

La recherche expérimentale en éducation: quel devis utiliser, quel biais contrôler?

**Présentation effectuée dans le
cadre des Webinaires du
CRIFPE**

**Par
Thomas Rajotte**

Plan de la présentation

- Plan de la présentation:
 - Les méthodes d'acquisition des connaissances;
 - Regard sur les différents devis de recherche quantitative;
 - Les protocoles de recherche expérimentale;
 - Symboles utilisés pour représenter les devis;
 - Les sources d'invalidité à considérer.

Acquisition des connaissances - Les méthodes préscientifiques

- Primaire:
 - Obstination:
 - Superstitions;
 - Ex: les soirs de pleine lune...
 - Ex2 : le 13 novembre 2020 = un vendredi 13 en 2020...
 - Croyances non fondée sur des faits
 - Intuitive:
 - Évidence, absence de raisonnement;
 - Autorité:
 - Experts, ministres, médias
 - Ex: Remdesivir et COVID
 - Ex2: Il y a de la fraude dans les élections parce que le président (US) l'a dit...



Acquisition des connaissances - Les méthodes préscientifiques

- **Secondaire:**
 - **Raisonnement:**
 - Analogies;
 - Syllogismes (déduire à partir de 2 propositions)
 - Ex: expérimenter le gel désinfectant pour traiter la COVID
- **Tertiaire:**
 - **Expérientielles:**
 - Informations acquises par l'expérience



Les méthodes scientifiques d'acquisition des connaissances

Les méthodes préscientifiques

Primaire			Secondaire	Tertiaire
Obstination	Intuitive	Autorité	Raisonnement	Expérientielle

Les méthodes scientifiques

Exploratoires/ historiques		Descriptives/ corrélationnelles			Causales/ expérimentales	
Recherche historique	Étude de cas	Étude corrélacionnelle	Étude génétique	Étude comparative	Expérimentale (pré, quasi, parfaite)	De cas unique
- Données sur le passé; - Examen d'un problème actuelle par ses antécédents	- Un seul sujet; - Multiplicité des informations.	- Relations entre les événements; - Pas d'intervention.	- Transversale et longitudinale; - Âge.	- Après les faits; - Variables catégorielles.	- Relations causales; - Groupes exp. et contrôle; - Manipulation	- Perspective clinique; - Relations causales; - Contrôle de facteurs.

Méta recherches (méta analyses, méga analyses)

Les méthodes préscientifiques VS les méthodes scientifiques

- Le rôle des vulgarisateurs scientifiques
- et les défis sous-jacents...



Martin Carli
Vulgarisateur, enseignant, biochimiste
et animateur de l'émission *Génial!*



Olivier Bernard
alias « Le pharmacien »

Les dérives des connaissances issues des méthodes préscientifiques

- Les méthodes préscientifiques peuvent amener certaines dérives...



