

Design and effect of an online digital learning environment in direct proportionality problem solving

 *@LaetitiaDragone*



UMONS
University of Mons

Dragone Laëtitia, Gaëtan Temperman, Bruno De Lièvre



Context of doctoral research

Identification of effective practices
and didactic tools for teachers

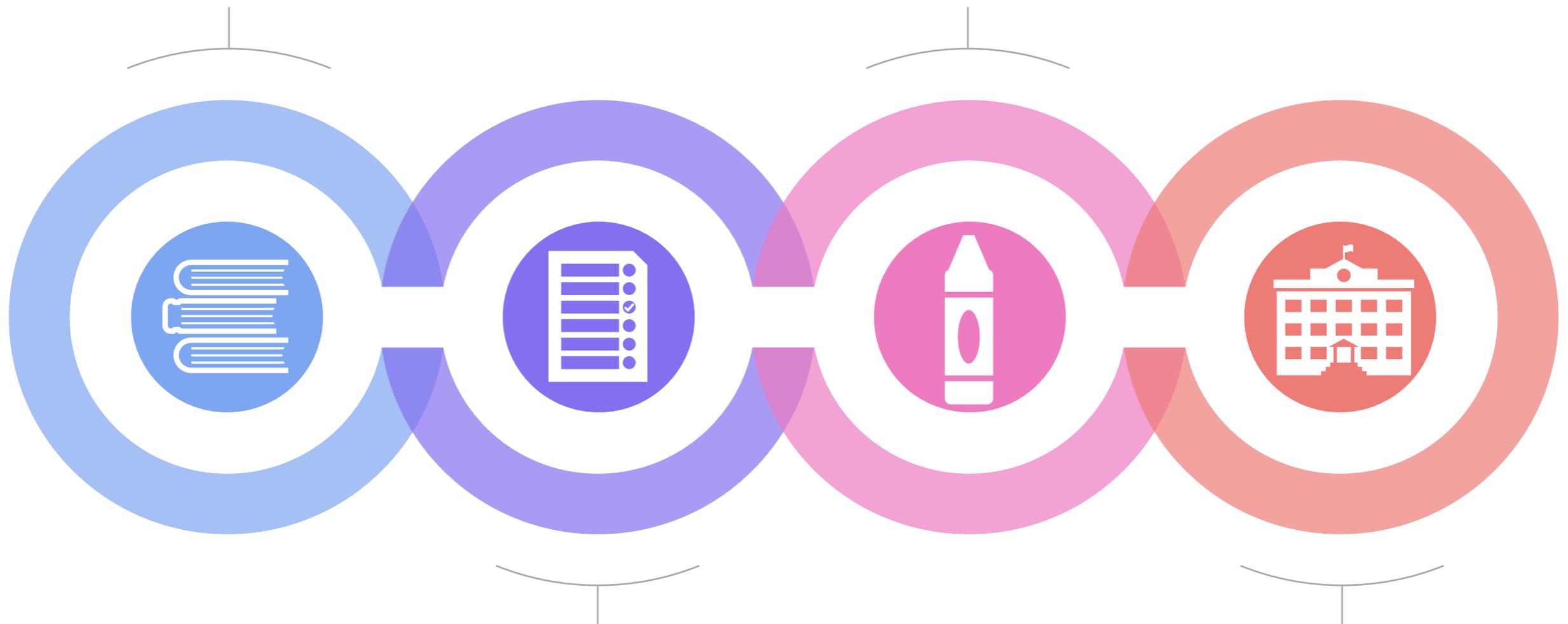


Proportionality

Fundamental mathematical concept of
education

Central notion

Students' difficulties with this concept
(Comin, 2002)



Mastery of proportional reasoning

Important element in the understanding and application of
mathematics (Department of Education, 2012)

Teaching

Teacher Difficulties (Roblin, 2015)

Context of doctoral research

CE1D2018
MATHÉMATIQUES

QUESTION

14

/2

Dans un parking payant, le tarif est proportionnel à la durée de stationnement.

Pour 1 h 30, le tarif est de 2,40 €.

CALCULE le tarif pour 2 h 30.

ÉCRIS tous tes calculs.

56% success rate

14

CE1D2019
MATHÉMATIQUES

QUESTION

32

/4

Sur le blog d'Alice, 60 % des visiteurs ont laissé un commentaire et 36 visiteurs n'ont rien écrit.

CALCULE le nombre total de visiteurs qu'Alice a reçus sur son blog.

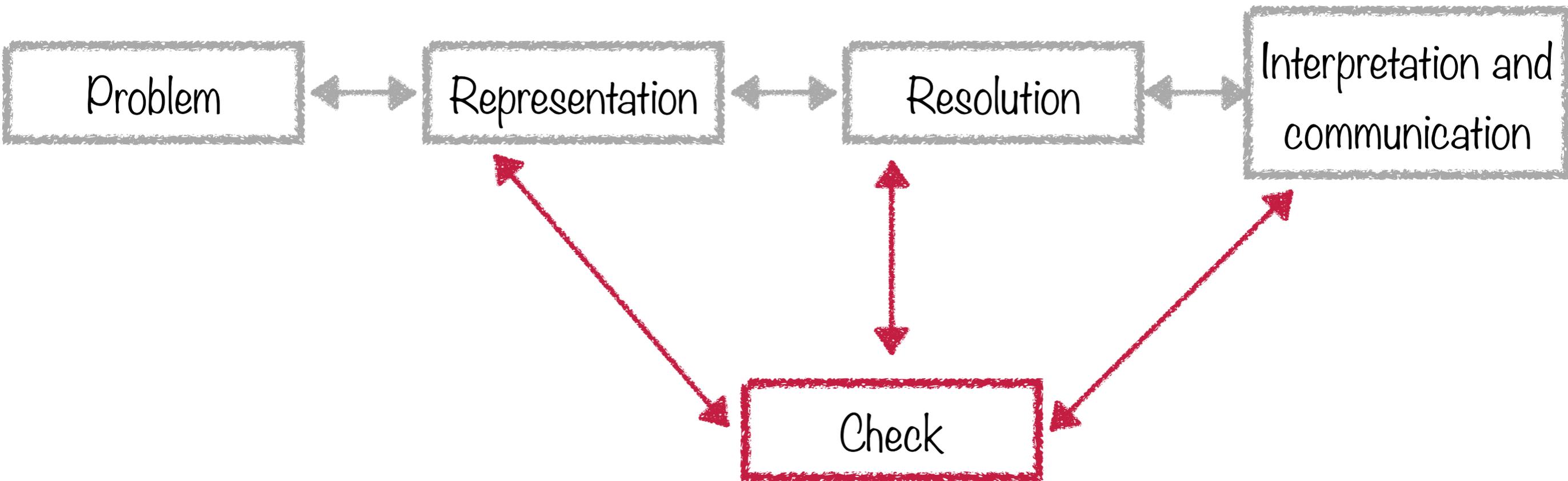
ÉCRIS ton raisonnement et tous tes calculs.

