un but de performance ou de maîtrise peut avoir au niveau de la performance dans la tâche donnée. Nous pourrions avoir la possibilité de considérer de manière explicite les variables relatives à l'orientation vers le but, en utilisant dans notre design des questionnaires à cet effet présents dans la littérature (Grant, 2003 ; Darnon, 2009), ce qui pourrait aussi nous permettre d'éclaircir le potentiel effet de genre présent (Anderman, 2002).

Enfin, nous soulignons que notre étude considère une population estudiantine et, de ce fait, n'est pas représentatif de la population générale.

## Conclusion

Le questionnement qui a inspiré ce travail relève d'une croyance que les êtres-humains peuvent gagner en épanouissement, autant en tant qu'individus qu'en tant que groupe, en ayant accès à une information mieux fondée empiriquement pour l'établissement et l'évaluation de leur vision du monde. L'étude du fonctionnement de l'esprit de l'être-humain a, en effet, depuis longtemps révélé l'ampleur des heuristiques, des biais et des théories implicites qui modulent sa démarche. Un accès de plus en plus répandu à la connaissance, dans tous ses domaines, notamment depuis l'invention d'internet (Leiner, 2009), n'a pas pour autant été suivi par une correspondante amélioration des processus décisionnels des individus et de groupes. Nous estimons que l'accès à la connaissance ne résulte pas nécessairement en une amélioration des conduites s'il ne s'adjoit pas d'une éducation qui porte sur la nature de la connaissance, et aux techniques permettant de l'intégrer et d'en faire un usage critique et créatif, celle-ci étant une démarche qui peut mener vers le développement d'un véritable savoir vivant. Nous avons introduit le concept de *croyance épistémologique* pour rendre compte de ces aspects. Ces croyances font partie intégrante du processus métacognitif et nous avons révélé ici un lien conceptuel entre les théories implicites et celles-ci. En s'inscrivant dans cette réflexion, le but de notre travail a été de montrer que la compétence métacognitive du sujet peut lui permettre de monitorer et réguler les théories implicites auxquelles il adhère. Nous avons essayé de montrer qu'être conscient de la présence et du fonctionnement des théories implicites peut permettre à l'individu de pouvoir les appliquer de manière plus flexible, dans une démarche de remise en question critique. Selon notre hypothèse, la métacognition est un élément clé à prendre en compte par les individus souhaitant un changement durable d'attitudes et de vision du monde.

*In fine*, l'objectif de ce travail a été de débiter le développement d'outils pour accompagner tout un chacun souhaitant élaborer, dans sa subjectivité, une croyance épistémologique sophistiquée, flexible et incrémentielle de la réflexivité humaine et de sa place dans la société.

*"De quoi ai-je besoin pour réaliser mon projet philosophique ? À bien réfléchir, je n'ai besoin que de deux choses. La première, qui est de loin la plus importante, c'est de comprendre la nature autant que cela me sera possible. La première condition est donc l'acquisition de cette science que les anciens ont divisé en physique (l'étude de phénomènes visibles) et métaphysique (la compréhension de ses principes invisibles). Il est en effet impossible d'atteindre une quelconque sagesse sans commencer par bien se connaître soi-même, et il est impossible de bien se connaître soi-même sans connaître la totalité de la nature dont nous ne sommes qu'une partie. La deuxième chose dont j'aurais ensuite besoin sera d'établir une société fondée sur la sagesse et dans laquelle le plus grand nombre pourra facilement et sûrement parvenir au bonheur. La seconde condition est donc l'instauration de la justice."*

Le bonheur avec Spinoza - L'éthique reformulée pour notre temps

Bruno Giuliani (2011)

# Bibliographie

- Ablard, K.E., & Mills, C.J. (1996). Implicit theories of intelligence and self-perceptions of academically talented adolescents and children. *Journal of Youth and Adolescence*, 25, 137–148.
- Aditomo, A. (2015). Students' response to academic setback: "Growth mindset" as a buffer against demotivation. *International Journal of Educational Psychology*, 4(2), 198-222.
- Anderman, E. M., Austin, C. C., & Johnson, D. M. (2002). The development of goal orientation. In A. Wigfield & J. S. Eccles (Eds.), *Development of achievement motivation* (pp. 197–220). San Diego, CA: Academic Press
- Aronson, J., Fried, C., & Good, C. (2002). Reducing the Effects of Stereotype Threat on African American College Students by Shaping Theories of Intelligence. *Journal Of Experimental Social Psychology*, 38(2), 113-125.
- Bendixen, L. D., & Hartley, K. (2003). Successful Learning with Hypermedia: The Role of Epistemological Beliefs and Metacognitive Awareness. *Journal of Educational Computing Research*, 28(1), 15–30.
- Bendixen, L. D., & Rule, D. C. (2004). *An Integrative Approach to Personal Epistemology: A Guiding Model. Educational Psychologist*, 39(1), 69–80.
- Bergen, R. (1991). Beliefs about intelligence and achievement-related behaviors. Doctoral dissertation, University of Illinois, Champaign-Urbana.
- Bråten, I., & Strømsø, H. I. (2005). The relationship between epistemological beliefs, implicit theories of intelligence, and self-regulated learning among Norwegian postsecondary students. *British Journal of Educational Psychology*, 75(4), 539–565.
- Brenner, N., & Schmid, C. (2015). Towards a new epistemology of the urban? *City*, 19(2-3), 151–182.
- Bromme, R., Pieschl, S., & Stahl, E. (2009). Epistemological beliefs are standards for adaptive learning: a functional theory about epistemological beliefs and metacognition. *Metacognition and Learning*, 5(1), 7–26.
- Brown, A. L. (1987). Metacognition, executive control, self-regulation, and other even more mysterious mechanisms. In F. E. Weinert & R. H. Kluwe (Eds.), *Metacognition, motivation, and learning* (pp. 60-108). Stuttgart, West Germany: Kuhlhammer
- Cano, F. (2005). Epistemological beliefs and approaches to learning: their change through secondary school and their influence on academic performance. *British Journal of Educational Psychology*, 75, 203–221.
- Carneiro, R., Lefrere, P., Steffens, K., Underwood, J.: *Self-regulated Learning in Technology Enhanced Learning Environments A European Perspective*. Sense Publishers, Rotterdam (2011)
- Carhart-Harris RL, Leech R, Hellyer PJ, et al. (2014) The entropic brain: A theory of conscious states informed by neuroimaging research with psychedelic drugs. *Front Human Neurosci* 8(20): 1–22.
- Chen, J. A., & Pajares, F. (2010). Implicit theories of ability of Grade 6 science students: Relation to epistemological beliefs and academic motivation and achievement in science. *Contemporary Educational Psychology*, 35(1), 75–87.
- Chiu, C.-y., Hong, Y.-y., & Dweck, C. S. (1997). Lay dispositionism and implicit theories of personality. *Journal of Personality and Social Psychology*, 73(1), 19–30.
- Church, M. A., Elliot, A. J., & Gable, S. L. (2001). Perceptions of classroom environment, achievement goals, and achievement outcomes. *Journal of Educational Psychology*, 93, 43–54.
- Cross, D. R. & Paris, S. G. (1988). Developmental and instructional analyses of children's metacognition and reading comprehension. *Journal of Educational Psychology*, 80(2), 131-142.
- Cury, F., Elliot, A. J., Da Fonseca, D., & Moller, A. C. (2006). The social-cognitive model of achievement motivation and the 2 × 2 achievement goal framework. *Journal of Personality and Social Psychology*, 90(4), 666–679.