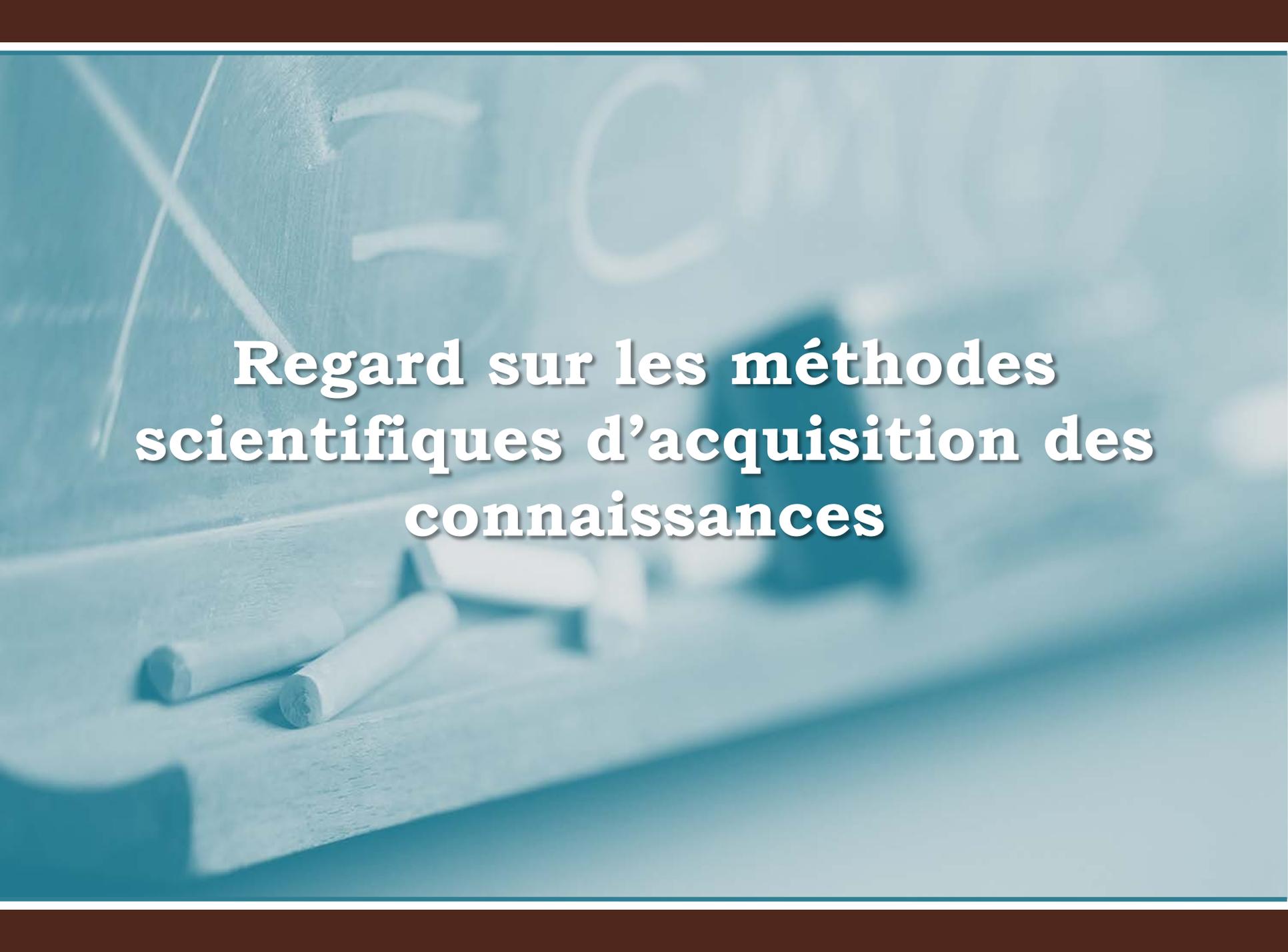
Ex: Le rituel de sudation de Chantal Lavigne (2011)

- <https://www.youtube.com/watch?v=ceo12WjiovO>

Ex2 : Les injections de vitamine C

Ex:3: Les Goop Lab





**Regard sur les méthodes
scientifiques d'acquisition des
connaissances**

Méthodes scientifiques d'acquisition des connaissances

- **Méthodes quantitatives**
 - Types de devis de recherche
 - Descriptif;
 - Corrélational;
 - Expérimental
 - Pré, quasi et expérimental

A chalkboard with faint mathematical diagrams and several pieces of chalk resting on the ledge.