42% success rate

32a

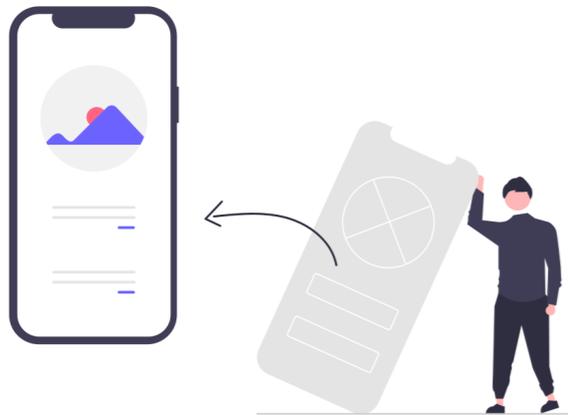
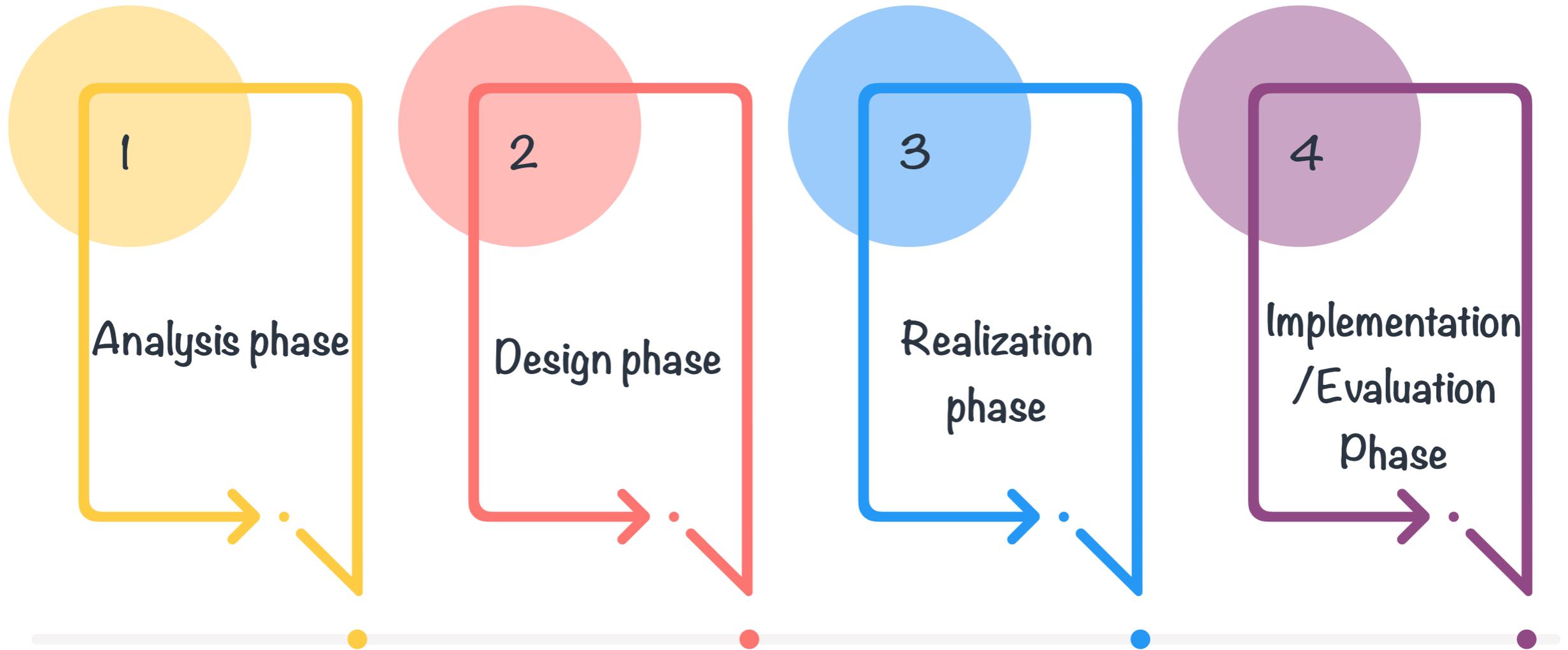
32b

Problem solving, a complex mathematical modeling process

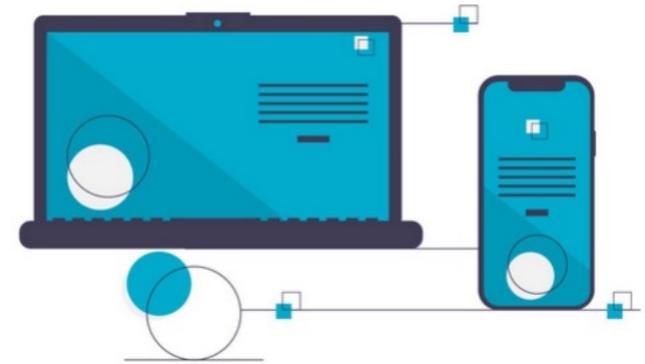
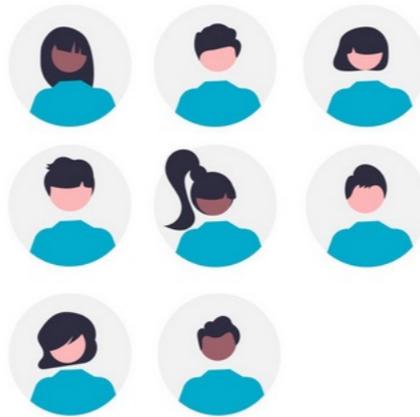
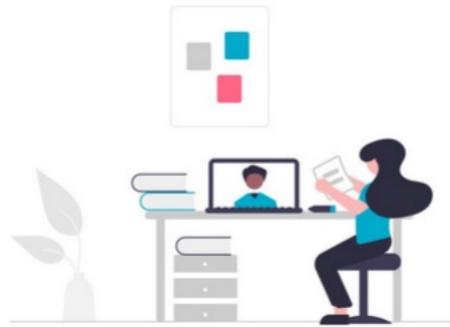


(Bonotto, 2013 ; Carlson & Bloom, 2005; Fagnant, 2008; Verschaffel et al., 2000)

Iterative model of instructional design (Savard, 2020)



