

## Proposition de communication individuelle

### Titre :

Les capacités cognitives des étudiants des filières de sciences naturelles et leur maîtrise des prérequis en math-physique à l'entrée à l'université.

### Auteurs :

Massart\*, Xavier, IRDENa, Université de Namur, Namur, Belgique,  
[xavier.massart@unamur.be](mailto:xavier.massart@unamur.be)

Vanhoolandt\*, Cédric, IRDENa, Université de Namur, Namur, Belgique,  
et Institut Villebon-Georges Charpak, Université Paris-Saclay, Orsay, France,  
[cedric.vanhoolandt@unamur.be](mailto:cedric.vanhoolandt@unamur.be)

\* Ces deux auteurs ont contribué à parts égales dans la réalisation de ce travail et doivent être considérés comme co-premiers auteurs

Dhyne, Miguël, IRDENa, Université de Namur, Namur, Belgique,  
et Haute École de la Province de Namur, Namur, Belgique,  
[miguel.dhyne@unamur.be](mailto:miguel.dhyne@unamur.be)

Plumat, Jim, IRDENa, Université de Namur, Namur, Belgique,  
et Université Catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, Belgique,  
[jim.plumat@unamur.be](mailto:jim.plumat@unamur.be)

Romainville, Marc, IRDENa, Université de Namur, Namur, Belgique,  
[marc.romainville@unamur.be](mailto:marc.romainville@unamur.be)

### Mots-clés :

Prérequis, capacités cognitives, pensée formelle, transition secondaire-supérieur

### Type de texte soumis (au choix)

- Texte court (500 mots, hors références)
- Texte long (2000 mots, hors références)

### Type de communication

- Présentation d'une recherche
- Présentation d'un dispositif
- Retour d'expérience sur une initiative

### Présentation

Depuis de nombreuses décennies, l'échec dans l'enseignement supérieur, et en première année d'étude en particulier, interpelle par son ampleur (Romainville et Michaut, 2012). Comme facteurs

explicatifs, on peut notamment relever des variables socio-économiques ainsi que d'autres, liées aux performances antérieures des étudiants voire à leur projet personnel. Parmi ces facteurs, la relation avec le niveau de maîtrise des connaissances et des compétences à l'entrée à l'université est significative (Vieillevoye et al., 2012).

Dans les filières des sciences naturelles, un diagnostic est parfois réalisé sur des prérequis disciplinaires (p.ex. test de positionnement) voire sur des compétences plus analytiques (p.ex. compréhension de texte). Or, des compétences plus élémentaires devraient également être mobilisées par les étudiants (p.ex. les probabilités ou les proportionnalités dites simples), bien que certaines s'avèrent régulièrement non maîtrisées (Vanhoolandt et al., sous presse). Ces dernières sont directement liées au niveau de développement cognitif des étudiants. Or, même si les récentes recherches dans le domaine de la psychologie du développement cognitif indiquent que ce modèle n'est pas le seul possible (Houdé, 2017), il semble que ce soit à partir du stade des opérations formelles, théoriquement atteint par les apprenants entre 12 et 14 ans (Piaget et Inhelder, 1966), qu'un individu devrait être capable de raisonner de façon abstraite.

Ce cadre théorique invite à s'interroger sur la possible relation entre le niveau de maîtrise de prérequis disciplinaires et le niveau de développement de capacités cognitives communément présumé atteint à l'entame d'une formation dans l'enseignement supérieur.

Pour cette recherche, un test de prérequis en mathématiques et physique ainsi qu'un test évaluant le niveau de développement cognitif ont été administrés à 455 étudiants de première année universitaire inscrits dans des programmes de sciences naturelles à l'Université de Namur (Belgique francophone). La passation de ces tests s'est déroulée à la rentrée universitaire (septembre 2023) dans le cadre du dispositif « Passeports pour le bac » sur une base volontaire et dans un format en ligne.

Concernant le test de prérequis en mathématiques et physique, les étudiants étaient invités à passer soit une version dite « de base », soit une version dite « avancée », selon leur filière d'études. Le test mesurant le niveau de développement cognitif était commun à l'ensemble des filières.

Les résultats des étudiants montrent qu'une majorité d'entre eux n'aurait pas atteint le stade des opérations formelles. En outre, une analyse de variance (ANOVA) sur les scores aux prérequis montre notamment un effet principal statistiquement significatif du facteur stade du développement cognitif, qui peut être considéré comme fort [ $F(1, 256) = 32.25$  ;  $p < 0.001$  ;  $\eta^2 = 0.11$ ].

La présente communication traite d'une analyse descriptive des résultats aux tests par compétences évaluées et notamment croise ces résultats avec les résultats aux examens de mathématiques et physique à la session de janvier 2024.

Une discussion est proposée en vue d'alimenter la réflexion sur les dispositifs pédagogiques d'aide à la réussite pour les étudiants des filières des sciences naturelles. Cette étude vise à amener des pistes de réponses à l'hétérogénéité croissante des profils du public étudiant en première année d'enseignement supérieur.

### **Références**

Houdé, O. (2017). *Apprendre à résister*. Le pommier.

Piaget, J., & Inhelder, B. (1966). *La psychologie de l'enfant*. PUF.

Romainville, M., & Michaut, C. (2012). *Réussite, échec et abandon dans l'enseignement supérieur*. De Boeck Supérieur.

Vanhoolandt, C., Dhyne, M., & Plumet, J. (sous presse). RIPES

Vieillevoye, S., Wathelet, V., & Romainville, M. (2012). Maîtrise des prérequis et réussite à l'université. In M. Romainville et C. Michaut (Dir.), *Réussite, échec et abandon dans l'enseignement supérieur* (pp. 221-250). De Boeck Supérieur.

3, 4 & 5 avril 2024

# Diversité et réussite[s]

dans l'enseignement supérieur



# Les capacités cognitives des étudiants des filières de sciences naturelles et leur maîtrise des prérequis en math-physique à l'entrée à l'université

**Xavier Massart**<sup>1\*</sup>, **Cédric Vanhoolandt**<sup>1,2\*</sup>, Miguël Dhyne<sup>1</sup>, Jim Plumat<sup>1</sup> & Marc Romainville<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut de Recherches en Didactiques et Education de Namur (IRDENa), UNamur, Namur, Belgique

<sup>2</sup> Chaire de recherche-action sur l'innovation pédagogique, Institut Villebon-Georges Charpak et UPSaclay, Orsay, France

# Plan

- Introduction
  - préoccupation internationale
  - contexte de la recherche
- Cadre théorique
- Méthodologie
- Résultats et éléments d'analyses
- Limites et perspectives

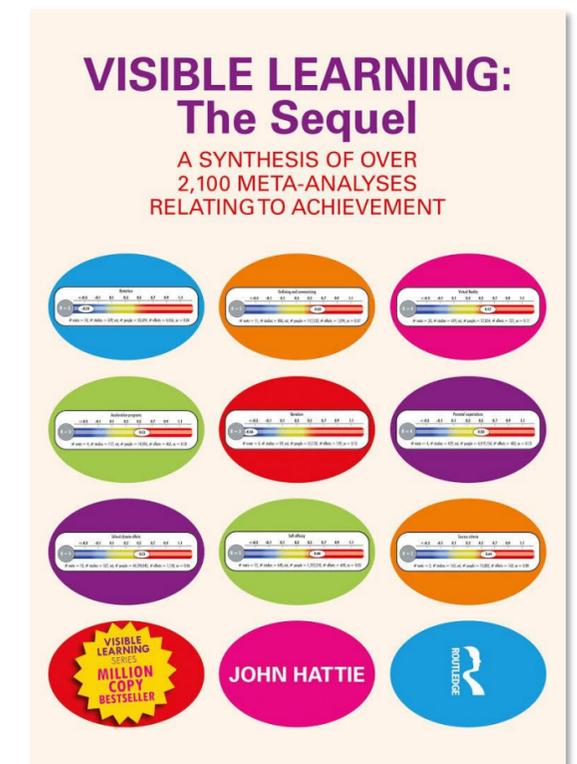
# Préoccupation internationale

- Dans les filières de sciences naturelles, le taux d'échec est particulièrement important