Les devis de recherche descriptifs

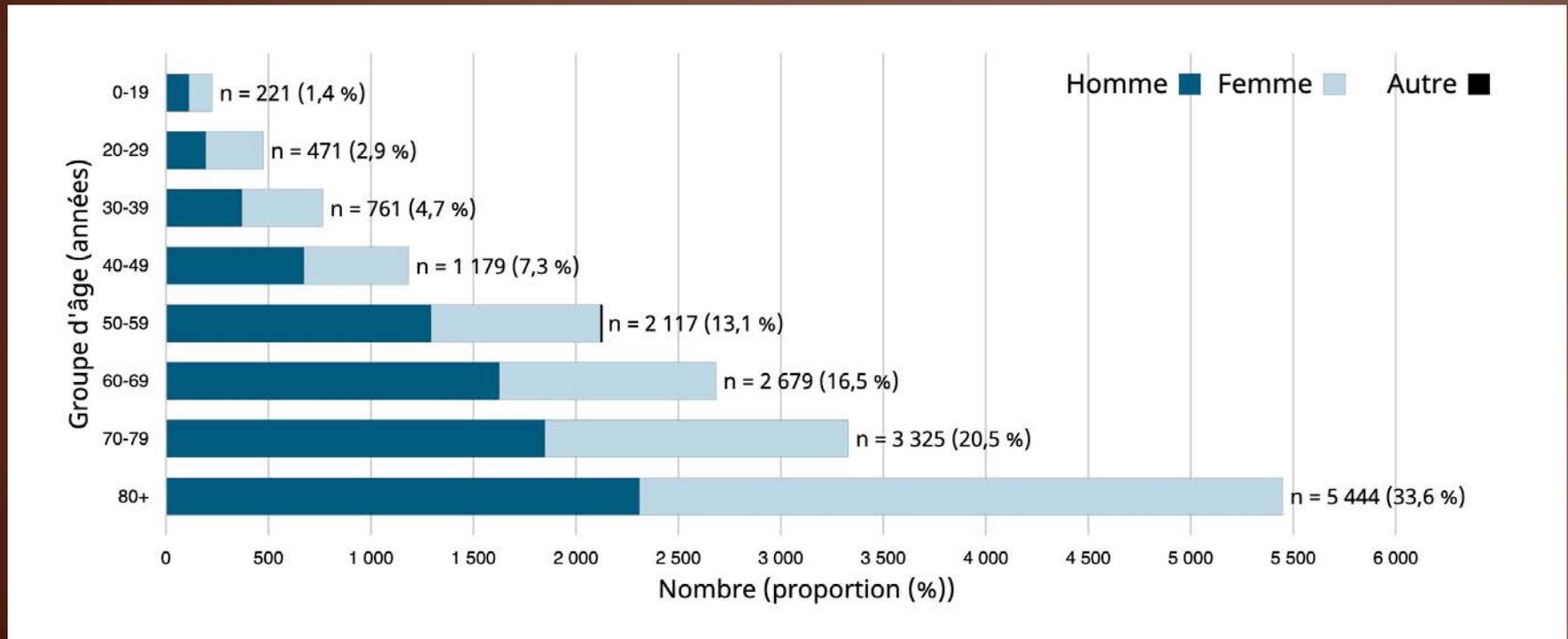
Devis de recherche descriptif

- Devis de recherche descriptif:
 - Visée: fournir un portrait détaillé des caractéristiques de personnes, d'objets, d'événements ou de population.
 - Principales analyses:
 - Moyenne, écart-type;
 - Mode, médiane;
 - Mesures de dispersion: étendue, minimum, maximum;
 - Fréquences;
 - Rang: quartile, décile, centile.



Analyses descriptives: analyses de fréquences

- Exemple d'analyse de fréquence concernant la distribution des cas de COVID-19 au Canada selon l'âge



Source : Santé Canada - <https://sante-infobase.canada.ca/covid-19/resume-epidemiologique-cas-covid-19.html#a4>

Analyses descriptives: analyses de fréquences

- **Référence :**
- Neave N., K. Shields. (2008). The effects of facial hair manipulation on female perceptions of attractiveness, masculinity, and dominance in male faces, *Personality and Individual Differences*, 45 (5), 373-377.



Analyses descriptives: analyses de fréquences

- Le paradoxe de Simpson (1951)



Statistiques – Baseball majeur		
	1995	1996
Derek Jeter	25,0%	31,4%
David Justice	25,3%	32,1%

Analyses descriptives: analyses de fréquences

- Le paradoxe de Simpson (1951)



Statistiques – Baseball majeur- Fréquences		
	1995	1996
Derek Jeter	12 frappes sur 48 apparitions au bâton (25%)	183 frappes sur 582 apparitions au bâton (31,4%)
David Justice	104 frappes sur 411 apparitions (25,3%)	45 frappes sur 140 apparitions (32,1%)

Analyses descriptives: analyses de fréquences

- Le paradoxe de Simpson (1951)



