Ecole d'été d'astronomie, 2015

Comité de Liaison Enseignants et Astronomes

cdea

Acquisition & construction de connaissances en science : la gravité, sur Terre et dans l'espace

Sören Frappart & Valérie Frède
UT2J, URI Octogone - EA n° 4156
Laboratoire "Cognition, Communication et Développement"

https://www.youtube.com/watch?v=SbtXkyufUC0

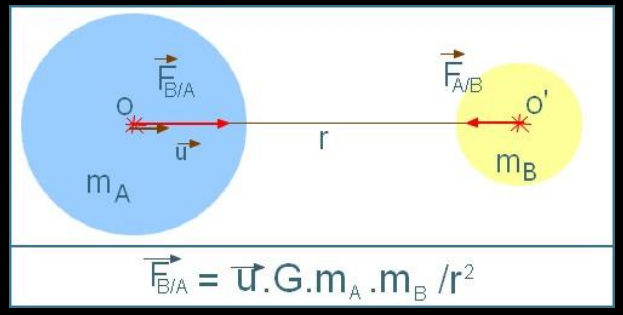
Particularité des concepts contre-intuitifs

- *Croyances de sens commun ou savoirs quotidiens*
- *Connaissances scientifiques ou objectives*

Exemple: la forme de la Terre
Plage du cotentin, 2011

Particularité des concepts contre-intuitifs

- *Croyances de sens commun ou savoirs quotidiens*
- *Connaissances scientifiques ou objectives*



Une formule simple pour un phénomène contre-intuitif

I. Psychologie du développement conceptuel

1. Psychologie et psychologie du développement
2. Modèles d'hier…
3. Modèles d'aujourdhui: Appliqués à l'astronomie
4. Revue de littérature quant au développement conceptuel lié à la gravitation

III. Deux études

1. Acquisition et construction de connaissances liées au phénomène de gravité
2. Effet d'un enseignement informel associé à un enseignement formel

IV. Discussion - Conclusion

Psychologie et psychologie du développement

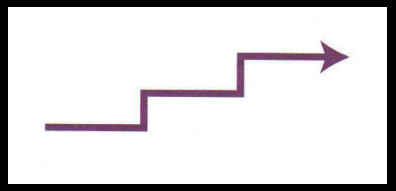
Psychologie: origines & construction

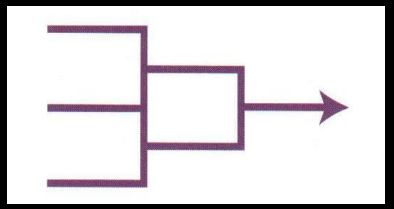
Psychologie du développement

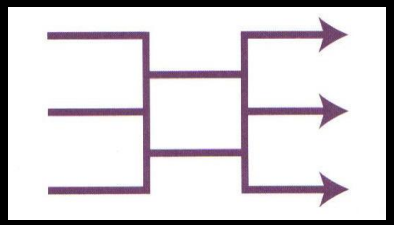
- Echèle ontogénétique: développement cognitif, émotionnel…
- Focus sur les facteurs de développement , poids respectif

➢ Utiliser les faits de développement pour élaborer une théorie générale du fonctionnement psychologique du sujet.

Différents modèles du développement







Modèles d'hier…

Jean Piaget - 1896-1980

Lev Vygotsky - 1896-1934

Modèles d'aujourd'hui: Appliqués à l'astronomie

Modèles mentaux

Vosniadou et collaborateurs

Connaissances fragmentées

Nobes et collaborateurs

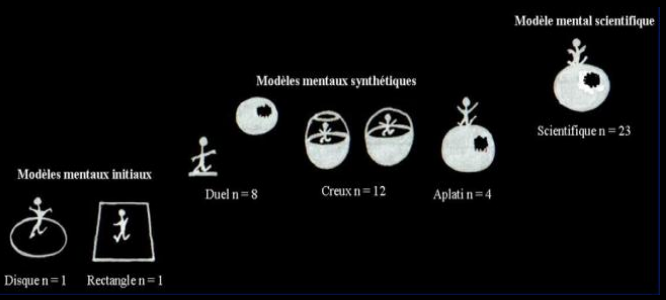
Connaissances en contextes

Schoultz et collaborateurs

Modèles d'aujourd'hui: Appliqués à l'astronomie

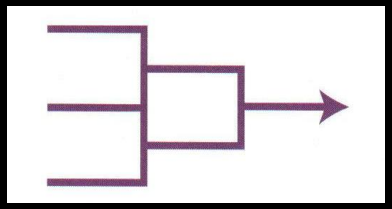
Modèles mentaux

Vosniadou et collaborateurs



Connaissances fragmentées

Nobes et collaborateurs



Connaissances en contextes

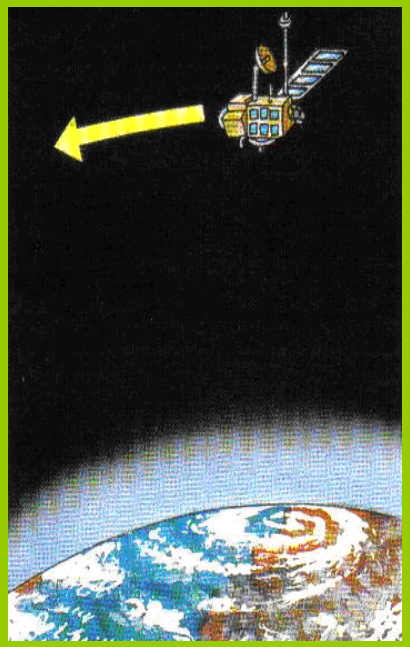
Schoultz et collaborateurs

Etudes sur le développement conceptuel lié à la gravitation

Revue de littérature

Kavanagh & Sneider, 2007

1- La gravité requiert la présence d'air.



2- Il n'y a pas de gravité dans l'espace.

3- Les objets en impesanteur
ne sont pas affectés par la gravité.

4- La force de gravité diminue rapidement avec l'augmentation de l'altitude.

Etudes sur le développement conceptuel lié à la gravitation

Revue de littérature

Palmer (2001)

- Participants: 56 élèves de 11-12 ans et 56 élèves de 15-16 ans

Etudes sur le développement conceptuel lié à la gravitation

Revue de littérature

	Justifications	*11.5 ans*	*15.5 ans*
Objets qui tombent	La gravité s'exerce	76%	90%

Etudes sur le développement conceptuel lié à la gravitation

Revue de littérature

	Justifications	*11.5 ans*	*15.5 ans*
Objets qui tombent	La gravité s'exerce	76%	90%
Objets stationnaires	La gravité s'exerce	26%	**48%**
	La gravité ne s'exerce pas	**34%**	**28%**

Etudes sur le développement conceptuel lié à la gravitation

Revue de littérature

	Justifications	*11.5 ans*	*15.5 ans*
Objets qui tombent	La gravité s'exerce	76%	90%
Objets stationnaires	La gravité s'exerce	26%	48%
	La gravité ne s'exerce pas	34%	28%
Objets en mouvement vertical vers le haut	La gravité s'exerce vers le bas	**12%**	**25%**
	La gravité ne s'exerce pas	**40%**	**45%**
	La gravité s'exerce vers le haut	**32%**	**30%**

Etudes sur le développement conceptuel lié à la gravitation

Revue de littérature

Noce, Torosantucci & Vicentini (1988)

- Participants : des élèves de 10 & 13 ans

-90% des élèves prédisent que la clé flotte sur la Lune: “parce qu’il n’y a pas d’air et donc pas de gravité”.

- 51% des élèves de l’école primaire définissent la gravité comme une force qui existe uniquement sur Terre.

Etudes sur le développement conceptuel lié à la gravitation

Revue de littérature

Sharma, Millar, Smith & Sefton (2004)

- Participants : 200 étudiants de première année de sciences physiques

-50%: « la gravité est nulle au niveau de la navette »

-10%: « la gravité y est très faible »

-1/3: explication attendue

Etudes sur le développement conceptuel lié à la gravitation

Revue de littérature

Dostal (2005)

- Participants: 2 000 étudiants de première année de sciences physiques

-Compréhension erronée persistante

-50% disent que les forces d'attractions entre la Terre et le Soleil sont égales.

-Etudiants prédisent fréquemment qu'un stylo lâché sur la Lune « flotte » parce qu'il n'y a pas de gravité

Etudes sur le développement conceptuel lié à la gravitation

Revue de littérature - Synthèse

- Hétérogénéité des participants
- Variabilité des tâches
- Etudes descriptives
- Tâche en « mono » contexte
- Enseignement formel

Nature, structure et développement conceptuel
Changement conceptuel

I. Psychologie du développement conceptuel

1. Psychologie et psychologie du développement
2. Modèles d'hier…
3. Modèles d'aujourdhui: Appliqués à l'astronomie
4. Revue de littérature quant au développement conceptuel lié à la gravitation

III. Deux études

1. Acquisition et construction de connaissances liées au phénomène de gravité
2. Effet d'un enseignement informel associé à un enseignement formel

IV. Discussion - Conclusion

Etude 1. Participants

Acquisition et construction de connaissances au cours de l'ontogenèse

144 élèves
(**24** par groupe)

École élémentaire
GS : 5.22 ans (ET=4 mois)
CE1 : 7.4 ans (ET=4.6 mois)
CM1 : 9.39 ans (ET=4.3 mois)

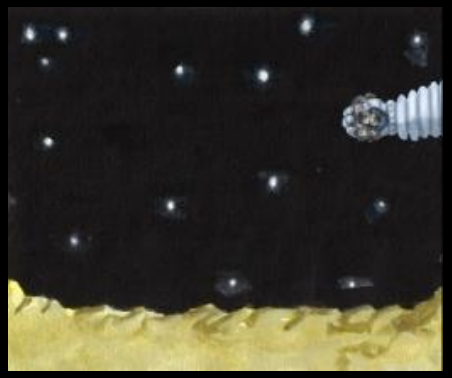
Collège
5ème : 12.77 ans (ET=5.3 mois)
3ème : 15.03 ans (ET=7.4 mois)

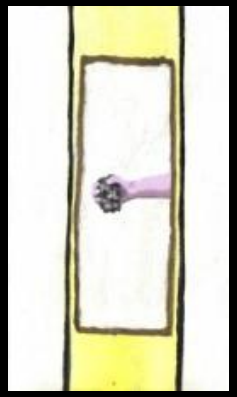
Lycée
TSSI : 18.37 ans (ET=8 mois)

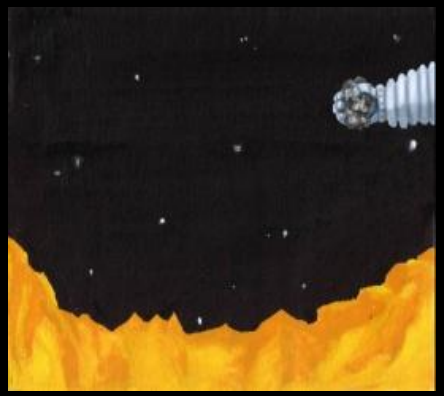
Entretien individuel (30 et 40 minutes)

Etude 1.