Le taux de réussite (diplomation) 3 ans après la fin théorique des études est plus faible (OCDE, 2022)

- Dès le plus jeune âge : le développement cognitif pourrait influencer la réussite scolaire (OCDE, 2022, p.152)
- Facteurs prédictifs de la réussite (Dupont, De Clercq & Galand, 2016)
- Pistes d'actions centrées sur les compétences dans l'enseignement supérieur (Hattie, 2023)  
agir prioritairement sur les prérequis et les stades piagétiens



# Un contexte de libre accès pour le futur étudiant

- Quasi-absence de filtre à l'entrée
- Absence d'indicateur standardisé sur son niveau réel de connaissances et de compétences
- Diplôme d'accès égal
  - Or, bagages de connaissances et de compétences très inégaux selon l'établissement fréquenté
  - et corrélation avérée entre maîtrise des prérequis et réussite (Vieillevoye, Wathelet & Romainville, 2012)

# Projet « Passeports pour le bac »



Passeports pour le bac

- Objectif : promouvoir et démocratiser la réussite des étudiants de première année universitaire
- Evaluations formatives des prérequis, en regard des attendus de leurs professeurs

## « Passeports » (temps 1)

- Tests de prérequis
  - Disciplinaires
  - Transversaux
- Auto-évaluation

## Résultats (temps 2)

- maîtrise des prérequis
- capacité à les autoévaluer

Mobilisation



Activités de  
renforcement des  
prérequis (temps 3)

- En 2023, deux universités collaborent au projet (UNamur et UCLouvain St-Louis Bruxelles)
  - environ 2900 Passeports (sciences naturelles et SHS) présentés
  - environ 1 600 étudiant·es
- Mobilisation faible pour les activités de renforcement
  - ⇒ **Quels dispositifs proposer pour mieux répondre aux besoins des étudiants ?**
- Le degré de **maitrise d'un prérequis est modifiable**, notamment par l'implication de l'étudiant·e dans des dispositifs d'aide à la réussite (Wathelet et Vieillevoye, 2013)

# Cadre théorique

# Comprendre la faible mobilisation des étudiants

- Capacités d'**auto-évaluation** (Wathelet et al., 2016)

Mathématiques (N = 378)		Évaluation		
		Bonne maîtrise	Acquis. partielle	Non acquis.
Auto-évaluation	Bonne maîtrise	3%	3%	4%
	Acquis. partielle	6%	13%	26%
	Non acquis.	1%	5%	39%

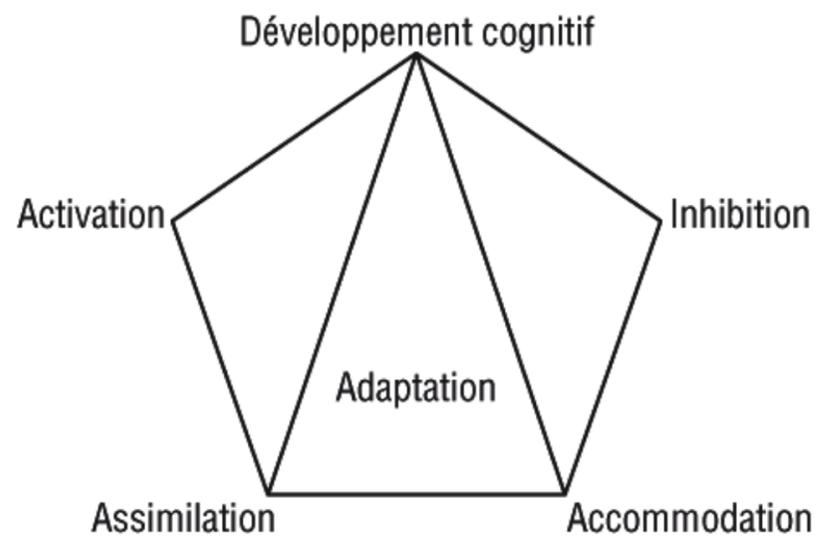
Annotations: AE correctes 55% (pointing to the top row of the table), 12% (pointing to the 'Non acquis.' row of the table), 33% (pointing to the 'Acquis. partielle' column of the table).

- Une auto-évaluation correcte de son niveau de maîtrise des prérequis n'augmente pas la mobilisation de l'étudiant à participer aux activités de renforcement
- **Attributions causales** (Massart et Romainville, 2019)
  - Prérequis peu importants en septembre (24%)
  - ... ensuite tests blancs ! (46%)
  - Prérequis = cause interne perçue comme peu modifiable et incontrôlable par les étudiants
- Un test de prérequis bien calibré est plus **prédictif de l'échec** que de la réussite en fin d'année académique (Dehon et al., 2021)
  - En cas d'échec : éventuellement se réorienter vers une autre filière ou s'investir à 100% dans les activités de renforcement des prérequis

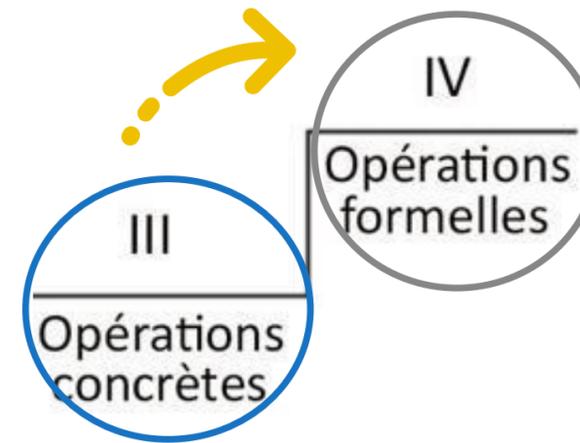
# Le développement cognitif

Les principes de la théorie de Piaget gardent toute leur importance dans le développement cognitif (Rindermann & Hackermann, 2021)

Paradoxe : des **capacités précoces** chez les (jeunes) enfants et des **erreurs** chez les (plus grands) enfants



Houdé & Borst (2018)



« Piagetian level is the major attribute of successful students » (Hattie, 2023)