Statistiques – Baseball majeur- Fréquences			
	1995	1996	Total
Derek Jeter	12 frappes sur 48 apparitions au bâton (25%)	183 frappes sur 582 apparitions au bâton (31,4%)	195 frappes sur 630 apparitions (30,9%)
David Justice	104 frappes sur 411 apparitions (25,3%)	45 frappes sur 140 apparitions (32,1%)	149 frappes sur 551 apparitions (27 %)

The background of the slide is a photograph of a chalkboard. The board is covered with faint, white chalk markings, including several large circles and intersecting lines, suggesting a technical or mathematical drawing. In the foreground, the wooden ledge of the chalkboard is visible, with several pieces of white chalk scattered on it. The entire image has a light blue color overlay.

Les devis de recherche corrélationnels

Devis de recherche corrélationalnel

- Devis de recherche corrélationalnel
 - Le devis corrélationalnel vise à approfondir la relation entre différentes variables;
 - Dans ce type de devis, des variables sont étudiées et analysées sans qu'il n'y ait de manipulation ou de contrôle sur le plan expérimental (Pelletier, Boivin et Alain, 2000).
 - Fréquemment, les devis corrélationalnels appellent la mise en place d'analyses de corrélation ou d'analyse de régression (Rajotte, 2017).

Devis de recherche corrélationalnel

- Exemple de recherche impliquant un devis corrélationalnel en lien avec le COVID:
 - En associant différentes variables associées aux cas d'hospitalisation associés à la COVID, la Santé publique de l'Ontario a relevé un ordonnancement des principaux facteurs aggravants:
 - Pathologie pulmonaire;
 - Diabète;
 - Obésité morbide;
 - Pathologie cardiaque

Devis de recherche corrélationalnel

– exemple en éducation

- L'étude de Rajotte (2014) a mis à l'épreuve le critère du diagnostic du TDA/H en tant que prédicteur du rendement en résolution de problèmes mathématiques;
 - L'étude a dégagé que considéré seul ce facteur explique 7% de la variance en résolution de problèmes;
 - Par ailleurs, lorsque d'autres variables étaient considérées, ce facteur était exclu du modèle de régression (type *stepwise*). Par ordre d'importance, les facteurs explicatifs étaient les suivants:
 - Les habiletés en lecture (14%);
 - Le genre (5%);
 - L'indice du seuil de faible revenu (4%);
 - Le niveau d'attention sélective (2%);
 - Le niveau d'amotivation (1,5%).



Les devis expérimentaux de recherche

Devis de recherche expérimentale

- La recherche expérimentale est utilisée lorsqu'il faut établir une relation de causalité entre une ou plusieurs variables dépendantes;
- Ce type de devis permet de mesurer les effets d'une intervention ou d'une manipulation expérimentale;
- Différents devis expérimentaux peuvent être considérés afin d'opérationnaliser un projet de recherche;
 - Selon leur niveau de rigueur respectif, ces devis permettent de contrôler certaines sources d'invalidité à la recherche

Différents devis expérimentaux (Ladouceur et Bégin, 1986)

	A) Pré-expérimentaux			B) Quasi-expérimentaux			C) Expérimentaux		
	1. étude de cas	2. pré / post sans condition témoin	3). post seul avec condition témoin	1. pré / post avec condition témoin non équivalente	2. série temporelle simple	3. séries temporelles multiples	1. pré / post avec condition témoin équivalente	2. quatre conditions de Solomon	3. Post seul, avec groupe témoin
	XO	OXO	$\frac{XO}{O}$	$\frac{OXO}{O O}$	OOOXOOO	$\frac{OOOXOOO}{OOO OOO}$	R $\frac{OXO}{O O}$	R $\frac{OXO}{\frac{O O}{XO}}$ O	R $\frac{XO}{O}$
Sources d'invalidité interne									
1. Attentes et attributs de l'expérimentateur et du participant	(?)	(?)	(?)	(?)	(?)	(?)	(?)	(?)	(?)
2. Maturation	-	-	(?)	+	+	+	+	+	+
3. Facteurs historiques	-	-	+	+	-	+	+	+	+
4. Défection des participants	-	-	-	(?)	+	+	+	+	+
5. Fluctuation des instruments	-	-	+	+	(?)	+	+	+	+
6. Sélection des participants	-	+	-	(?)	+	+	+	+	+
7. Réactivité de la mesure	+	-	+	+	+	+	+	+	+
8. Régression	+	(?)	+	(?)	+	+	+	+	+
9. Contamination et diffusion	(?)	(?)	(?)	(?)	(?)	(?)	(?)	(?)	(?)