Moodle platform



LMS

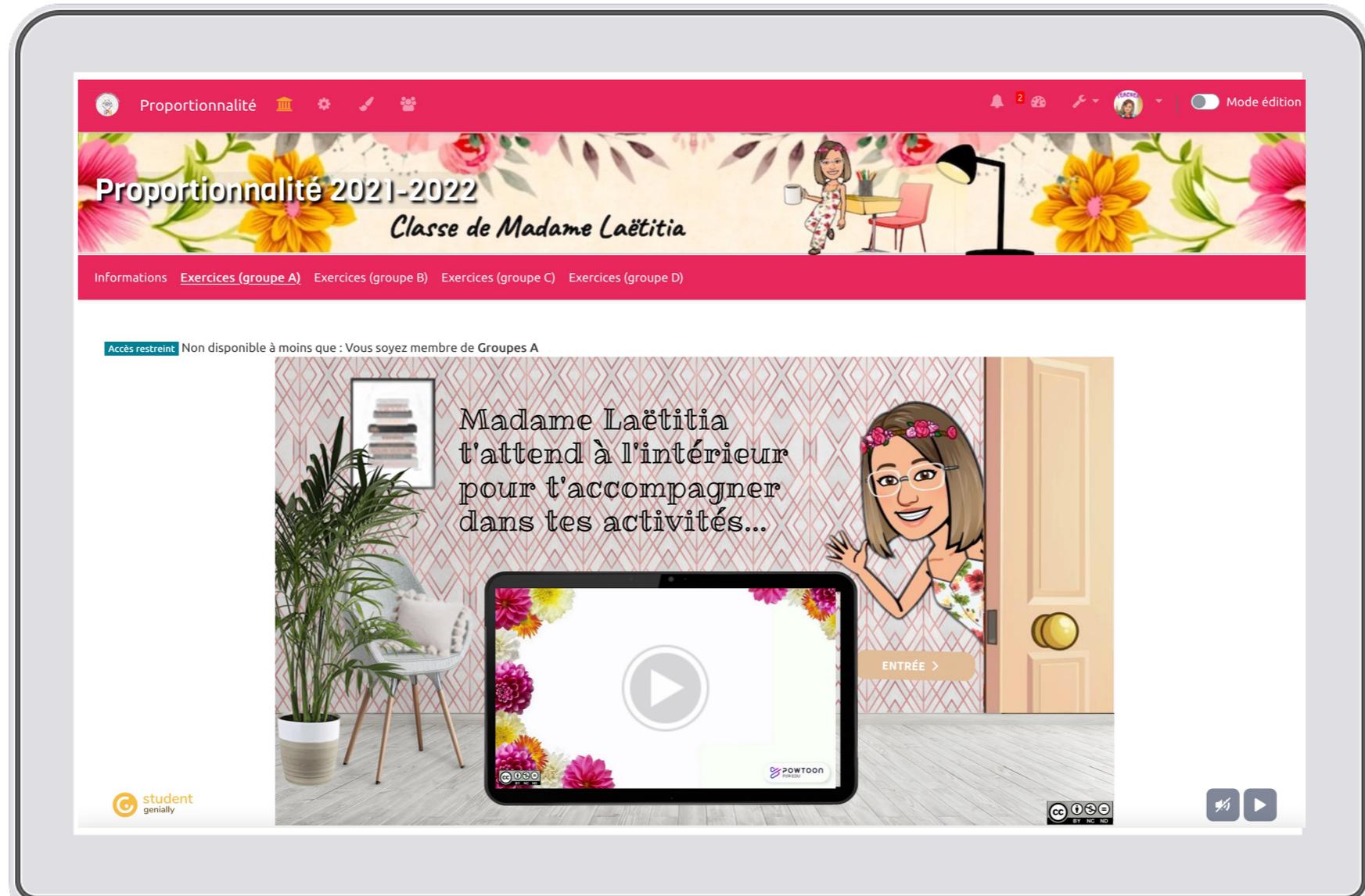
Supported by a community

Evolutionary

2021-2022

Testing of educational pathways

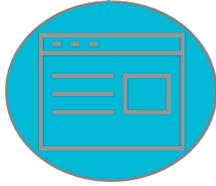
Level of instructional support and schematic representation
1100 students aged 13-14



2021-2022

Testing of educational pathways

Level of instructional support and schematic representation
1100 students aged 13-14

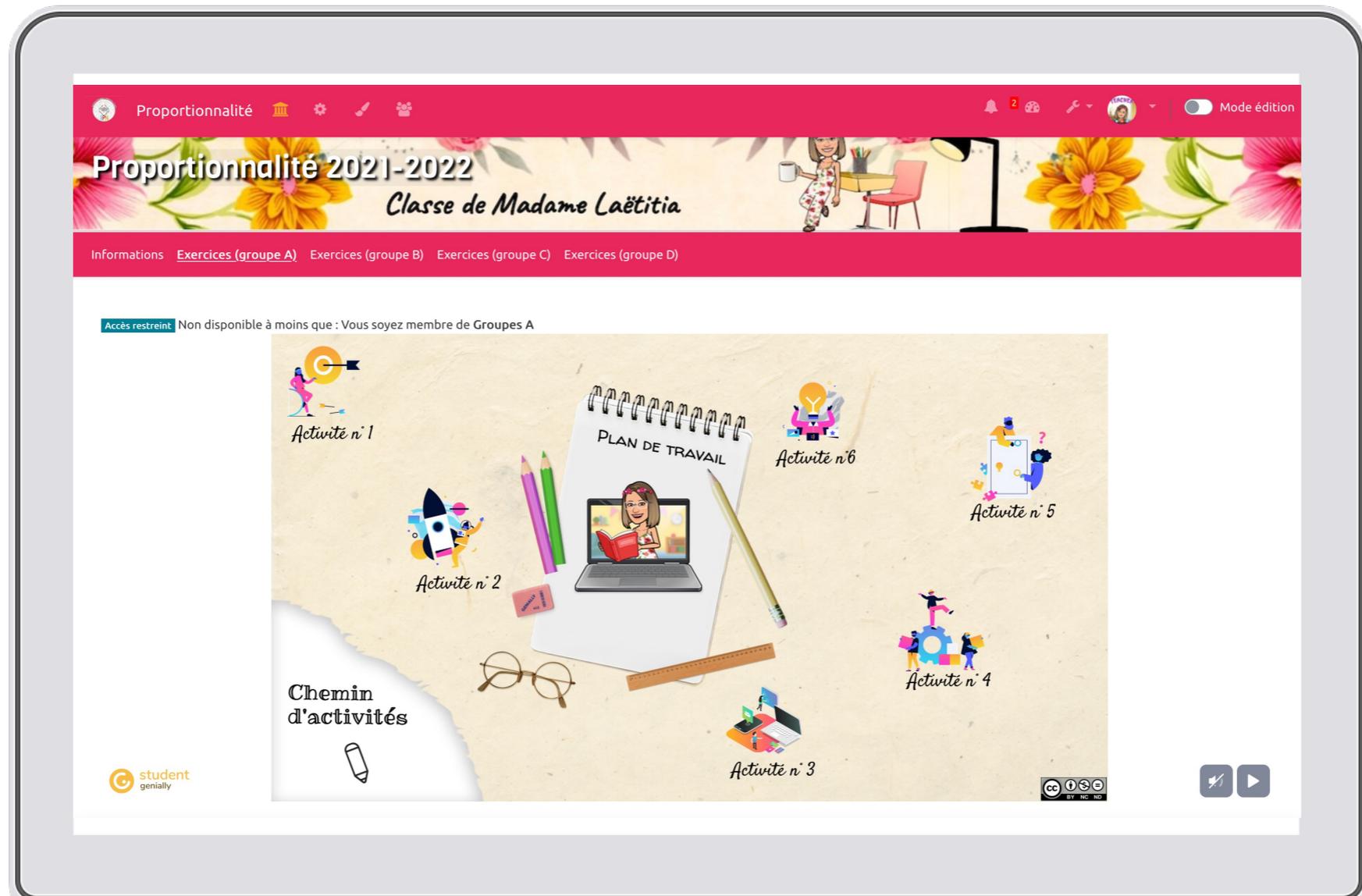
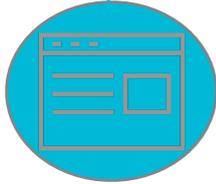