- Darnon, C., Dompnier, B., Delmas, F., Pulfrey, C., & Butera, F. (2009). Achievement goal promotion at university: Social desirability and social utility of mastery and performance goals. *Journal of Personality and Social Psychology*, 96(1), 119–134.
- Da Fonseca, D., Cury, F., Fakra, E., Rufo, M., Poinso, F., Bounoua, L., & Huguet, P. (2008). Implicit theories of intelligence and IQ test performance in adolescents with Generalized Anxiety Disorder. *Behaviour Research and Therapy*, 46(4).
- Doidge, N. (2007) *The Brain that Changes Itself: Stories of Personal Triumph from the Frontiers of Brain Science*. New York: Viking.
- Dupeyrat, C., & Mariné, C. (2005). Implicit theories of intelligence, goal orientation, cognitive engagement, and achievement: A test of Dweck's model with returning to school adults. *Contemporary Educational Psychology*, 30(1), 43–59.
- Dweck, C. S., & Leggett, E. L. (1988). A social-cognitive approach to motivation and personality. *Psychological Review*, 95, 256- 273.
- Dweck, C. S. (1991). Self-theories and goals: Their role in motivation, personality, and development. In R. Dienstbier (Ed.), *Nebraska Symposium on Motivation: Vol. 38. Perspectives on motivation* (pp. 199-235). Lincoln: University of Nebraska Press.
- Dweck, C., Chiu, C., & Hong, Y. (1995). Implicit Theories and Their Role in Judgments and Reactions: A Word From Two Perspectives. *Psychological Inquiry*, 6(4), 267-285.
- Dweck, C. (2006). *Mindset*. New York: Random House.
- Dweck, C. (2007). Is math a gift? Beliefs that put females at risk. In S. J. Ceci & W. M. Williams (Eds.), *Why aren't more women in science? Top researchers debate the evidence* (pp. 47–55). Washington, DC: APA Press
- Efklides, A. (2002). Feelings as subjective evaluations of cognitive processing: How reliable are they?; *Psychology: The Journal of the Hellenic Psychological Society*, 9, 163–184.
- Efklides, A.: Metacognition and affect: what can metacognitive experiences tell us about the learning process? *Educ. Res. Rev.* 1, 3–14 (2006)
- Efklides, A. (2008). Metacognition. *European Psychologist*, 13(4), 277–287.
- Egré, P., Bonnaï, D.: Metacognitive perspectives on unawareness and uncertainty. In: Beran, M.J., Brandl, J., Perner, J., Proust, J. (eds.) *Foundations of Metacognition*, pp. 322–342. Oxford University Press, Oxford (2012)
- Festinger, L. (1957). A theory of cognitive dissonance. Evanston, 111; Row. Peterson.
- Flavell, J.H.: Metacognitive aspects of problem solving. In: Resnick, L.B. (ed.) *The Nature of Intelligence*, pp. 231–236. Erlbaum, Hillsdale (1976)
- Flavell, J.H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry. *American Psychologist*, 34(10), 906-911.
- Flavell, J.H. (1981) Cognitive Monitoring, in W.P. Dickson (Ed.) *Children's Oral Communication Skills*. New York: Academic Press.
- Flavell, J.H. (1985) *Cognitive Development*. London: Prentice Hall.
- Flavell, J.H.: Theory-of-mind development: retrospect and prospect. *Merrill-Palmer Q.* 50(3), 274–290 (2004)
- Fleming, S. M., Weil, R. S., Nagy, Z., Dolan, R. J., & Rees, G. (2010). Relating Introspective Accuracy to Individual Differences in Brain Structure. *Science*, 329(5998), 1541–1543.
- Ford, C.L., Yore, L.D.: Toward convergence of critical thinking, metacognition, and reflection: Illustrations from natural and social sciences, teacher education, and classroom practice. In: Zohar, A., Dori, Y.J. (eds.)

