



Motiver et engager les apprenants par la ludification adaptative

Élise Lavoué

Maîtresse de conférences HDR
Université Jean Moulin Lyon 3
Laboratoire LIRIS

Atelier 4 : Adaptation et génération dans les EIAH

11 mai 2022

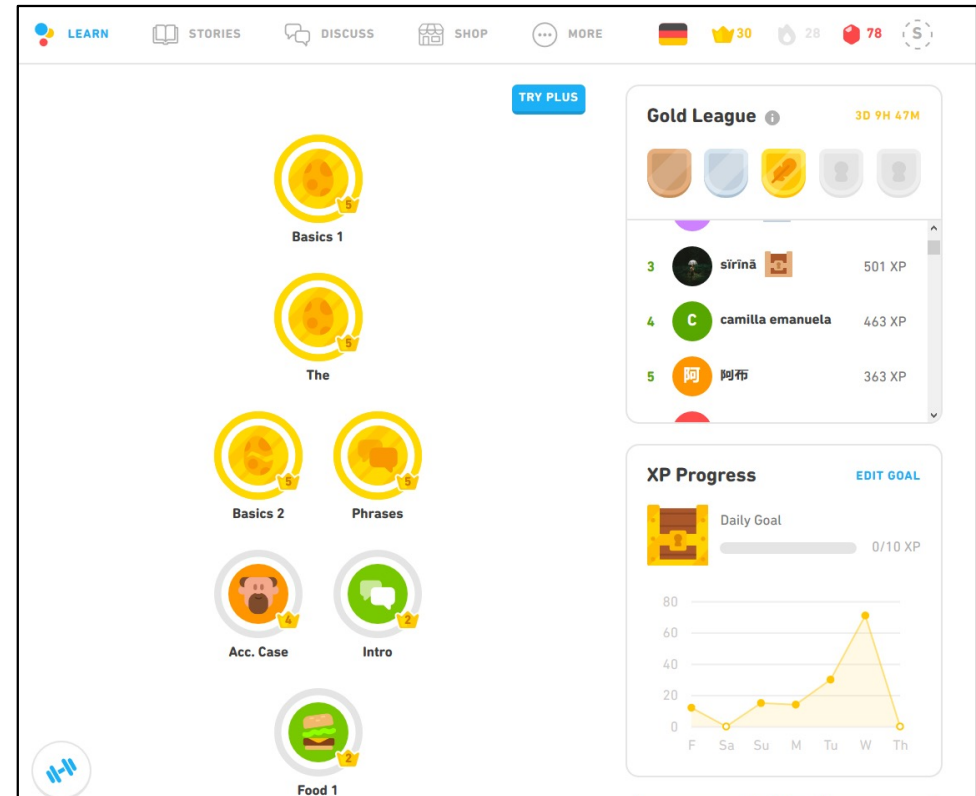
Objectif de la ludification

« *L'utilisation d'éléments de design de jeu dans des contextes non jeu* » (Deterding 2011)

Largement intégré pour motiver et engager les apprenants dans l'utilisation des environnements d'apprentissage

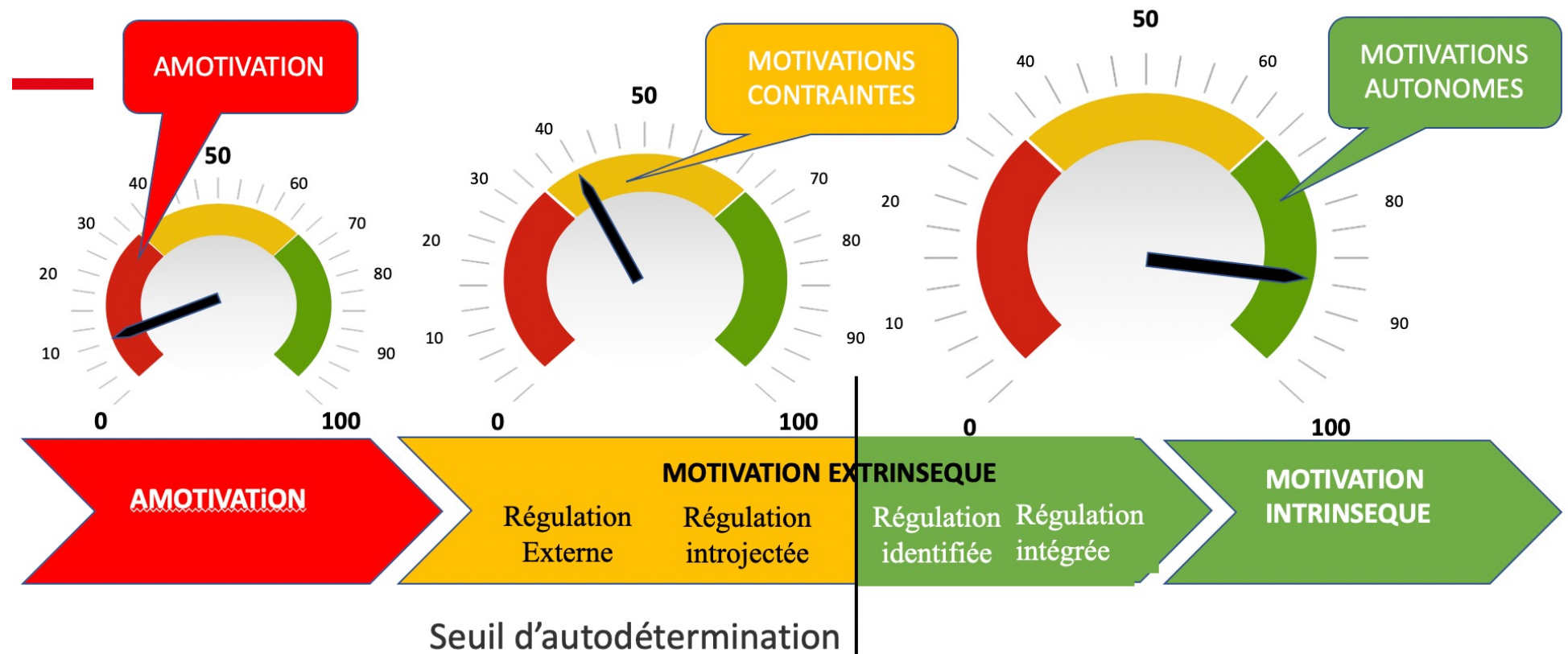
Exemple : Duolingo

- Points
- Levels
- Daily goals
- Leaderboard
- Badges
- ...

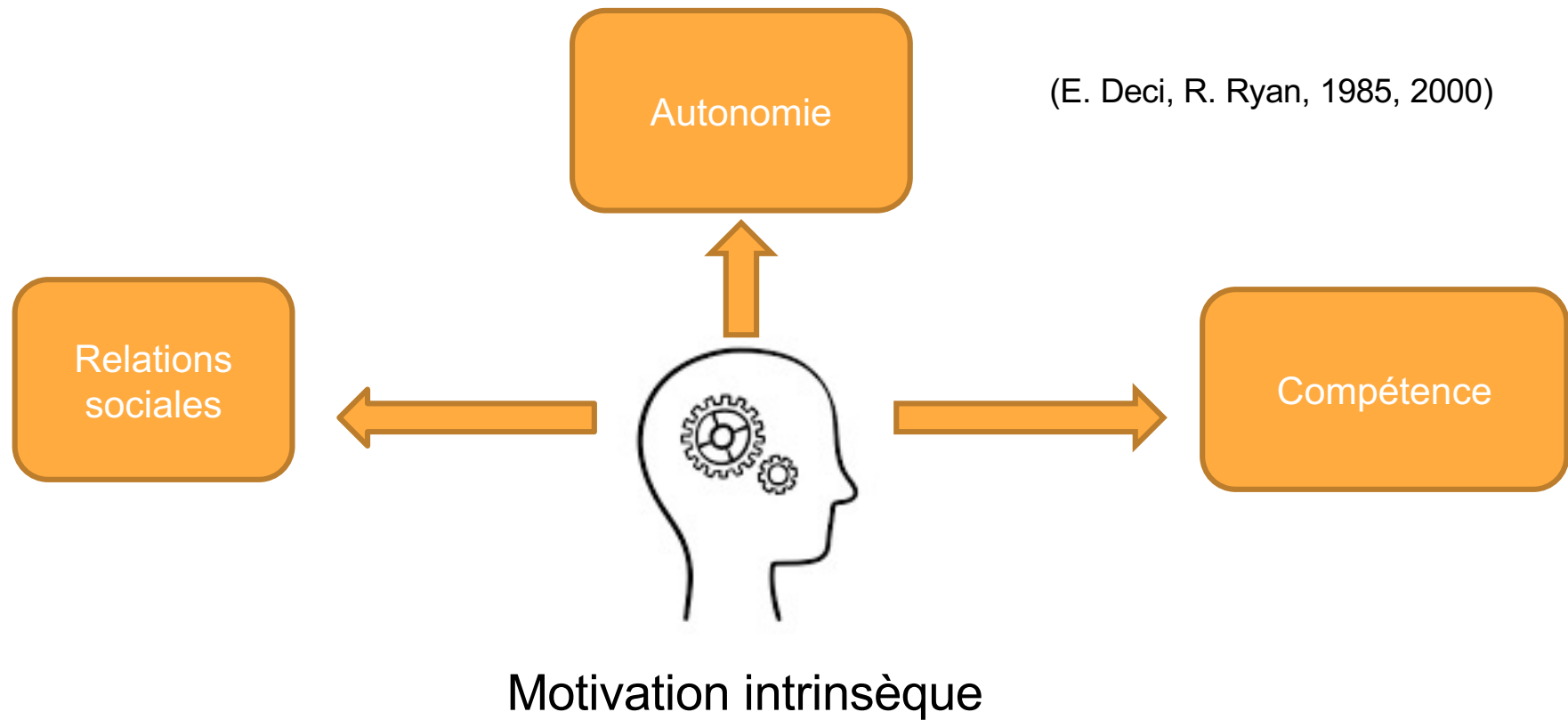


Théorie de l'auto-détermination (SDT)