+ : facteur d'invalidité contrôlé par le plan d'expérience ; - : facteur d'invalidité non-contrôlé par le plan d'expérience ;
(?) : précautions à prendre indépendamment du plan d'expérience

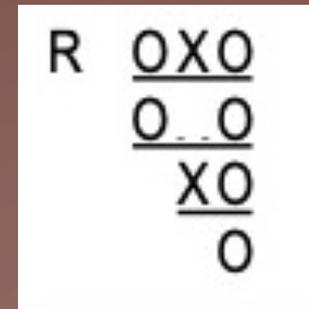
Petite parenthèse avant d'aller plus loin...

- Ces symboles ont-ils un sens?



Symboles permettant de représenter les devis expérimentaux

- Regard aux symboles permettant de représenter les devis expérimentaux:



- O → Prise de mesure;
- X → Intervention;
- R → (Randomization) Assignment aléatoire des participants à un groupe
 - Chaque ligne présente sur le devis correspond à un groupe de participants à l'étude.

Exemple de devis issu de l'éducation

- Voici un exemple de devis issu du du mémoire de maîtrise de Rajotte (2009)
 - Objectif: évaluer l'effet d'un programme scolaire d'enseignement des échecs sur le rendement à résoudre des problèmes mathématiques
- Devis quasi-expérimental prétest/posttest avec groupe témoin non équivalent

O	X	O
O		O

Recherche quantitative- la validité interne

- En recherche quantitative, la notion de validité interne est très importante
 - Bonne validité interne → les résultats obtenus sont uniquement attribuables aux variables manipulées (variables indépendantes) par le chercheur

Recherche quantitative- la validité interne

- Pour s'assurer d'une bonne validité interne, il faut pouvoir disposer d'un plan de recherche adéquat susceptible d'éliminer les différentes explications rivales possibles.
 - Ces autres explications possibles, que l'on appelle menaces à la validité interne, peuvent être nombreuses, et ce, selon le plan de recherche sélectionné.

Recherche quantitative- la validité interne

- Différents critères relèvent de la validité interne d'une recherche scientifique
 - 1) Attentes et attributs de l'expérimentateur et du participant
 - 2) Maturation des sujets
 - 3) Les facteurs historiques (l'expérience vécue par les participants)
 - 4) La défection des participants
 - 5) La fluctuation des instruments de mesure
 - 6) La sélection des participants
 - 7) La réactivité à la mesure
 - 8) La régression statistique
 - 9) La contamination liée à la diffusion de l'information

Approfondissement de la recherche de Rajotte (2009) au regard des critères

- But de la recherche: évaluer l'effet de la pratique scolaire des échecs (VI) sur la motivation scolaire (VD).
 - VD modifiée par rapport au projet initial;
- Deux groupes → 100 élèves jouent aux échecs à toutes les semaines et 100 autres ne jouent pas aux échecs
- Deux prises de mesure: avant et après l'implantation du programme (prétest et posttest)



1- Attentes et attributs de l'expérimentateur et du participant

- Un premier biais concernant la validité interne d'un projet correspond aux attentes et aux attributs de l'expérimentateur et du participant.
 - En effet, certains auteurs utilisent le terme **désirabilité sociale** afin de décrire le phénomène selon lequel les participants peuvent réagir à la personnalité de l'expérimentateur en tentant de plaire ou de déplaire à celui lors de l'expérimentation.
- * Peu importe le devis de recherche utilisé, il est presque impossible de contrôler totalement cette source d'invalidité

2- La maturation des sujets

- Des processus individuels comme le vieillissement, la croissance et l'expérience personnelle peuvent entraîner des fluctuations de réponses entre les différentes observations ou prises de mesure, particulièrement si la recherche s'étend sur une longue période de temps.
- Ainsi, bien qu'indépendants du contenu de la recherche, ces processus de maturation n'en influencent pas moins les résultats obtenus.