2021-2022

Testing of educational pathways

Level of instructional support and schematic representation

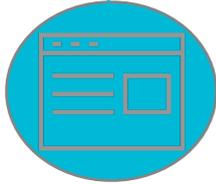
1100 students aged 13-14



2021-2022

Testing of educational pathways

Level of instructional support and schematic representation
1100 students aged 13-14



Pergamon

Journal of Mathematical Behavior
22 (2003) 335-368

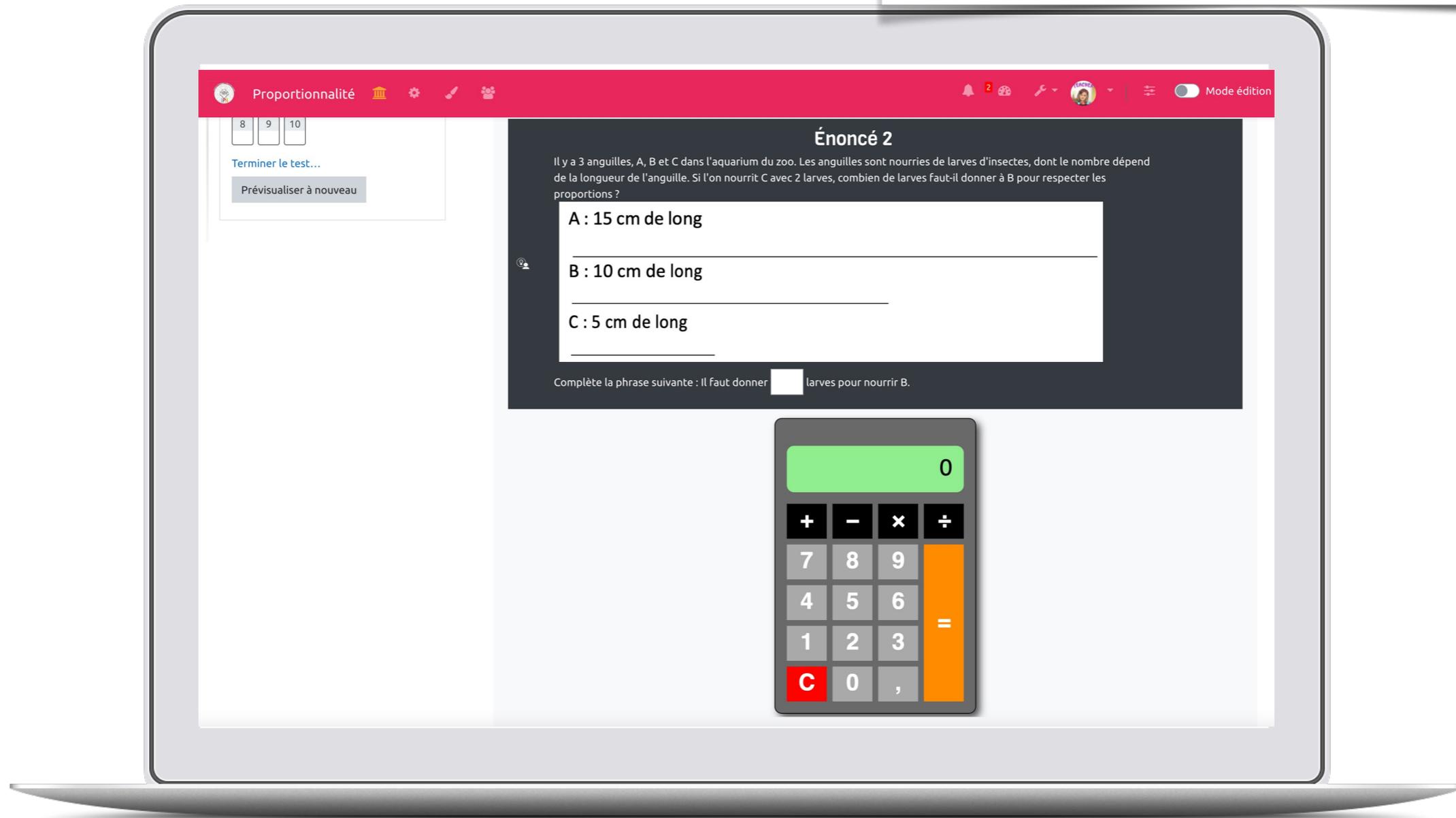
Mathematical Behavior

www.elsevier.com/locate/jmathb

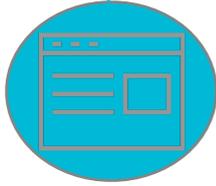
Diagnostic assessment of children's proportional reasoning

Christina Misailidou, Julian Williams*

Faculty of Education, University of Manchester, Oxford Road, Manchester M13 9PL, UK



2021-2022



Testing of educational pathways

Level of instructional support and schematic representation
1100 students aged 13-14

- 1) Principle of self-explanation and worked examples
- 2) Problem solving by analogy

Proportionnalité

Mode édition

Première heure

- Activité n°1a
- Activité n°2a

Deuxième heure

- Activité n°3a
- Activité n°4a

Troisième heure

- Activité n°5a
- Activité n°6a

Pedagogical device (45 min)

