

# Exemple de détection de conceptions en mécanique et « remédiation »

Réceptivité des enseignants chercheurs aux résultats de la recherche en mécanique classique

---

Nathalie Lebrun <sup>(1,2)</sup> & Cécile de Hosson <sup>(1)</sup>

(1) LDAR (EA 4434) – Université Paris Diderot

(2) UFR Physique Université de Lille Sciences et Technologies

# Préambule

Recherches en didactique de la physique sur les raisonnements des élèves et des étudiants (*McDermott, 1999 ; Viennot, 1996*) (entretiens, questionnaires)

Création d'outil de qualification de ces raisonnements (test QCM) (mécanique, optique, etc) <http://www.ncsu.edu/per/TestInfo.html>

Utilisation soutenue dans la sphère anglo-saxonne et émergence en France (exemple UPMC : *AL Rudolph et al., 2014*)

Raisonnements construits à partir de l'observation du monde réel et incompatibles avec les connaissances scientifiques  
DONC obstacle à l'apprentissage des concepts et des lois  
(*Champagne et al., 1982 ; Halloun & Hestenes, 1985 ; Brown & Clement, 1987, McDermott, 1984*)

# Présentation de l'expérience menée à Lille 1

## Contexte :

- Changement de l'UE Physique au S1 suite aux nouveaux programmes de lycée : enseignement axé sur le concept de force dans différents contextes (mécanique, électrostatique, magnétisme)
- Passage tests : FMCE (*RK Thornton et al., 1998*) & Gravité / Électrostatique / Magnétisme (pré-test 30 étudiants au tout début du S1 et pour certains étudiants post-test 13 étudiants au tout début du S2)

⇒ Présentation ici des résultats du pré-test, du scénario pédagogique et des résultats du post-test

# Le test FMCE

---

# Test FMCE

Le test FMCE (Force and Motion Conceptual Evaluation)

- Interroge sur le concept de force dans des situations de mouvement (41 questions) (exemple concret)
- Différents registres utilisés : schéma, graphe, texte
- Classes de situations (« cluster ») pour sonder les raisonnements : déclenchement du raisonnement lié à la situation

A partir des raisonnements détectés, reconstruction par les chercheurs en didactique → création de catégories = conception ou mode de raisonnement

## Un exemple de question



Le camion est plus lourd que la voiture. La voiture va plus vite que le camion quand ils entrent en collision. Choisir une des propositions (A à J) qui décrit le mieux les forces en jeu entre la voiture et le camion.

A : Le camion exerce une plus grande force sur la voiture que la voiture n'exerce sur le camion. **(mode de raisonnement « dominance masse »)**

B : La voiture exerce une plus grande force sur le camion que le camion n'exerce sur la voiture. **(mode de raisonnement « dominance vitesse »)**

C : Aucun des deux n'exerce de force l'un sur l'autre. La voiture est simplement détruite puisqu'elle se trouve sur le trajet du camion.

D : Le camion exerce une force sur la voiture mais la voiture n'exerce pas de force sur le camion.

E : Le camion exerce une force sur la voiture identique à celle qu'exerce la voiture sur le camion. **(3ème loi de Newton)**

F : Il n'y a pas assez d'information donnée dans l'énoncé pour choisir une des propositions ci-dessus.

J : Aucune de ces propositions ci-dessus n'est correcte.

# Présentation d'une classe de situations (FMCE)

1



$$M_C > M_V ; V_C = 0$$

$V_V$  augmente pour  
atteindre une vitesse constante

2



$$M_C > M_V ; V_C = V_V$$

3



$$M_C > M_V ; V_C < V_V$$

4



$$M_C > M_V ; V_C = 0$$

5



$$M_C = M_V ; V_C = 0$$

**Compréhension concept de force et troisième loi de  
Newton si pour toutes les situations réponse  $F_C = F_V$**

# Profil de réponses et modes de raisonnement (conception)

	Conception « Dominance masse »	Conception « Dominance vitesse »	Réponse correcte
1 : Poussée $M_C > M_V ; V_C = 0$	B	C	A
2 : Collision $M_C > M_V ; V_C = V_V$	A	B	E
3 : Collision $M_C > M_V ; V_C < V_V$	A	B	E
4 : Collision $M_C > M_V ; V_C = 0$	A	B	E
5 : Collision $M_C = M_V ; V_C = 0$		B	E

Profils de réponses

A :  $F_C = F_V$  (3ème loi de Newton)  
 B :  $F_V < F_C$  (« Dominance masse »)  
 C :  $F_V > F_C$  (« Dominance vitesse »)

A :  $F_C > F_V$  (« Dominance masse »)  
 B :  $F_V > F_C$  (« Dominance vitesse »)  
 E :  $F_C = F_V$  (3ème loi de Newton)