3- Les facteurs historiques (l'expérience vécue par les participants)

- Des événements spécifiques, en dehors de la participation à l'étude peuvent survenir pendant et entre les différentes prises de mesure et ainsi modifier les réactions ou les attitudes du participant.
 - Bien que ces expériences vécues par les participants ne dépendent pas de la situation expérimentale, elles peuvent tout de même exercer une influence sur une variable dépendante.

4- La défection de participants

- La défection de participants au cours de l'expérimentation peut affecter la validité interne, surtout si elle est plus importante dans certains groupes que dans d'autres (groupe expérimental/ groupe contrôle).
 - Si plusieurs sujets d'un même groupe abandonnent l'expérience, il peut s'ensuivre des effets spécifiques qui ne dépendent nullement de la variable expérimentale.

Retour sur le jeu d'échecs

Source d'invalidité	Explications à partir de l'exemple
- Attentes et attributs de l'expérimentateur et du participant	- À l'égard de ce facteur, une réflexion doit être mise en place. Aucun devis ne permet de contrôler cette source.
- La maturation des sujets	- Le projet de recherche proposé contrôle ce biais → il y a deux groupes, donc les participants vieilliront dans le groupe expérimental tout comme dans le groupe contrôle.
- Les facteurs historiques/expériences vécues	Le projet de recherche proposé contrôle ce biais → il y a deux groupes, donc les participants vivront des expériences extérieures dans le groupe expérimental tout comme dans le groupe contrôle.
- La défection de participants	- La présence du groupe contrôle peut aider. Par contre, si trop de participants se retirent de la recherche en cours de route, le chercheur sera confronté à une limite importante quant à l'interprétation de ses résultats.

5- La fluctuation des instruments de mesure

- L'instrument de mesure (s'il s'agit d'un appareillage quelconque) peut s'user et devenir moins fiable.
- Par ailleurs, si la mesure consiste en des observations de comportements, l'observateur peut se fatiguer et faire moins de bonnes annotations (ou encore s'améliorer par la pratique à mesure que le temps passe).

6- La sélection des participants

- La sélection des participants fait référence au processus d'assignation des participants aux différents groupes de l'étude.
 - Il arrive souvent que des études soient faites sur des groupes préexistants ou encore qu'on n'ait pas assigné de façon aléatoire les participants aux divers groupes.
 - Il est alors légitime de se demander si les résultats de l'étude en ce qui a trait à la variable dépendante ne seraient pas dus aux différences initiales entre les participants.

7- La réactivité de la mesure

- La réactivité de la mesure affecte elle-même la validité interne d'une étude. Le seul fait de répéter un test risque d'influencer les résultats.
 - Il est raisonnable de croire que les différences observées entre la première mesure et sa répétition dépendent simplement de l'opération de mesure et non du traitement expérimental.
 - Il s'agit donc de l'effet relié au prétest comme tel.

Retour sur l'exemple du jeu d'échecs (2^{ème} temps)

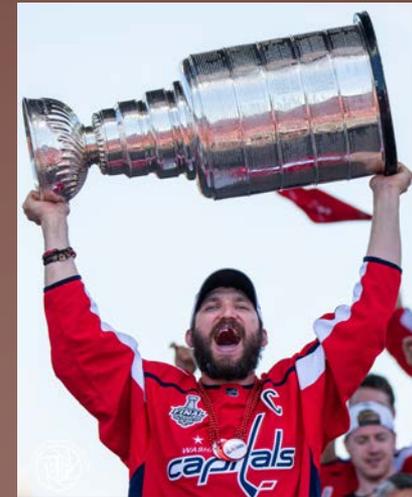
Source d'invalidité	Explications à partir de l'exemple
- La fluctuation des instruments de mesure	<ul style="list-style-type: none">- Le chercheur remet un test standardisé → il n'a pas à observer de comportements → la fatigue (ou autre) n'entre pas en ligne de compte.
- La sélection des participants	<ul style="list-style-type: none">- La sélection des participants est questionable. Est-ce que les élèves d'un groupe sont plus forts que les autres?- Le prétest contrôle se biais → statistiquement, il est possible de créer une équivalence entre les 2 groupes.- * l'assignation aléatoire des participants au sein des deux groupes serait la solution idéale pour pallier à cette source d'invalidité.
- La réactivité de la mesure	<p>Il est possible que les résultats au posttest soient plus élevé parce que les élèves se sont habitués au prétest → par contre, cette situation devrait se produire dans les deux groupes – cela permet de contrôler cette source d'invalidité</p>