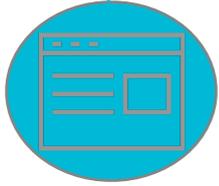
UMONS

laetitia.dragone@umons.ac.be

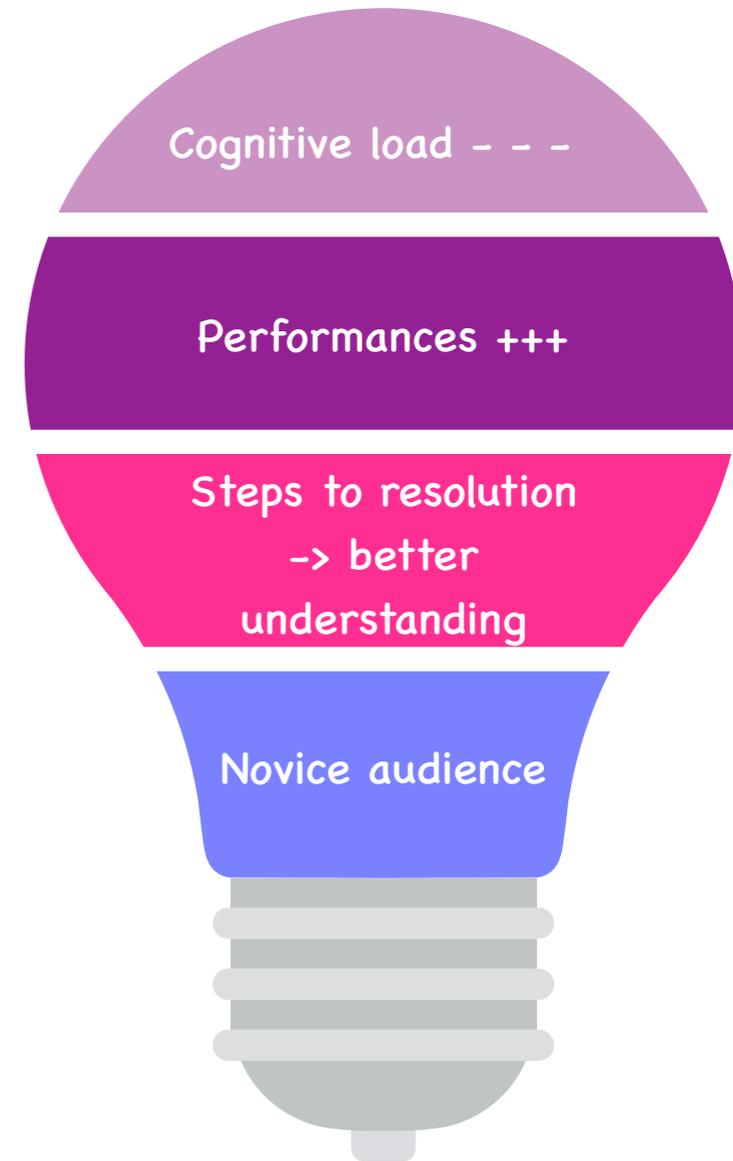
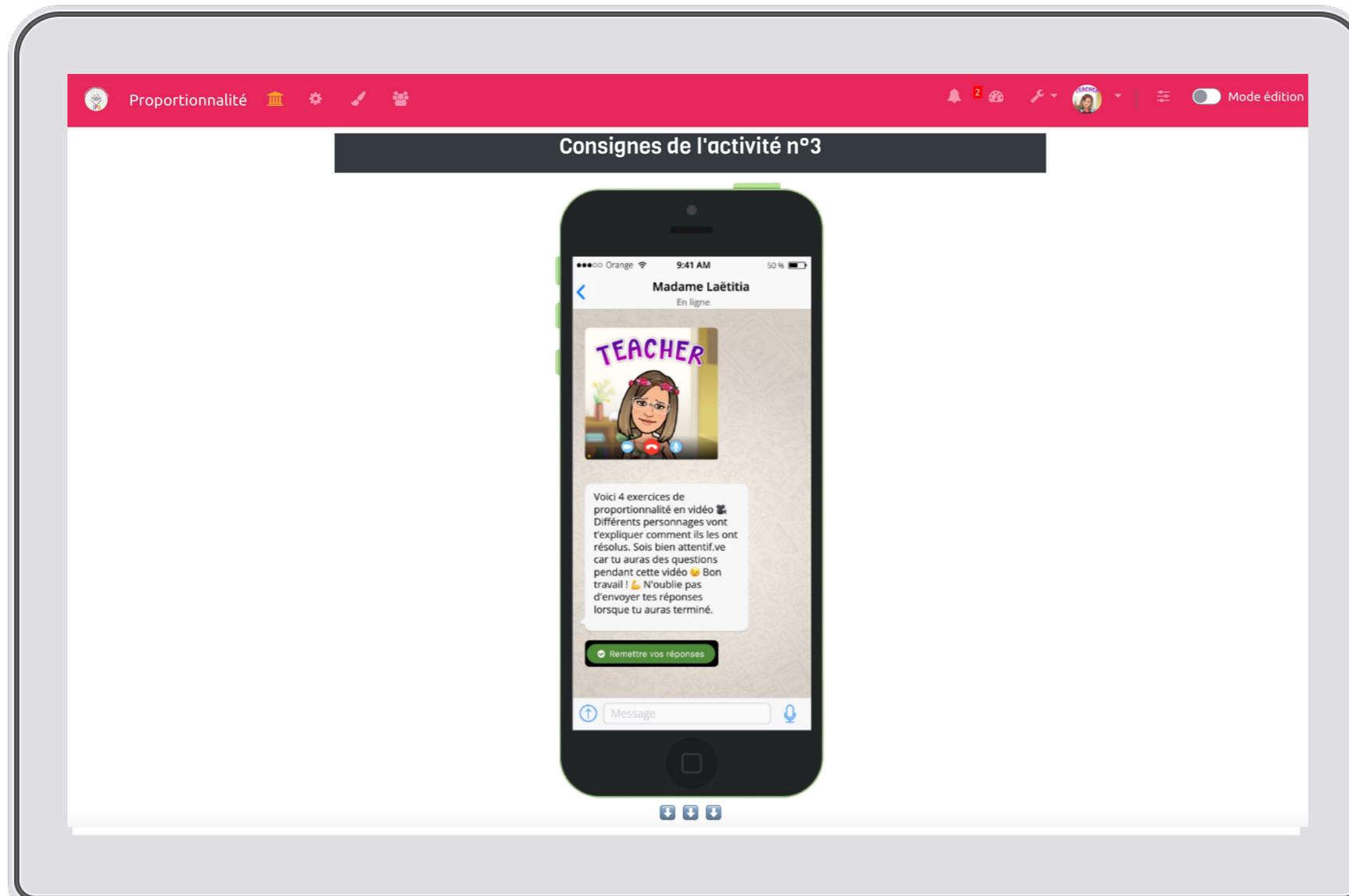
2021-2022

Testing of educational pathways

Level of instructional support and schematic representation
1100 students aged 13-14



1) Principle of self-explanation and worked examples



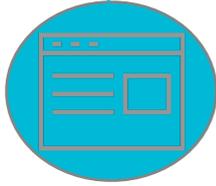
(Booth, Koedinger & Paré Blagoev, 2011; Lange et al., 2014; Mc Ginn et al., 2015; Van Gog et al., 2010)