# Quelques résultats parcours aménagés SESI

---

# Pré-test

Masse

Vitesse

Réponse correcte

F, NSP, J

1	2	3	4	5
Yellow	Cyan	Grey	Yellow	Yellow
Cyan	Cyan	Yellow	Grey	Orange
Yellow	Cyan	Grey	Yellow	Yellow
White	Cyan	Yellow	Orange	Orange
White	White	Grey	Grey	Yellow
Yellow	Cyan	Grey	Yellow	Grey
White	White	White	White	White
Yellow	Cyan	Yellow	Yellow	Yellow
Cyan	White	Grey	Grey	Grey
White	White	White	White	Orange
Yellow	Orange	Yellow	Yellow	Yellow
White	Cyan	Grey	Yellow	Yellow
Orange	Orange	Yellow	Grey	Grey

1	2	3	4	5
Orange	Cyan	Orange	Yellow	Yellow
White	Cyan	Yellow	Grey	Grey
Cyan	Cyan	Grey	Yellow	Yellow
Yellow	Grey	Yellow	Orange	Orange
White	Cyan	Orange	Yellow	Yellow
Cyan	White	Yellow	Grey	Grey
Yellow	White	Orange	Yellow	Yellow
White	White	White	White	White
Cyan	Cyan	Yellow	White	Grey
Yellow	White	Orange	Cyan	Yellow
Grey	Cyan	Grey	Grey	Grey
White	Orange	Yellow	Grey	Yellow
White	White	White	White	White
Grey	Grey	Yellow	Yellow	Yellow
Cyan	Cyan	Grey	Yellow	Orange