(E. Deci, R. Ryan, 1985, 2000)

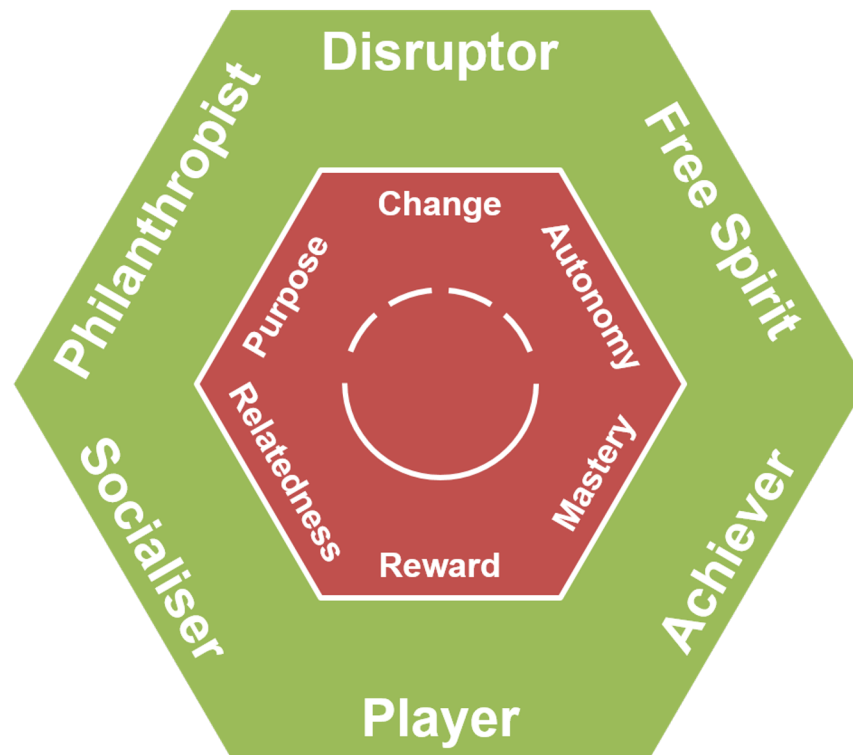


Théorie de l'auto-détermination (SDT)



Typologie de préférences de mécaniques de jeu

Typologie Hexad



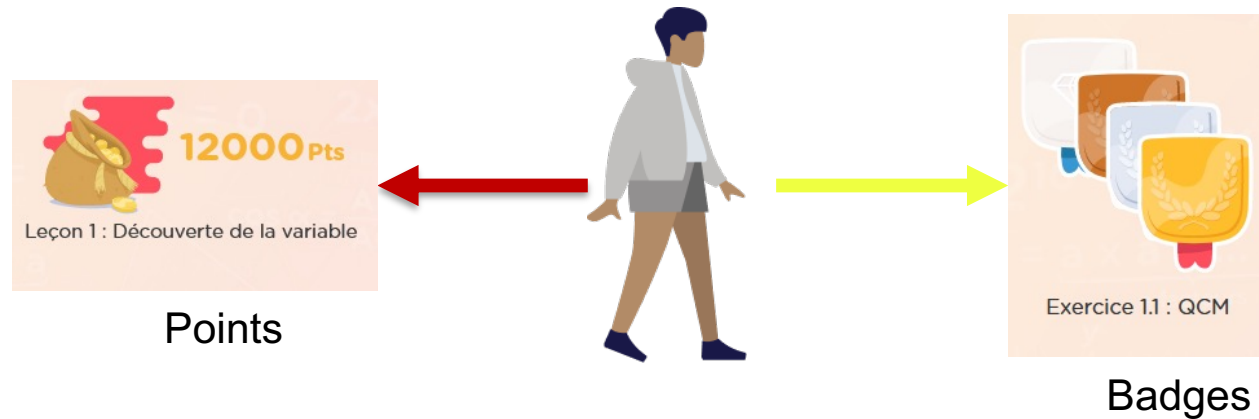
© Andrzej Marczewski 2016



Vers une ludification adaptative

Pour être efficace, la ludification doit être adaptée aux préférences de chaque apprenant

(Hamari et al. 2014, Orji et al. 2013, Ferro et al. 2013, Mora et al. 2018)



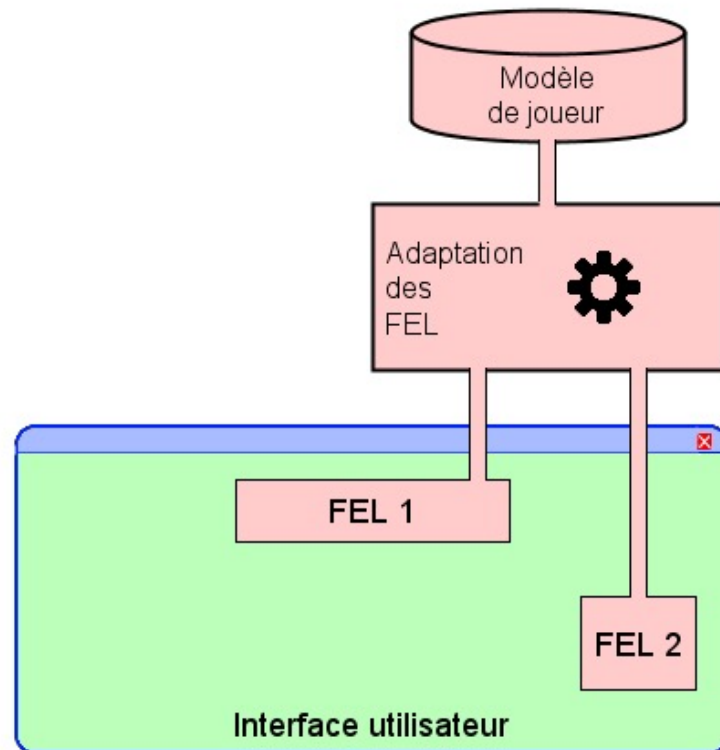
Un premier modèle d'adaptation: la Q-Matrice

Ludification du Projet Voltaire

Thèse Baptiste Monterrat (2012-2015) : « Un système de ludification adaptative d'environnements d'apprentissage fondé sur les profils de joueur des apprenants »



Des fonctionnalités épiphytes ludiques



- Se greffent à un environnement d'apprentissage existant
- Permet une adaptation sur l'interface en fonction du profil de joueur
- Lien fort entre jeu et apprentissage pour donner du sens

Modèle d'adaptation -> Modèle de joueur

AIED 2015 (Artificial Intelligence in Education)

Profil des joueurs

	joueur 1
Seeker	10
Survivor	-6
Daredevil	02
Mastermind	-3
Conqueror	17
Socializer	04
Achiever	12

joueur
type **B**

$(-10 < x < 20)$

Modèle d'adaptation -> La A-Matrice

AIED 2015 (Artificial Intelligence in Education)

$$\begin{array}{ccc}
 \text{Score des FEL} & \text{A-matrice} & \text{Profil des joueurs} \\
 \text{joueur} & & \text{joueur} \\
 \text{FEL} \mathbf{R} = & \text{FEL} \mathbf{A} \times & \text{type} \mathbf{B} \\
 & \text{type} & \\
 & (0 < x < 1) & (-10 < x < 20) \\
 & \text{Avis d'experts} &
 \end{array}$$

Modèle d'adaptation -> Le processus

AIED 2015 (Artificial Intelligence in Education)

joueur

type

joueur

$$\begin{matrix} \text{FEL} \\ \mathbf{R} \end{matrix} = \begin{matrix} \text{FEL} \\ \mathbf{A} \end{matrix} \times \begin{matrix} \text{type} \\ \mathbf{B} \end{matrix}$$

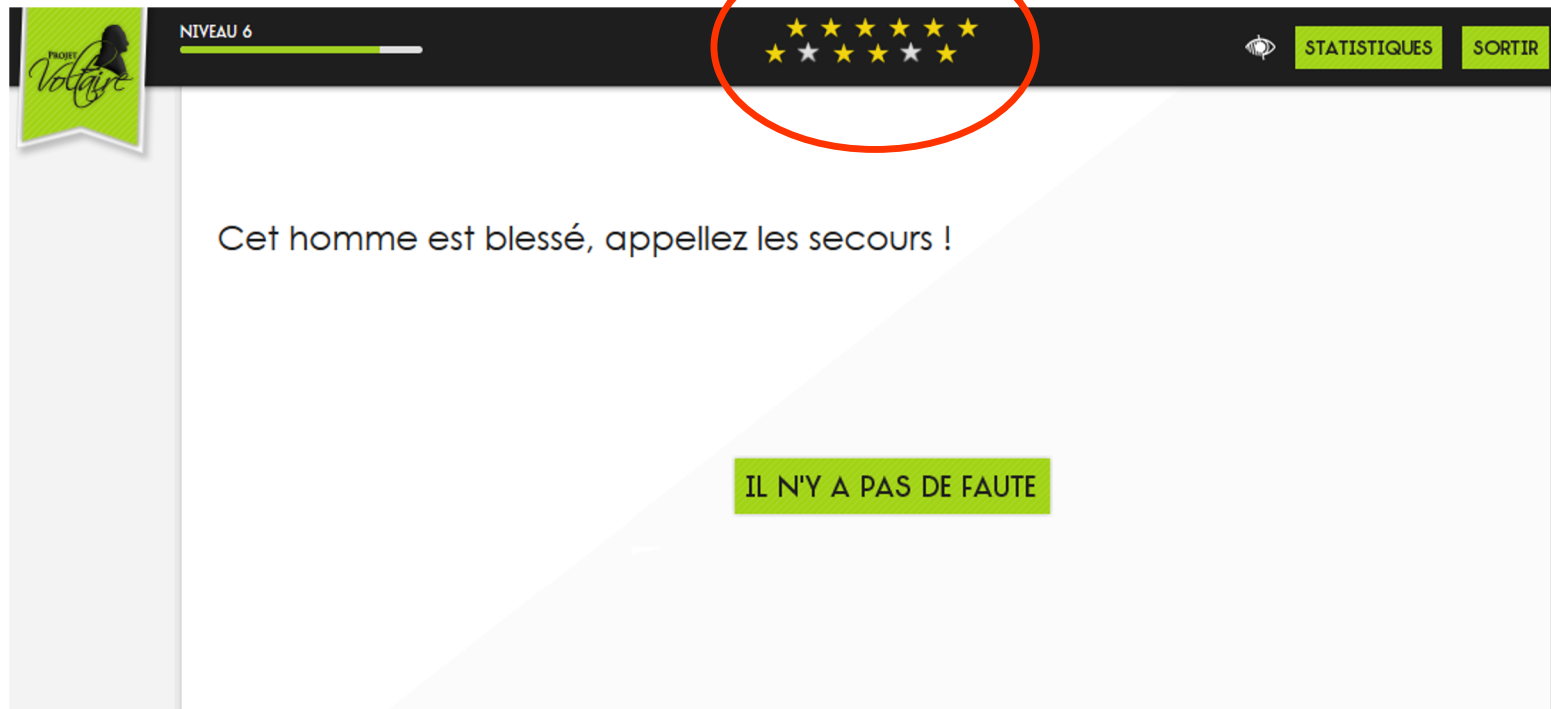
	u1	u2	u3	u4
f1	10	00	06	-8
f2	01	06	03	03
f3	07	12	09	02