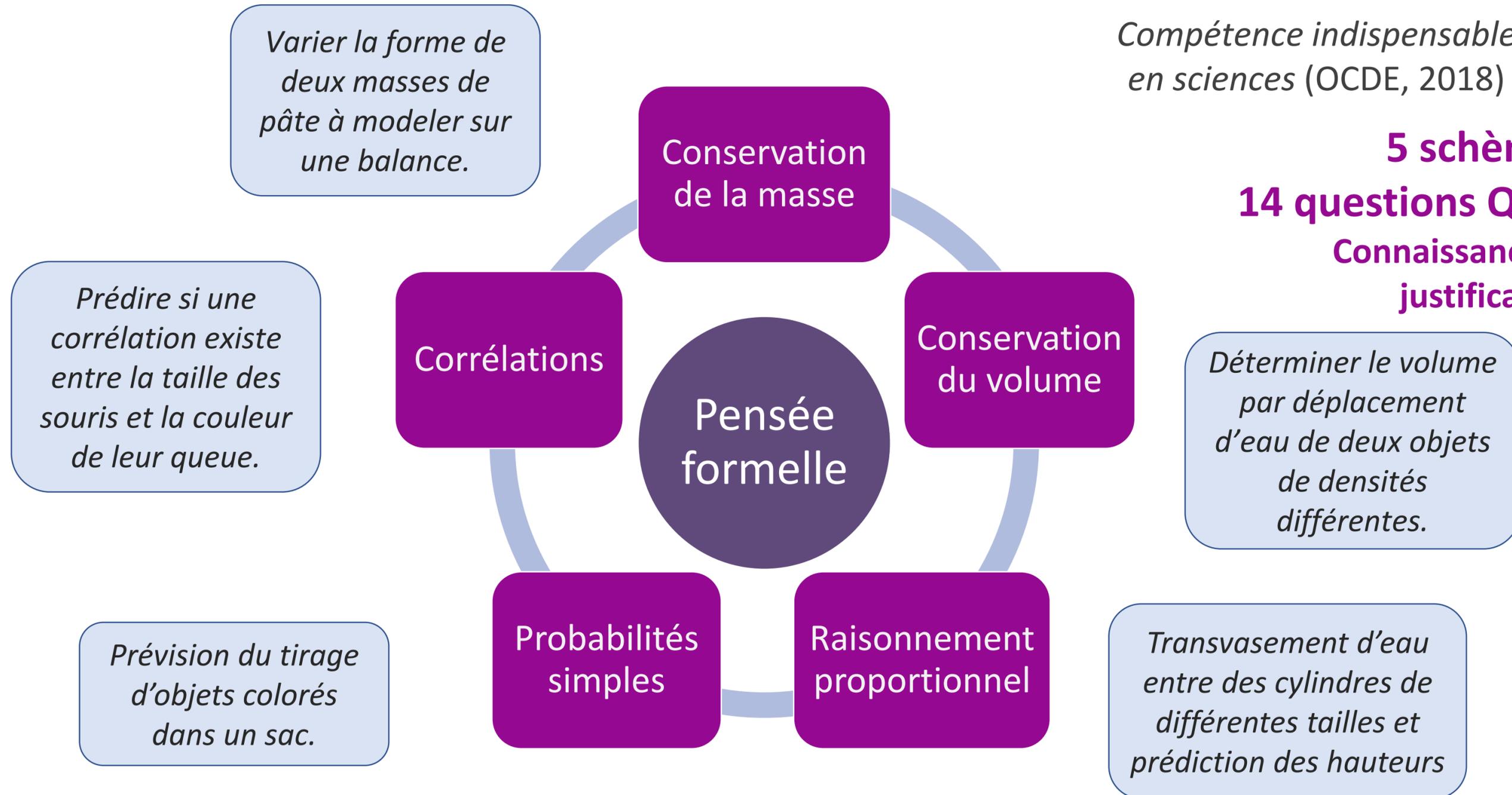
Le **test CVHR** propose une mesure du stade de développement cognitif au moyen de 5 schèmes

Vanhoolandt, Dhyne & Plumet (en révision) ; Rindermann & Ackermann (2021) ; Houdé & Borst (2018) ; Bao *et al.* (2018); Lawson *et al.* (2000); Inhelder & Piaget (1958)

# Le test CVHR, mesure du développement cognitif

Compétence indispensable  
en sciences (OCDE, 2018)

**5 schèmes**  
**14 questions QCM**  
Connaissance et  
justification



**fnrs**  
LA LIBERTÉ DE CHERCHER



*Transvasement d'eau entre des cylindres de différentes tailles et prédiction des hauteurs*

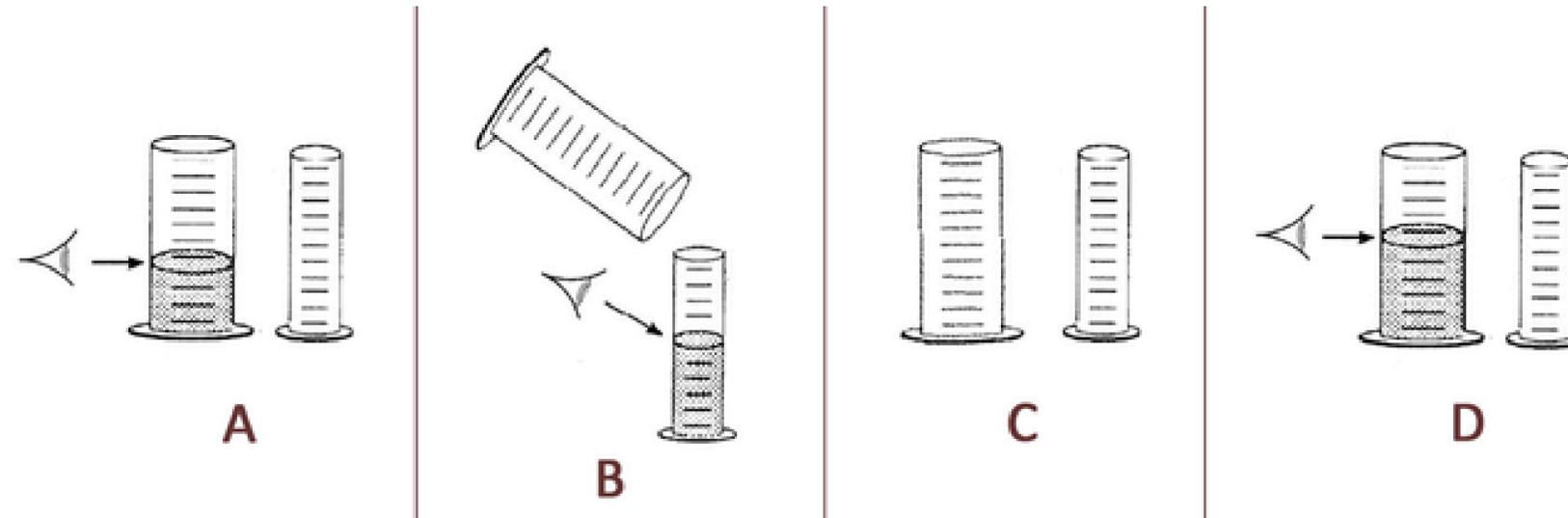
L'image ci-dessous montre un cylindre large et un cylindre étroit. Les cylindres ont sur leur face des traits espacés de manière égale. \*

On verse de l'eau dans le cylindre large jusqu'au 4<sup>e</sup> trait (voir A).

Cette eau monte jusqu'au 6<sup>e</sup> trait lorsqu'on la verse dans le cylindre étroit (voir B).

Les 2 cylindres sont vidés (voir C).

On verse de l'eau dans le cylindre large jusqu'au 6<sup>e</sup> trait (voir D).



Jusqu'à quelle hauteur va monter l'eau lorsqu'on va la verser dans le cylindre étroit?

8e trait

9e trait

10e trait

12e trait

Aucune de ces réponses n'est correcte

# Question et hypothèses de recherche

Quelle est la **relation** entre  
le niveau de maîtrise de **prérequis disciplinaires**  
et le niveau de développement de **capacités cognitives** présumé  
atteint à l'entame d'une formation dans l'enseignement supérieur ?

[H1] Un nombre important  
d'étudiant·es n'ont  
pas atteint le stade des  
opérations formelles

[H2] Un lien existe entre le  
niveau de développement cognitif  
des étudiant·es et leur maîtrise  
des prérequis disciplinaires  
(math-physique)

# Méthodologie

- Passation [en ligne] des Passeports et du test de développement cognitif
  - Math-Physique « de base » : filières VT, biologie, géo<sup>2</sup>, pharma, biomed
  - Math-Physique « avancé » : filières chimie, math et physique
- Septembre 2023 [Passeports]
- Enrôlement des étudiants
  - Communication durant les séances d'accueil de la rentrée académique + Rappel via la plateforme

Tests	N	Age (années)	Genre (F)
Math-Physique « de base »	378	18,7 ± 1,2	75,6 %
Math-Physique « avancé »	77	18,8 ± 1,2	42,2 %
Test CVHR (dév. cogn.)	304	18,7 ± 1,2	71,5 %
Echantillon	210	18,7 ± 1,2	77,4 %

- Janvier 2024 [Examens S1]
- Analyses statistiques des résultats



# Résultats et éléments d'analyses

# Résultats aux Passeports

- Math-physique « de base »  
(filières de VT, biologie, géo<sup>2</sup>, pharma et biomed)

- Math-physique « avancé »  
(filières de chimie, math et physique)