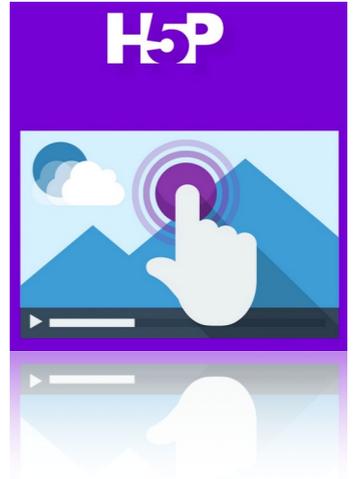
2021-2022

Testing of educational pathways

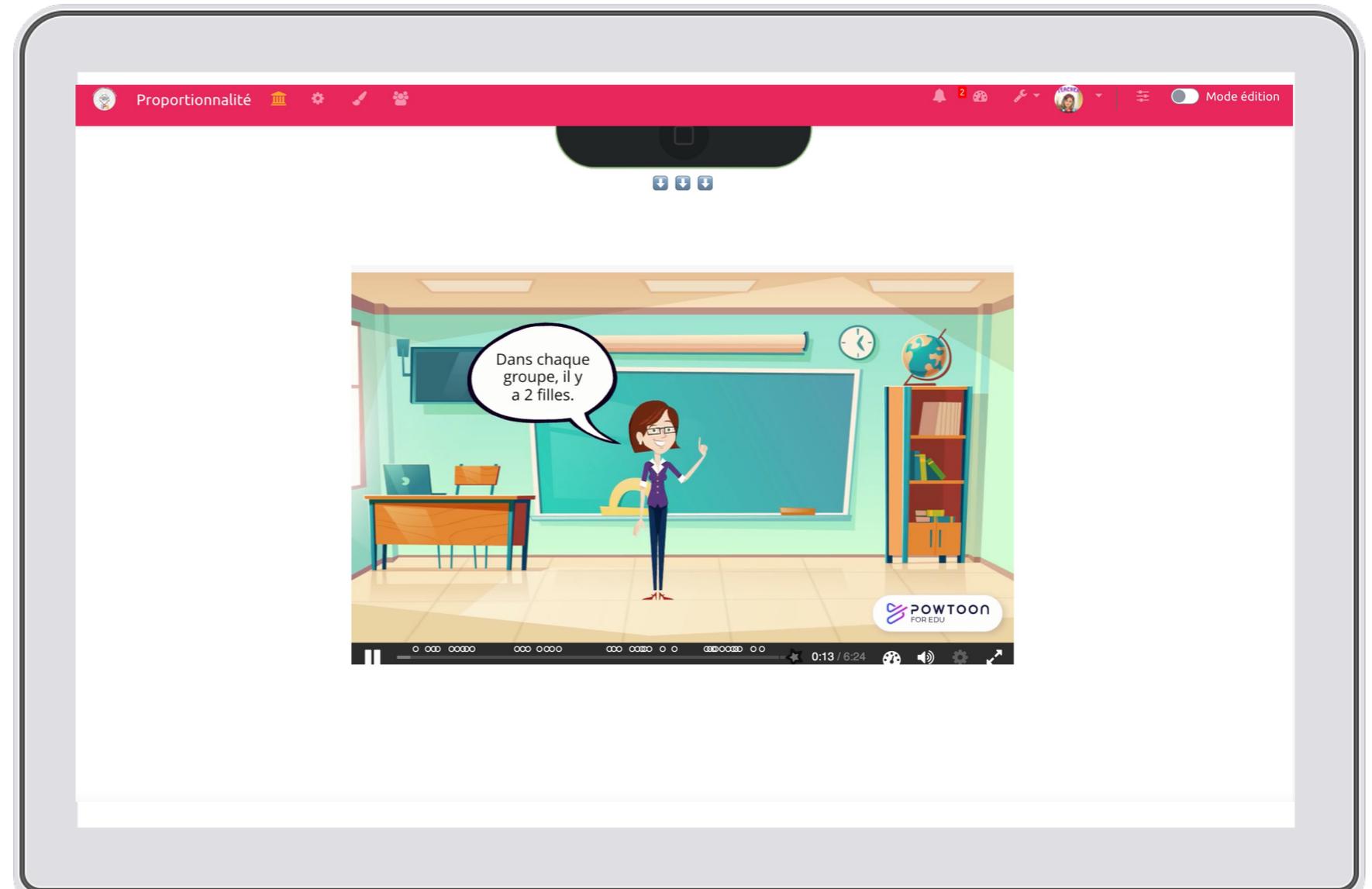
Level of instructional support and schematic representation
1100 students aged 13-14



POWTOON
50M100U



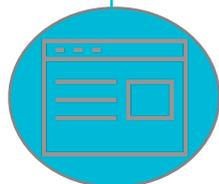
Logits	Pupils' Ability	Items' Difficulty	Common Errors
3.0	High ability pupils XXXXXXX	Harder items XXXXXXX	
2.0	XXXXXXX	6OnionS, 1Rect XXXX	
1.0	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX	PrintPr, MrSho 1Paint 1Campers 2Campers 2Paint	IB2Paint (5%) IB1Paint (7%) IB1Rectangles (10%)
.0	XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	Books' Price 2OnionSoup	IBPrintingPress (11%), MHDPrintPr (8%) IB6OnionSoup (15%) +1Rectangles (43%) +1Pai (22%)+1Cam (43%)+6Oni (10%)+MrSh (53%) CS2Paint (6%) +2Campers (36%) +1Eels (6%), +2OnionS (13%), CS1Pai (33%) +2Pa (23%)+PriPr (21%)MHD6On (13%) IBPr (10%) +Books' Price (4%), MHD1Rectangles (7%) MHD2OnionSoup (11%)
-1.0	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX		
-2.0	XXXXXXXXXXXX	Fruit' Pr, 1Eel	Inc2Paint (7%)
-3.0	XXXXXXXXXXXX	Class	+=Additive error IB='Incorrect Build Up Strategy' Error Inc=Incomplete Reasoning Error CS=Constant Sum error MHD=Magical doubling/halving error
-4.0	Low ability pupils	Easy items	