- 1 (poussée)  
 $M_C > M_V ; V_C = 0$   
 11 Vitesse
  
- 2 (choc)  
 $M_C > M_V ; V_C = V_V$   
 20 Masse
  
- 3 (choc)  
 $M_C > M_V ; V_C < V_V$   
 11 Vitesse  
 10 F, NSP, J
  
- 4 (choc)  
 $M_C > M_V ; V_C = 0$   
 14 Vitesse
  
- 5 (choc)  
 $M_C = M_V ; V_C = 0$   
 15 Vitesse

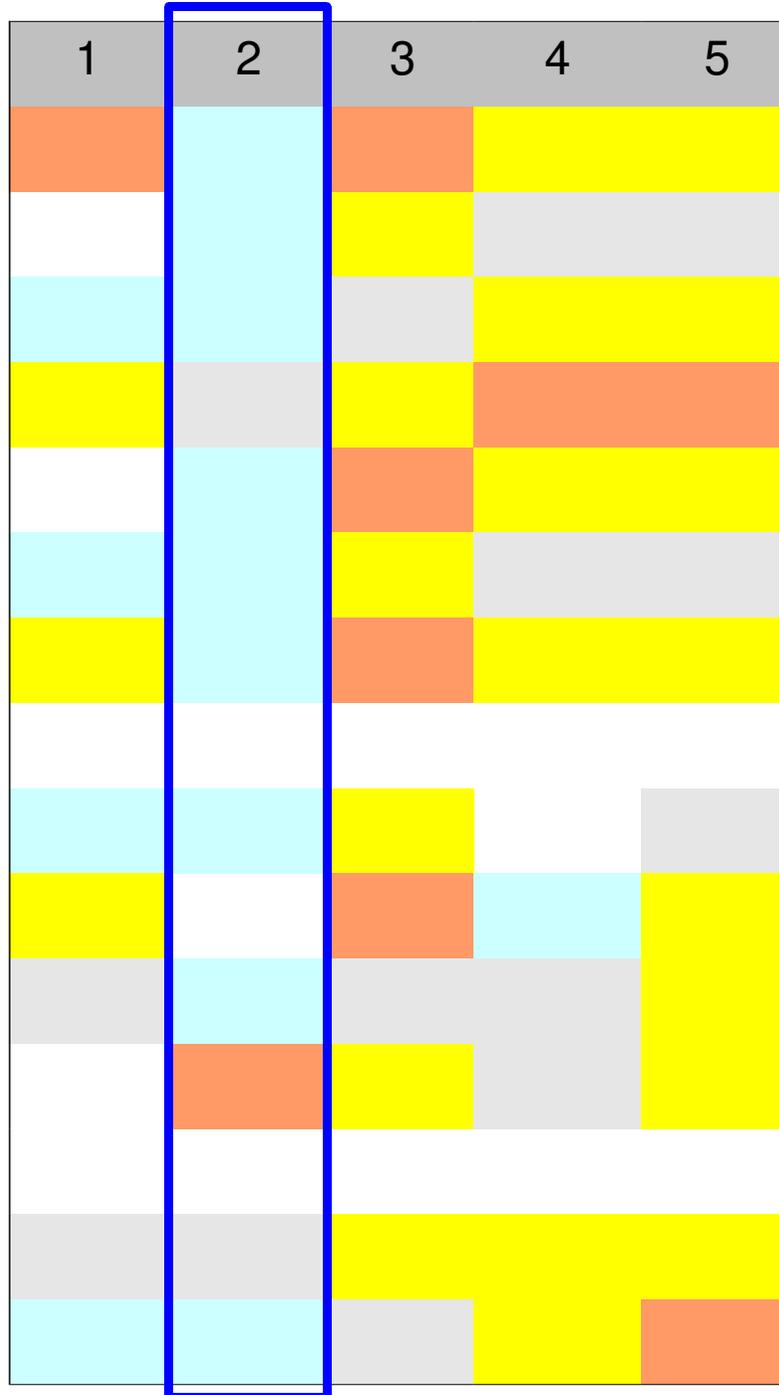
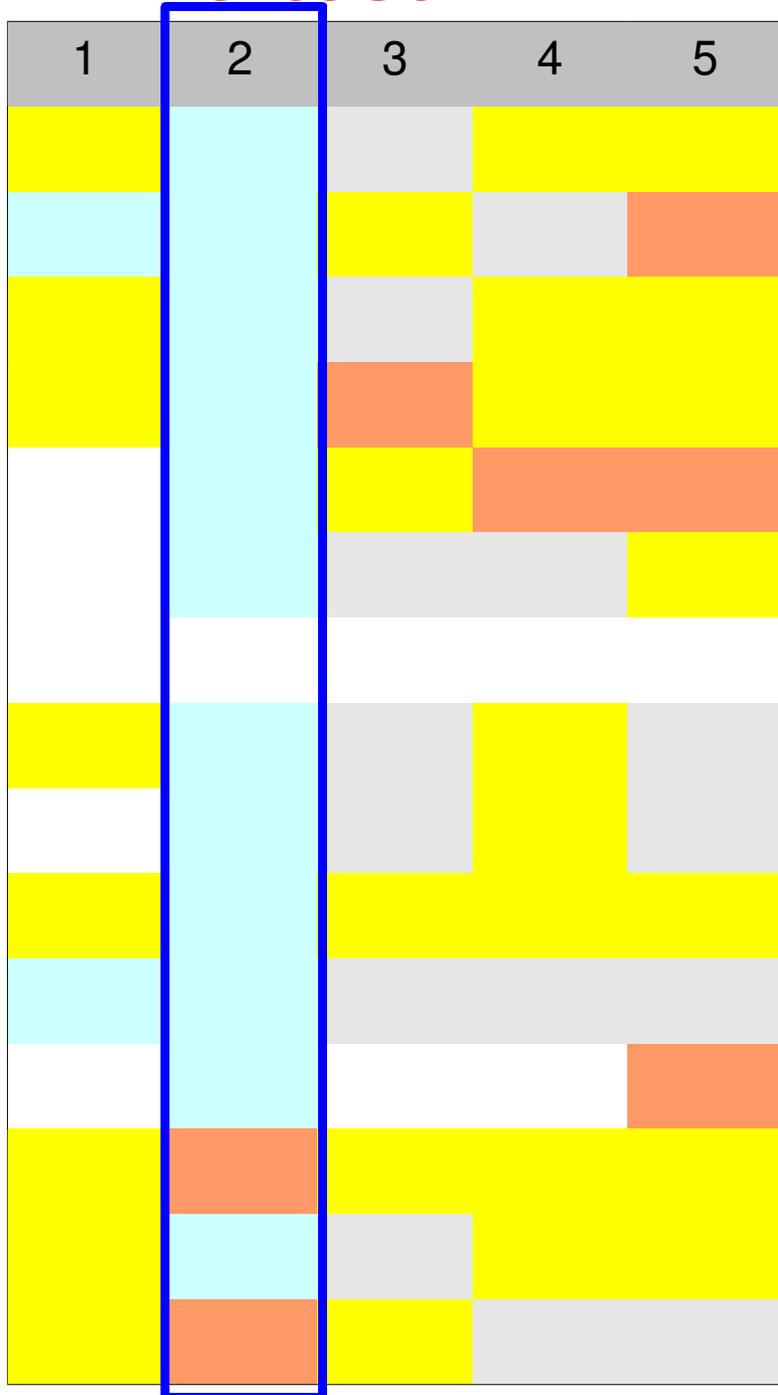
# Pré-test