	C	S
f1	1	0
f2	0	1/2
f3	1/2	1

	u1	u2	u3	u4
C	10	00	06	-8
S	02	12	06	06

C : Compétition
S : Social

Ludification adaptative Projet Voltaire



The screenshot shows a game interface for 'Projet Voltaire'. At the top left is a logo with the text 'PROJET Voltaire'. To its right is a black bar containing 'NIVEAU 6' and a progress indicator. A red circle highlights a row of seven stars: five yellow and two white. Further right are an eye icon, a 'STATISTIQUES' button, and a 'SORTIR' button. The main area contains the text 'Cet homme est blessé, appelez les secours !' and a green button with the text 'IL N'Y A PAS DE FAUTE'.

Ludification adaptative Projet Voltaire



PROJET Voltaire

NIVEAU 6

STATISTIQUES SORTIR

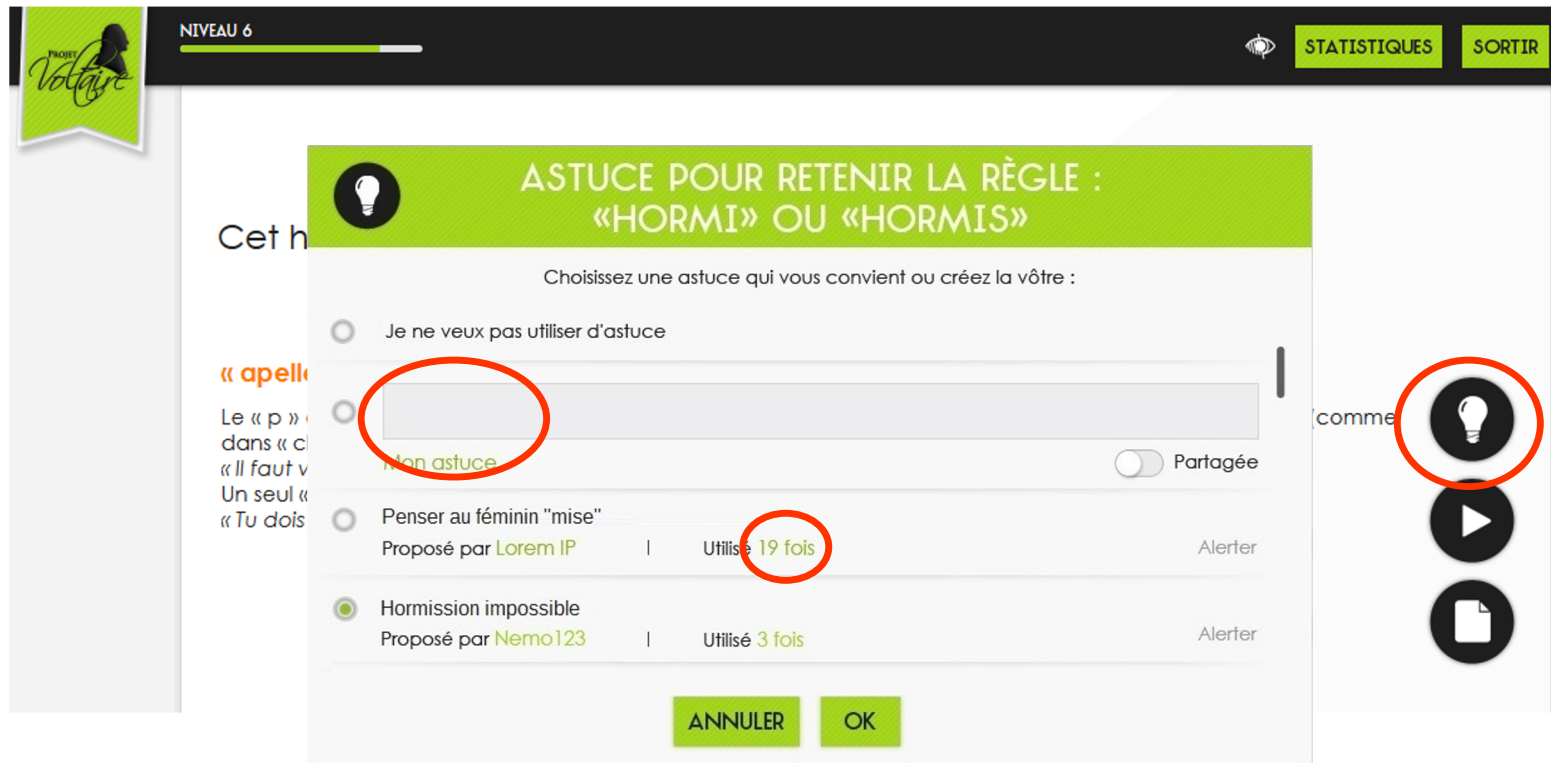
Cet homme est blessé, appelez les secours !

IL N'Y A PAS DE FAUTE

Série en cours 0 i	
Nathalie	25
Ariane	24
bapt	21
Sara-Anne	21
Joël	20

Thèse Baptiste Monterrat

Ludification adaptative Projet Voltaire



NIVEAU 6

STATISTIQUES SORTIR

ASTUCE POUR RETENIR LA RÈGLE : «HORMI» OU «HORMIS»

Choisissez une astuce qui vous convient ou créez la vôtre :

- Je ne veux pas utiliser d'astuce
- Mon astuce Partagée
- Penser au féminin "mise"
Proposé par Lorem IP | Utilisé 19 fois | Alerter
- Hormission impossible
Proposé par Nemo123 | Utilisé 3 fois | Alerter

ANNULER OK

Ludification adaptative Projet Voltaire



PROJET Voltaire

NIVEAU 6

STATISTIQUES SORTIR

Cet homme est blessé, appelez les secours !

IL N'Y A PAS DE FAUTE

Ludification adaptative Projet Voltaire



A screenshot of a game interface. At the top, a black header bar contains the 'Projet Voltaire' logo on the left, 'NIVEAU 6' in the center, and 'STATISTIQUES' and 'SORTIR' buttons on the right. A red circle highlights a digital timer showing '02:27' and '01:38'. Below the header, the main area is white with the text 'Cet homme est blessé, appelez les secours !' and a green button that says 'IL N'Y A PAS DE FAUTE'.

Thèse Baptiste Monerrat

Expérimentations

➤ En collège, avec 59 élèves

(Simulation and Gaming, 2017)

- > 14 - 15 ans, 28 garçons / 31 filles
- 3 sessions de 45 min, à une semaine d'intervalle

➤ Utilisateurs du Projet Voltaire

(IEEE Transactions on Learning Technologies, 2019)

- > Appel à volontaires sur Facebook pour l'étude
- > Usage sur 3 semaines
- > 210 femmes / 56 hommes, de 18 à 75 ans (M = 40.3, SD = 9.8 ans)
- > 3 groupes : éléments adaptés (112) / contre-adaptés (111) / aléatoires (43)

Résultats

(Simulation and Gaming, 2017)
(IEEE Transactions on Learning Technologies, 2019)