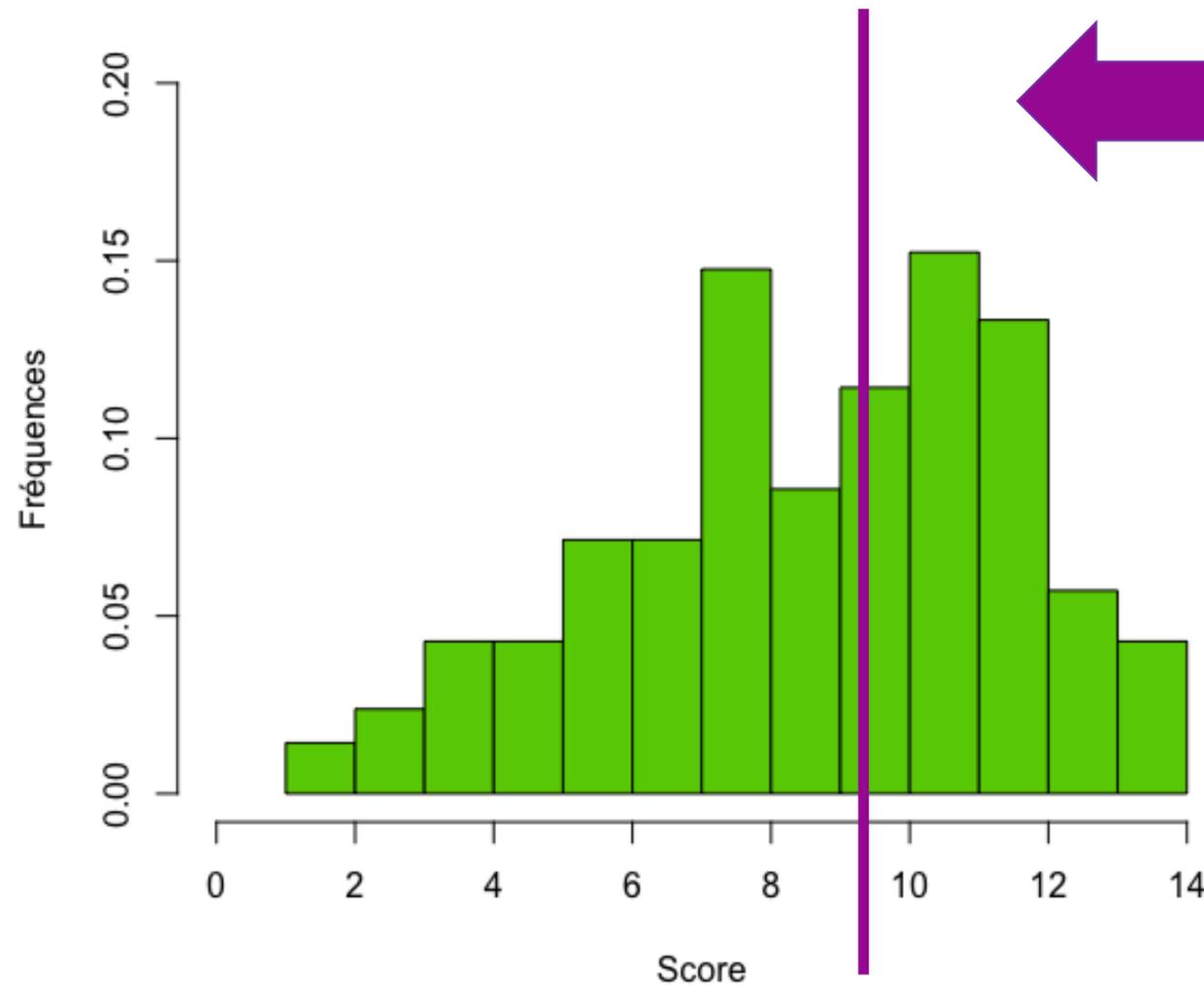
378 étudiants	Nb points	Moyenne	Quartiles		
			25%	50%	75%
<b>Vecteurs, forces et mouvement</b>	5,0	1,5	1,0	1,0	2,0
<b>Fonctions</b>	5,0	1,6	1,0	1,0	2,0
<b>Traductions</b>	5,0	1,7	0,0	1,0	3,0
<b>Calcul algébrique et raisonnement</b>	5,0	1,5	0,0	1,0	3,0
<b>Échelles et conversions</b>	5,0	1,4	0,0	1,0	2,0
<b>Général</b>	<b>20,0</b>	<b>6,1</b>	<b>2,4</b>	<b>5,6</b>	<b>8,8</b>

77 étudiants	Nb points	Moyenne	Quartiles		
			25%	50%	75%
<b>Fonctions courantes</b>	5,0	2,6	2,0	3,0	4,0
<b>Calcul algébrique et raisonnement</b>	5,0	2,5	1,0	3,0	4,0
<b>Vecteurs, forces et mouvement</b>	5,0	2,1	1,0	2,0	3,0
<b>Interprétation et traduction</b>	5,0	2,6	1,0	3,0	4,0
<b>Dérivées et limites</b>	5,0	2,1	1,0	2,0	3,0
<b>Calcul intégral et domaine de fonction</b>	5,0	2,0	1,0	2,0	3,0
<b>Échelles et unités</b>	5,0	2,1	1,0	2,0	3,0
<b>Général</b>	<b>20,0</b>	<b>9,2</b>	<b>6,3</b>	<b>9,7</b>	<b>12,0</b>