Masse

Vitesse

Réponse correcte

F, NSP, J



1 (poussée)  
 $M_C > M_V ; V_C = 0$   
 11 Vitesse

2 (choc)  
 $M_C > M_V ; V_C = V_V$   
 20 Masse

3 (choc)  
 $M_C > M_V ; V_C < V_V$   
 11 Vitesse  
 10 F, NSP, J

4 (choc)  
 $M_C > M_V ; V_C = 0$   
 14 Vitesse

5 (choc)  
 $M_C = M_V ; V_C = 0$   
 15 Vitesse

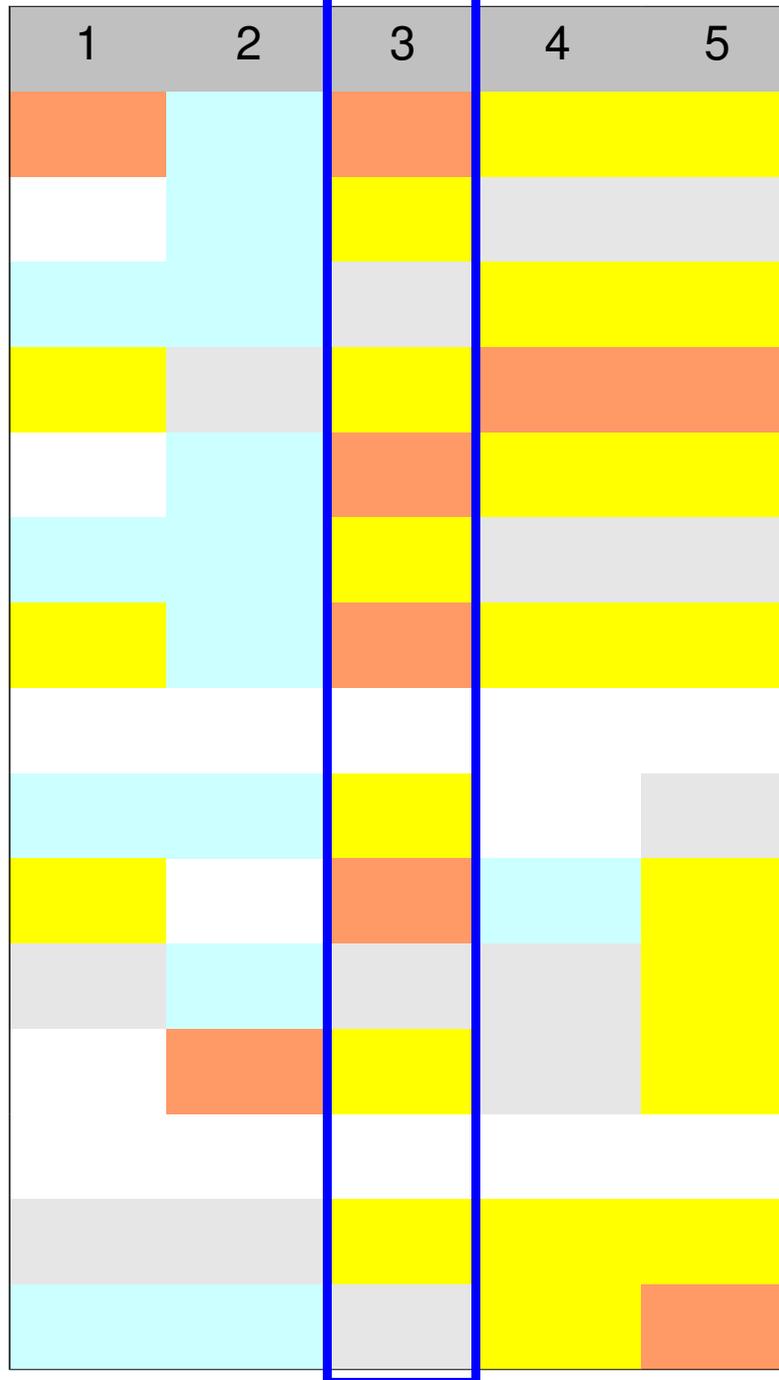
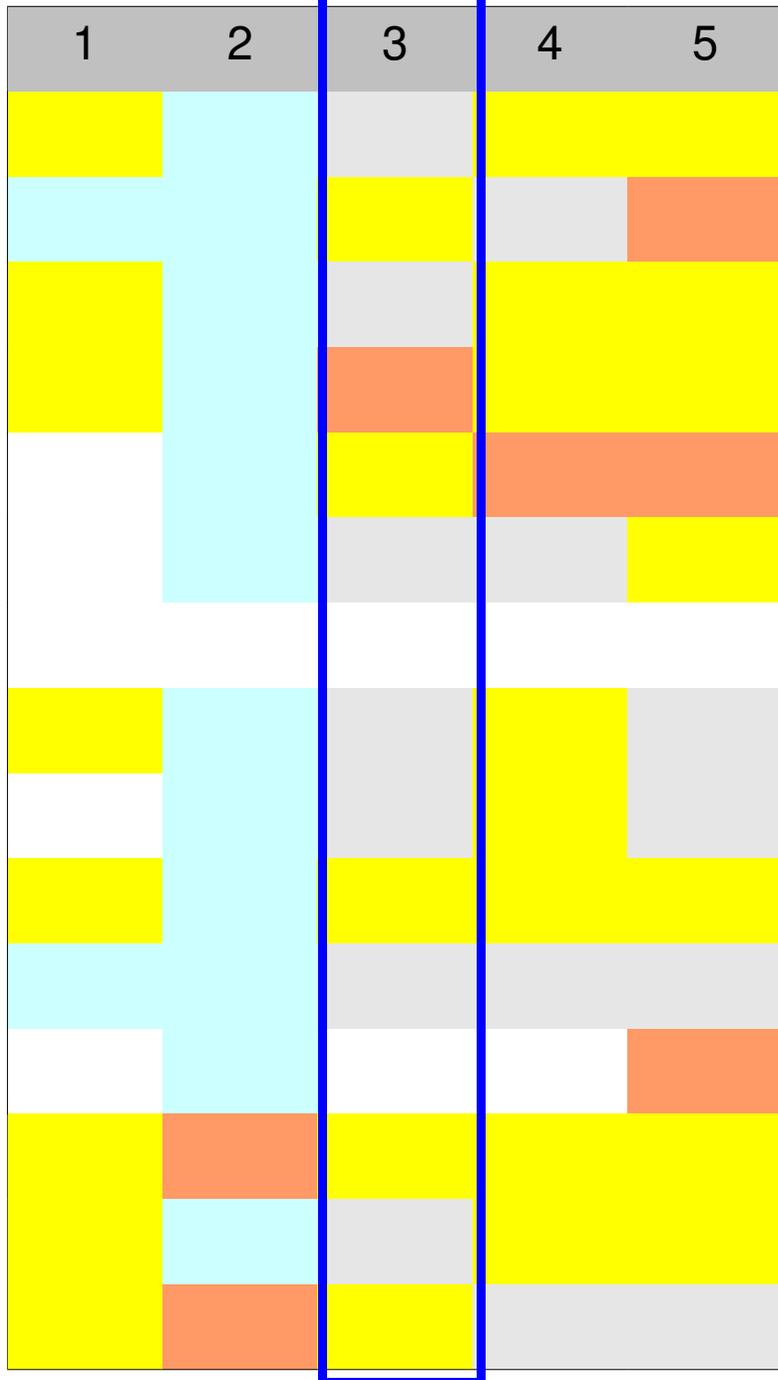
# Pré-test