Prédire et justifier la trajectoire de la pierre dans différents contextes



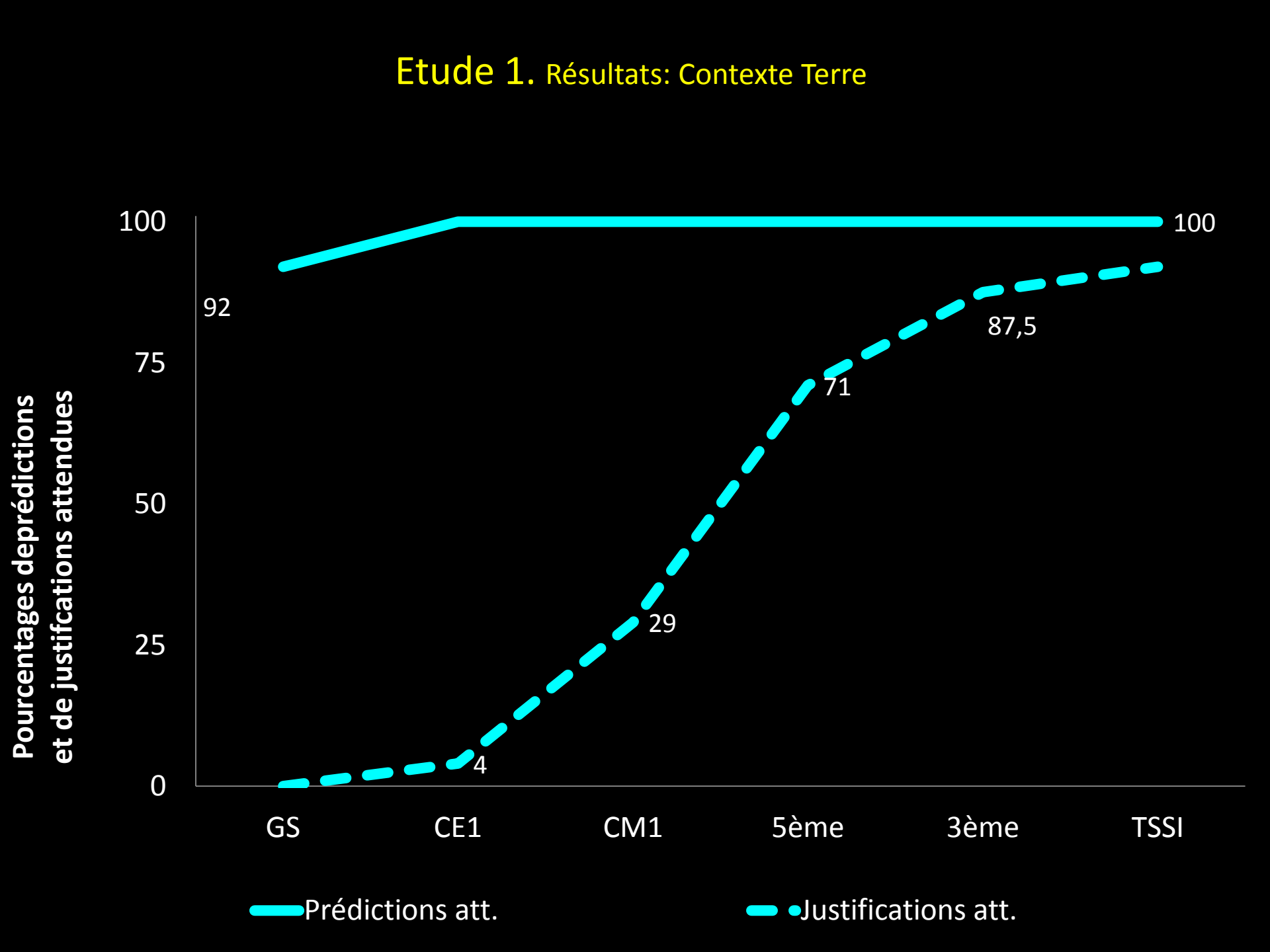




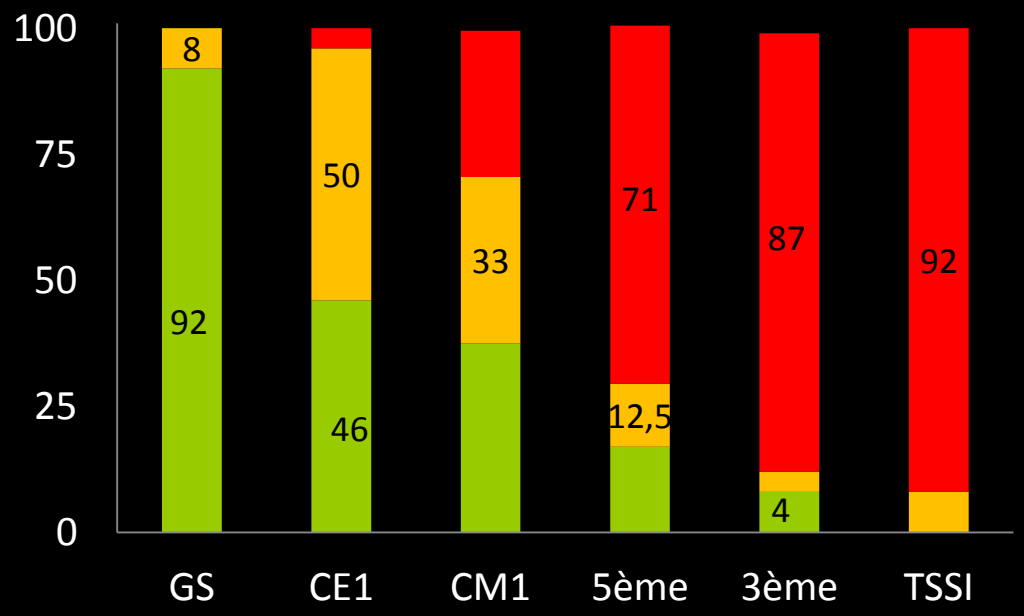
Etude 1. Résultats

Prédire et justifier la trajectoire de la pierre
sur Terre et sur la planète avec de l'air

Etude 1. Résultats: Contexte Terre



Etude 1. Résultats: Contexte Terre



J. intuitives ou autres

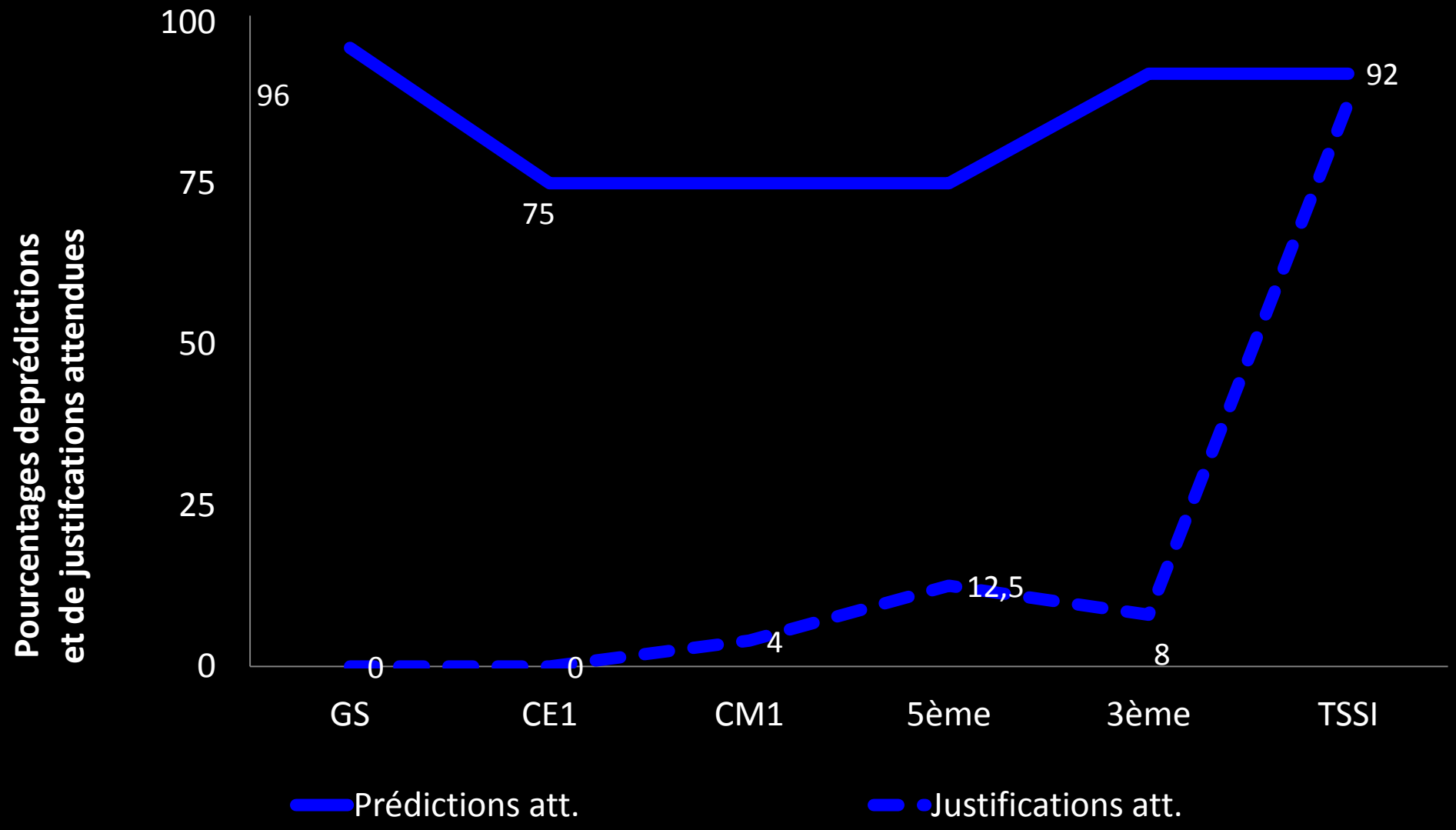
J. partielles ou erronées

J. attendue

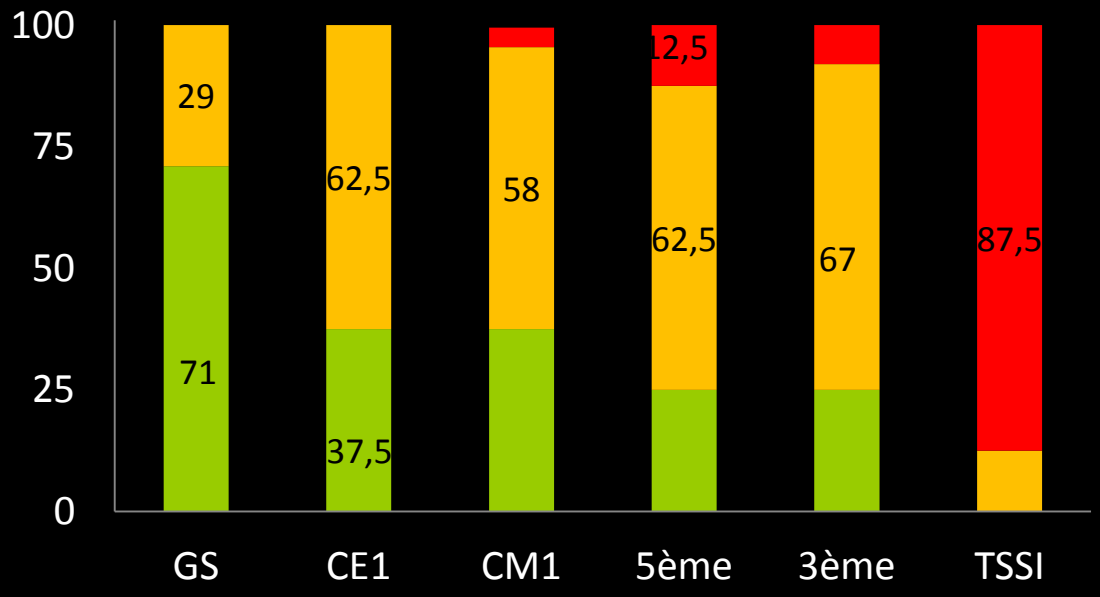
Justifications partielles ou erronées sur Terre:

« *le poids* »
CE1 (21%)
« *la présence d'air* »
CE1 (17%) et **CM1** (25%)

Etude 1. Résultats: Contexte planète rouge



Etude 1. Résultats: Contexte rouge



J. intuitives ou autres

J. partielles ou erronées

J. attendue

Justifications partielles ou erronées sur la planète avec air:

« la présence d'air »