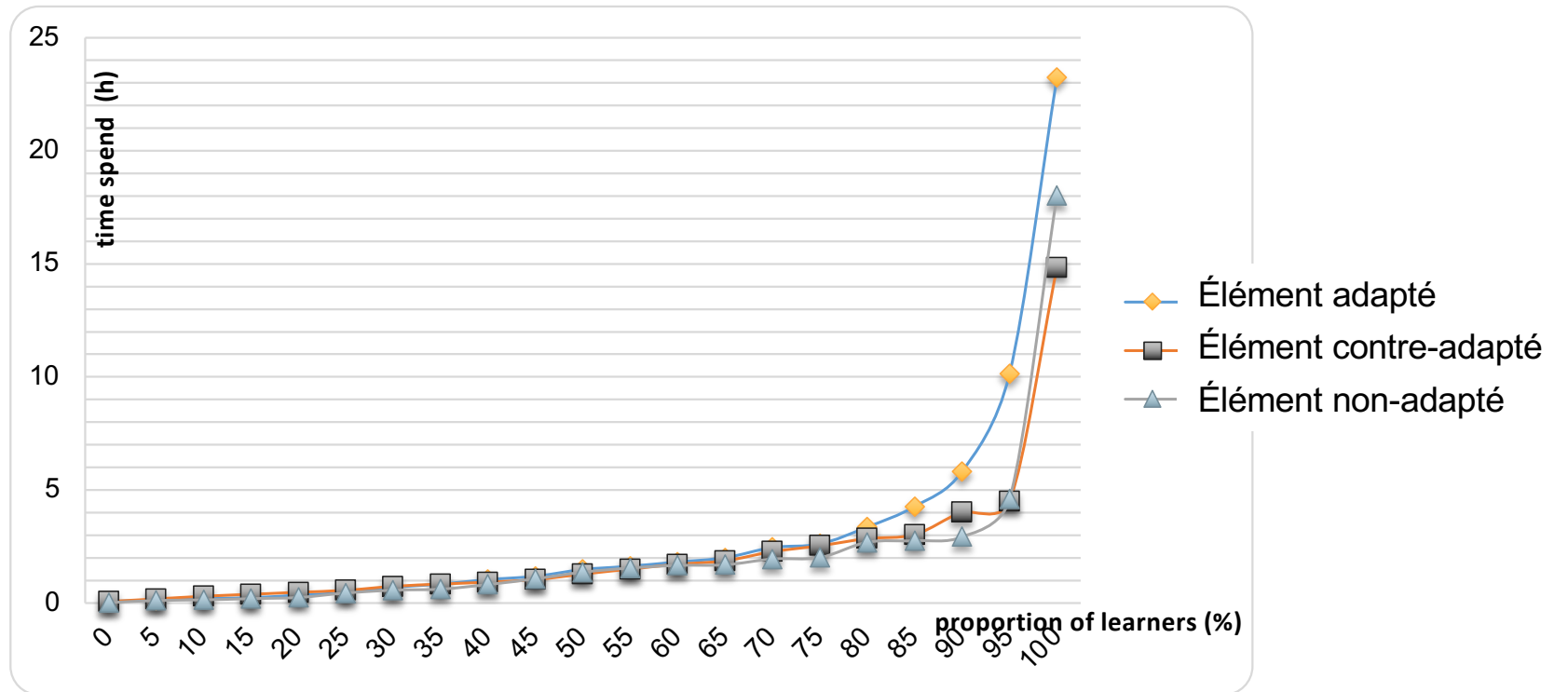


- Des **préférences différentes** pour les éléments ludiques
- Des **différences** entre les **notes d'appréciation subjectives** des éléments ludiques et leur **impact mesuré** sur la motivation
- L'**adaptation** des éléments ludiques encouragent les utilisateurs **les plus engagés à s'entraîner plus longtemps**
- Des éléments ludiques qui **augmentent l'amotivation** des utilisateurs lorsqu'ils sont **contre-adaptés**

Résultats



(Lavoué, Monerrat, Desmarais, George, 2019)



Thèse Baptiste Monerrat

Le projet LudiMoodle (2017-2021)



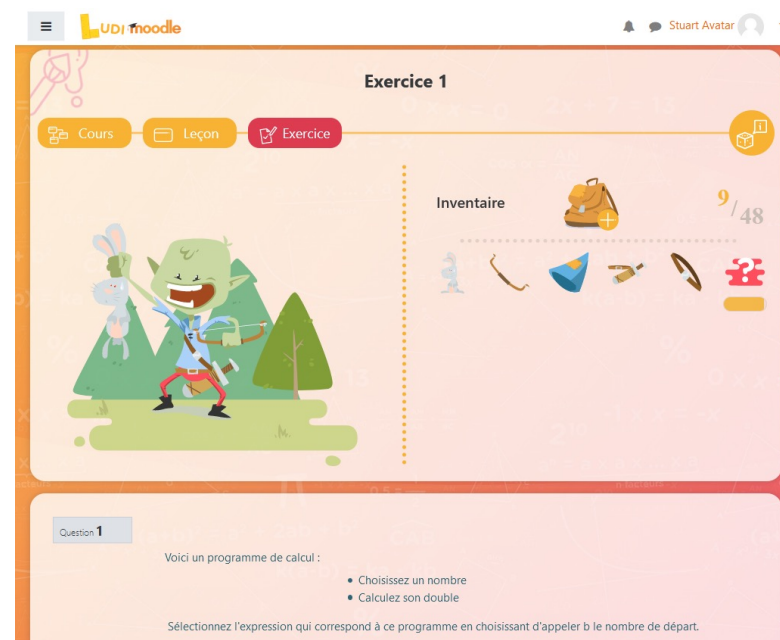
Augmenter la motivation des élèves par l'ajout d'éléments ludiques adaptés à l'environnement d'apprentissage Moodle



Expérimentation 1

Comment la ludification impacte t'elle la motivation des apprenants ?

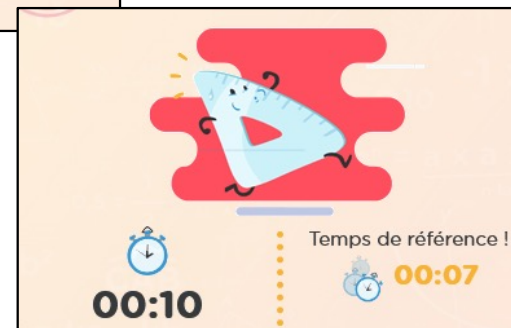
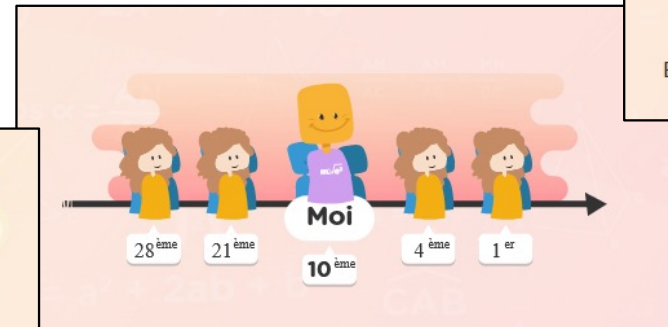
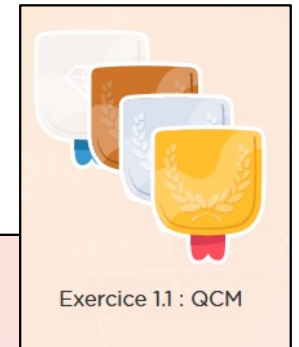
- Environnement numérique déployé sur tablette
- Notions de Calcul littéral
- 258 élèves
- 14-15 ans
- 12 classes de 4ème
- 4 collèges



Protocole

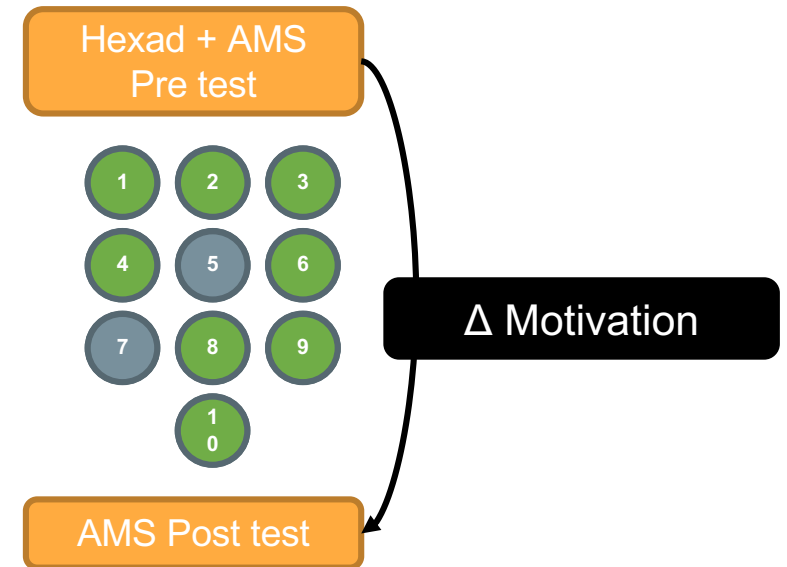
- 10 séances de cours :
 - 10-15 mins notes écrites
 - 25-30 mins quizzes sur LudiMoodle
 - 4-10 quiz par leçon

- Attribution aléatoire d'un des 6 éléments ludiques
 - Classement
 - Points
 - Barre de progression
 - Badges
 - Chronomètre
 - Avatar