Masse

Vitesse

Réponse correcte

F, NSP, J



1 (poussée)  
 $M_C > M_V ; V_C = 0$   
 11 Vitesse

2 (choc)  
 $M_C > M_V ; V_C = V_V$   
 20 Masse

3 (choc)  
 $M_C > M_V ; V_C < V_V$   
 11 Vitesse  
 10 F, NSP, J

4 (choc)  
 $M_C > M_V ; V_C = 0$   
 14 Vitesse

5 (choc)  
 $M_C = M_V ; V_C = 0$   
 15 Vitesse

# Pré-test

Masse

Vitesse

Réponse correcte

F, NSP, J

1	2	3	4	5
Yellow	Cyan	Grey	Yellow	Yellow
Cyan	Cyan	Yellow	Grey	Orange
Yellow	Cyan	Grey	Yellow	Yellow
White	Cyan	Orange	Orange	Orange
White	Cyan	Yellow	Orange	Orange
White	Cyan	Grey	Grey	Yellow
White	Cyan	Grey	White	White
Yellow	Cyan	Grey	Yellow	Grey
White	Cyan	Grey	Yellow	Grey
Yellow	Cyan	Yellow	Yellow	Yellow
Cyan	Cyan	Grey	Grey	Grey
White	Cyan	White	White	Orange
Yellow	Orange	Yellow	Yellow	Yellow
White	Cyan	Grey	Yellow	Yellow
Yellow	Orange	Yellow	Grey	Grey

1	2	3	4	5
Orange	Cyan	Orange	Yellow	Yellow
White	Cyan	Yellow	Grey	Grey
Cyan	Cyan	Grey	Yellow	Yellow
Yellow	Grey	Yellow	Orange	Orange
White	Cyan	Orange	Yellow	Yellow
Cyan	Cyan	Yellow	Grey	Grey
Yellow	Cyan	Orange	Yellow	Yellow
White	Cyan	Orange	White	Grey
Yellow	White	Orange	Cyan	Yellow
Grey	Cyan	Grey	Grey	Grey
White	Orange	Yellow	Grey	Yellow
White	Orange	Yellow	White	White
Grey	Grey	Yellow	Yellow	Yellow
Cyan	Cyan	Grey	Yellow	Orange

1 (poussée)  
 $M_C > M_V ; V_C = 0$

11 Vitesse

2 (choc)  
 $M_C > M_V ; V_C = V_V$

20 Masse

3 (choc)  
 $M_C > M_V ; V_C < V_V$

11 Vitesse

10 F, NSP, J

4 (choc)  
 $M_C > M_V ; V_C = 0$

14 Vitesse

5 (choc)  
 $M_C = M_V ; V_C = 0$

15 Vitesse

# Pré-test

Masse

Vitesse

Réponse correcte

F, NSP, J

1	2	3	4	5
Yellow	Cyan	Grey	Yellow	Yellow
Cyan	Cyan	Yellow	Grey	Orange
Yellow	Cyan	Grey	Yellow	Yellow
White	Cyan	Orange	Yellow	Orange
White	Cyan	Yellow	Orange	Orange
White	Cyan	Grey	Grey	Yellow
White	Cyan	Grey	Yellow	White
Yellow	Cyan	Grey	Yellow	Grey
White	Cyan	Grey	Yellow	Grey
Yellow	Cyan	Yellow	Yellow	Yellow
Cyan	Cyan	Grey	Grey	Grey
White	Cyan	White	White	Orange
Yellow	Orange	Yellow	Yellow	Yellow
White	Cyan	Grey	Yellow	Yellow
Yellow	Orange	Yellow	Grey	Grey