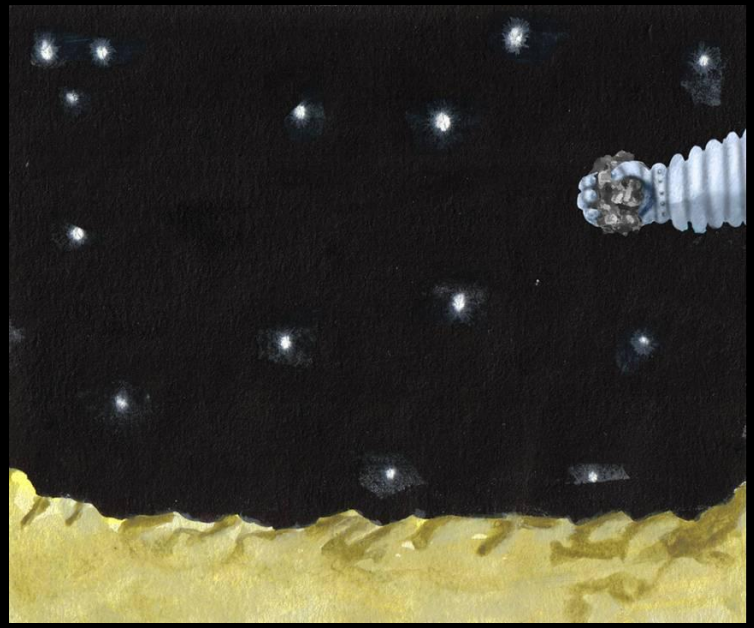
CE1 (46%); **CM1** (50%); **5ème** (29%); **3ème** (42%); **TSSI** (8%)

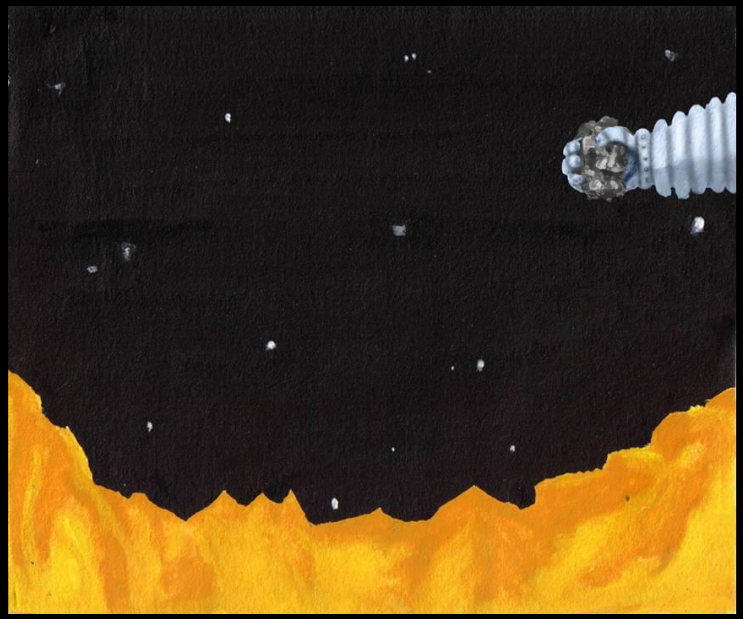
« parce qu'il y a de l'air la pierre a un poids, il y a de la gravité ou une attraction »

5ème (21%); **3ème** (17%)

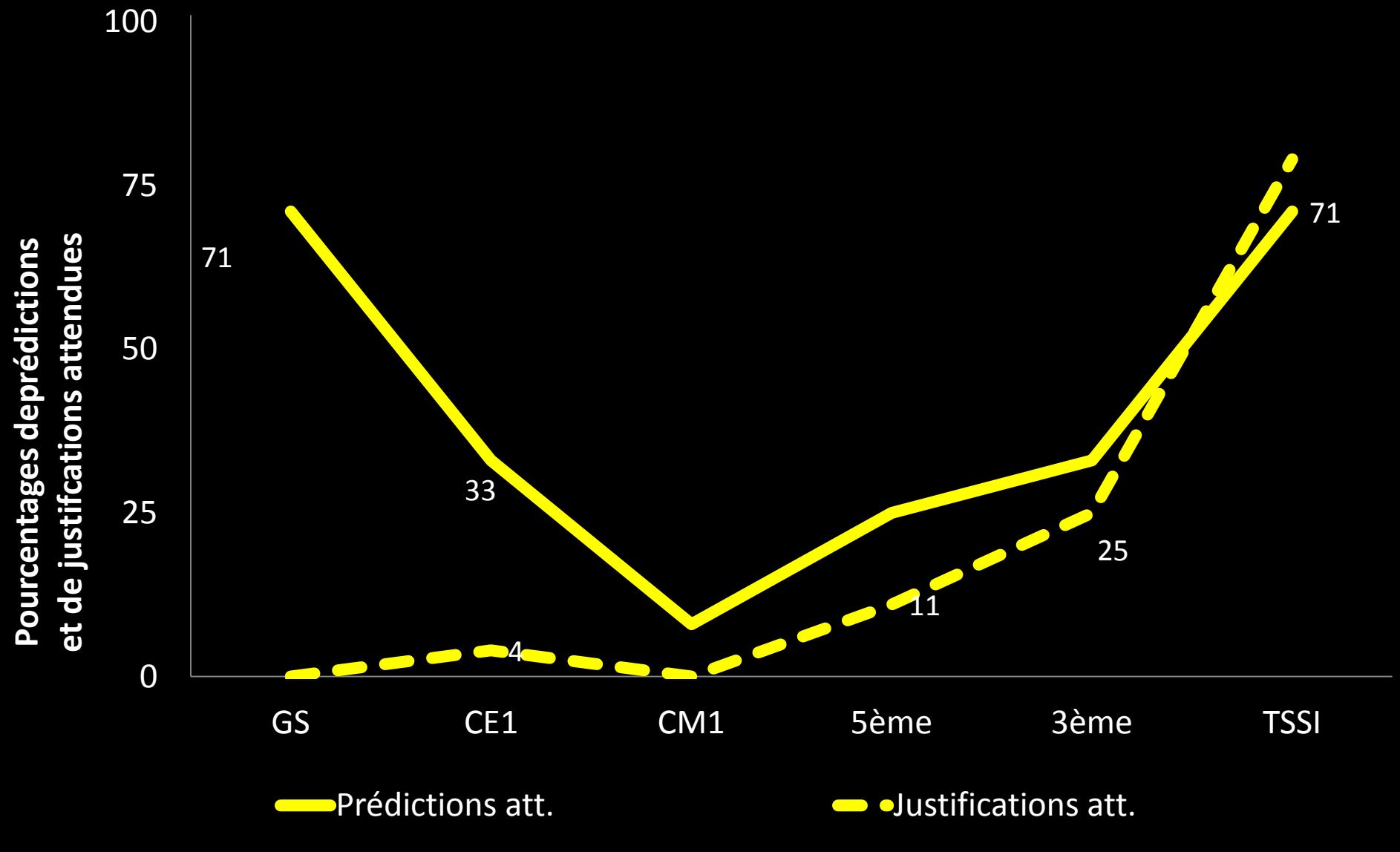
Etude 1. Résultats

Prédire et justifier la la trajectoire de la pierre
sur la Lune et sur la planète sans air

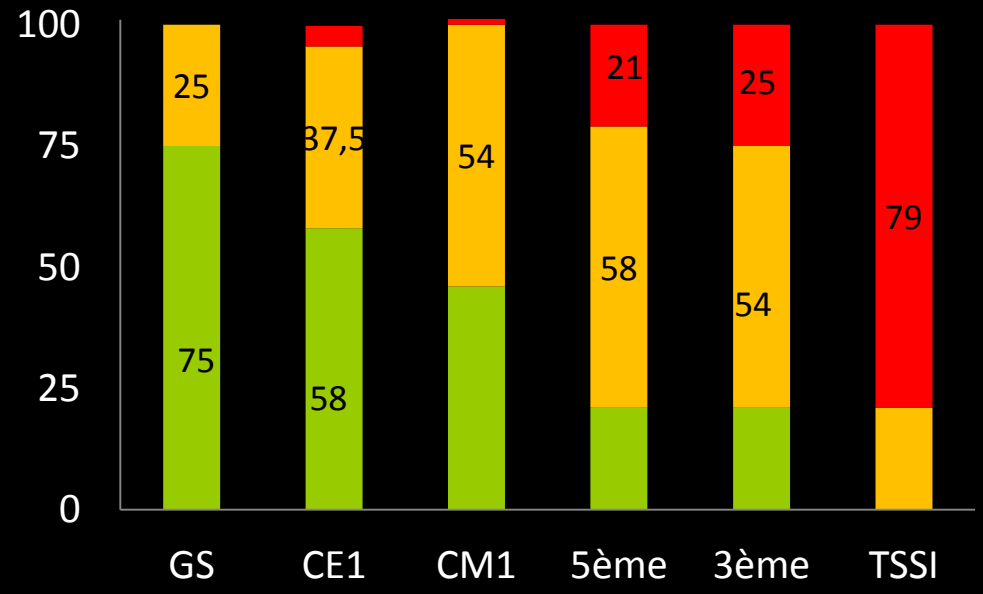


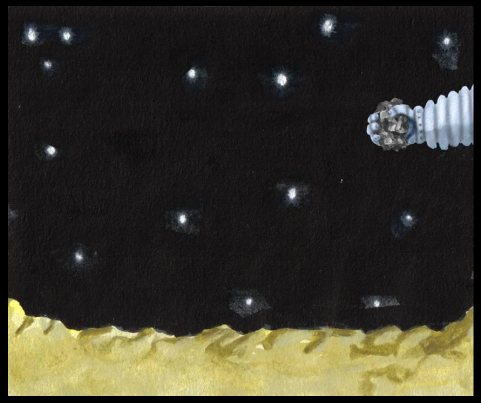


Etude 1. Résultats: Contexte Lune



Etude 1. Résultats: Contexte Lune





J. intuitives ou autres

J. partielles ou erronées

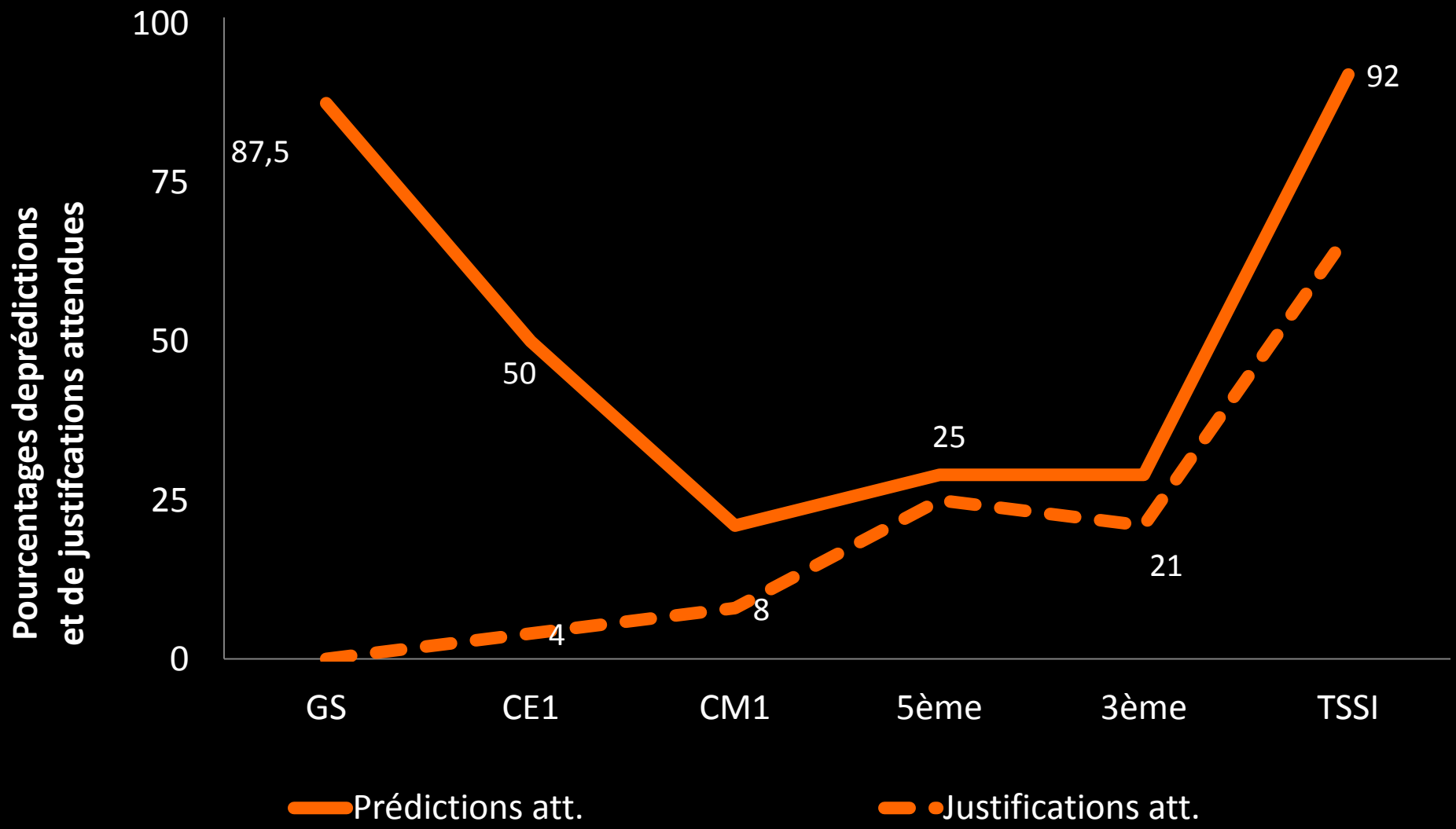
J. attendue

Justifications partielles ou erronées sur la Lune:

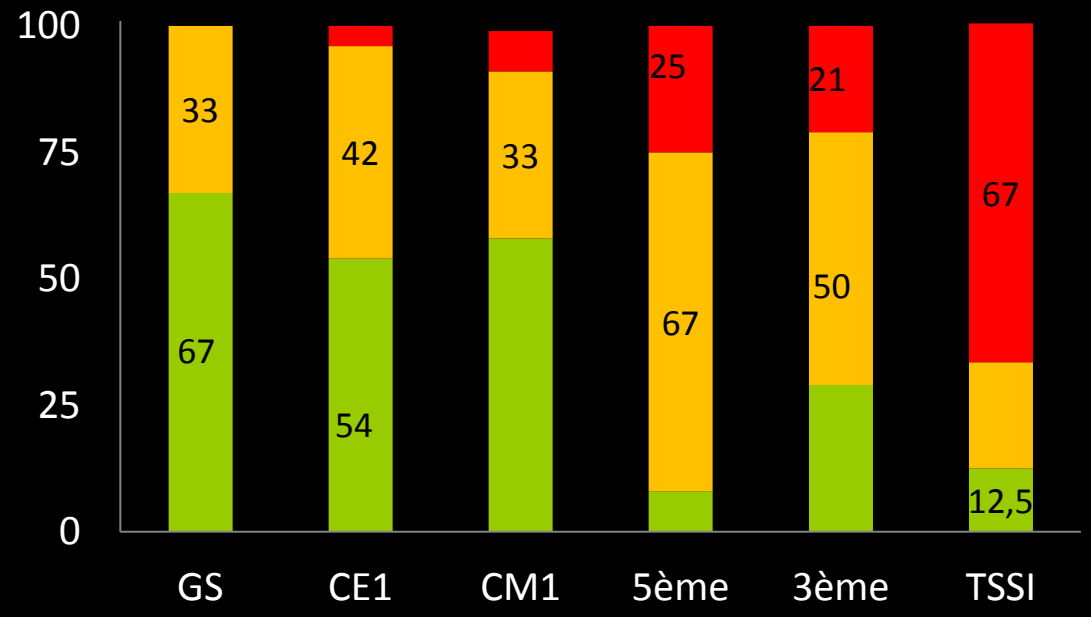
« *Absence d'air* » ou « *Absence d'air dans l'espace* »
CE1 (29%); CM1 (25%)

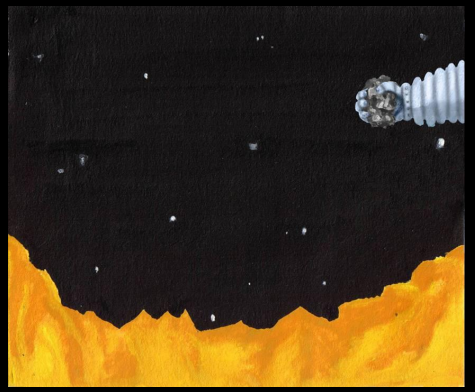
« *Absence d'attraction* » ou « *Absence de gravité* »
CM1 (21%); 5ème (29%); 3ème (29%); TSSI (17%)

Etude 1. Résultats: Contexte planète jaune



Etude 1. Résultats: Contexte planète jaune





J. intuitives ou autres

J. partielles ou erronées

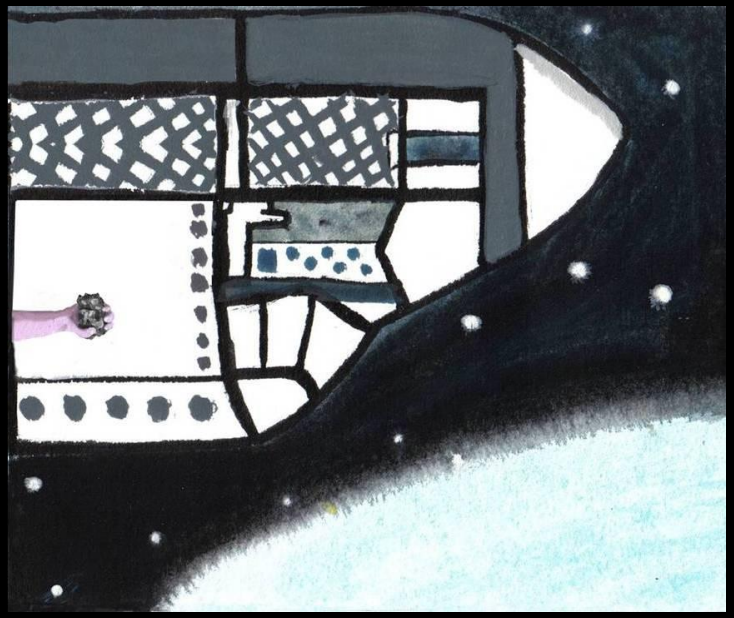
J. attendue

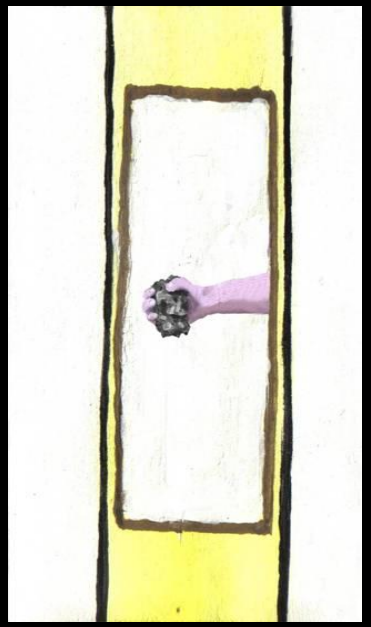
<u>Justifications partielles ou erronées sur la planète sans air:</u>

« Absence d'air » ou « Absence d'air dans l'espace »
CE1 (29%); CM1 (25%); 5ème (37.5%); 3ème (33%)
« Absence d'air et donc d'attraction, d'impesanteur »
5ème (8%); 3ème (8%); TSSI (12.5%)
« Absence d'attraction » ou « Absence de gravité »
5ème (16%); 3ème (8%); TSSI (8%)

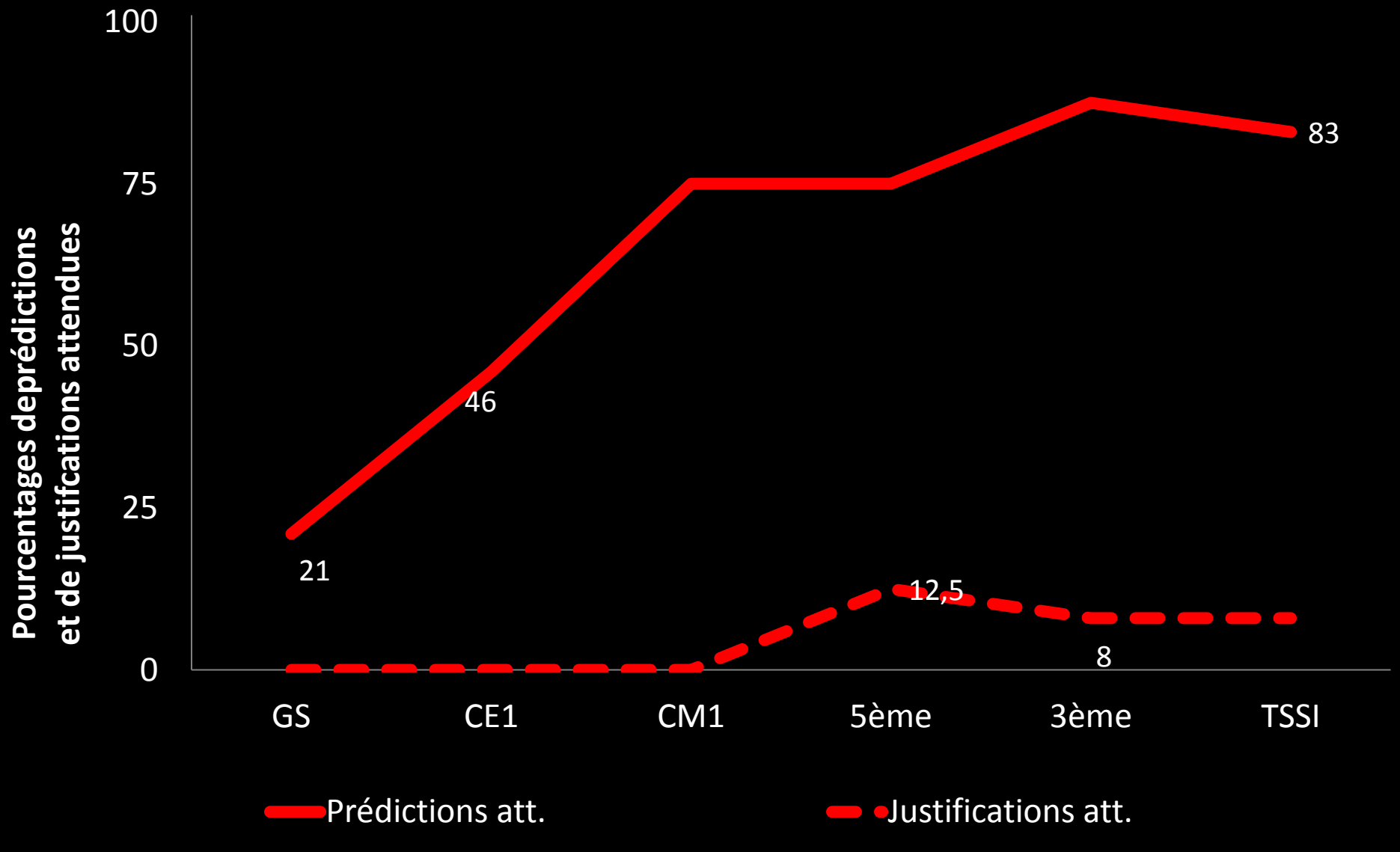
Etude 1. Résultats

Prédire et justifier la trajectoire de la pierre
dans une station orbitale et dans un ascenseur en chute libre