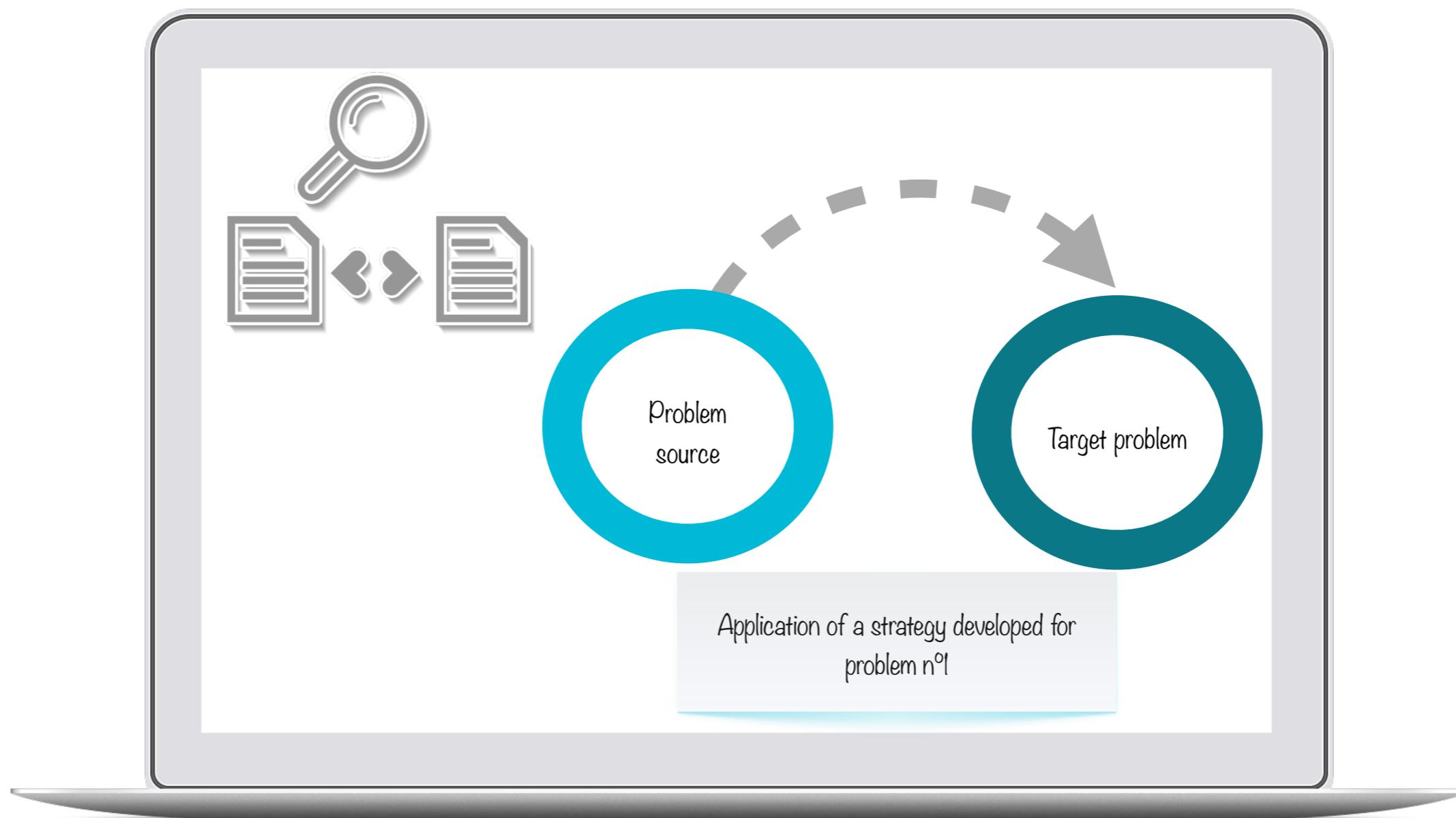
2021-2022

Testing of educational pathways

Level of instructional support and schematic representation
1100 students aged 13-14



2) Problem solving by analogy



(Costermans, 2001; Dupay, 2011; Rippol, 1992)

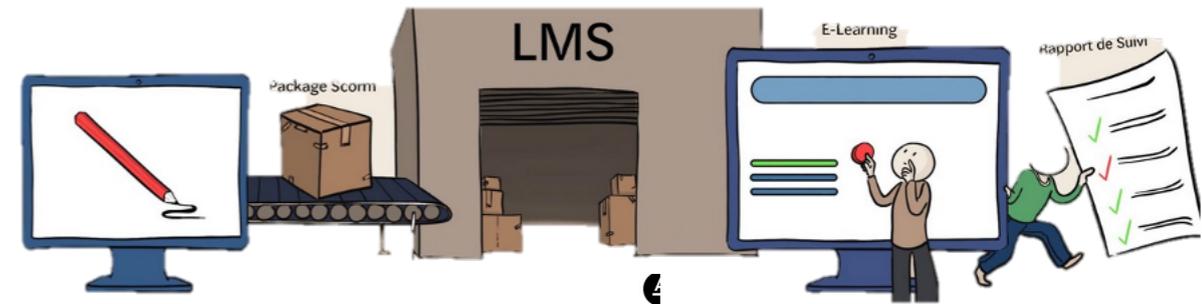
2021-2022

Testing of educational pathways

Level of instructional support and schematic representation
1100 students aged 13-14



2) Problem solving by analogy



Exercice n° 1

Voici un problème similaire à celui que tu dois résoudre. Tu dois t'en inspirer.

Énoncé du problème

Marie travaille en tant que serveuse dans un bar. Pour 20 jours de travail, elle devait percevoir la somme de 1320 €. Elle s'est absentée, pour des raisons médicales, durant 10 jours. Elle n'est pas payée pendant son absence.
 Quel est le salaire qu'elle a perçu pour les jours de travail prestés (soit pour 10 jours)?

Réécriture du problème

Nombre de jours	Salaire perçu (€)
20	1320
10	?

+2

Résolution du problème

Le salaire perçu est directement proportionnel au nombre de jour de travail presté.
 On recherche le salaire perçu pour 10 jours de travail sachant que pour 20 jours de travail, Marie perçoit un salaire de 1320 €.
 On peut donc diviser par 2 le montant du salaire perçu pour 20 jours de travail afin d'obtenir le montant du salaire pour 10 jours de travail: $1320 \text{ €} : 2 = 660 \text{ €}$.
 La réponse est 660 euros.

Rédige ta solution en t'aidant de celle du modèle.

Énoncé du problème

Justine a été embauchée pour un job étudiant durant les vacances d'été. Pour 21 jours de travail, elle devait percevoir la somme de 1176 €. Elle s'est absentée, pour des raisons médicales, durant 14 jours. Ces jours ne lui ont donc pas été payés.
 Quel est le salaire qu'elle a perçu pour les jours de travail prestés (soit pour 7 jours) ?

Réécriture du problème

Nombre de jours	Salaire perçu (€)
21	1176
7	?

Résolution du problème

Le salaire perçu est directement proportionnel au nombre de jours de travail presté.
 On recherche le salaire perçu pour _____ jours de travail sachant que pour 21 jours de travail, Justine devait percevoir un salaire de 1176 €.

Valider



FÉDÉRATION WALLONIE-BRUXELLES ENSEIGNEMENT.BE

ÉPREUVE EXTERNE COMMUNE

(Devidal et al., 1997; Escarabajal, 1988; Nogry & Didierjean, 2006; Thévenot et al., 2006)



2021-2022

Testing of educational pathways

Level of instructional support and schematic representation
1100 students aged 13-14



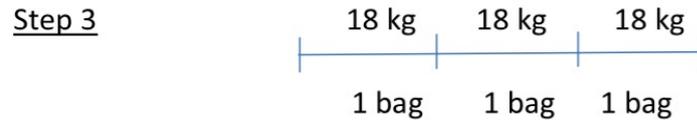
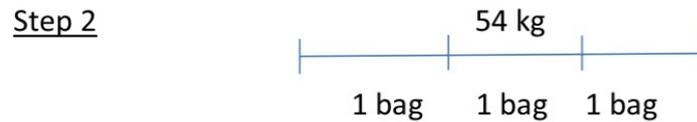
2) Problem solving by analogy



The manipulated independent variables

Figure 1. Worked example demonstrating unitisation strategy used in treatment for WE group.