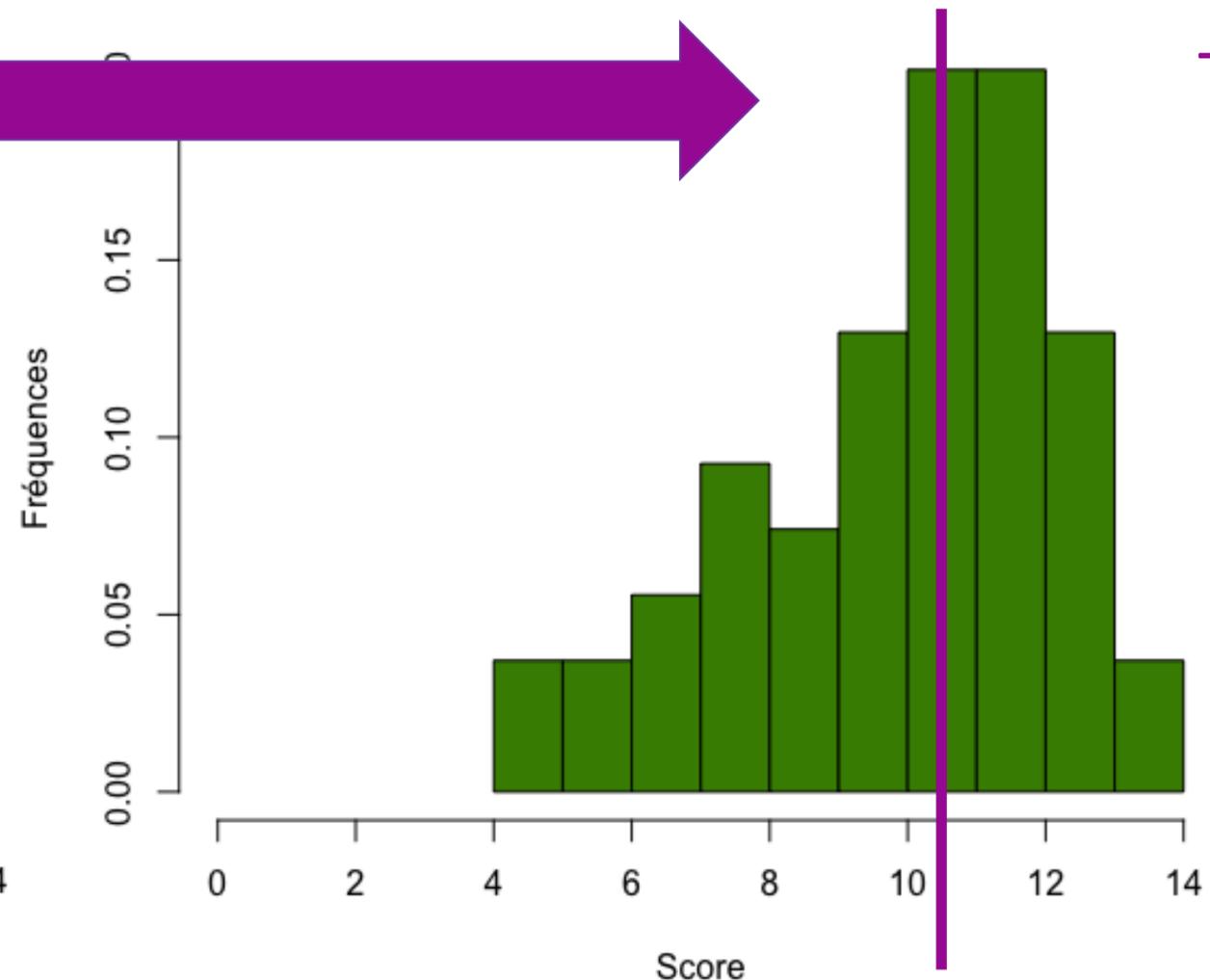
# Résultats au test CVHR

*filières de VT, biologie, géo<sup>2</sup>, pharma et biomed*

*filières de chimie, math et physique*



Moyenne : 9.15



Moyenne : 10.25

Test de Student  
 $t = -3.117$ ;  
 $df = 110.2$ ;  
 $p < 0.01$

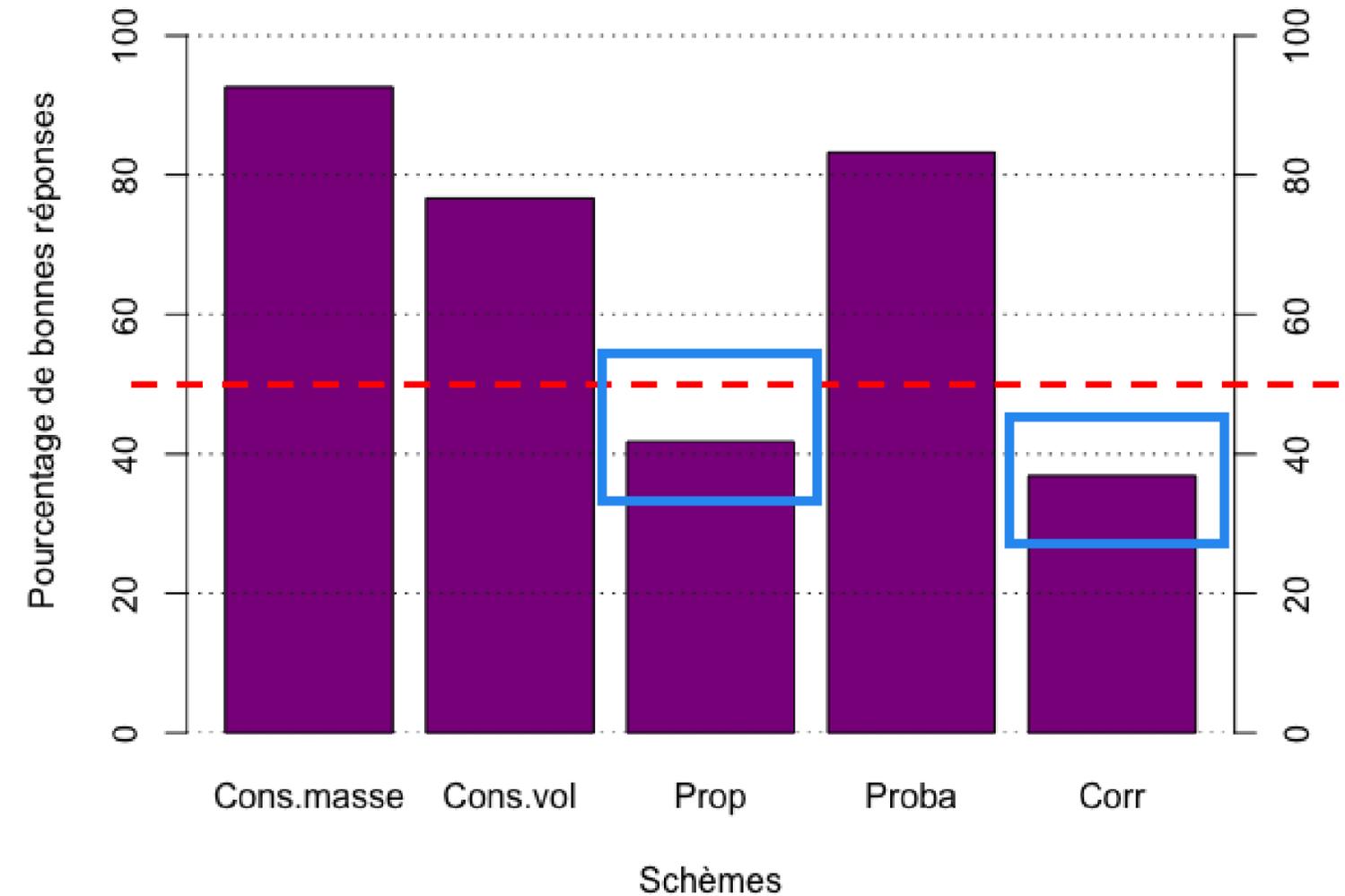
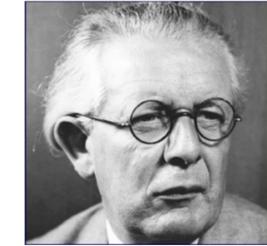
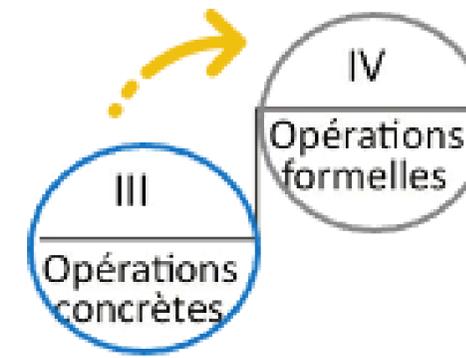
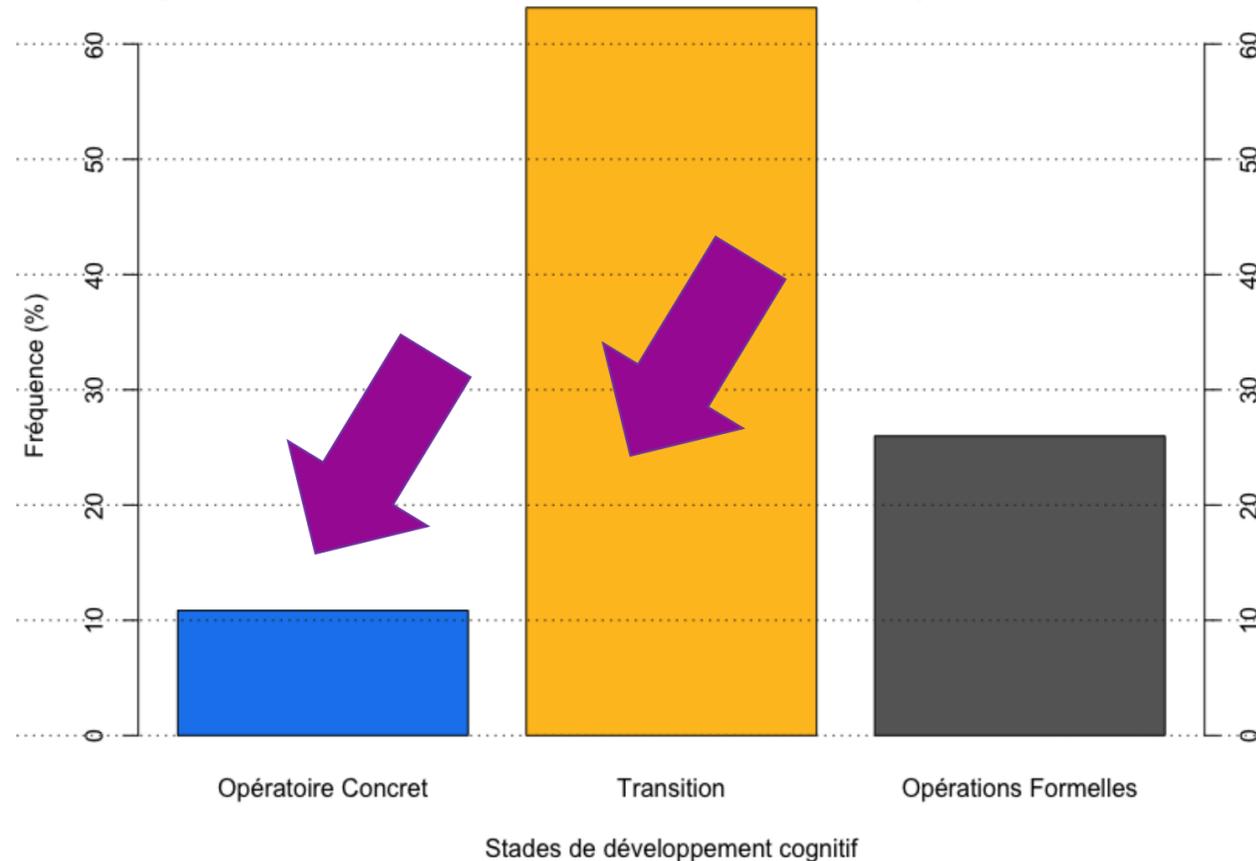
Différence significative de développement cognitif entre les deux échantillons