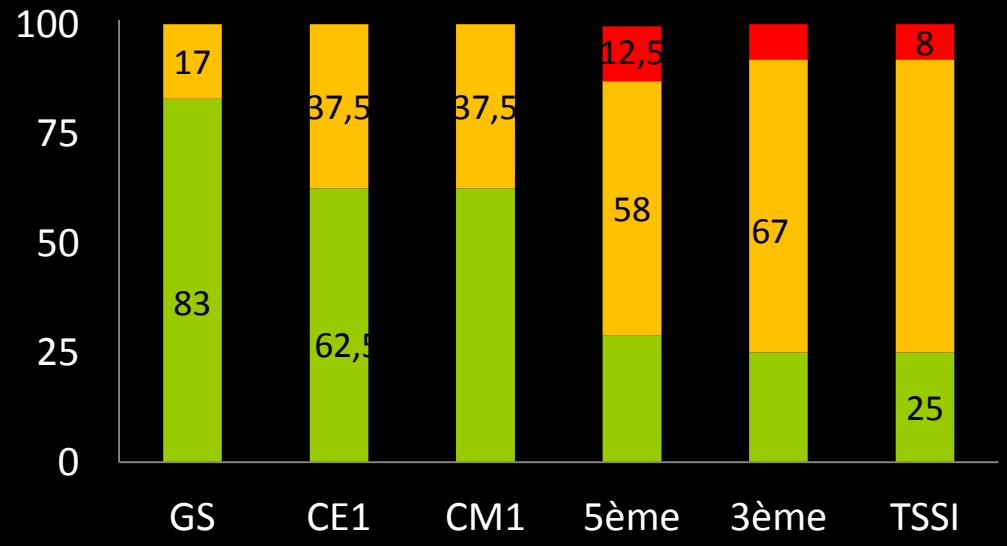


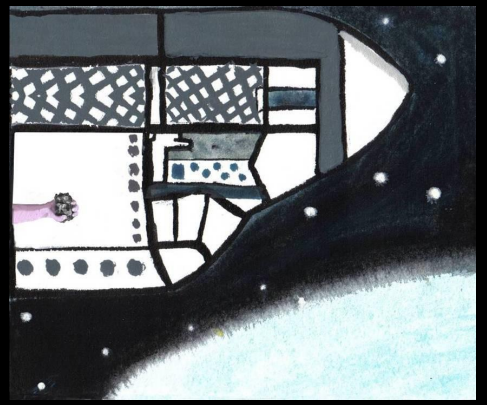


Etude 1. Résultats: Contexte navette en orbite



Etude 1. Résultats: Contexte navette en orbite





J. intuitives ou autres

J. partielles ou erronées

J. attendue

<u>Justifications partielles ou erronées dans la navette:</u>

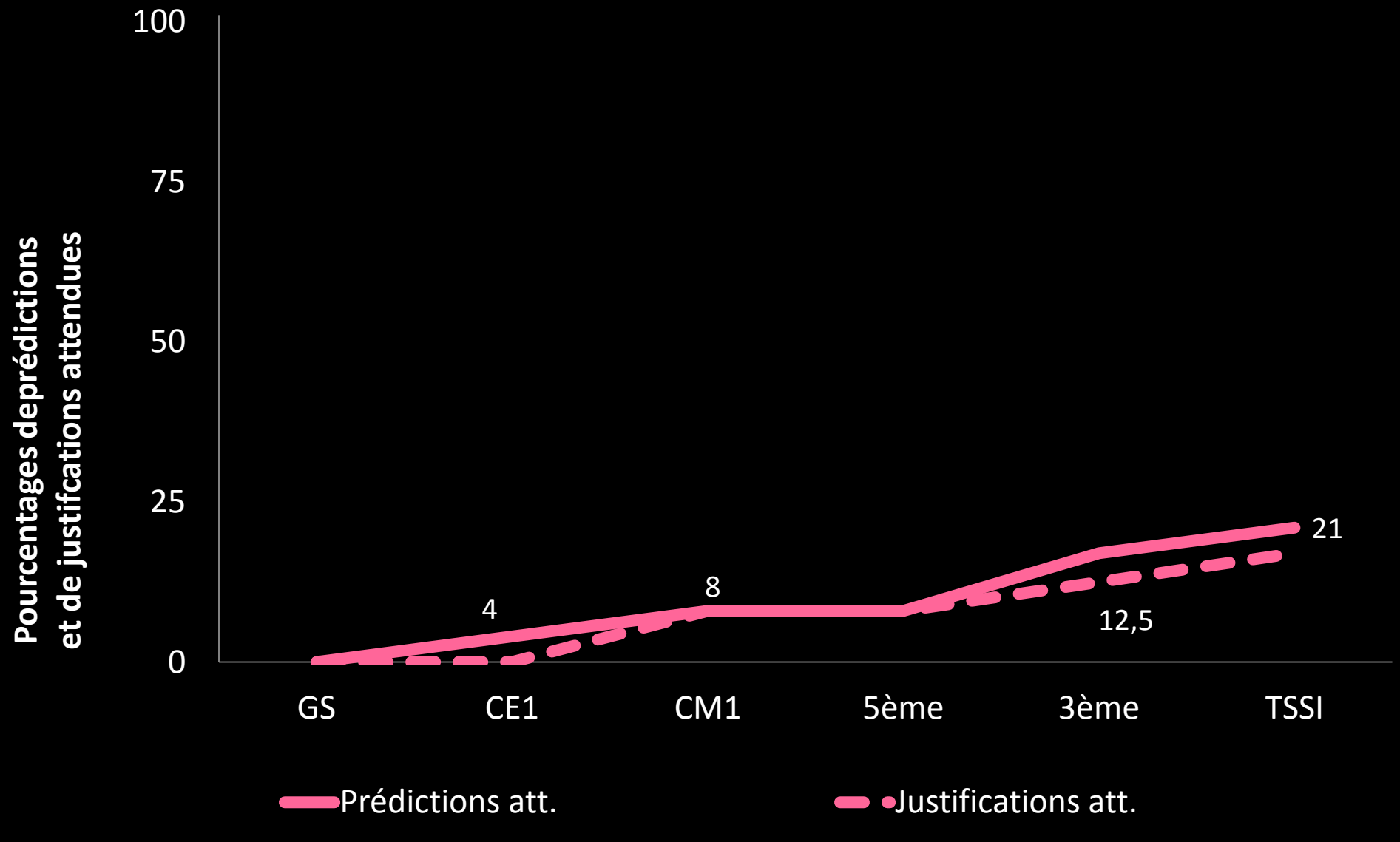
« Absence d'air » ou « Absence d'air dans l'espace »

CE1 (29%); CM1 (21%); 5ème (17%); 3ème (12.5%)

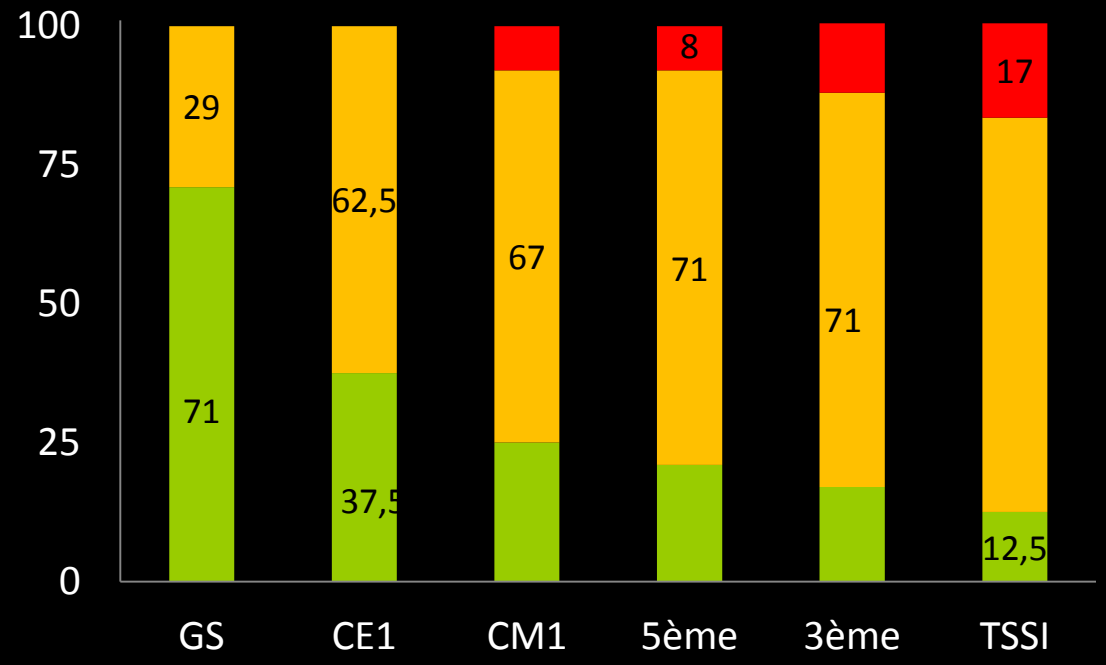
« Absence d'attraction » ou « Absence de gravité »

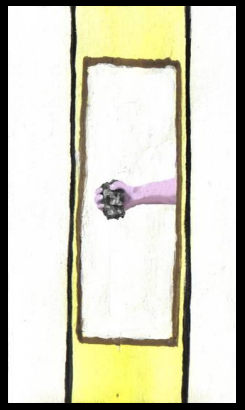
5ème (29%); 3ème (42%); TSSI (54%)

Etude 1. Résultats: Contexte ascenseur en chute libre



Etude 1. Résultats: Contexte ascenseur en chute libre





J. intuitives ou autres

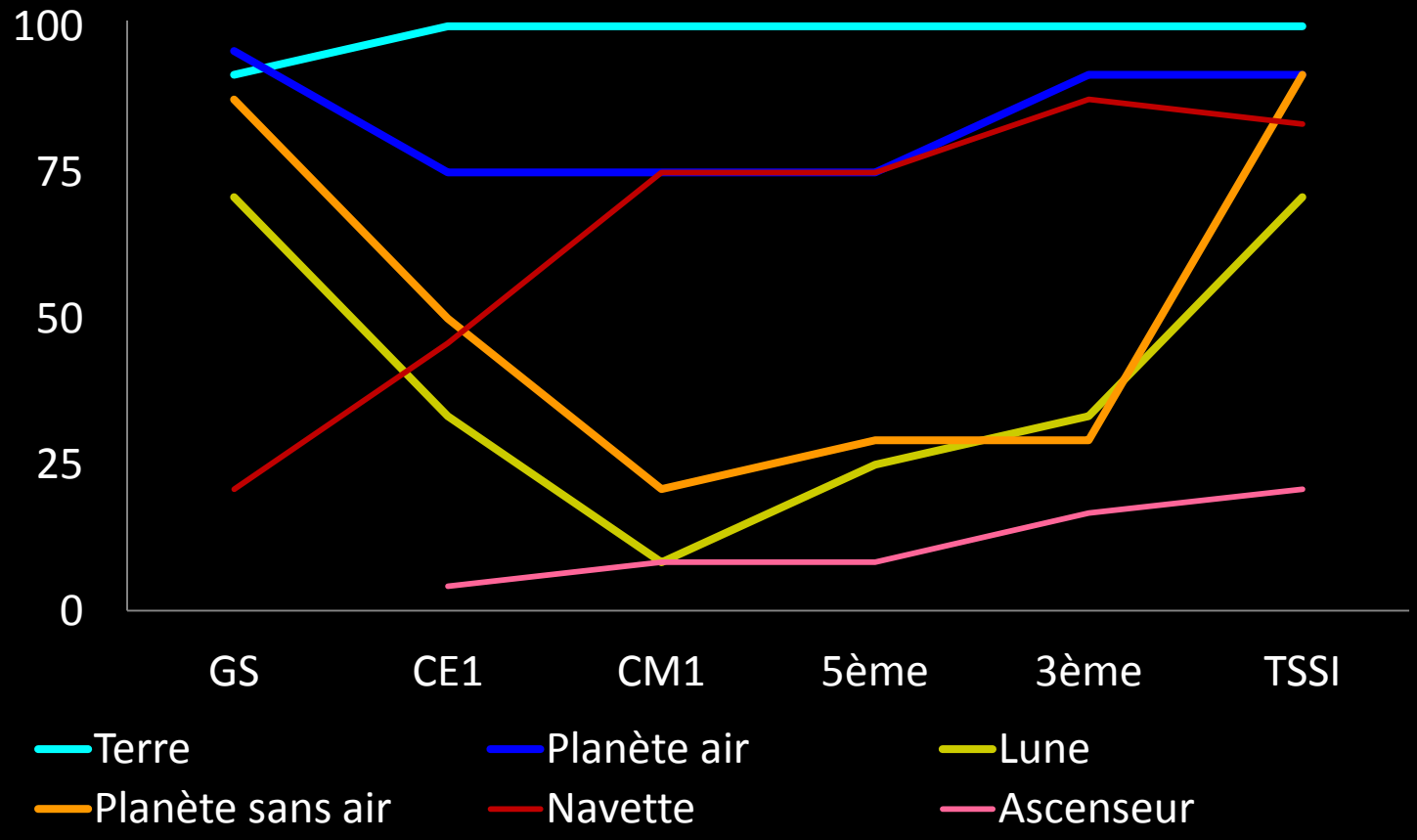
J. partielles ou erronées

J. attendue

Justifications partielles ou erronées dans l'ascenseur:

« *Vitesse de chute de l'ascenseur*»
GS, CE1, CM1 (12.5%); 3ème (41.7%); 3ème (17%)
« Poids » **CE1 (12.5%); CM1 (21%)**
« Différence de vitesse de chute entre l'ascenseur et la pierre »
CE1 (17%); CM1 (21%); 5ème (17%); 3ème (42%); TSSI (42%)

Etude 1. Synthèse



Frappart & Frède, 2010, Advances in Space Research

Etude 2. Procédure

Pré-test → **Quinze jours** → **Post-test**

Enseignement formel:

Dynamique Soleil-Terre-Lune

Interactions gravitationnelles et orbites

Groupe contrôle (n=14)

Enseignement formel sur le système Soleil-Terre-Lune

Groupe expérimental (n=14)

Enseignement formel sur le système Soleil-Terre-Lune

+

½ journée à la Cité de l'espace:

- Atelier sur l'impesanteur
-Projection d'un film « Walking on the Moon »

Visite à la Cité de l'espace:

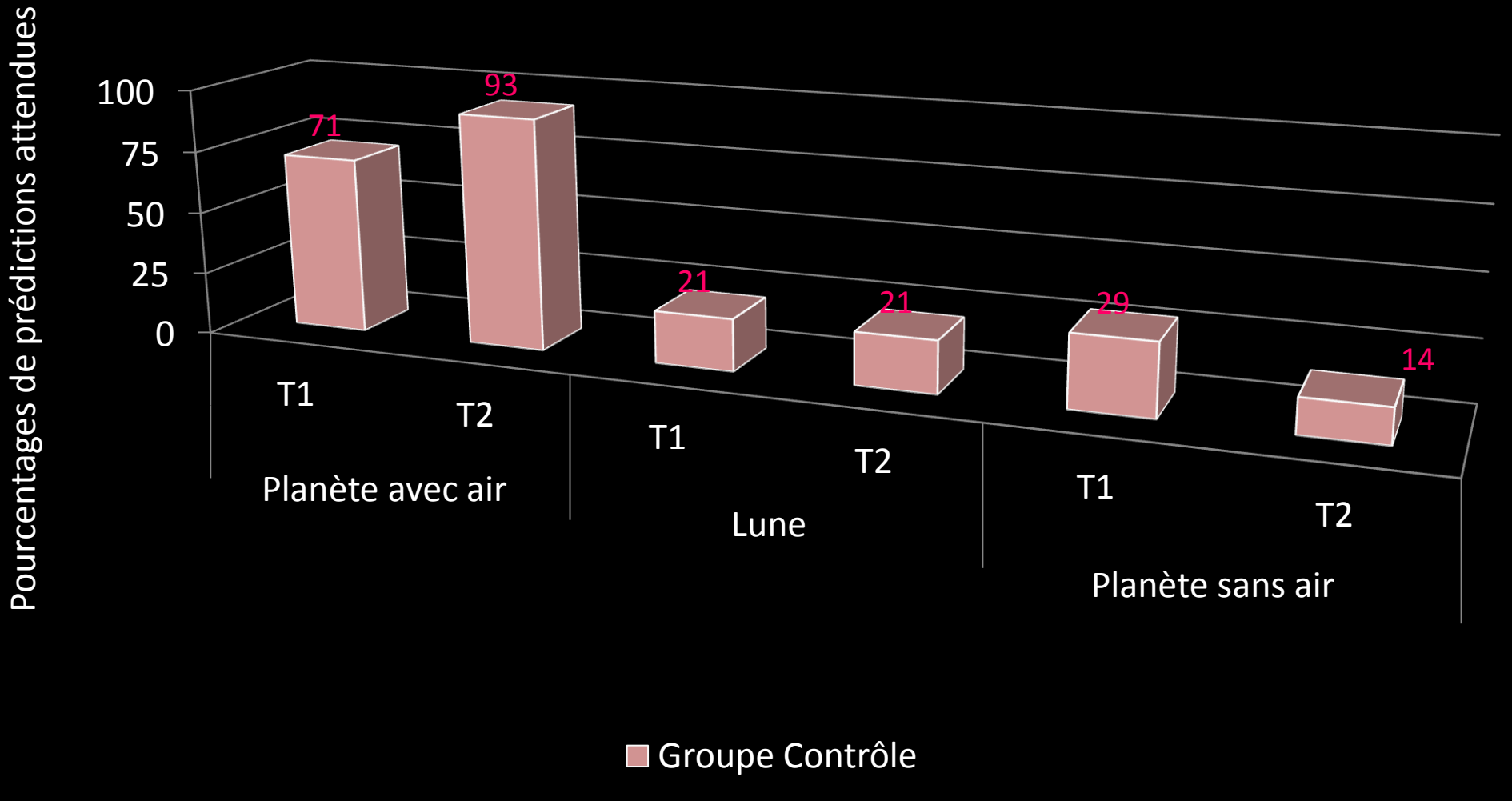
Atelier sur l'impesanteur: gravité; impesanteur; expériences en vol 0G

« Walking on the Moon »:

Histoire des premiers vols pour la Lune et ouverture sur des possibilités futures (base lunaire)