- Metacognition in Science Education: Trends in Current Research, Contemporary Trends and Issues in Science Education, vol. 40, pp. 251–271. Springer, Heidelberg (2012)
- Foucault, Michel (1997). *Ethics: Subjectivity and Truth*. New York: The New Press. p. 273.
- Furnes, B., & Norman, E. (2015). Metacognition and Reading: Comparing Three Forms of Metacognition in Normally Developing Readers and Readers with Dyslexia. *Dyslexia*, 21(3), 273–284.
- Furnham, A. (2014). Increasing your intelligence: Entity and incremental beliefs about the multiple “intelligences.” *Learning and Individual Differences*, 32, 163–167.
- Garrett-Ingram, C. (1997). Something to believe in: The relationship between epistemological beliefs and study strategies. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, Chicago.
- Gottfried, A. E. (1990). Academic intrinsic motivation in young elementary school children. *Journal of Educational Psychology*, 82(3), 525- 538.
- Grant, H., & Dweck, C. S. (2003). Clarifying Achievement Goals and Their Impact. *Journal of Personality and Social Psychology*, 85(3), 541–553.
- Hacker, D. J., Keener, M. C., & Kircher, J. C. (2009). Writing is applied metacognition. In D. J. Hacker, J. Dunlosky, & A.-C. Graesser (Eds.), *Handbook of metacognition in education* (pp. 154-172). New York: Routledge.
- Harackiewicz, J. M., Barron, K. E., Pintrich, P. R., Elliot, A. J., & Thrash, T. M. (2002). Revision of achievement goal theory: Necessary and illuminating. *Journal of Educational Psychology*, 94, 638–645.
- Harman, G. (1999). Moral philosophy meets social psychology: Virtue, ethics and the fundamental attribution error. *Proceedings of the Aristotelian Society*, 99,315–331.
- Harris, P. A., Taylor, R., Minor, B. L., Elliott, V., Fernandez, M., O’Neal, L., ... Duda, S. N. (2019). *The REDCap Consortium: Building an International Community of Software Platform Partners. Journal of Biomedical Informatics*, 103208.
- Hart, J.T.: Memory and the feeling-of-knowing experience. *J. Educ. Psychol.* 56, 208–216 (1965)
- Henderson, V., & Dweck, C. S. (1990). Motivation and achievement. In S. S. Feldman & G. R. Elliott (Eds.), *At the threshold: The developing adolescent* (pp.308-329). Cambridge, MA: Harvard University Press
- Hennessey, M. G. (1999). Probing the dimensions of metacognition: Implications for conceptual change teaching-learning. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Boston, MA.
- Henry, J. D., Phillips, L. H., Ruffman, T., & Bailey, P. E. (2013). A meta-analytic review of age differences in theory of mind. *Psychology and Aging*, 28(3), 826–839.
- Herek, G. M., Gillis, J. R., & Cogan, J. C. (2009). *Internalized stigma among sexual minority adults: Insights from a social psychological perspective. Journal of Counseling Psychology*, 56(1), 32–43.
- Herbert, F. (1965). Dune; Galaxy publishing corporation
- Herscovitz, O, Kaberman, Z., Saar, L., Dori, Y.J.: The relationship between metacognition and the ability to pose questions in chemical education. In: Zohar, A., Dori, Y.J. (eds.), *Metacognition in Science Education: Trends in Current Research, Contemporary Trends and Issues in Science Education*, vol. 40, pp. 165–195. Springer, Heidelberg (2012)
- Heyman, G., Dweck, C. S., & Cain, K. (1992). Young children's vulnerability to self-blame and helplessness: Relationship to beliefs about goodness. *Child Development*, 63,401-415.
- Hofer, B. K., & Pintrich, P. R. (1997). The development of epistemological theories: Beliefs about knowledge and knowing and their relation to learning. *Review of Educational Research*, 67, 88–140.

- Hofer, B. K. (2004). Epistemological understanding as a metacognitive process: Thinking aloud during online searching. *Educational Psychologist*, 39, 43–55.
- Hogg, M. A., & Terry, D. I. (2000). Social Identity and Self-Categorization Processes in Organizational Contexts. *Academy of Management Review*, 25(1), 121–140.
- Hong, Y., & Dweck, C. S. (1992, June). Implicit theories as predictors of self-inference processes. Paper presented at the annual convention of the American Psychological Society, San Diego.
- Hong, Y. (1994). Predicting trait versus process inferences: The role of implicit theories. Unpublished doctoral dissertation, Columbia University.
- Huang, C., Wang, Y., Li, X., Ren, L., Zhao, J., Hu, Y., ... Cao, B. (2020). *Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. The Lancet.*
- Hwang, N., Reyes, M., & Eccles, J. S. (2016). Who Holds a Fixed Mindset and Whom Does It Harm in Mathematics? *Youth & Society*, 0044118X1667005.
- James, W.: Principles of psychology, vol. 1. Holt, New York (1890)
- Job, V., Dweck, C. S., & Walton, G. M. (2010). Ego Depletion—Is It All in Your Head? *Psychological Science*, 21(11), 1686–1693.
- Kardash, C. M., & Howell, K. L. (2000). Effects of epistemological beliefs and topic-specific beliefs on undergraduates' cognitive and strategic processing of dual-positional text. *Journal of Educational Psychology*, 92, 524–535.
- Kelly, G. (1980). *Theory of Personality*. Norton.
- Kuhn, D. (2000). Metacognitive development. *Current Directions in Psychological Science*, 9(5), 178-181.
- Kuhn, D. & Dean, D. (2004). A bridge between cognitive psychology and educational practice. *Theory into Practice*, 43(4), 268-273.
- Lai, E.R.: Metacognition: a literature review research report. Technical Report. Pearson (2011)
- Leiner, B. M., Cerf, V. G., Clark, D. D., Kahn, R. E., Kleinrock, L., Lynch, D. C., ... Wolff, S. (2009). *A brief history of the internet. ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, 39(5), 22.
- Leith, S. A., Ward, C. L. P., Giacomini, M., Landau, E. S., Ehrlinger, J., & Wilson, A. E. (2014). *Changing theories of change: Strategic shifting in implicit theory endorsement. Journal of Personality and Social Psychology*, 107(4), 597–620.
- Lewin, K. (1947). Frontiers in Group Dynamics. *Human Relations*, 1(2), 143–153.
- Mahdavi, M. (2014). An overview: Metacognition in education. *International Journal of Multidisciplinary and Current Research*, 2, 529–535.
- Maier, J., Richter, T.: Fostering multiple text comprehension: how metacognitive strategies and motivation moderate the text-belief consistency effect. *Metacognition Learn.* 9(1), 51–74 (2014)
- Martinez, M. E. (2006). What is metacognition? *Phi Delta Kappan*, 696-699.
- Mason, L., & Boldrin, A. (2008). Epistemic cognition in the context of information searching on the web. In M. S. Khine (Ed.), *Knowing, knowledge and beliefs: Epistemological studies across diverse cultures* (pp. 377–404). New York, NY: Springer
- Misailidi, P.: Children's metacognition and theory of mind: bridging the gap. In: Efklides, A., Misailidi, P. (eds.) *Trends and Prospects in Metacognition Research*, pp. 279–291. Springer Science, Business Media, New York (2010)
- Neber, H., & Schommer-Aikins, M. (2002). Self-regulated science learning with highly gifted students: The role of cognitive, motivational, epistemological, and environmental variables. *High Ability Studies*, 13, 59–74.