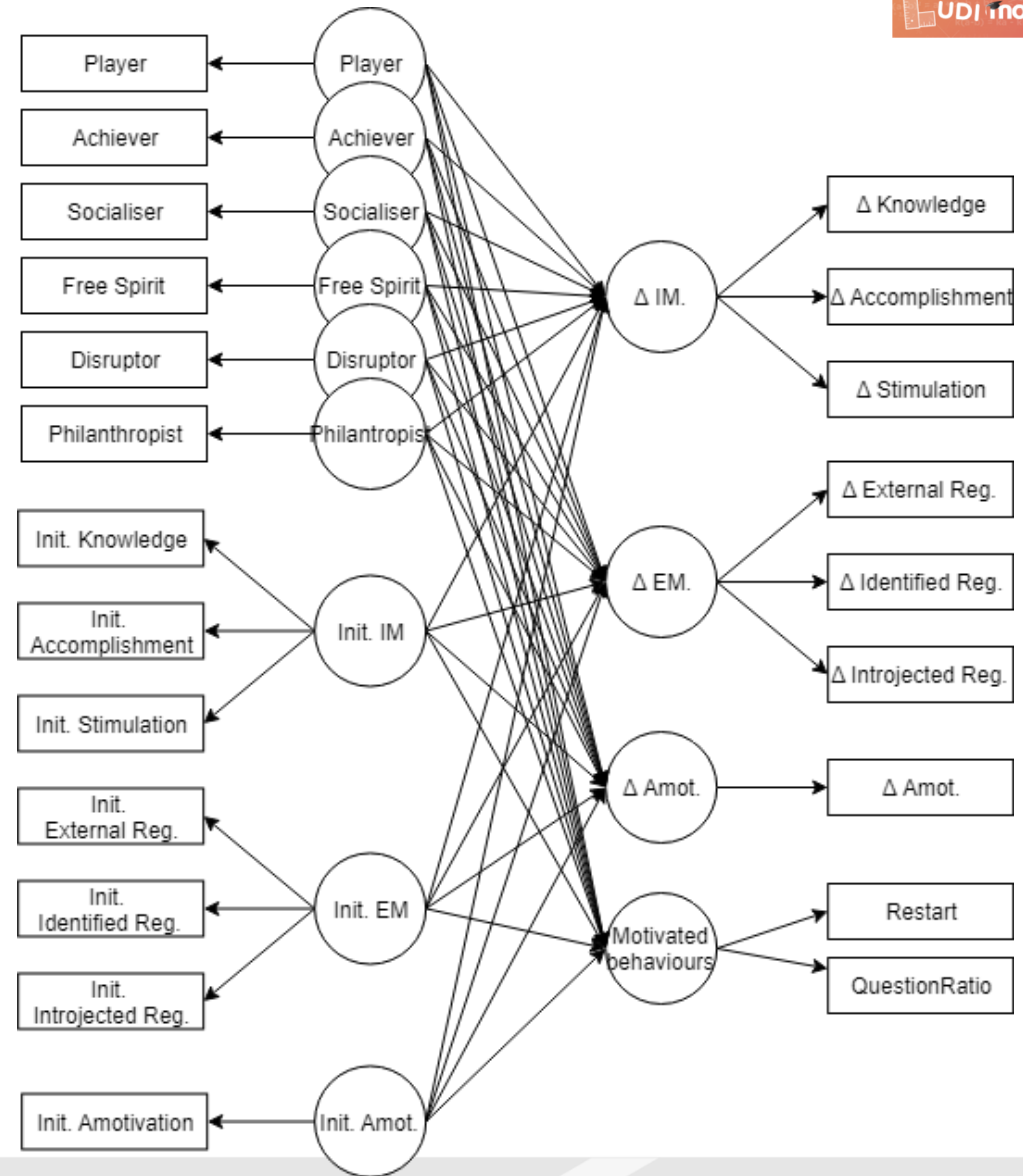
Protocole

- 2 questionnaires :
 - Hexad Academic Motivational Scale (Vallerand et al. 1992)
 - Intrinsic motivation
 - *"I love mathematics"*
 - Extrinsic motivation
 - *"Because maths can help me get a better job"*
 - Amotivation
 - *"I don't know, I hate maths"*
- 10 lessons d'Algèbre
 - 8 using LudiMoodle



PLS-PM : analyse de l'influence du profil de joueur et de la motivation initiale sur la variation de motivation

(IEEE Transactions on Learning Technologies, 2022)



Perte de motivation et augmentation de l'amotivation lorsque la ludification n'est pas adaptée

(IEEE Transactions on Learning Technologies, 2022)

		Game Element						
		All	Avatar	Badges	Progress	Ranking	Score	Timer
Intrinsic motivations	Know.	-9.769	-4.627	-4.22	-3.747	-4.629	-3.829	-2.969
	Acco.	-1.235	-0.121	-2.217	-0.415	-0.703	-0.621	-0.197
	Stim.	-1.261	-0.414	-1.278	-0.019	-1.882	-0.763	-0.33
Extrinsic motivations	Id. Reg.	-0.128	-0.082	-2.259	-0.197	-0.685	-1.211	-1.322
	Intro. Reg.	-0.659	-0.54	-1.917	-0.534	-0.354	-0.209	-0.809
	Ext. Reg.	-6.209	-2.976	-3.363	-4.007	-1.448	-0.83	-2.536
Amotivation	Amot.	10.78	4.125	5.225	3.683	5.397	4.523	3.561

non-parametric Wilcoxon Signed-Rank Test

2 facteurs influent l'impact des éléments ludiques

(IEEE Transactions on Learning Technologies, 2022)

- > Niveau de motivation initiale

	IM	EM	AMOT	achiever	player	socializer	freespirit	disruptor	philanthropist
IMVar	-0.698	0.098	0.156	0.247	0.193	-0.048	-0.006	-0.022	-0.064
EMVar	0.041	-0.528	0.004	0.230	0.132	-0.025	0.174	-0.119	-0.074
AMOTVar	0.113	-0.040	-0.656	-0.179	0.095	0.047	0.087	0.086	-0.042
MotivatedBehavior	0.107	-0.044	-0.014	0.193	-0.015	-0.129	-0.003	0.048	0.104

PLS Path analysis

2 facteurs influent l'impact des éléments ludiques

(IEEE Transactions on Learning Technologies, 2022)

- Niveau de motivation initiale
- Profil de joueur (surtout les dimensions « achieveur » et « player »)

	IM	EM	AMOT	achiever	player	socializer	freespirit	disruptor	philanthropist
IMVar	-0.698	0.098	0.156	0.247	0.193	-0.048	-0.006	-0.022	-0.064
EMVar	0.041	-0.528	0.004	0.230	0.132	-0.025	0.174	-0.119	-0.074
AMOTVar	0.113	-0.040	-0.656	-0.179	0.095	0.047	0.087	0.086	-0.042
MotivatedBehavior	0.107	-0.044	-0.014	0.193	-0.015	-0.129	-0.003	0.048	0.104

PLS Path analysis

Chaque élément ludique influe sur des dimensions différentes de la motivation

(IEEE Transactions on Learning Technologies, 2022)

Impact de l'avatar

(b) Results for the Avatar game element

	IM	EM	AMOT	Achiever	Player	Socialiser	Free Spirit	Disruptor	Philanthropist
IMVar	-.407	.029	.366	.145	.478	-.372	-.049	.006	.183
EMVar	.431	.390	.100	-.056	.296	-.363	-.018	-.028	-.091
AMOTVar	.029	.158	-.426	-.111	.064	.041	.305	-.154	-.059
Mot. Beha.	.345	.055	.179	-.041	-.186	-.089	-.008	.139	.316

Impact des badges

(c) Results for the Badges game element

	IM	EM	AMOT	Achiever	Player	Socialiser	Free Spirit	Disruptor	Philanthropist
IMVar	-.337	-.099	.085	-.007	.308	-.056	-.308	-.016	.091
EMVar	.292	-.408	-.095	-.160	.095	-.206	-.198	-.181	.149
AMOTVar	.497	-.111	-.361	-.419	-.117	.036	.199	-.013	-.036
Mot. Beha.	-.544	-.039	-.302	.097	-.053	.014	.138	.505	.322

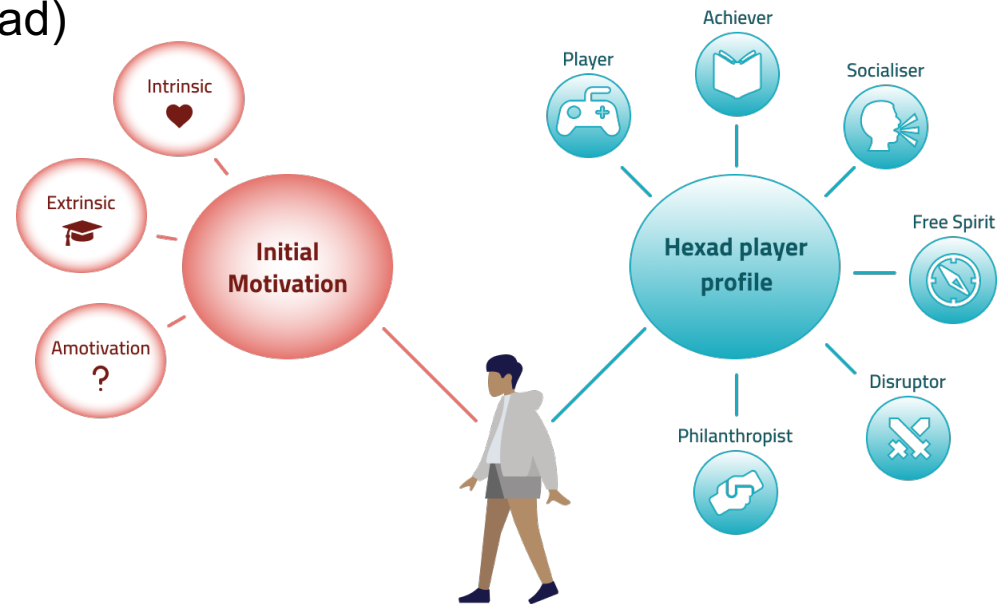
PLS Path analysis

Un deuxième modèle : la matrice d'affinité

Comment les modèles utilisateurs influencent-ils les résultats de la ludification adaptée ?

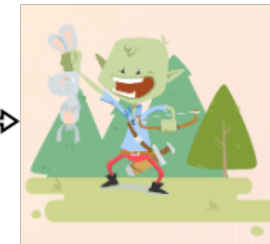
(AIED conference - Artificial Intelligence in Education, 2020)

- Simulation de différentes approches d'adaptation, en considérant:
 - Uniquement la motivation initiale pour les mathématiques
 - Uniquement le profil de joueur (Hexad)
 - Compromis entre les deux



Affectation selon profil de joueur

(Soumis à CHI 2022)



Avatar game element

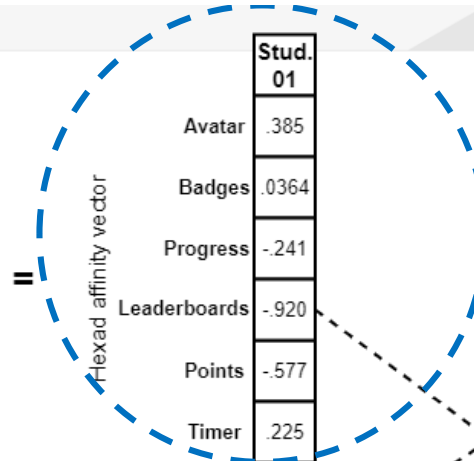
Compromise algorithm

Learner Hexad profile

Stud.	01
PI	0
Ac	-8
So	2
FS	0
Di	6
Ph	7

Hexad Influence matrix

	PI	Ac	So	FS	Di	Ph
Avatar	.87	-.356	-.521			-.396
Badges			-.548	-1.233		1.229
Progress		-.011	-.331		-.061	
Leaderboards			-.459		-.870	
Points	-.49		-.467			-.694
Timer		1.772	.439	.53	-.398	-1.125