# Résultats au test CVHR

(VT, biologie, géo<sup>2</sup>, pharma, biomed)

N=210 Etudiants Bloc1 – Passeport math/phys de Base

## Répartition des étudiants par stade



• Résultats concordant avec la littérature...

... francophone et anglophone

... actuelle et plus ancienne

Bélangier (1986)

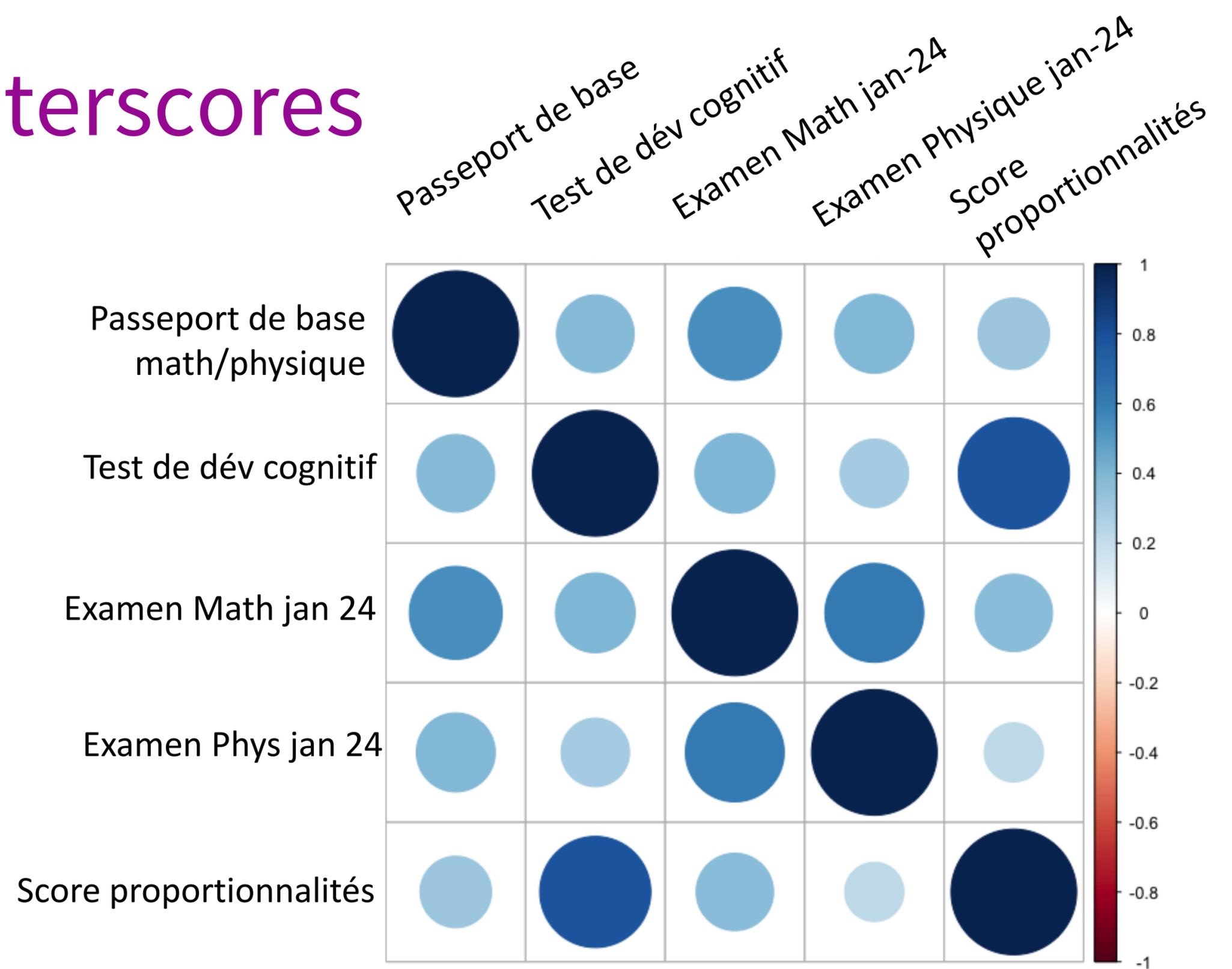
McCormack et al. (2010)

Vanhoolandt et al.(en révision)

• Maîtrise difficile des schèmes liés à la proportionnalité et à la corrélation.