1	2	3	4	5
Orange	Cyan	Orange	Yellow	Yellow
White	Cyan	Yellow	Grey	Grey
Cyan	Cyan	Grey	Yellow	Yellow
Yellow	Grey	Yellow	Orange	Orange
White	Cyan	Orange	Yellow	Yellow
Cyan	Cyan	Yellow	Grey	Grey
Yellow	Cyan	Orange	Yellow	Yellow
White	Cyan	Orange	Yellow	White
Cyan	Cyan	Yellow	Grey	Grey
Yellow	White	Orange	Cyan	Yellow
Grey	Cyan	Grey	Grey	Yellow
White	Orange	Yellow	Grey	Yellow
White	White	White	White	White
Grey	Grey	Yellow	Yellow	Yellow
Cyan	Cyan	Grey	Yellow	Orange

1 (poussée)  
 $M_C > M_V ; V_C = 0$   
 11 Vitesse

2 (choc)  
 $M_C > M_V ; V_C = V_V$   
 20 Masse

3 (choc)  
 $M_C > M_V ; V_C < V_V$   
 11 Vitesse  
 10 F, NSP, J

4 (choc)  
 $M_C > M_V ; V_C = 0$   
 14 Vitesse

5 (choc)  
 $M_C = M_V ; V_C = 0$   
 15 Vitesse

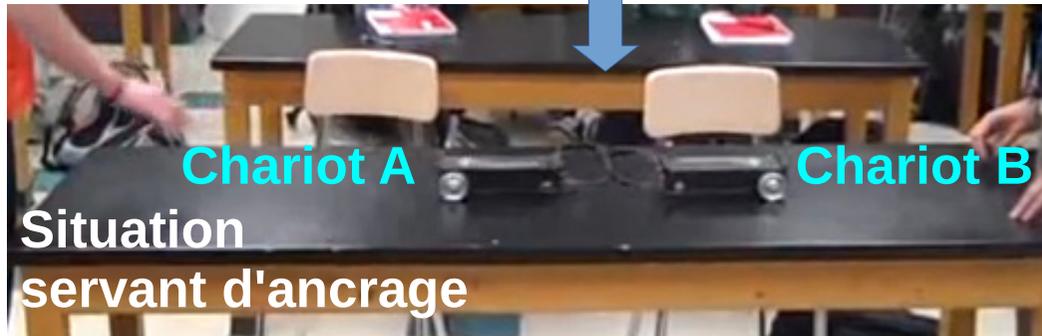
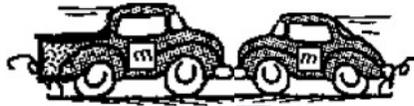
# Utilisation d'une analogie pour surmonter ces modes de raisonnement sur la 3<sup>ème</sup> loi de Newton

Changement conceptuel à partir de situations pensées (analogies) (Brown & Clement, 1987)

Stratégie d'enseignement : pont entre situation d'ancrage et cible (Brown & Clement, 1989) en donnant du sens au concept abstrait par la visualisation (Brown, 1992)

Emergence des modes de raisonnement chez les étudiants (discussions)