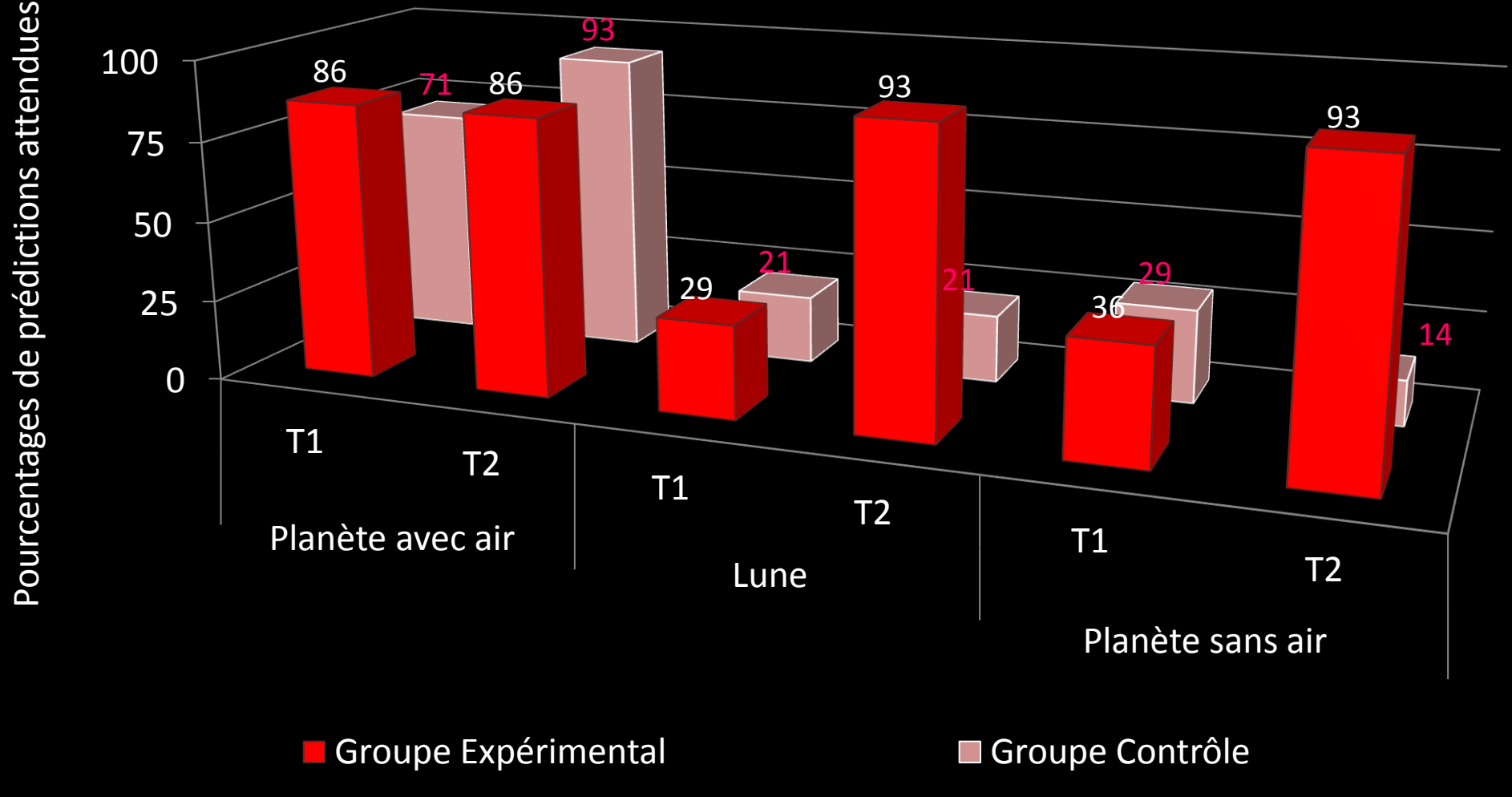
Etude 2. Résultats

Prédictions de la trajectoire de la pierre



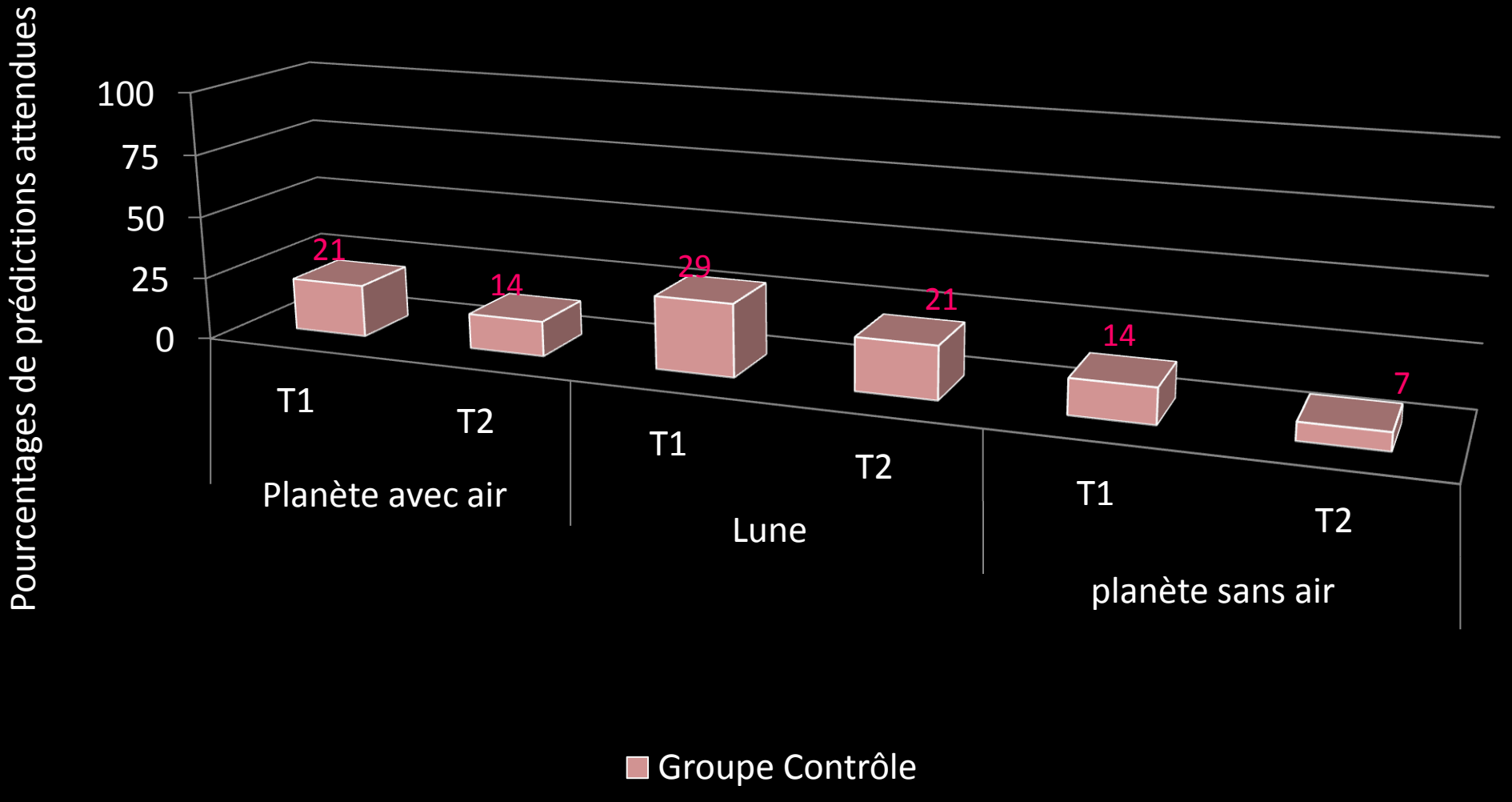
Etude 2. Résultats

Prédictions de la trajectoire de la pierre



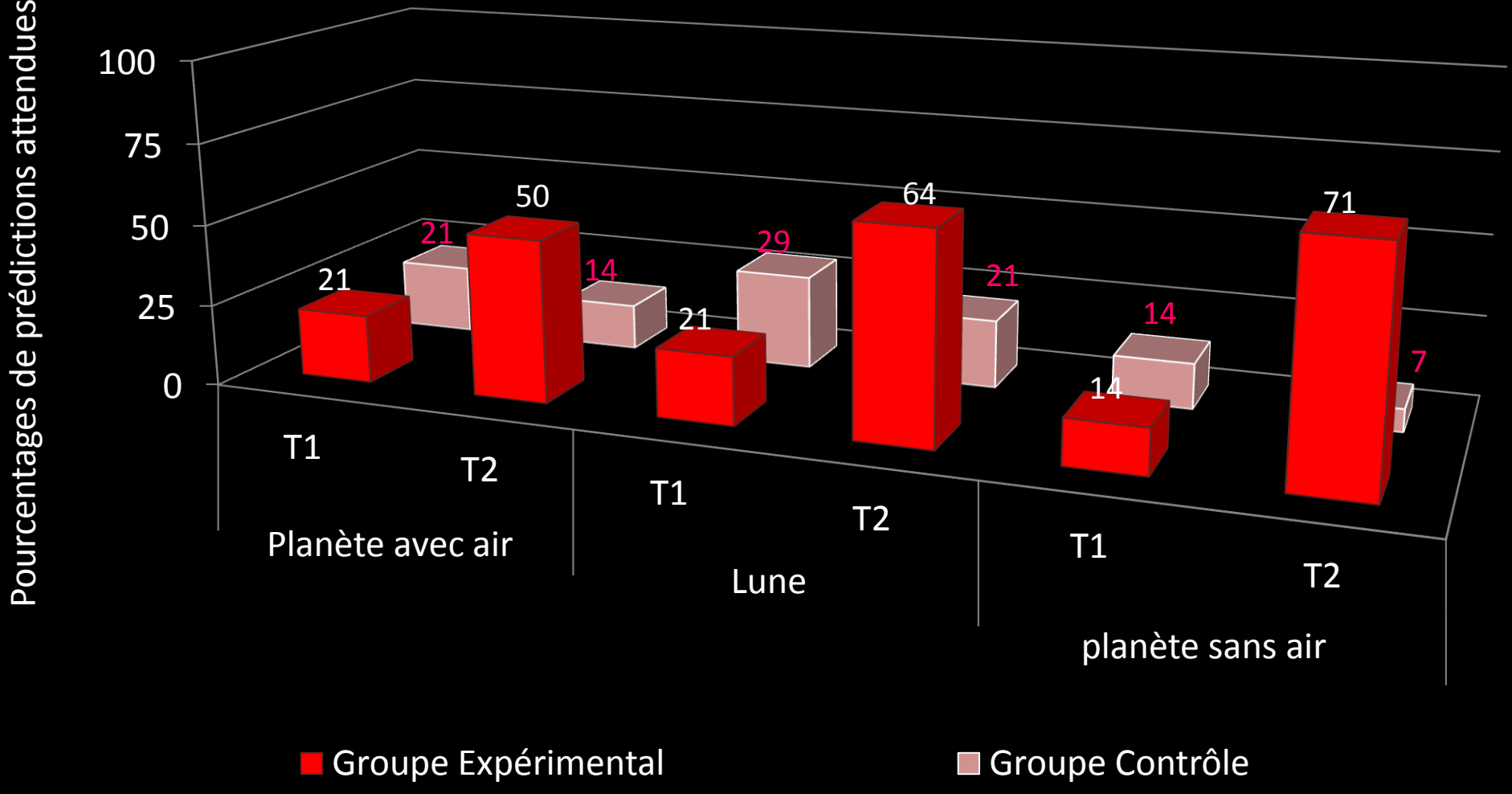
Etude 2. Résultats

Justifications de la trajectoire de la pierre



Etude 2. Résultats

Justifications de la trajectoire de la pierre



Etude 2. Synthèse

La visite à la Cité de l'espace (atelier sur l'impesanteur plus film « Walking on the Moon ») associée à un enseignement formel permettent aux élèves de 5ème d'acquérir la compréhension (prédiction et justification attendues) que « tout astre exerce une force d'attraction sur les corps qui l'entourent » qui n'est acquise qu'en Terminale d'après l'étude I.

Frappart, & Frède, En révision, European Journal of Psychology of Education.

I. Psychologie du développement conceptuel

1. Psychologie et psychologie du développement
2. Modèles d'hier…
3. Modèles d'aujourdhui: Appliqués à l'astronomie
4. Revue de littérature quant au développement conceptuel lié à la gravitation

III. Deux études

1. Acquisition et construction de connaissances liées au phénomène de gravité
2. Effet d'un enseignement informel associé à un enseignement formel

IV. Discussion - Conclusion

Discussion – Conclusion

Nature des connaissances

« Contamination » conceptuelle

- Navette – Lune/planète sans air

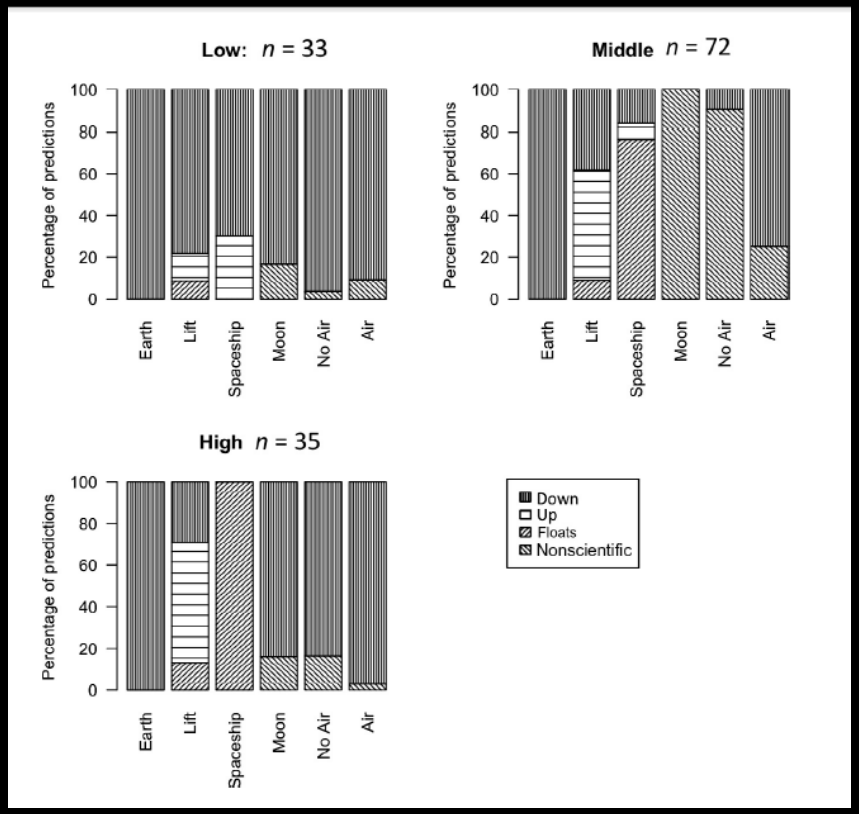
Justifications « synthétiques »

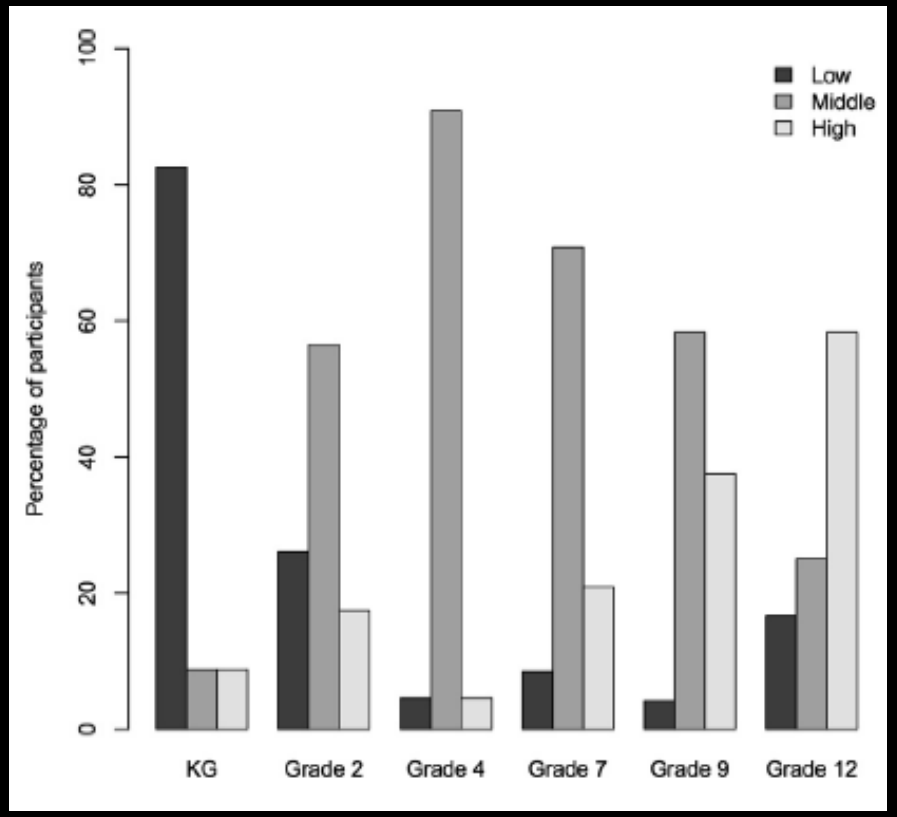
- Au collège et lycée

➢ Importance d'identifier les connaissances préalables des élèves

Discussion – Conclusion

Structure des connaissances





Frappart, Raijmakers & Frède, 2014, Journal of Experimental Child Psychology

Discussion – Conclusion

Développement des connaissances

Développement non linéaire

- Prédictions: effet plafond contexte terrestre, courbe en U, absence de progrès ascenseur
- Prédictions et justifications: non homogènes

Changement conceptuel

- Variabilité de la résistance au changement

Modèles du développement d'hier…

Jean Piaget - 1896-1980

Lev Vygotsky - 1896-1934

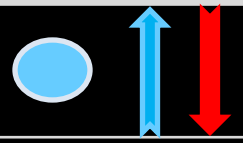
Concepts

Etudes sur le développement conceptuel lié à la gravitation

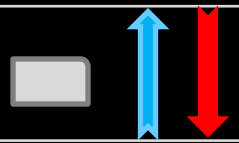
Revue de littérature

Support utilisé pour mener ses entretiens

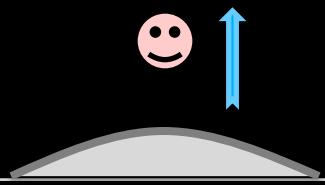
Un ballon est lancé en l'air
(est en train de tomber)



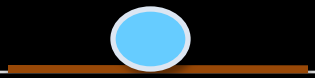
Une brique est lancée en l'air
(est en train de tomber)