- Norris, S.P., Phillips, L.M.: Reading science: how a naive view of reading hinders so much else. In: Zohar, A., Dori, Y.J. (eds.) *Metacognition in Science Education: Trends in Current Research, Contemporary Trends and Issues in Science Education*, vol. 40, pp. 37–56. Springer, Heidelberg (2012)
- Ohtani, K., Hisasaka, T. Beyond intelligence: a meta-analytic review of the relationship among metacognition, intelligence, and academic performance. *Metacognition Learning* 13, 179–212 (2018).
- Osborne, J. W. (2007). *Linking Stereotype Threat and Anxiety*. *Educational Psychology*, 27(1), 135–154.
- Osgood, J. M. (2017). Effect of ego-depletion typing task on Stroop does not extend to diverse online sample. *Journal of Articles in Support of the Null Hypothesis*, 13, 83-89
- Oswald, D.L., Harvey, R.D. Hostile environments, stereotype threat, and math performance among undergraduate women. *Curr Psychol* 19, 338–356 (2000).
- Papaleontiou-Louca, E. (2003). The concept and instruction of metacognition. *Teacher Development*, 7(1), 9–30.
- Paris, S. G. & Winograd, P. (1990). Promoting metacognition and motivation of exceptional children. *Remedial and Special Education*, 11(6), 7-15.
- Peña-Ayala, A., & Cárdenas, L. (2014). A Conceptual Model of the Metacognitive Activity. *Metacognition: Fundamentals, Applications, and Trends*, 39–72.
- Penn, D. C., & Povinelli, D. J. (2007). On the lack of evidence that non-human animals possess anything remotely resembling a “theory of mind.” *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 362(1480), 731–744.
- Pettigrew, T. F., Christ, O., Wagner, U., Meertens, R. W., van Dick, R., & Zick, A. (2008). *Relative Deprivation and Intergroup Prejudice*. *Journal of Social Issues*, 64(2), 385–401.
- Plaks, J. E., & Stecher, K. (2007). Unexpected improvement, decline, and stasis: A prediction confidence perspective on achievement success and failure. *Journal of Personality and Social Psychology*, 93, 667-684.
- Poon, C. S. K., & Koehler, D. J. (2006). Lay personality knowledge and dispositionist thinking: A knowledge-activation framework. *Journal of Experimental Social Psychology*, 42, 177-191.
- Robins, R. W., & Pals, J. L. (2002). *Implicit Self-Theories in the Academic Domain: Implications for Goal Orientation, Attributions, Affect, and Self-Esteem Change*. *Self and Identity*, 1(4), 313–336.
- Rozendaal, J. S., de Brabander, C. J., & Minnaert, A. E. (2001, September). Boundaries and dimensionality of epistemological beliefs. Paper presented at the biannual conference of the European Association of Research on Learning and Instruction (EARLI), Fribourg, Switzerland.
- Rubin, J. (2003). Diary writing as a process: Simple, useful, powerful. *Guidelines*, 25(2), 10–14.
- Sanitioso, R., Kunda, Z., & Fong, G. T. (1990). Motivated recruitment of autobiographical memories. *Journal of Personality and Social Psychology*, 59, 229-241.
- Schmitz, T. W., Kawahara-Baccus, T. N., & Johnson, S. C. (2004). *Metacognitive evaluation, self-relevance, and the right prefrontal cortex*. *NeuroImage*, 22(2), 941–947.
- Schneider, W., Niklas, F., & Schmiedeler, S. (2014). Intellectual development from early childhood to early adulthood: The impact of early IQ differences on stability and change over time. *Learning and Individual Differences*, 32, 156–162.
- Schommer, M. (1990). *Effects of beliefs about the nature of knowledge on comprehension*. *Journal of Educational Psychology*, 82(3), 498–504.
- Schommer-Aikins, M. (2004). *Explaining the Epistemological Belief System: Introducing the Embedded Systemic Model and Coordinated Research Approach*. *Educational Psychologist*, 39(1), 19–29.

- Schraw, G. & Dennison, R. S. (1994). Assessing metacognitive awareness. *Contemporary Educational Psychology* 19: 460–475.
- Schraw, G. & Moshman, D. (1995). Metacognitive theories. *Educational Psychology Review*, 7(4), 351-371.
- Schraw, G., Crippen, K. J., & Hartley, K. (2006). Promoting self-regulation in science education: Metacognition as part of a broader perspective on learning. *Research in Science Education*, 36, 111-139.
- Schwartz, N.H., Scott, B.M., Holzberger, D.: Metacognition: A closed-loop model of biased competition-evidence from neuroscience, cognition, and instructional research. In: Azevedo, R., Aleven, V. (eds.) *International Handbook of Metacognition and Learning Technologies*. Springer International Handbooks of Education, vol. 26, pp. 79–94. Springer Science, Business Media, New York (2013)
- Scott, B.M., Schwartz, N.H.: Navigational spatial displays: the role of metacognition as cognitive load. *Learn. Instr.* 1(17), 89–105 (2007)
- Searle, J. (2006). Social ontology. *Anthropological Theory*, 6(1), 12-29.
- Steele, C. M., Spencer, S. J., & Aronson, J. (2002). *Contending with group image: The psychology of stereotype and social identity threat*. *Advances in Experimental Social Psychology Volume 34*, 379–440.
- Tarricone, P. (2011). *The taxonomy of metacognition*. NY: Psychology Press
- Tajfel, H. (1974). Social identity and intergroup behaviour. *Social Science Information*, 13(2), 65-93.
- Turner, J. C., Oakes, P. J., Haslam, S. A., & McGarty, C. (1994). *Self and Collective: Cognition and Social Context*. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 20(5), 454–463.
- Tversky, A., & Kahneman, D. (1974). Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases. *Science*, 185(4157), 1124–1131.
- Uleman, J. S., Adil Saribay, S., & Gonzalez, C. M. (2008). Spontaneous Inferences, Implicit Impressions, and Implicit Theories. *Annual Review of Psychology*, 59(1), 329–360.
- Unkelbach, C. (2007). Reversing the truth effect: Learning the interpretation of processing fluency in judgments of truth. *Journal of Experimental Psychology*, 33, 219-230.
- Van't Veer, A. E., & Giner-Sorolla, R. (2016). *Pre-registration in social psychology—A discussion and suggested template*. *Journal of Experimental Social Psychology*, 67, 2–12.
- Veenman, M.V.J., & Elshout, J.J. (1999). Changes in the relation between cognitive and metacognitive skills during the acquisition of expertise. *European Journal of Psychology of Education*, XIV, 509–523.
- Vrugt, A., & Oort, F. J. (2008). Metacognition, achievement goals, study strategies and academic achievement: pathways to achievement. *Metacognition and Learning*, 3(2), 123–1
- Vygotsky, L.S. (1978) *Mind in Society. The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Whitebread, D., Coltman, P., Pasternak, D. P., Sangster, C., Grau, V., Bingham, S., Almeqdad, Q., & Demetriou, D. (2009). The development of two observational tools for assessing metacognition and self-regulated learning in young children. *Metacognition and Learning*, 4(1), 63-85.
- Yeager, D. S., Trzesniewski, K. H., & Dweck, C. S. (2012). *An Implicit Theories of Personality Intervention Reduces Adolescent Aggression in Response to Victimization and Exclusion*. *Child Development*.
- Yeager, D. S., Miu, A. S., Powers, J., & Dweck, C. S. (2013). *Implicit Theories of Personality and Attributions of Hostile Intent: A Meta-Analysis, an Experiment, and a Longitudinal Intervention*. *Child Development*.
- Zhao, W., & Dweck, C. S. (1994). *Implicit theories and vulnerability to depression-like responses*. Unpublished manuscript, Columbia University.