**Etape 1**



**Chariot A**  
**Chariot B**  
**Situation servant d'ancrage**

**Etape 2**

Cerceaux identiques,  
même compression,  
même intensité de force

**Etape 3**

Comparaison explicite  
par les étudiants

Enoncé de la loi **Etape 5**



**Cible**



Intensité des forces  
identique

**Etape 4**

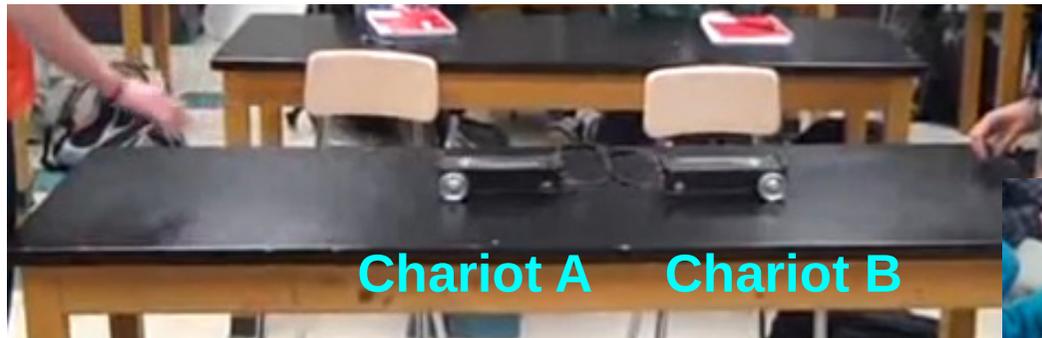
→ Développement de relations d'analogie

# Les différentes situations d'ancrage (vidéo)

<https://www.youtube.com/watch?v=KB3Y-pSGHos>

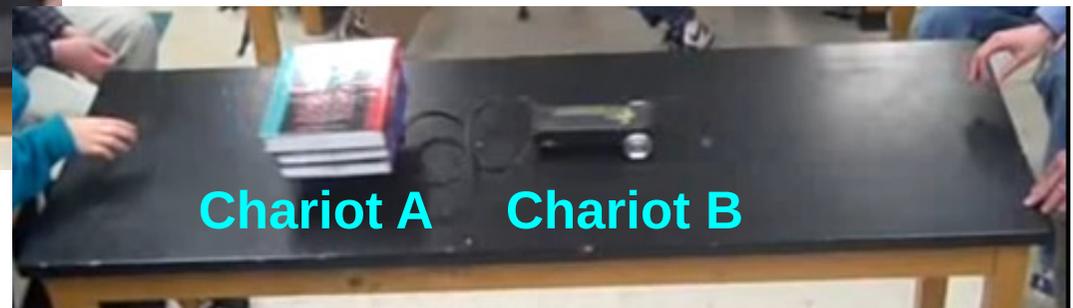
Expérience I

$$M_A = M_B \text{ et } V_A > V_B$$



Expérience II

$$M_A > M_B \text{ et } V_A = V_B$$



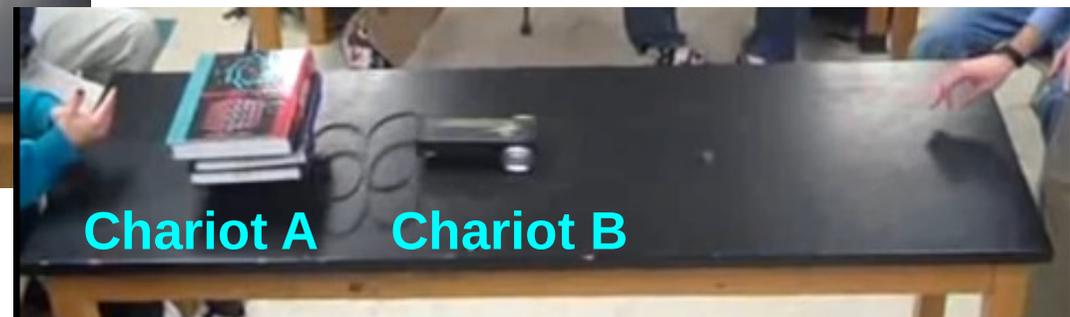
Expérience III

$$M_A > M_B \text{ et } V_B = 0$$



Expérience IV

$$M_A > M_B \text{ et } V_A = 0$$



# Pré-test / post-test

Masse

Vitesse

Réponse correcte

F, NSP, J

1		2		3		4		5	
Pre	Post								
Yellow	Yellow	Cyan	Cyan	Grey	Grey	Yellow	Grey	Yellow	Yellow
Cyan	Orange	Cyan	Orange	Yellow	Orange	Grey	Orange	Orange	Orange
Yellow	Yellow	Cyan	Orange	Grey	Orange	Yellow	Orange	Yellow	Orange
White	Orange	Cyan	Orange	Yellow	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange
White	Grey	White	Orange	Grey	Grey	White	Grey	White	Grey
Yellow	White	Cyan	White	Grey	Yellow	Yellow	Grey	Grey	Yellow
White	Yellow	Cyan	Orange	Grey	Yellow	Yellow	Grey	Grey	Orange
Yellow	Yellow	Cyan	Cyan	Grey	Grey	Grey	White	Grey	Cyan
White	Orange	Cyan	Cyan	White	Grey	White	Yellow	Orange	Orange
Yellow	Orange	Orange	Orange	Yellow	Orange	Yellow	Orange	Yellow	Orange

1 (poussée)

$$M_c > M_v ; V_c = 0$$

2 (choc)

$$M_c > M_v ; V_c = V_v$$

3 (choc)

$$M_c > M_v ; V_c < V_v$$

4 (choc)

$$M_c > M_v ; V_c = 0$$

5 (choc)

$$M_c = M_v ; V_c = 0$$

# Pré-test / post-test

Masse

Vitesse

Réponse correcte

F, NSP, J

1		2		3		4		5	
Pre	Post								
Yellow	Yellow	Cyan	Cyan	Grey	Grey	Yellow	Grey	Yellow	Yellow
Cyan	Orange	Cyan	Orange	Yellow	Orange	Grey	Orange	Orange	Orange
Yellow	Yellow	Cyan	Orange	Grey	Orange	Yellow	Orange	Yellow	Orange
White	Orange	Cyan	Orange	Yellow	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange
White	Orange	Cyan	Orange	Grey	Orange	Grey	Orange	Yellow	Orange
White	Grey	White	Orange	White	Grey	White	Grey	White	Grey
Yellow	White	Cyan	White	Grey	Yellow	Yellow	Grey	Grey	Yellow
White	Yellow	White	Orange	Grey	Grey	Yellow	Grey	Grey	Orange
Yellow	Yellow	White	Cyan	Yellow	Grey	Yellow	Grey	Yellow	Grey
Cyan	Cyan	Cyan	Cyan	Grey	Cyan	Grey	White	Grey	Cyan
White	Orange	Cyan	Cyan	White	Grey	White	Yellow	Orange	Orange
Yellow	Orange	Orange	Orange	Yellow	Orange	Yellow	Orange	Yellow	Orange