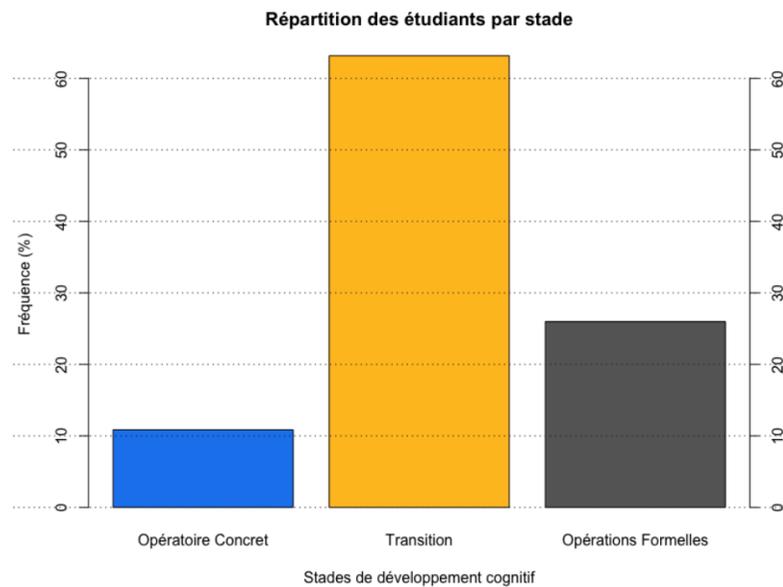
# Corrélations interscores

#  $p < .001$   
N=210 Etudiants Bloc1



# Implication sur les résultats au Passeport ?

N=210



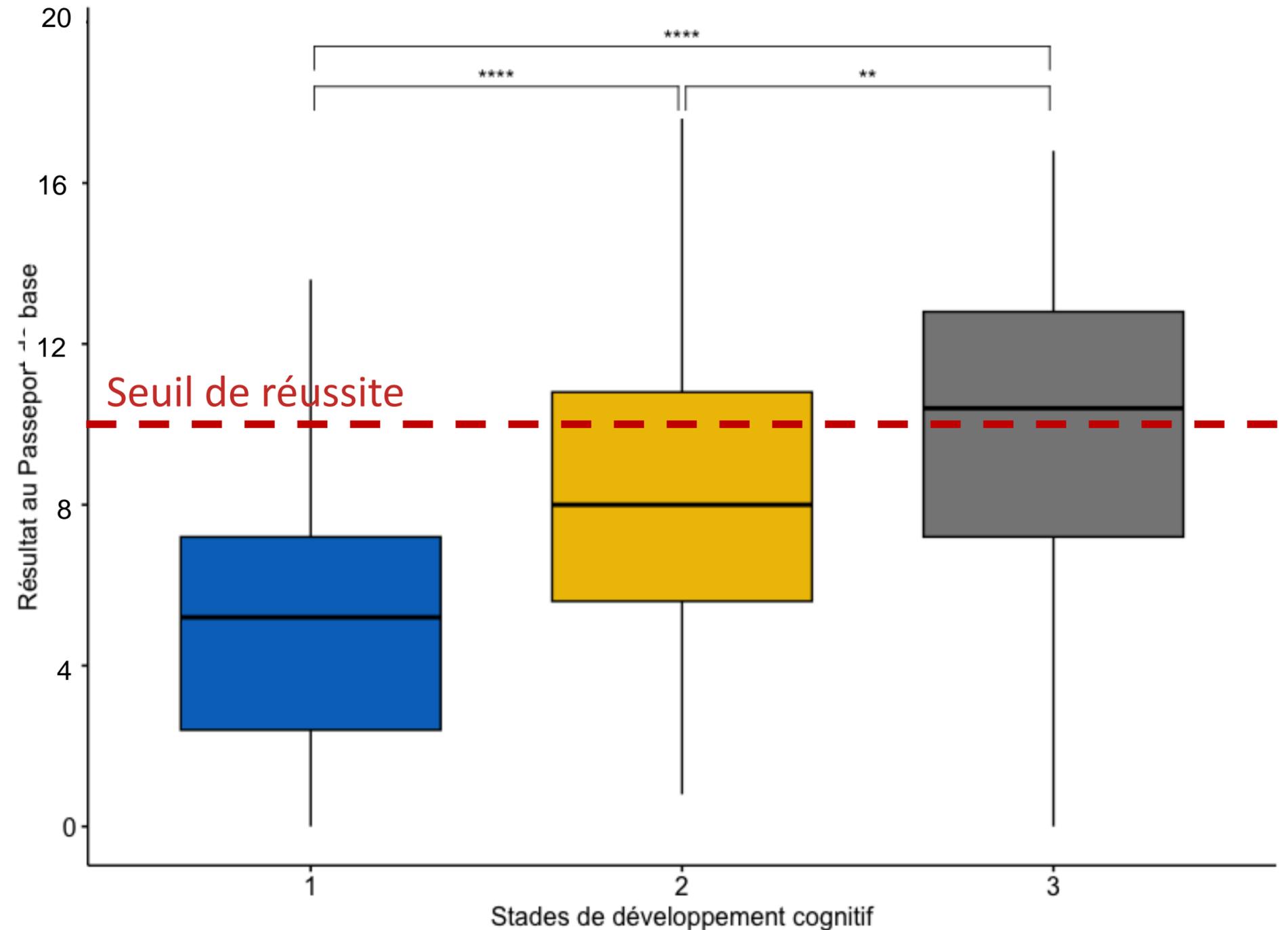
Analyse de variance (ANOVA)