8- La régression statistique

- La régression statistique ou le retour vers la tendance centrale est un phénomène qui se manifeste surtout quand on choisit des groupes qui se situent aux extrémités d'une échelle de mesure.
 - Quand on répète le test plusieurs fois, le score d'un individu varie d'une fois à l'autre. En faisant la sélection de ses sujets, l'expérimentateur choisit les individus qui obtiennent un score très élevé ou très bas à un moment précis.

8- La régression statistique - exemples

- En 2015-2016, les Canadiens de Montréal ont établi un record historique pour le meilleur début de saison dans la NHL → 9-0-0
- La situation s'est stabilisée par la suite (le Canadiens n'a pas fait les séries)



- Ovechkin → 2007-2008: 65 buts
- 2008-2009: 56 buts
- 2009-2010: 50 buts
- 2010-2011: 32 buts
- * cette année là, on a critiqué la saison de ce joueur russe

9 -La contamination liée à la diffusion de l'information

- La contamination liée à la diffusion de l'information correspond au phénomène selon lequel les résultats des participants peuvent être biaisés par le seul fait que l'idée principale (le postulat) de la recherche est diffusée aux participants.
 - Par exemple, un parent qui décide de participer à une recherche traitant des effets de la pratique scolaire des jeux de société sur la motivation des enfants pourrait être tentés de répondre que ces jeux engendrent nécessairement une hausse de la motivation de son enfant, et ce, simplement parce que celui-ci connaît *a priori* les visées de la recherche (étude qui traite des construits motivationnels).
 - * Aucun devis de recherche permet de contrôler ce biais → il importe au chercheur de mettre en place les conditions nécessaires pour contrôler ce biais.

(rappel) Différents devis expérimentaux

	A) Pré-expérimentaux			B) Quasi-expérimentaux			C) Expérimentaux		
	1. étude de cas	2. pré / post sans condition témoin	3. post seul avec condition témoin	1. pré / post avec condition témoin non équivalente	2. série temporelle simple	3. séries temporelles multiples	1. pré / post avec condition témoin équivalente	2. quatre conditions de Solomon	3. Post seul, avec groupe témoin
	XO	OXO	$\frac{XO}{O}$	$\frac{OXO}{O O}$	OOOXOOO	$\frac{OOOXOOO}{OOO OOO}$	R $\frac{OXO}{O O}$	R $\frac{OXO}{\frac{O O}{XO}}$ O	R $\frac{XO}{O}$

Sources d'invalidité interne

1. Attentes et attributs de l'expérimentateur et du participant	(?)	(?)	(?)	(?)	(?)	(?)	(?)	(?)	(?)
2. Maturation	-	-	(?)	+	+	+	+	+	+
3. Facteurs historiques	-	-	+	+	-	+	+	+	+
4. Défection des participants	-	-	-	(?)	+	+	+	+	+
5. Fluctuation des instruments	-	-	+	+	(?)	+	+	+	+
6. Sélection des participants	-	+	-	(?)	+	+	+	+	+
7. Réactivité de la mesure	+	-	+	+	+	+	+	+	+
8. Régression	+	(?)	+	(?)	+	+	+	+	+
9. Contamination et diffusion	(?)	(?)	(?)	(?)	(?)	(?)	(?)	(?)	(?)