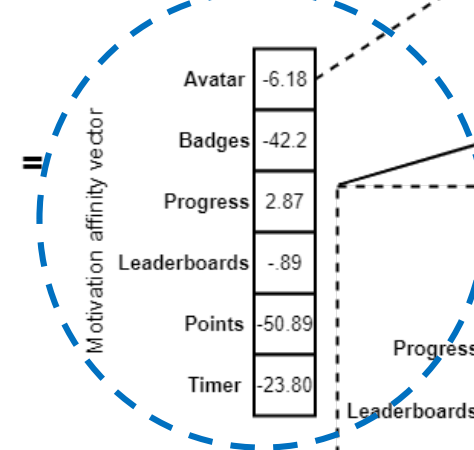


Learner motivation profile

Intrinsic	Stim.	9
	Acc.	11
	Know.	10
Extrinsic	Int. Reg.	12
	Id. Reg.	7
	Ext. Reg.	8
	Amot.	8

Motivation influence matrix

	Know	Acc.	Stim.	Ext. Reg.	Id. Reg.	Int. Reg.	Amot.
Avatar	.819	-.643	-.19	.407	-1.034	-.254	-.025
Badges	-.664	-1.206	-.758		-.067	-.859	-1.003
Progress	-1.199	-.452	2.182	1.281	-.642	-.95	-.808
Leaderboards	1.648	-.637	-.162	-.484	-.178	-.839	.396
Points	-1.121	-.899	-.288	-1.086	.153	-.825	-1.879
Timer	-.539	-1.008		.018	-.743	-.063	-.296



Affectation selon motivation initiale

Stud. 01

	Mot	Rank	Hex	
Progress	2.87	1	.385	Avatar
Leaderboards	-.89	2	.225	Timer
Avatar	-6.18	3	.0364	Badges
Timer	-23.80	4	-.241	Progress
Badges	-42.2	5	-.577	Points
Points	-50.89	6	-.920	Leaderboards

Step 1: Checking positive overlap

Stud. 01

Avatar	4
Badges	5
Progress	6
Leaderboards	8
Points	8
Timer	11

Step 2: Combined rank vector

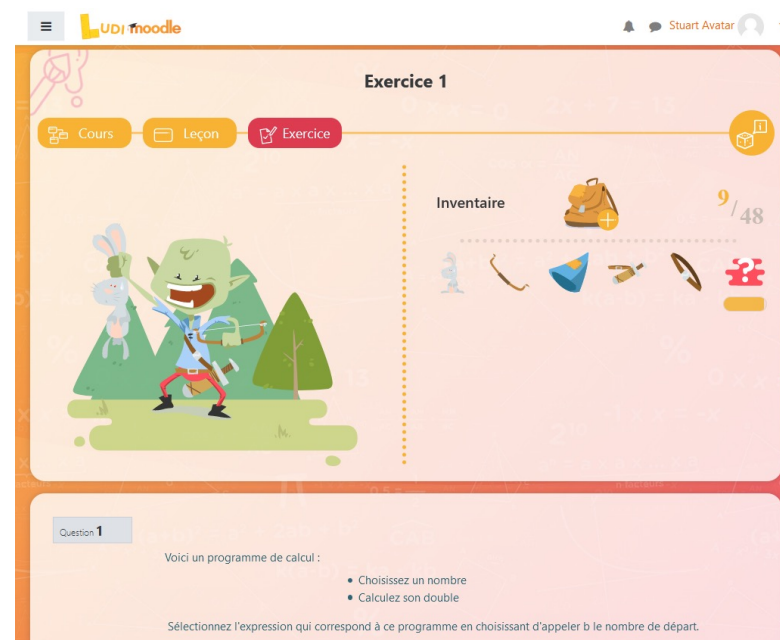
- **Des caractéristiques différentes affectent des dimensions différentes**
- **Une adaptation liée à une combinaison de caractéristiques a un plus fort impact**

Outcomes	Hexad		Motivation initiale		Hexad et Motivation	
	Adapted	Non	Adapted	Non	Adapted	Non
Motivation intrinsèque	Know.		-1.156	-2.169	-1.326*	-2.137*
	Acc.		0.756	-0.423	0.739*	-0.425*
	Stim.				0.848	-0.387
Motivation extrinsèque	Id. Reg.					
	Int. Reg.					
	Ext. Reg.					
Amotivation	Amot.				1.391	3.146
Comportements engagés	Avg. Q Time	60.73	67.78			
	Q. Ratio	0.608	0.665			
	N. Quiz					

Expérimentation 2

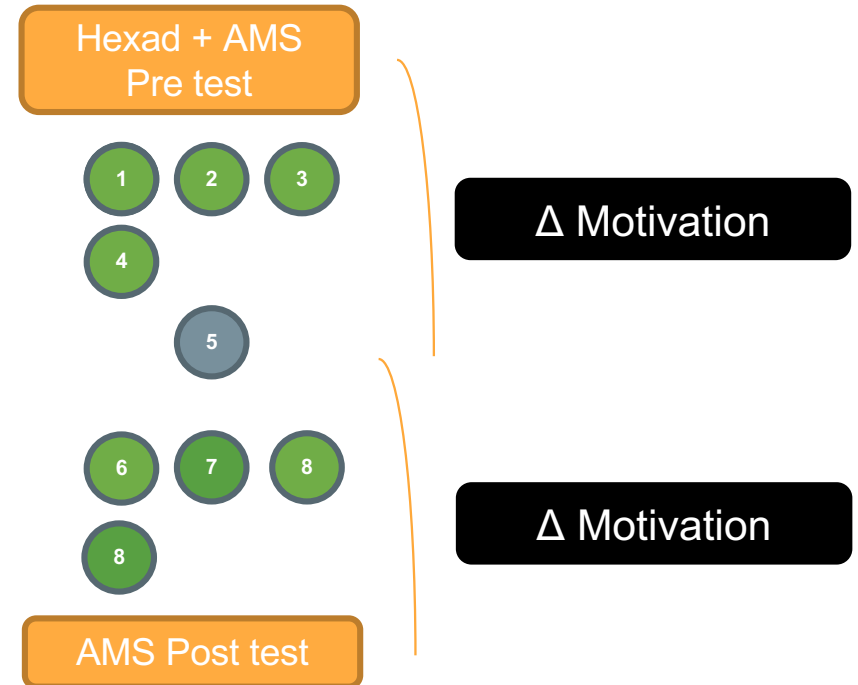
Quel est l'impact de l'adaptation des éléments ludiques sur la motivation des apprenants ?

- Environnement numérique déployé sur tablette
- Notions de Calcul littéral
- 254 élèves
- 14-15 ans
- 11 classes de 4ème
- 4 collèges



Expérimentation 2

- 2 groupes expérimentaux :
 - 93 avec des éléments adaptés
 - 52 avec des éléments non adaptés
- 2 questionnaires:
 - Hexad profile
 - Academic Motivational Scale



Impact d'une ludification adaptée sur la motivation des apprenants

- Un impact sur la motivation après plusieurs séances seulement
- Favorise la motivation à faire des mathématiques par plaisir ou pour se sentir compétent
- Diminue les autres dimensions de la motivation
- Un effet plus marqué de l'adaptation versus non adapté

		First			Second		
		All	Adapted	Non	All	Adapted	Non
Intr.	Know.	0	-1	-1	1	1	1
	Accom.	0	0	0	-7	-8	-6
	Stim.	0	0	0.5	2	2	2.5
Extr.	Id. Reg.	0	-1	0	-2	-2	-2
	Int. Reg.	0	-1	0.5	1	2	0.5
	Ext. Reg.	1	1	-0.5	-3	-3	-2.5
Amot.	Amot.	1	0	1	7	8	5

Variation des médianes

Impact d'une ludification adaptée sur la motivation des apprenants

- Mais un impact très différent sur la motivation selon les éléments ludiques utilisés

		Avatar		Progress		Timer	
		Adapted	Non	Adapted	Non	Adapted	Non
Intrinsic	Know.	1	-0.5	-1	-1	1	0
	Accom.	-14	-7	-2	-5	1.5	-11
	Stim.	3.5	-1.5	-2	4	3.5	2
Extrinsic	Id. Reg.	-2	3	-1	-3	-1	-2
	Int. Reg.	2	-1.5	-1	0.5	0.5	2
	Ext. Reg.	-4.5	-0.5	-1	-5.5	-5.5	-1
Amotivation	Amot.	14	8	3	0	0	11

Analyse de comportements engagés

LudiMoodle : Collecte des traces d'interaction avec l'environnement numérique



Indicateurs identifiés :

AvgQuestionTime
PassedFirstQuizRatio
PerfectFirstQuizRatio
QuestionRatioInitiale
NBonusQuiz
AverageRestartedTimes
RestartedQuizzesRatio
StreakRatio

LudiMoodle : Regroupement des indicateurs en facteurs

Table 1: EFA Standardized Loadings

Indicator	Factor1	Factor2	Factor3
AvgQuestionTime			-0.703
QuestionRatioInitiale	0.991		
PassedFirstQuizRatio	0.964		
PerfectFirstQuizRatio	0.865		
StreakRatio		-0.653	
RestartedQuizzesRatio		0.776	