See how the problem is solved through the following steps.



Step 4 Answer 1 bag = 18

Énoncé du problème

Marie travaille en tant que serveuse dans un bar. Pour 20 jours de travail, elle devait percevoir la somme de 1320 €. Elle s'est absentée, pour des raisons médicales, durant 10 jours. Elle n'est pas payée pendant son absence. Quel est le salaire qu'elle a perçu pour les jours de travail prestés (soit pour 10 jours)?

Réécriture du problème

Nombre de jours	Salaire perçu (€)
20	1320
10	?

20 jours
1 320 €

10 jours
660 €

Schematic representation

2021-2022

Testing of educational pathways

Level of instructional support and schematic representation
1100 students aged 13-14



2) Problem solving by analogy



The manipulated independent variables

Exercice n° 1

Voici un problème similaire à celui que tu dois résoudre. Tu dois t'en inspirer.

Énoncé du problème

Marie travaille en tant que serveuse dans un bar. Pour 20 jours de travail, elle devait percevoir la somme de 1320 €. Elle s'est absentée, pour des raisons médicales, durant 10 jours. Elle n'est pas payée pendant son absence.
Quel est le salaire qu'elle a perçu pour les jours de travail prestés (soit pour 10 jours)?

Réécriture du problème

Nombre de jours	Salaire perçu (€)
20	1320
10	?

+2 +2

Résolution du problème

Le salaire perçu est directement proportionnel au nombre de jour de travail presté.
On recherche le salaire perçu pour 10 jours de travail sachant que pour 20 jours de travail, Marie perçoit un salaire de 1320 €.

On peut donc diviser par 2 le montant du salaire perçu pour 20 jours de travail afin d'obtenir le montant du salaire pour 10 jours de travail: $1320 \text{ €} : 2 = 660 \text{ €}$.

La réponse est 660 euros.

Rédige ta solution en t'aidant de celle du modèle.

Énoncé du problème

Justine a été embauchée pour un job étudiant durant les vacances d'été. Pour 21 jours de travail, elle devait percevoir la somme de 1176 €. Elle s'est absentée, pour des raisons médicales, durant 14 jours. Ces jours ne lui ont donc pas été payés.
Quel est le salaire qu'elle a perçu pour les jours de travail prestés (soit pour 7 jours) ?

Réécriture du problème

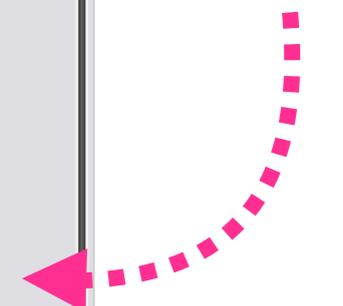
Nombre de jours	Salaire perçu (€)
21	1176
7	?

Résolution du problème

Le salaire perçu est directement proportionnel au nombre de jours de travail presté.
On recherche le salaire perçu pour _____ jours de travail sachant que pour 21 jours de travail, Justine devait percevoir un salaire de 1176 €.

Valider

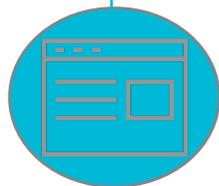
Help



2021-2022

Testing of educational pathways

Level of instructional support and schematic representation
1100 students aged 13-14



*The independent variables manipulated
And their levels*

		Schematic representation	
		With	Without
Help level	Level 1	Groupe 1	Groupe 2
	Level 2	Groupe 3	Groupe 4

2) Problem solving by analogy



Proportionnalité

Première heure

- Activité n°1a
- Activité n°2a

Deuxième heure

- Activité n°3a
- Activité n°4a

Troisième heure

- Activité n°5a
- Activité n°6a

Mode édition

UMONS

Pedagogical device (45 min)

Restriction d'accès

Restrictions d'accès

L'étudiant doit remplir les conditions suivantes

Groupes A

Ajouter une restriction

2021-2022

Testing of educational pathways

Level of instructional support and schematic representation
1100 students aged 13-14



2) Problem solving by analogy



*The independent variables manipulated
And their levels*

		Schematic representation	
		With	Without
Help level	Level 1	Group 1	Group 2
	Level 2	Group 3	Group 4

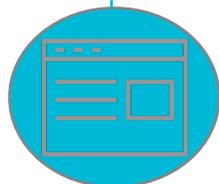
		Schematic representation		
		With	Without	
Help level	Level 1	GR = 30%	GR = 16%	GR = 23%
	Level 2	GR = 15%	GR = 13%	GR = 14%
		GR = 22%	GR = 14%	

p = 0,006

2021-2022

Testing of educational pathways

Level of instructional support and schematic representation
1100 students aged 13-14



2) Problem solving by analogy



*The independent variables manipulated
And their levels*

		Schematic representation	
		With	Without
Help level	Level 1	Group 1	Group 2
	Level 2	Group 3	Group 4

		Schematic representation		
		With	Without	
Help level	Level 1	GR = 30%	GR = 16%	GR = 23%
	Level 2	GR = 15%	GR = 13%	GR = 14%
		GR = 22%	GR = 14%	

p = 0,002

2021-2022

Testing of educational pathways

Level of instructional support and schematic representation
1100 students aged 13-14



2) Problem solving by analogy



*The independent variables manipulated
And their levels*

		Schematic representation	
		With	Without
Help level	Level 1	Group 1	Group 2
	Level 2	Group 3	Group 4

		Schematic representation		
		With	Without	
Help level	Level 1	GR = 30%	GR = 16%	GR = 23%
	Level 2	GR = 15%	GR = 13%	GR = 14%
		GR = 22%	GR = 14%	

*Interaction effect
 $p = 0,058$*

Conclusion

01

Proportionality, a crucial element of mathematics learning (Daro, Geron & Stegen, 2007)

Use of high-level knowledge (Stecker, 2016)

02

Schematic representation (Bentley et Yates, 2017)

Difficulties in schematizing the problem (Stecker, 2016)
Additional cognitive load (Laparra and Margolinas, 2009)

03

Level of support

Working memory (Paas & Van Merriënboer, 1994)
Guided learning through the use of worked examples (Kirschner, Sweller, & Clark, 2006)

04

Joint effect of schematic representation and signaling

Kirschner et al. studies (2006)
Worked examples (Renkl, 2014)

05

Working memory (Kirschner et al., 2006)

Acquisition of long-term knowledge

06

Effect of our device in the long term

Retention of resolution strategies