+ : facteur d'invalidité contrôlé par le plan d'expérience ; - : facteur d'invalidité non-contrôlé par le plan d'expérience ; (?) : précautions à prendre indépendamment du plan d'expérience

Exemples de devis de recherche pré-expérimentaux

- Les plans posttest à groupe unique:
 - X O
- Les plans prétest-posttest à groupe unique:
 - O X O
- Les plans posttest avec groupe témoin non équivalent:
 - X O
 - O

Validité interne – devis pré-expérimentaux

1. étude de cas	2. pré / post sans condition témoin	3). post seul avec condition témoin
XO	OxO	$\frac{XO}{O}$

1. Attentes et attributs de l'expérimentateur et du participant	(?)	(?)	(?)
2. Maturation	-	-	(?)
3. Facteurs historiques	-	-	+
4. Défection des participants	-	-	-
5. Fluctuation des instruments	-	-	+
6. Sélection des participants	-	+	-
7. Réactivité de la mesure	+	-	+
8. Régression	+	(?)	+
9. Contamination et diffusion	(?)	(?)	(?)

Exemples de devis de recherche quasi-expérimentaux

- Les plans prétest/posttest avec groupe témoin non équivalent:

– 0 X 0
0 0

- La séquence temporelle interrompue unique:

– 0 0 0 X 0 0 0

- La séquence temporelle interrompue avec groupe témoin non équivalent:

– 0 0 0 X 0 0 0
– 0 0 0 0 0 0

Validité interne – devis quasi-expérimentaux

	1. pré / post avec condition témoin non équivalente	2. série temporelle simple	3. séries temporelles multiples
	O X O O O	OOO X OOO	<u>OOO X OOO</u> OOO OOO

1. Attentes et attributs de l'expérimentateur et du participant	(?)	(?)	(?)
2. Maturation	+	+	+
3. Facteurs historiques	+	-	+
4. Défection des participants	(?)	+	+
5. Fluctuation des instruments	+	(?)	+
6. Sélection des participants	(?)	+	+
7. Réactivité de la mesure	+	+	+
8. Régression	(?)	+	+
9. Contamination et diffusion	(?)	(?)	(?)

Validité interne – devis expérimentaux

1. pré / post avec condition témoin équivalente	2. quatre conditions de Solomon	3. Post seul, avec groupe témoin
R $\frac{OXO}{O O}$	R $\frac{OXO}{O O}$ $\frac{XO}{O}$	R $\frac{XO}{O}$

1. Attentes et attributs de l'expérimentateur et du participant	(?)	(?)	(?)
2. Maturation	+	+	+
3. Facteurs historiques	+	+	+
4. Défection des participants	+	+	+
5. Fluctuation des instruments	+	+	+
6. Sélection des participants	+	+	+
7. Réactivité de la mesure	+	+	+
8. Régression	+	+	+
9. Contamination et diffusion	(?)	(?)	(?)



Références

- Bordage, G. (1989). *Considerations on Preparing a Paper for Publication, Teaching and Learning in Medicine*, 1(1), 47-52
- Fortin, F. (2010). *Fondements et étapes du processus de recherche: Méthodes quantitatives et qualitatives*. Chenelière Éducation, Montréal.
- Ladouceur, R. et Bégin, G. (1986). *Protocoles de recherche appliquées et fondamentales*. Edisem, Saint-Hyacinthe.
- Rajotte, T. (2009). *L'effet d'un programme scolaire d'enseignement des échecs sur le développement des habiletés en résolution de problèmes et sur le sentiment d'appartenance à l'égard de l'école des élèves de 5^e année du primaire*. Mémoire inédit. Université du Québec à Rimouski.

Références (suite)

- **Rajotte, T. et Voyer, D. (2014).** Étude critique du diagnostic du TDA/H en tant que prédicteur du rendement en résolution de problèmes mathématiques. *Revue des jeunes chercheur(e)s en éducation*, 5(2), 103-115.
- **Simpson, E.H. (1951).** The Interpretation of Interaction in Contingency Tables. *Journal of the Royal Statistical Society, Series B (Methodological)*, 13(2), 238-241.
- **Vallerand, R.J. et Hess. U. (2000).** *Méthodes de recherche en psychologie*. Gaëtan Morin Éditeur, Boucherville.
- **York, R.O. (1997).** *Building basic competencies in social work approach. An experimental approach*. Allyn & Bacon, Boston