Ziegler, A., & Stoeger, H. (2010). A learning oriented subjective action space as an indicator of giftedness. *Psychological Science Quarterly*, 50, 222-236.

# Annexes

## 1. Liste des outils de mesure (REDCap)

**Implicit theories and Metacognition**

Project Home | Project Setup | Online Designer | Data Dictionary

Create snapshot of instruments | VIDEO: How to use this page

The Online Designer will allow you to make project modifications to fields and data collection instruments very easily using only your web browser. NOTE: While in development status, all field changes will take effect immediately in real time.

Instrument name	Fields	View PDF	Enabled a survey	Instrument actions	Survey-related options
1 - MC	53			Choose action	Survey settings + Automated Invitations
4 - Arithmétique Modulaire	70			Choose action	Survey settings + Automated Invitations
5 - Feedback articles	6			Choose action	Survey settings + Automated Invitations
6 - Feedback Arithmétique Modulaire	4			Choose action	Survey settings + Automated Invitations
0 - demographics	4			Choose action	Survey settings + Automated Invitations

## 2. Questionnaire ICM (REDCap)

**Record ID**

**Vous trouverez ci-dessous des phrases qui peuvent correspondre à la façon dont vous apprenez. Il vous est demandé d'indiquer dans quelle mesure chacune de ces phrases décrit la manière dont vous apprenez. Pour ce faire, il vous est demandé d'utiliser les cinq possibilités proposées (pas du tout d'accord, plutôt pas d'accord, ni d'accord ni pas d'accord, plutôt d'accord, complètement d'accord).**

**Nous vous rappelons que vos réponses sont totalement anonymes et qu'il est très important de répondre ce que vous pensez réellement.**

	pas du tout d'accord	plutôt pas d'accord	ni d'accord ni pas d'accord	plutôt d'accord	complètement d'accord	
Je me demande régulièrement si j'atteins mes objectifs.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	reset
Je réfléchis à plusieurs solutions à un problème avant de répondre.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	reset
J'essaie d'utiliser des stratégies d'apprentissage qui ont déjà fonctionné par le passé.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	reset
Je gère mon temps quand j'étudie afin d'avoir assez de temps.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	reset
Je comprends mes points forts et mes points faibles.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	reset
Je réfléchis à ce qu'il faut que j'apprenne avant de commencer une tâche.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	reset
Je sais quel est mon niveau de performance aussitôt que je termine un examen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	reset

## 2. Tâche d'arithmétique modulaire (REDCap)

Sur cet écran, vous trouverez différents exercices de calcul. Pour chaque exercice, il vous est demandé de répondre vrai si le résultat du calcul est un nombre entier (EX: 3 ; 5 ; 1), et faux si le résultat du calcul n'est pas un nombre entier (ex: une fraction comme 3,2 ; 4,1; 1,7). Chaque exercice doit être résolu en effectuant un calcul pour voir si la réponse est vrai ou fausse. Pour répondre aux exercices, il faut faire un calcul en deux étapes. Par exemple,

ES:  $13 \equiv 3 \pmod{2}$

1 - soustraire le deuxième nombre du premier.

ES:  $13 - 3 = 10$

2 - diviser le résultat obtenu par le nombre entre parenthèse.

ES:  $10 / 2 = 5 \rightarrow$  VRAI car le résultat est un nombre entier

Votre réponse à cet exercice porte sur le résultat final: Il faut répondre VRAI si le résultat final est un nombre entier ou FAUX si le résultat final n'est pas un nombre entier.

Attention, le calcul doit être effectué mentalement sans recourir à une calculatrice ou tout autre aide !

	vrai	faux	
$9 \equiv 3 \pmod{3}$	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	reset
$13 \equiv 3 \pmod{4}$	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	reset
$6 \equiv 3 \pmod{2}$	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	reset
$17 \equiv 5 \pmod{6}$	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	reset
$19 \equiv 2 \pmod{3}$	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	reset
$12 \equiv 6 \pmod{2}$	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	reset

## 3. Questionnaire efficacité du texte d'amorçage,

Voici des questions informative sur l'article du 24heures sur les compétences mathématiques que vous avez lu.

	pas du tout	pas trop	moyen	assez	beaucoup	
Est-ce que vous avez trouvé l'article incohérent?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	reset
Est-ce vous avez trouvé l'article crédible?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	reset
Est-ce que vous êtes en accord avec l'article?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	reset
Est-ce que l'article confirme ce que vous pensiez auparavant sur le sujet?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	reset
Est-ce que l'article vous semble utile pour des décisions au regard de votre carrière professionnelle?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	reset
Est-ce que les femmes sont plus nombreuses que les hommes sur le total de la population considérée dans l'étude?		<input type="radio"/> oui	<input type="radio"/> non	<input type="radio"/> je ne sais pas		reset



4. Questionnaire difficulté de la tâche de mathématique (REDCap)

Voici des questions informative sur les tâches que vous avez faites.					
	<b>pas du tout</b>	<b>pas trop</b>	<b>moyen</b>	<b>assez</b>	<b>beaucoup</b>
Est-ce que vous avez trouvé la tâche de calcul difficile?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
					<a href="#">reset</a>
Quel effort vous a pris la tâche de calcul?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
					<a href="#">reset</a>

5. Questionnaire données démographiques (REDCap)

Quel est votre âge?	<input type="text"/>
Vous êtes ...	<input type="text"/>
Faculté	<input type="text"/>
C'est quel moment de la journée?	<input type="text"/>

## 6. Texte amorçage: homme x fixiste

Login Abonnements E-paper

► Le Matin Dimanche ► Femina ► Bilan

Mardi 14 janvier 2020 | Dernière mise à jour 11:04 ► Petites annonces ► Immo

**24heures**

SIGNÉ LAUSANNE



Vaud&Régions Suisse Monde Économie Sports Savoirs Culture High-Tech People Vivre Auto Plus

JOJ 2020 Lausanne & Région Riviera-Chablais Nord vaudois-Broye La Côte Signé Lausanne L'actu en dessins Images Clic-clac Faits divers

# L'habileté mathématique: fruit de la génétique

JANVIER 14, 2020



Depuis de nombreuses années le débat ne cesse pas de s'enflammer sur la question "est-ce que les compétences mathématiques sont innées ou acquises?". Savoir dans quelle mesure nous sommes aptes à résoudre des problèmes arithmétiques pourrait se révéler crucial dans le choix d'orientation professionnelle.