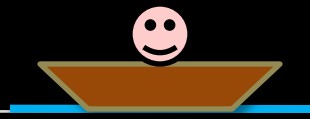
Une personne rebondit d'un trampoline



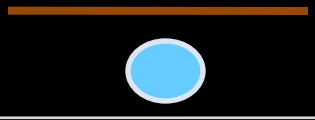
Un ballon est sur le sol



Une personne est dans un bateau



Une brique est enterrée dans le sol



Une personne saute d'un muret

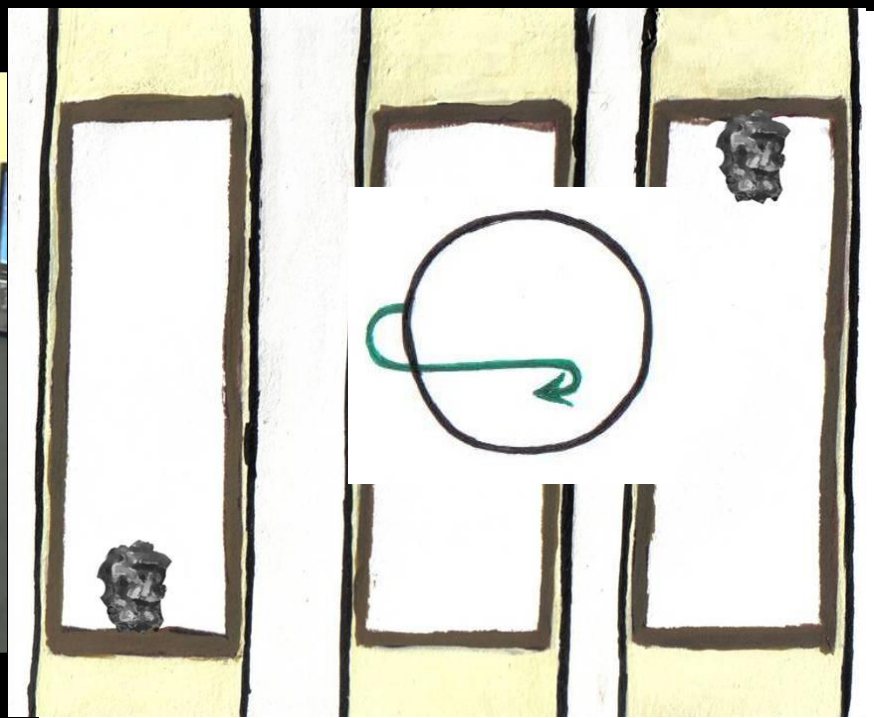
Tâche

Répondre à divers questions liées au spatial et à la gravitation dans l'espace

Q1 à Q8: Système solaire (non étudié dans cette recherche) — Maquette du système solaire

Q9 à Q18: Trajectoires des satellites — Illustrations + Animations vidéos

Q19 à Q28: Terre et la gravitation — Illustrations



Tâche

Répondre à divers questions liées au spatial et à la gravitation dans l'espace

Q1 à Q8: Système solaire (non étudié dans cette recherche)	Maquette du système solaire
Q9 à Q18: Trajectoires des satellites	Illustrations + Animations vidéos
Q19 à Q28: Terre et la gravitation	Illustrations
Q29 à Q36: Station orbitale et gravitation	Illustrations
Q37 à Q 49: Lune et la gravitation	Illustrations

Intérêt du domaine spatial pour concevoir le développement des connaissances chez l'enfant

Expériences directes & locales

Processus de médiation culturelle

Discussion – Conclusion

Structure des connaissances

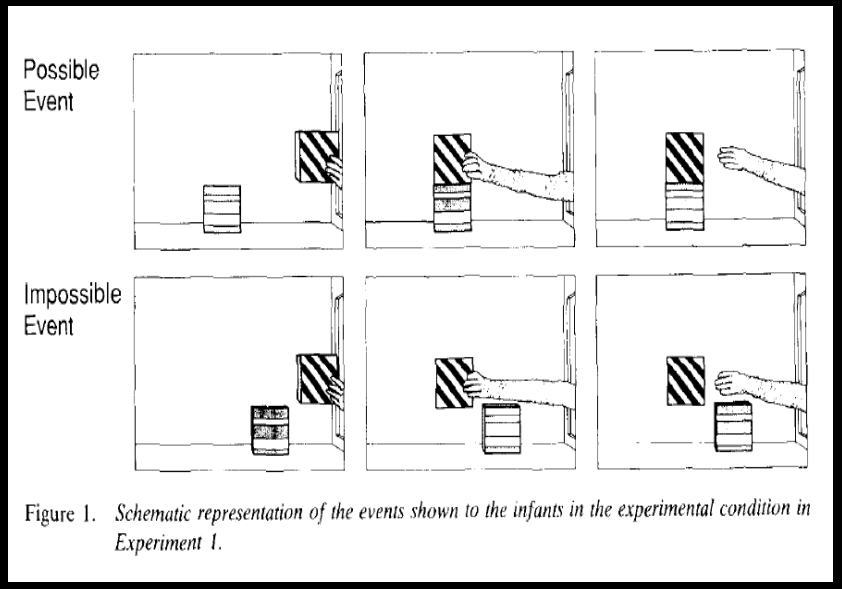
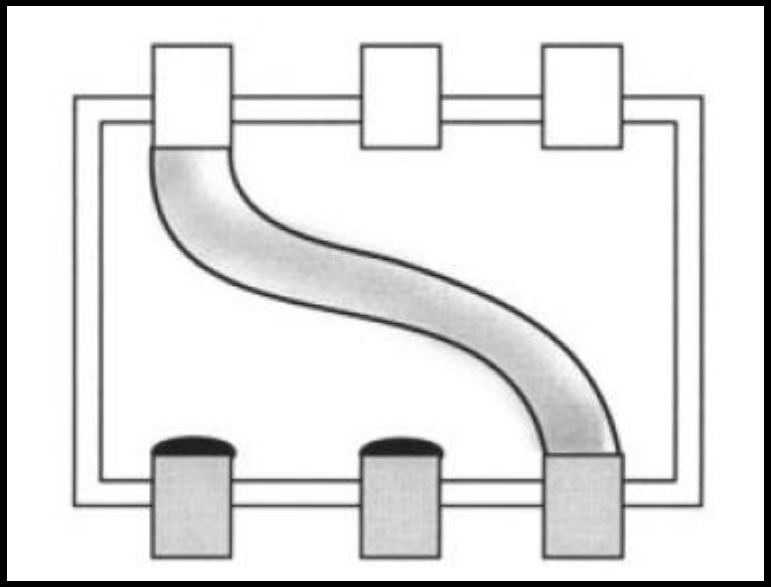
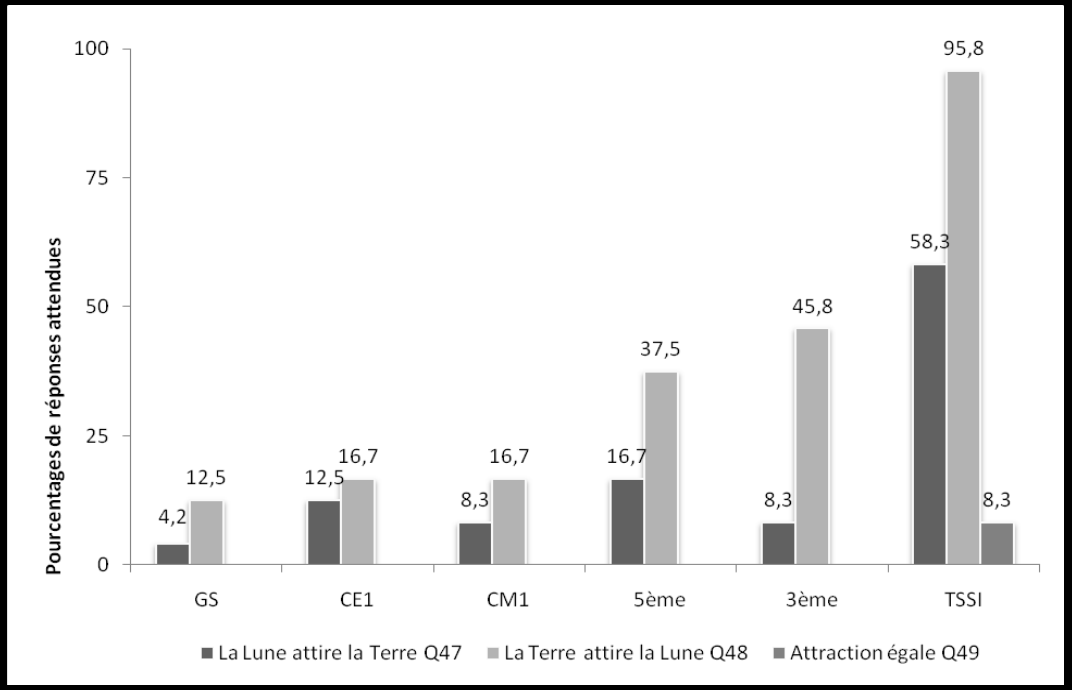


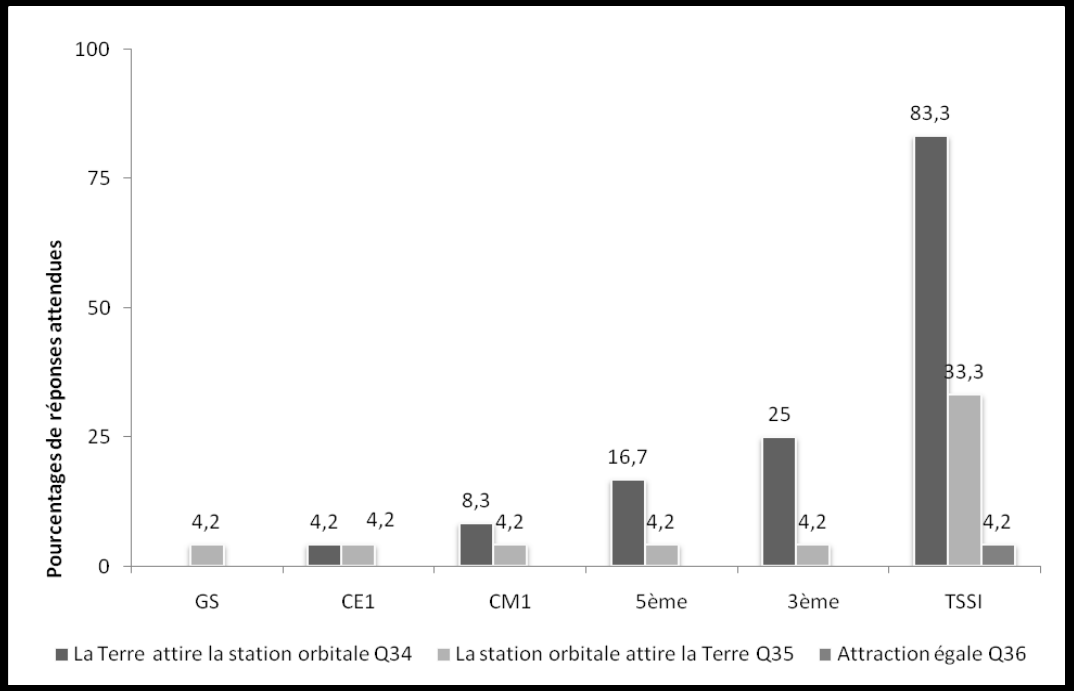
Figure 1. *Schematic representation of the events shown to the infants in the experimental condition in Experiment 1.*

Needham & Baillargeon, 1993



Hood, 1995


100
75
50
25
0
Pourcentages de réponses attendues
4,2
12,5
12,5
16,7
8,3
16,7
16,7
37,5
8,3
45,8
58,3
95,8
8,3
GS
CE1
CM1
5ème
3ème
TSSI
La Lune attire la Terre Q47
La Terre attire la Lune Q48
Attraction égale Q49


100
75
50
25
0
Pourcentages de réponses attendues
4,2
4,2
4,2
8,3
4,2
16,7
4,2
25
4,2
83,3
33,3
4,2
GS
CE1
CM1
5ème
3ème
TSSI
La Terre attire la station orbitale Q34
La station orbitale attire la Terre Q35
Attraction égale Q36