$$F(1; 256) = 32,25$$

$$p < 0.001$$

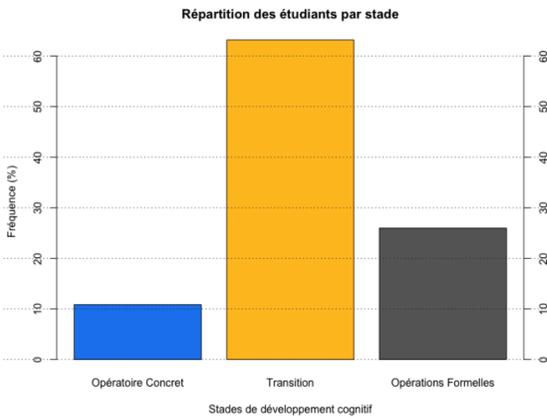
$$\eta^2 = 0,112$$

## Dispersion des résultats (Passeport de base) en fonction des stades de dév. cognitif

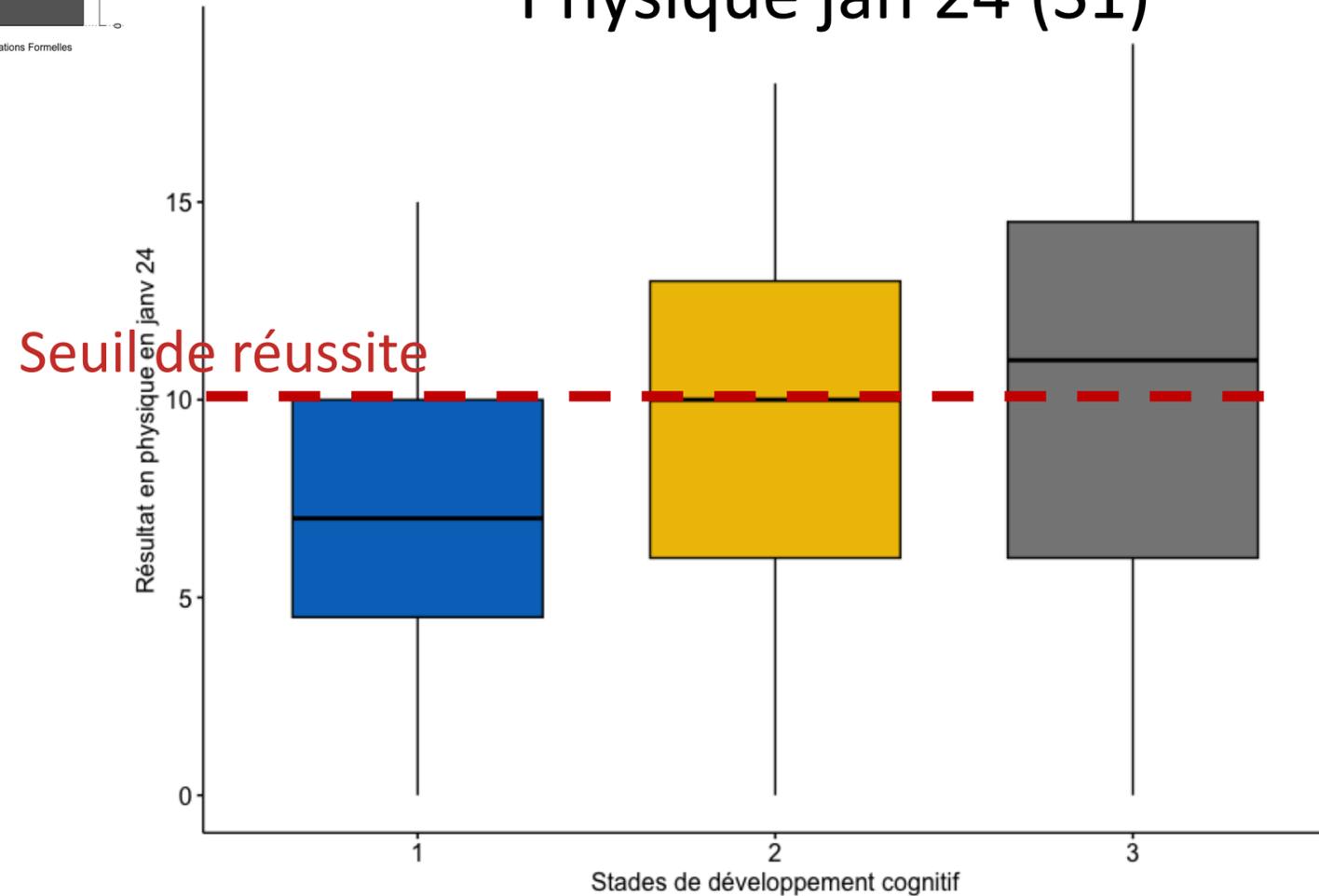


# Implication sur les résultats aux examens de janvier ?

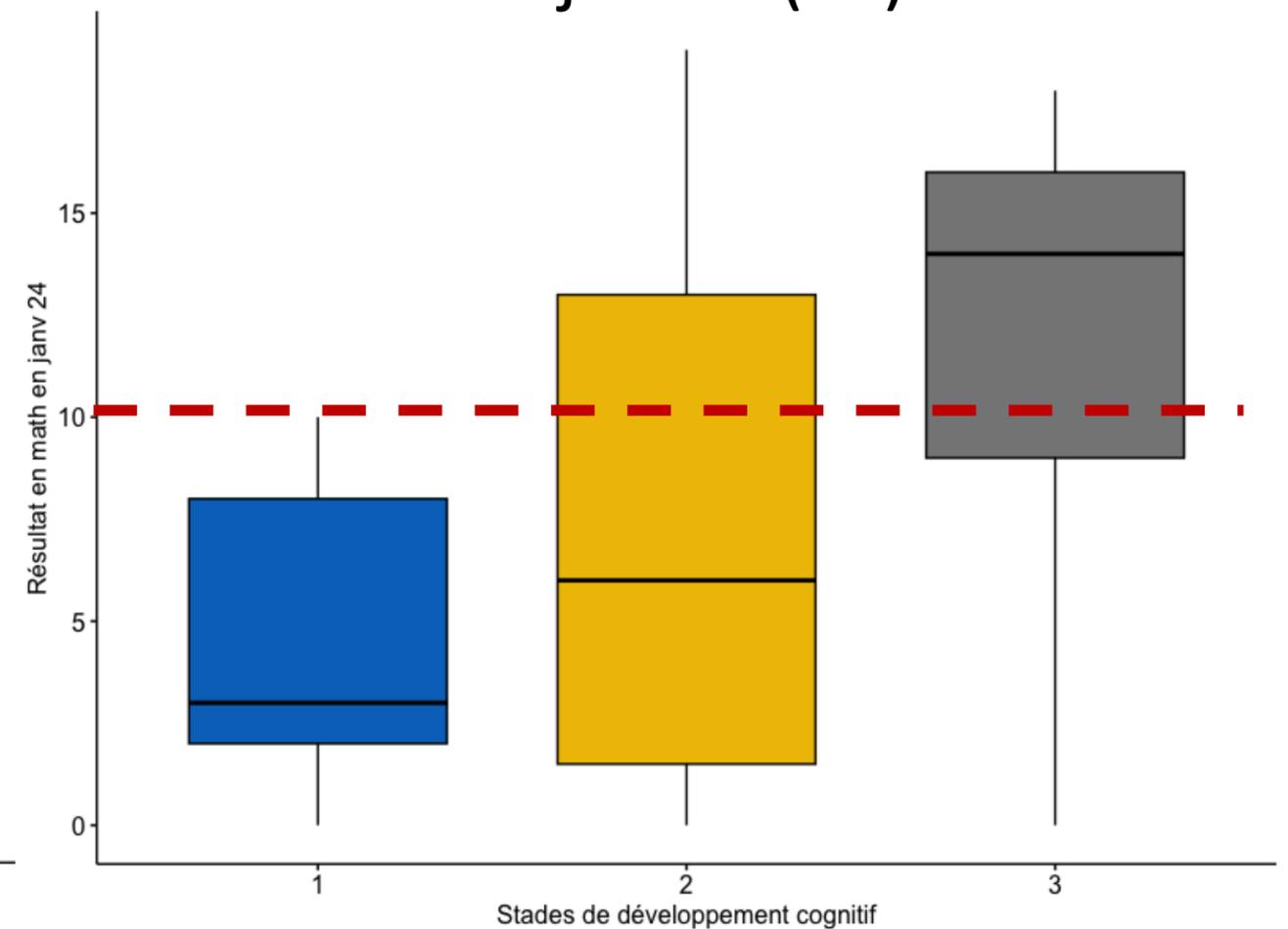
## Dispersion des résultats (examen jan Physique et Math) en fonction des stades de dév. cognitif



### Physique jan 24 (S1)



### Math jan 24 (S1)



# Limites

- Contexte belge francophone (pas de filtre à l'entrée du supérieur)
- Échantillon basé sur du volontariat (N tot  $\cong$  750 étudiant·es en B1)
- La prudence est nécessaire lors de la transmission des résultats au test de développement cognitif aux étudiant·es situés au stade des opérations concrètes

Et après ... ?

# Perspectives

- **Premiers constats**

- Une importante proportion des primo-arrivants en sciences naturelles ne semble pas avoir atteint le niveau de développement cognitif des opérations formelles [H1]
- Au stade de développement cognitif opératoire concret, très peu d'étudiants réussissent le Passeport en math-physique et l'examen de math ou de physique en janvier [H2]

- **En termes d'analyses**

- Différences inter-filières? Caractéristiques interindividuelles?
- Affiner les analyses sur certaines questions-clés des tests
- Autres prérequis? Disciplinares ou transversaux?

- **Implications pédagogiques**

- Quels dispositifs de renforcement proposer aux étudiants en vue d'atteindre le stade des opérations formelles ?
- Filière VT : quel lien entre les résultats de nos analyses et le résultat au concours en fin de 1<sup>ère</sup> année post-bac ?

- **Autres suggestions ?**

**Merci pour votre attention**

# Références bibliographiques

- Bélanger, N., Cégep de Limoilou, & Groupe « Démarches. » (1986). *Programme de développement de la pensée formelle*. Le Collège.
- Dehon, C., Detroz, P., Massart, X., & Romainville, M. (2021). Filtres à l'entrée et tests de prérequis pour les étudiants dans l'enseignement supérieur: une aide à la réussite? *Dynamiques régionales*, 11(1), 30-48.
- Hattie, J. (2023). *Visible learning : The sequel ; a synthesis of over 2,100 meta-analyses relating to achievement* (First edition). Routledge, Taylor & Francis Group. <https://doi.org/10.4324/9781003380542>
- Massart, X., & Romainville, M. (2019). Attributions causales des étudiants en matière de réussite à l'université. *Recherches en Éducation*, (37), 112-125.
- McCormack, L., Finlayson, O. E., & McCloughlin, T. (2010). The cognitive developmental levels of a sample of first year university science students. *Communication présentée à la International Conference on Engaging Pedagogy (ICEP), National University of Ireland, Maynooth*.
- Michaut, C. (2023). État des recherches en économie et en sociologie sur la réussite universitaire. *Recherches en éducation*, 52. <https://doi.org/10.4000/ree.11961>
- Rindermann, H., & Ackermann, L. A. (2021). Piagetian Tasks and Psychometric Intelligence : Different or Similar Constructs? *Psychological Reports*, 124(6), 2795-2821. <https://doi.org/10.1177/0033294120965876>
- Vieillevoye, S., Wathelet, V., & Romainville, M. (2012). Maîtrise des prérequis et réussite à l'université. Dans M. Romainville et C. Michaut, *Réussite, échec et abandon dans l'enseignement supérieur* (pp 221-250). Bruxelles : De Boeck Université.
- Vanhoolandt, C., Dhyne, M., & Plumet, J. (à paraître).
- Wathelet, V., & Vieillevoye, S. (2013). Evaluation formative des compétences prérequisées à l'entrée de l'université. In Romainville, M., Goasdoué, R. et Vantourout, M. (éd.). *Evaluation et enseignement supérieur*. Bruxelles : De Boeck.
- Wathelet, V., Dontaine, M., Massart, X., Parmentier, P., Vieillevoye, S., & Romainville, M. (2016). Exactitude, déterminants, effets et représentations de l'auto-évaluation chez des étudiants de première année universitaire. *Revue internationale de pédagogie de l'enseignement supérieur [En ligne]*, 32-2. <https://doi.org/10.4000/ripes.1102>

IN

U