Les chercheurs ont à maintes reprises tenté de trouver une réponse à cette question. Un article sorti ce vendredi dans *Nature* pose finalement un verdict clair: l'habileté mathématique est le fruit de la génétique. "C'est une démonstration qu'on attendait depuis longtemps, nous sommes vraiment ravis d'en avoir enfin la preuve scientifique." constate M. Charles G. Packer, Professeur Émérite et chercheur de la faculté de Pédagogie de Harvard.

Pour que cette recherche se démarque des précédentes et pose finalement un cadre de référence en la matière, les chercheurs ont dû réfléchir et mettre en place une toute nouvelle méthode d'enquête. "Pour autant que ça puisse paraître élémentaire, les recherches menées jusqu'à aujourd'hui" explique M. Packer "ont toujours négligé un aspect fondamental qui entre en jeu lors de l'expression de ses propres compétences mathématiques: le cerveau."

C'est, en effet, grâce à des nouvelles technologies d'analyse de l'activité du cerveau et de modification en temps réel de l'activation de ses aires fonctionnelles, que cette recherche a pu répondre de manière intégrative et claire à la question. C'est à l'aide de la SMT (Stimulation Magnétique Transcrânienne) que les chercheurs ont pu stimuler les aires cérébrales impliquées lors de la résolution d'un problème mathématique sur plus de 700 personnes qui se sont portées volontaires pour l'étude.

"Nous avons pu, pour la première fois dans l'histoire, aller vraiment chercher au coeur de l'enjeu" ajoute Michael Garnier, directeur de la Faculté de Neurosciences de Harvard, "en considérant le fonctionnement du cerveau humain, on a pu finalement confirmer une partie invariante des compétences mathématiques qui provient du fonctionnement des différentes aires corticales. Les résultats sont claires: être fort en mathématiques dépend en grande partie de certaines activations du cerveau qui diffèrent d'une personne à une autre."

L'étude pose ainsi les bases pour la suite de la recherche qui consistera à analyser le mécanisme en profondeur et à comprendre à quel point la génétique est impliquée dans la formation d'un cerveau "matheux": un lien possible à explorer serait le trait de personnalité lié à la conscienciosité, qu'on sait dériver du tempérament, c'est à dire de la base génétique innée dont chaque sujet est porteur.

Que représente cette nouvelle recherche en pratique? «Nous avons investi 21 millions de sterlines sur dix ans, dont 6 ces deux dernières années», relève Andrew Hartburk, chercheur en Psychologie Sociale, qui montre par là que l'établissement universitaire est en train de valoriser ces résultats. L'Université de Harvard s'attend ainsi à voir fleurir une nouvelle approche interdisciplinaire portée sur l'étude des compétences mathématiques basées sur la génétique du cerveau: trouver finalement la source des compétences mathématiques, ainsi que de l'intelligence en générale, au niveau biologique.

Est-ce qu'en Suisse la situation pourrait être différente? Nous l'avons demandé aux chercheurs auteurs de l'article: «Les statistiques ont été tirées sur un échantillon qui considère plus de 700 personnes, 40% femmes et 60% hommes, provenant de plusieurs pays différents où l'on a pu conduire notre recherche, Suisse comprise. Le résultat est clair, la provenance de la population ne change en rien le constat: bien plus que l'apprentissage, les compétences en mathématiques ont une origine génétique innée en chacun et chacune d'entre nous.»

## 7. Texte amorçage: homme x incrémentiel

Login Abonnements E-paper

► Le Matin Dimanche ► Femina ► Bilan

Mardi 14 janvier 2020 | Dernière mise à jour 11:04 ► Petites annonces ► Immo

# 24heures

SIGNÉ LAUSANE



Vaud&Régions Suisse Monde Économie Sports Savoirs Culture High-Tech People Vivre Auto Plus

JOJ 2020 Lausanne & Région Riviera-Chablais Nord vaudois-Broye La Côte Signé Lausanne L'actu en dessins

Images Clic-clac Faits divers

## L'habileté mathématique: fruit de l'apprentissage

JANVIER 14, 2020



Depuis de nombreuses années le débat ne cesse pas de s'enflammer sur la question "est-ce que les compétences mathématiques sont innées ou acquises?". Savoir dans quelle mesure nous sommes aptes à résoudre des problèmes arithmétiques pourrait se révéler crucial dans le choix d'orientation professionnelle.

Les chercheurs ont à maintes reprises essayé de trouver une réponse à cette question. Un article sorti ce vendredi dans *Nature* pose finalement un verdict clair: l'habileté mathématique est le fruit de l'apprentissage. "C'est une démonstration qu'on attendait depuis longtemps, nous sommes vraiment ravis d'en avoir enfin la preuve scientifique." constate M. Charles G. Packer, Professeur Émérite et chercheur de la faculté de Pédagogie de Harvard.

Pour que cette recherche se démarque des précédentes et pose finalement un cadre de référence en la matière, les chercheurs ont dû réfléchir et mettre en place une toute nouvelle méthode d'enquête. "Pour autant que ça puisse paraître élémentaire, les recherches menées jusqu'à aujourd'hui" explique M. Packer "ont toujours négligé un aspect fondamental qui entre en jeu lors de l'expression de ses propres compétences mathématiques: le cerveau."

C'est, en effet, grâce à des nouvelles technologies d'analyse de l'activité du cerveau et de modification en temps réel de l'activation de ses aires fonctionnelles, que cette recherche a pu répondre de manière intégrative et claire à la question. C'est à l'aide de la SMT (Stimulation Magnétique Transcrânienne) que les chercheurs ont pu stimuler les aires cérébrales impliquées lors de la résolution d'un problème mathématique sur plus de 700 personnes qui se sont portées volontaires pour l'étude.