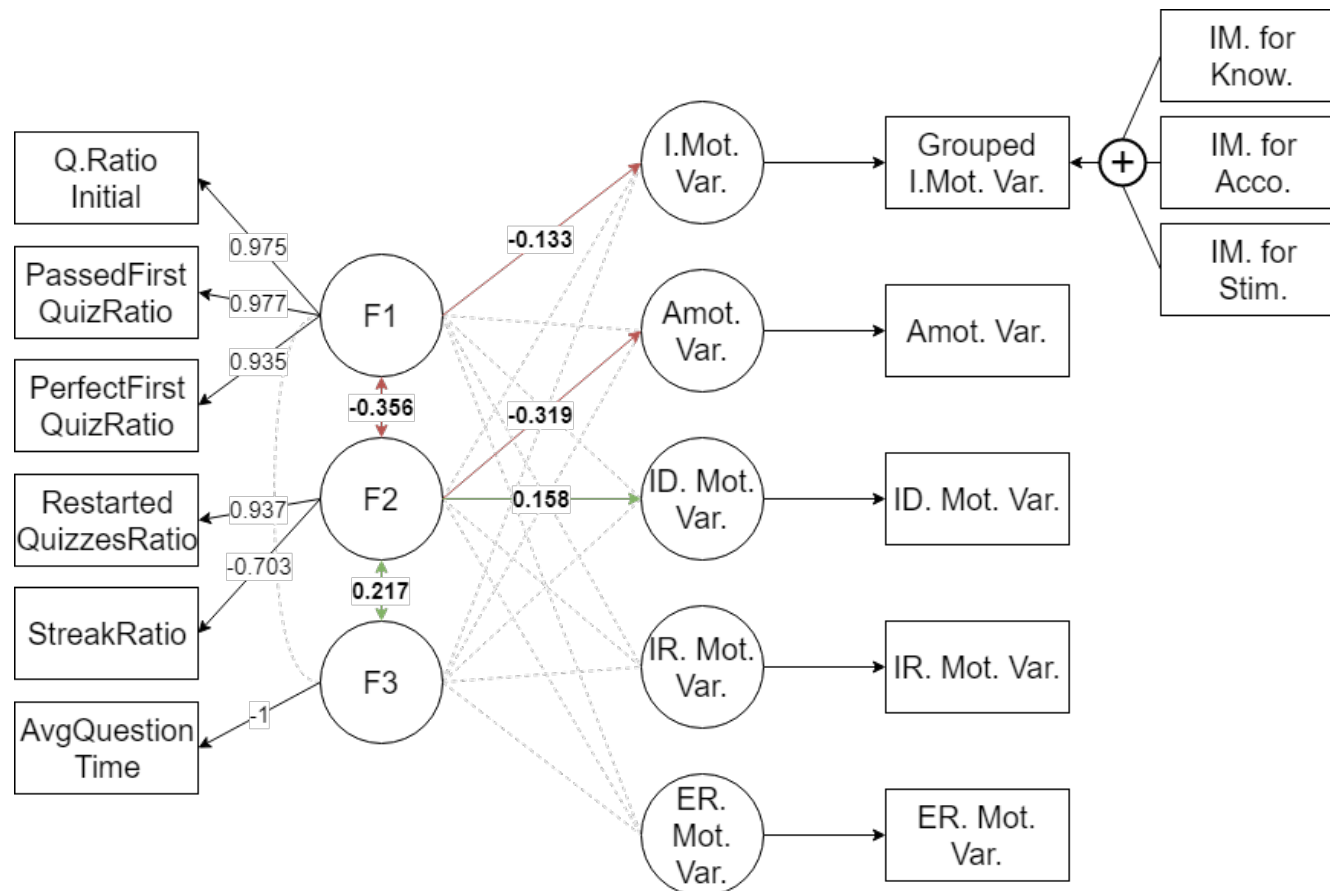
Confirmatory Factor Analysis

Table 2: CFA Standardized Loadings

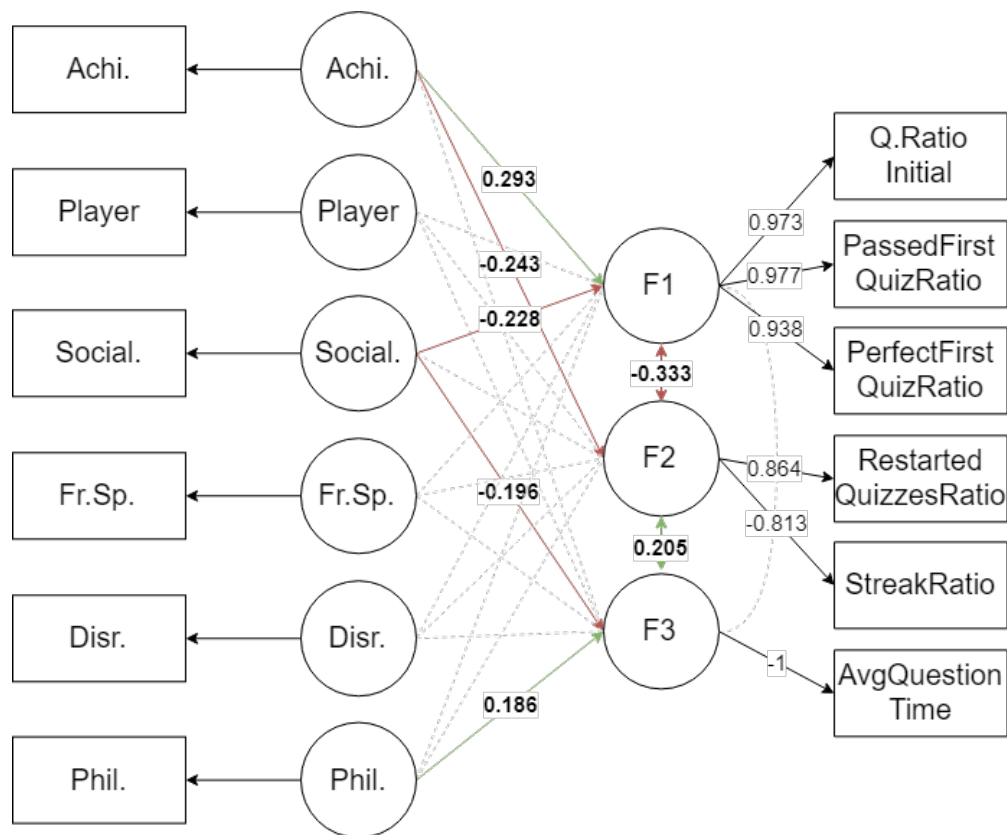
Factor	Indicator	Loadings	Std.Err	R^2	p
F1	QuestionRatioInitiale	0.974	0.171	0.949	0.000
	PassedFirstQuizRatio	0.972	0.205	0.945	0.000
	PerfectFirstQuizRatio	0.886	0.187	0.785	0.000
F2	RestartedQuizzesRatio	0.716	0.215	0.513	0.000
	StreakRatio	-0.516	0.112	0.266	0.001
F3	AvgQuestionTime	-1.000	0.150	1.000	0.000

Exploratory Factor Analysis

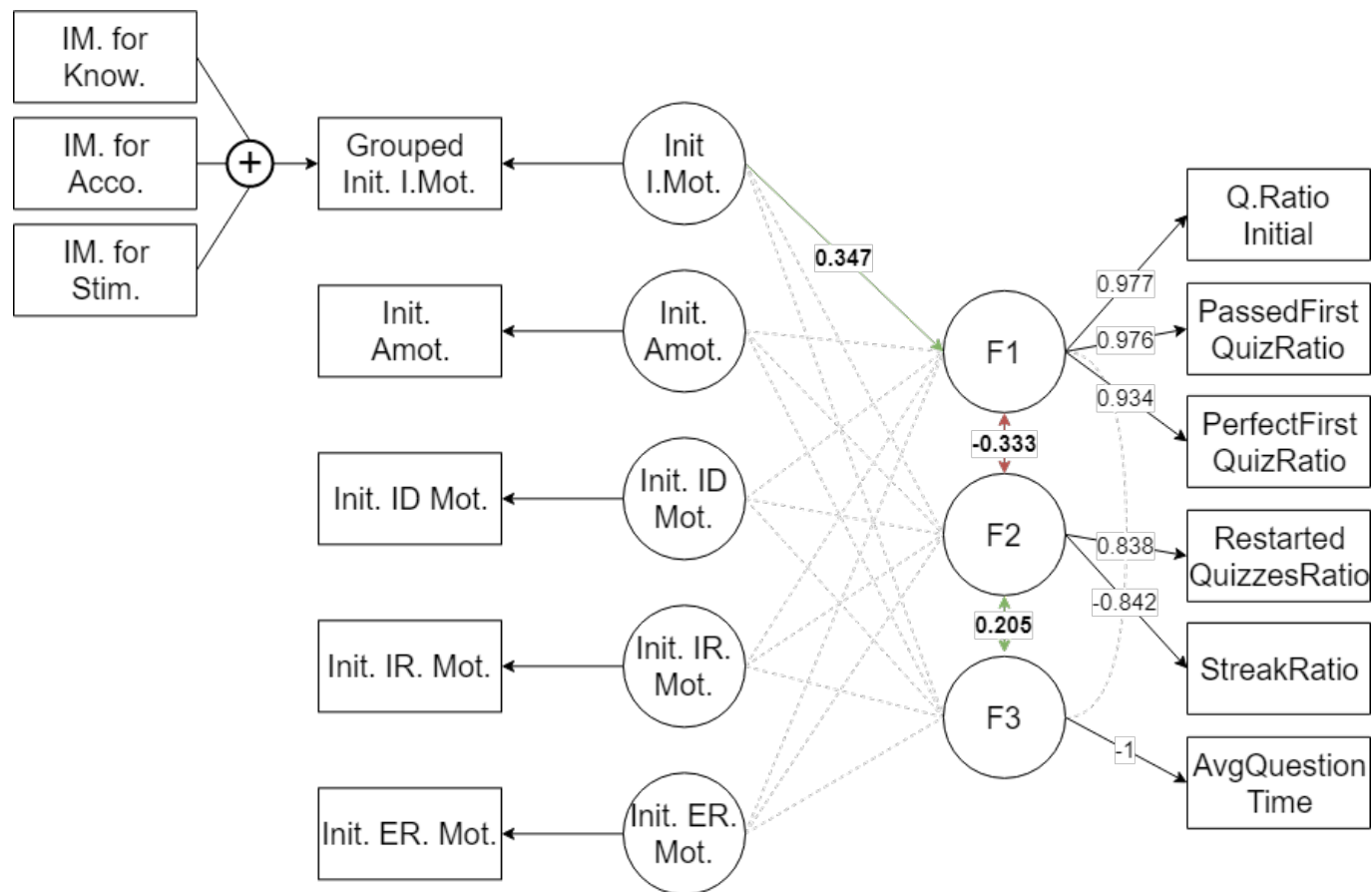
Influence des facteurs identifiés sur la variation de motivation



Influence du profil de joueur sur ces facteurs



Influence de la motivation initiale sur ces facteurs



Il n'existe pas qu'un seul type de comportement engagé !