1 (poussée)

$$M_c > M_v ; V_c = 0$$

2 (choc)

$$M_c > M_v ; V_c = V_v$$

3 (choc)

$$M_c > M_v ; V_c < V_v$$

4 (choc)

$$M_c > M_v ; V_c = 0$$

5 (choc)

$$M_c = M_v ; V_c = 0$$

# Pré-test / post-test

Masse

Vitesse

Réponse correcte

F, NSP, J

1		2		3		4		5	
Pre	Post								
Yellow	Yellow	Cyan	Cyan	Grey	Grey	Yellow	Grey	Yellow	Yellow
Cyan	Orange	Cyan	Orange	Yellow	Orange	Grey	Orange	Orange	Orange
Yellow	Yellow	Cyan	Orange	Grey	Orange	Yellow	Orange	Yellow	Orange
White	Orange	Cyan	Orange	Yellow	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange
White	Grey	White	Orange	White	Grey	White	Grey	White	Grey
Yellow	White	Cyan	White	Grey	Yellow	Yellow	Grey	Grey	Yellow
White	Yellow	Cyan	Orange	Grey	Grey	Yellow	Grey	Grey	Orange
Yellow	Yellow	Cyan	Cyan	Yellow	Grey	Yellow	Grey	Yellow	Grey
Cyan	Cyan	Cyan	Cyan	Grey	Cyan	Grey	White	Grey	Cyan
White	Orange	Cyan	Cyan	White	Grey	White	Yellow	Orange	Orange
Yellow	Orange	Orange	Orange	Yellow	Orange	Yellow	Orange	Yellow	Orange

1 (poussée)

$$M_C > M_V ; V_C = 0$$

2 (choc)

$$M_C > M_V ; V_C = V_V$$

3 (choc)

$$M_C > M_V ; V_C < V_V$$

4 (choc)

$$M_C > M_V ; V_C = 0$$

5 (choc)

$$M_C = M_V ; V_C = 0$$

Quelques résultats de  
recherche sur la réceptivité  
des enseignants chercheurs  
aux résultats de la recherche  
en didactique de la physique

---

## Question de recherche

Dans quelle mesure un outil didactique conçu pour identifier les modes de raisonnement des étudiants peut être utilisé par les enseignants chercheurs ? Est-ce utile ? Dans quelle(s) condition(s) ?

## Méthodologie

- 2 classes de situations du test FMCE dont celle présentée précédemment (distribuées avant l'entretien)
- Etude exploratoire : Interviews semi-directifs de 9 enseignants chercheurs Lille 1 / Paris 7 (1h à 1h30)
- Analyse des verbatims à partir de la retranscription des interviews

## Protocole

### En lien avec les QCM du FMCE

Q1 : difficultés mises en avant (QCMs) ?

Q2 : 1 seul QCM ?

Q6 : Utilisation de ce type de QCMs ?

### Ouverture vers les pratiques

Q3 : Difficultés intéressantes ?

Q4 : Difficultés essentielles ?

Q5 : Difficultés déjà rencontrées ?

Quelles solutions pédagogiques ?

Q7 : Quels autres outils de détection ?

Q10 : Evolution de la pratique enseignante au vu de l'entretien ?

# Chez les enseignants interrogés

1. Signes de non adhésion (ou de désintérêt) relevé dans les propos des EC

- Inadéquation de la situation de choc au contexte 3e loi de Newton (les situations de poussées semblent plus appropriées)
- Inadéquation de l'usage vis à vis du temps d'enseignement disponible (éventuellement en complément des exercices "traditionnels")

2. Signes d'intérêt et usages envisagés

- En autodiagnostic (pour les étudiants)
- En diagnostic "formatif" (pour les enseignants souhaitant mesurer le degré de compréhension des étudiants, rétraction sur le cours) : plusieurs EC notent que les raisonnements révélés sont contraires au "sens commun" et résistants
- Intérêt marqué pour l'idée "classe de situations" = "clusters »

Quels travaux futurs et  
actuels ?

---

Mise en place de formation pour les enseignants chercheurs :

- conférences (Marseille, juin 2014) ;
- conférences / ateliers (Poitiers, mai 2015).

Vue globale des travaux de recherche en didactique de la physique

Mettre les EC dans une démarche de didacticien

Réceptivité des EC sur d'autres classes de situations du test FMCE incluant différents champs sémiotiques. Etude préalable des conceptions sur le concept de force des étudiants en mécanique en L1 sur des grands nombres (Lille 1 : pré-test 668 et post-test 143 ; Rouen : post-test 419)