"Nous avons pu, pour la première fois dans l'histoire, aller vraiment chercher au cœur de l'enjeu" ajoute Michael Garnier, directeur de la Faculté de Neurosciences de Harvard, "en considérant le fonctionnement du cerveau humain, on a pu finalement confirmer une partie invariante des compétences mathématiques qui provient du fonctionnement des différentes aires corticales. Les résultats sont claires: être fort en mathématiques ne dépend en aucun cas des activations du cerveau qui sont en grande partie les mêmes d'une personne à une autre."

L'étude pose ainsi les bases pour la suite de la recherche qui consistera à analyser le mécanisme en profondeur et à comprendre à quel point l'apprentissage est impliqué dans la formation d'un cerveau "matheux": un lien possible à explorer serait le trait de personnalité lié à la conscienciosité, qu'on sait dériver du contexte sociale, c'est à dire du parcours de formation et de socialisation dont chaque sujet est porteur.

Que représente cette nouvelle recherche en pratique? «Nous avons investi 21 millions de sterlines sur dix ans, dont 6 ces deux dernières années», relève Andrew Hartburk, chercheur en Psychologie Sociale, qui montre par là que l'établissement universitaire est entrain de valoriser ces résultats. L' Université de Harvard s'attend ainsi à voir fleurir une nouvelle approche interdisciplinaire portée sur l'étude des compétences mathématiques basées sur la socialisation et l'apprentissage: trouver finalement la source des compétences mathématiques, ainsi que de l'intelligence en générale, au niveau du contexte social.

Est-ce qu'en Suisse la situation pourrait être différente? Nous l'avons demandé aux chercheuses autrices de l'article: «Les statistiques ont été tirées sur un échantillon qui considère plus de 700 personnes, 40% femmes et 60% hommes, provenant de plusieurs pays différents où l'on a pu conduire notre recherche, Suisse comprise. Le résultat est clair, la provenance de la population ne change en rien le constat: bien plus que l'apprentissage, les compétences en mathématiques ont une origine apprise acquise par chacun et chacune d'entre nous.»



## 8. Texte amorçage: femme x fixiste

# L'habileté mathématique: fruit de la génétique

JANVIER 14, 2020



Depuis de nombreuses années le débat ne cesse pas de s'enflammer sur la question "est-ce que les compétences mathématiques sont innées ou acquises?". Savoir dans quelle mesure nous sommes aptes à résoudre des problèmes arithmétiques pourrait se révéler crucial dans le choix d'orientation professionnelle.

Les chercheurs ont à maintes reprises tenté de trouver une réponse à cette question. Un article sorti ce vendredi dans *Nature* pose finalement un verdict clair: l'habileté mathématique est le fruit de la génétique. "C'est une démonstration qu'on attendait depuis longtemps, nous sommes vraiment ravis d'en avoir enfin la preuve scientifique." constate Mme Caroline G. Packer, Professeure Émérite et chercheuse de la faculté de Pédagogie de Harvard.

Pour que cette recherche se démarque des précédentes et pose finalement un cadre de référence en la matière, les chercheurs ont dû réfléchir et mettre en place une toute nouvelle méthode d'enquête. "Pour autant que ça puisse paraître élémentaire, les recherches menées jusqu'à aujourd'hui" explique Mme Packer "ont toujours négligé un aspect fondamental qui entre en jeu lors de l'expression de ses propres compétences mathématiques: le cerveau."

C'est, en effet, grâce à des nouvelles technologies d'analyse de l'activité du cerveau et de modification en temps réel de l'activation de ses aires fonctionnelles, que cette recherche a pu répondre de manière intégrative et claire à la question. C'est à l'aide de la SMT (Stimulation Magnétique Transcrânienne) que les chercheurs ont pu stimuler les aires cérébrales impliquées lors de la résolution d'un problème mathématique sur plus de 700 personnes qui se sont portées volontaires pour l'étude.

"Nous avons pu, pour la première fois dans l'histoire, aller vraiment chercher au coeur de l'enjeu" ajoute Michèle Garnier, directrice de la Faculté de Neurosciences de Harvard, "en considérant le fonctionnement du cerveau humain, on a pu finalement confirmer une partie invariante des compétences mathématiques qui provient du fonctionnement des différentes aires corticales. Les résultats sont claires: être fort en mathématiques dépend en grande partie de certaines activations du cerveau qui diffèrent d'une personne à une autre."

L'étude pose ainsi les bases pour la suite de la recherche qui consistera à analyser le mécanisme en profondeur et à comprendre à quel point la génétique est impliquée dans la formation d'un cerveau "matheux": un lien possible à explorer serait le trait de personnalité lié à la conscienciosité, qu'on sait dériver du tempérament, c'est à dire de la base génétique innée dont chaque personne est porteuse.

Que représente cette nouvelle recherche en pratique? «Nous avons investi 21 millions de sterlines sur dix ans, dont 6 ces deux dernières années», relève Anais Hartburk, chercheuse en Psychologie Sociale, qui montre par là que l'établissement universitaire est en train de valoriser ces résultats. L'Université de Harvard s'attend ainsi à voir fleurir une nouvelle approche interdisciplinaire portée sur l'étude des compétences mathématiques basées sur la génétique du cerveau: trouver finalement la source des compétences mathématiques, ainsi que de l'intelligence en générale, au niveau biologique.

Est-ce qu'en Suisse la situation pourrait être différente? Nous l'avons demandé aux chercheuses autrices de l'article: «Les statistiques ont été tirées sur un échantillon qui considère plus de 700 personnes, 60% femmes et 40% hommes, provenant de plusieurs pays différents où l'on a pu conduire notre recherche, Suisse comprise. Le résultat est clair, la provenance de la population ne change en rien le constat: bien plus que l'apprentissage, les compétences en mathématiques ont une origine génétique innée en chacun et chacune d'entre nous.»

## 9. Texte amorçage: femme x incrémentiel

# L'habileté mathématique: fruit de l'apprentissage

JANVIER 14, 2020



Depuis de nombreuses années le débat ne cesse pas de s'enflammer sur la question "est-ce que les compétences mathématiques sont innées ou acquises?". Savoir dans quelle mesure nous sommes aptes à résoudre des problèmes arithmétiques pourrait se révéler crucial dans le choix d'orientation professionnelle.