Table 2: CFA Standardized Loadings

Factor	Indicator	Loadings	Std.Err	R^2	p
F1	QuestionRatioInitiale	0.974	0.171	0.949	0.000
	PassedFirstQuizRatio	0.972	0.205	0.945	0.000
	PerfectFirstQuizRatio	0.886	0.187	0.785	0.000
F2	RestartedQuizzesRatio	0.716	0.215	0.513	0.000
	StreakRatio	-0.516	0.112	0.266	0.001
F3	AvgQuestionTime	-1.000	0.150	1.000	0.000

Engagement orienté
« achèvement »

Engagement orienté
« perfection »

Engagement ?

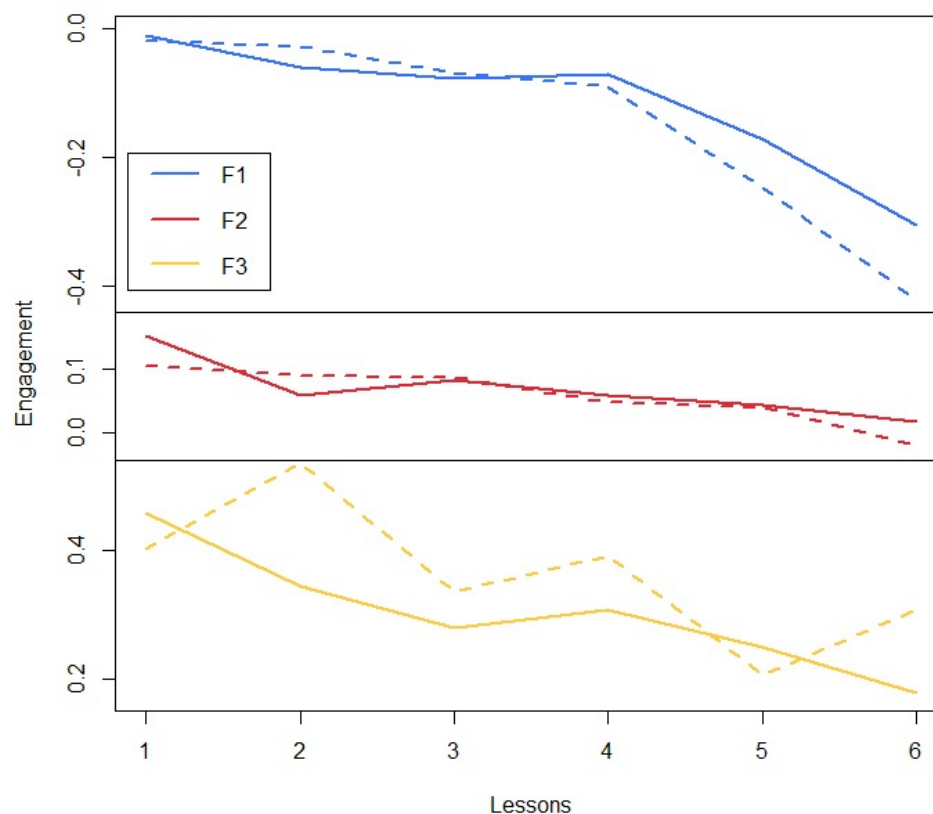
LudiMoodle : analyse de l'évolution des facteurs en 2^{ème} expérimentation

Une baisse de l'engagement moins marquée pour les élèves avec des éléments ludiques adaptés

Engagement orienté « achèvement »

Engagement orienté « perfection »

Engagement ?



— Groupe avec éléments non adaptés
 - - - Groupe avec éléments adaptés

En conclusion

En synthèse

- Quel ressenti des élèves ?
 - Des différences entre la **perception subjective** des éléments ludiques et leur impact réel mesuré sur la motivation
 - Des **préférences différentes** pour les éléments ludiques
- Pourquoi adapter ?
 - Une ludification qui de manière globale peut entraîner une **baisse de motivation**
 - Chaque élément ludique affecte **différentes dimensions** de la motivation ou différents comportements engagés

En synthèse

- Quelles **caractéristiques** des apprenants considérer pour proposer des éléments de jeu ?
 - Les préférences de mécaniques de jeu
 - Le niveau de motivation initiale
 - Autres ?
- Est-ce que l'effet reste le même **dans le temps** ?
 - Un impact sur la motivation observé seulement après plusieurs séances
 - L'engagement diminue au cours du temps mais une baisse moins marquée pour les élèves avec des éléments ludiques adaptés

Enjeux dans le domaine

- Adaptation dynamique avec modèle utilisateur riche
- Éthique sur les comportements visés
- Etude de l'adaptation dans d'autres domaines d'application (ex : santé)
- Etudes dans d'autres domaines d'application : exemple VR

Un plugin de ludification pour Moodle : Ludic

The screenshot shows the Moodle course page for 'Introduction aux mathématiques'. The interface includes a navigation bar with 'ludimoodle', 'Français (fr)', and a user profile for 'Admin Edunao'. The course progress is shown as 'Tableau de bord > Mes cours > Introduction aux mathématiques'. Below this, there is a 'Liens utiles' section with four cards: 'Instructions du cours', 'Découvrir les additions' (100%), 'Découvrir les soustractions' (62%), and 'Découvrir les multiplications' (50%). A fifth card, 'Les évaluations', shows a score of 2000pts. A footer link 'Documentation Moodle pour cette page' is visible at the bottom.

ludimoodle Français (fr) Admin Edunao
Connecté sous le nom « Student Test »

Introduction aux mathématiques

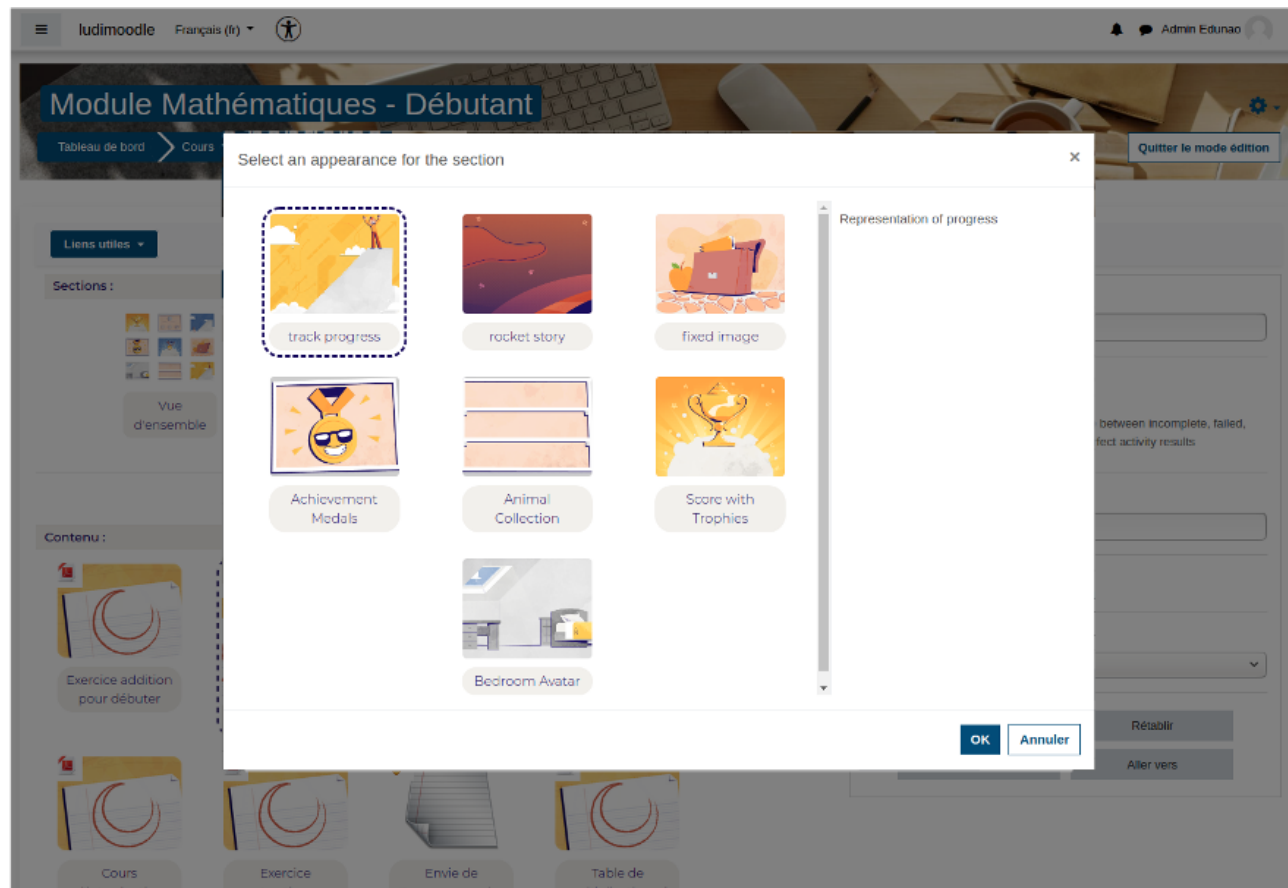
Tableau de bord > Mes cours > Introduction aux mathématiques

Liens utiles ▾

- Instructions du cours
- Découvrir les additions **100%**
- Découvrir les soustractions **62%**
- Découvrir les multiplications **50%**
- Les évaluations **2000pts**

[Documentation Moodle pour cette page](#)

Un plugin de ludification pour Moodle : Ludic



Questions ?

Contact : elise.lavoue@univ-lyon3.fr

Site web : <https://eliselavoue.fr>

Plugin Ludic : https://moodle.org/plugins/format_ludic

Projet LudiMoodle : <https://ludimoodle.universite-lyon.fr>