Les chercheurs ont à maintes reprises essayé de trouver une réponse à cette question. Un article sorti ce vendredi dans *Nature* pose finalement un verdict clair: l'habileté mathématique est le fruit de l'apprentissage. "C'est une démonstration qu'on attendait depuis longtemps, nous sommes vraiment ravis d'en avoir enfin la preuve scientifique." constate Mme Caroline G. Packer, Professeure Émérite et chercheuse de la faculté de Pédagogie de Harvard.



Pour que cette recherche se démarque des précédentes et pose finalement un cadre de référence en la matière, les chercheurs ont dû réfléchir et mettre en place une toute nouvelle méthode d'enquête. "Pour autant que ça puisse paraître élémentaire, les recherches menées jusqu'à aujourd'hui" explique Mme Packer "ont toujours négligé un aspect fondamental qui entre en jeu lors de l'expression de ses propres compétences mathématiques: le cerveau."

C'est, en effet, grâce à des nouvelles technologies d'analyse de l'activité du cerveau et de modification en temps réel de l'activation de ses aires fonctionnelles, que cette recherche a pu répondre de manière intégrative et claire à la question. C'est à l'aide de la SMT (Stimulation Magnétique Transcrânienne) que les chercheurs ont pu stimuler les aires cérébrales impliquées lors de la résolution d'un problème mathématique sur plus de 700 personnes qui se sont portées volontaires pour l'étude.

"Nous avons pu, pour la première fois dans l'histoire, aller vraiment chercher au coeur de l'enjeu" ajoute Michëlle Garnier, directrice de la Faculté de Neurosciences de Harvard, "en considérant le fonctionnement du cerveau humain, on a pu finalement confirmer une partie invariante des compétences mathématiques qui provient du fonctionnement des différentes aires corticales. Les résultats sont claires: être fort en mathématiques ne dépend en aucun cas des activations du cerveau qui sont en grand partie les mêmes d'une personne à une autre."

L'étude pose ainsi les bases pour la suite de la recherche qui consistera à analyser le mécanisme en profondeur et à comprendre à quel point l'apprentissage est impliqué dans la formation d'un cerveau "matheux": un lien possible à explorer serait le trait de personnalité lié à la conscienciosité, qu'on sait dériver du contexte sociale, c'est à dire du parcours de formation et de socialisation dont chaque personne est porteuse.

Que représente cette nouvelle recherche en pratique? «Nous avons investi 21 millions de sterlines sur dix ans, dont 6 ces deux dernières années», relève Anais Hartburk, chercheuse en Psychologie Sociale, qui montre par là que l'établissement universitaire est en train de valoriser ces résultats. L'Université de Harvard s'attend ainsi à voir fleurir une nouvelle approche interdisciplinaire portée sur l'étude des compétences mathématiques basées sur la socialisation et l'apprentissage: trouver finalement la source des compétences mathématiques, ainsi que de l'intelligence en générale, au niveau du contexte social.

Est-ce qu'en Suisse la situation pourrait être différente? Nous l'avons demandé aux chercheuses autrices de l'article: «Les statistiques ont été tirées sur un échantillon qui considère plus de 700 personnes, 60% femmes et 40% hommes, provenant de plusieurs pays différents où l'on a pu conduire notre recherche, Suisse comprise. Le résultat est clair, la provenance de la population ne change en rien le constat: bien plus que l'apprentissage, les compétences en mathématiques ont une origine apprise acquise par chacun et chacune d'entre nous.»

# 10. Fiche explicative pour les participants

## → Implicit Theories

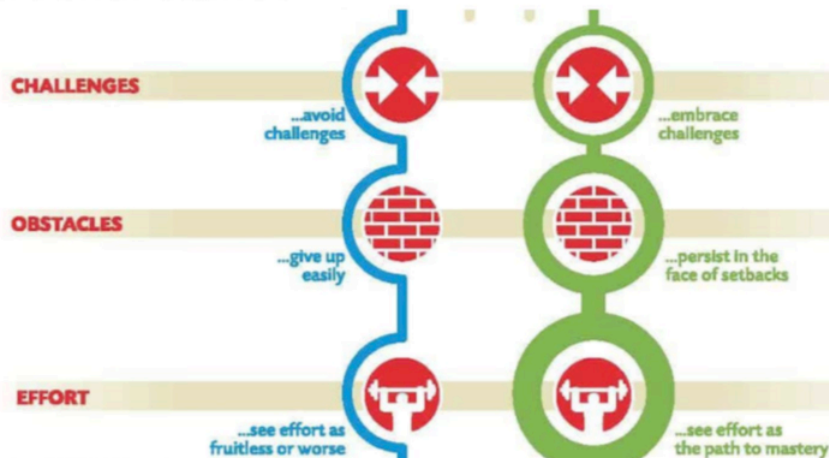


**FIXIST MINDSET**



**GROWTH MINDSET**

### Personal stance



As a result, they may plateau early and achieve less than their full potential.  
All this confirms a **deterministic view of the world.**

As a result, they reach ever-higher levels of achievement.  
All this gives them a **greater sense of free will.**



→ **Metacognition**



Escher - Hand with reflecting sphere (1935)



Ernst Mach - Inner Perspective

What about  
**Metacognition** then?

- prefix “**meta**” (greek): **beyond**  
→ “*I know that I don't know*”

the ability we have to:

- **understand how our mind works**
- **considering ourselves on a third person point of view**



**Take home message** →

utilise ton **autoconscience** pour te défaire des préjugées que tu as sur toi même et développe ton **potentiel!**

Queen - Innuendo

Tu veux en savoir plus? [federico.seragnoli@unil.ch](mailto:federico.seragnoli@unil.ch)

## Remerciements

Je souhaite tout d'abord exprimer ma gratitude à toutes les personnes qui m'ont aidée, d'une façon ou d'une autre, à réaliser ce mémoire.

Je voudrais dans un premier temps remercier mon Directeur de Mémoire, Monsieur Benoît Dompnier, pour ses précieux conseils, sa disponibilité, sa bienveillance et pour m'avoir guidée dans mon travail.

Un grand merci à Monsieur Wojciech Świątkowski, qui a accepté de tenir le rôle d'expert interne.

Merci également à Monsieur Ueli Kramer pour sa précieuse collaboration qui m'a permis d'utiliser le logiciel RedCap dans le cadre de cette recherche.

Pour finir, je voudrais exprimer ma reconnaissance envers mes proches et mes amis, qui m'ont apporté un soutien inestimable tout au long de ce travail.