

« WORLD OF CHEMISTRY » :  
GAMIFICATION D'ACTIVITÉS D'ENTRAÎNEMENT  
DANS UN COURS DE CHIMIE GÉNÉRALE

05-12-17

Nathalie le MAIRE

# Serious games

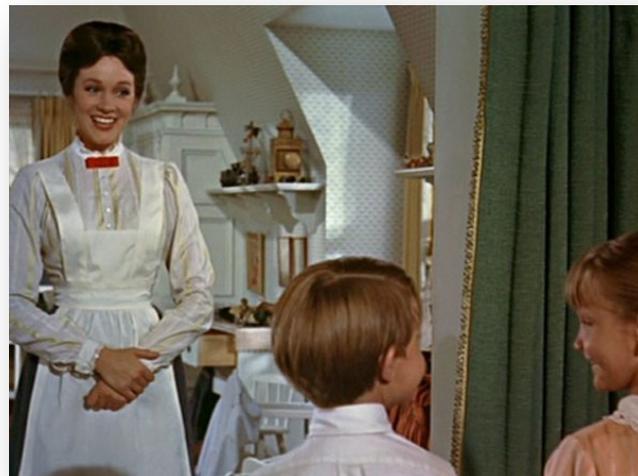
2

- « *Tout jeu dont la finalité première est autre que le simple divertissement* » (Michael & Chen, 2005)
  - **Serious games immersifs**
    - Couteux, développement compliqué, valeur éducative difficile à évaluer (de Freitas, 2006; Westera & Nadolski, 2008; Lavigne, 2014)
  - **Gamification**
    - « Application d'éléments et de mécanismes du jeu à des situations, des contextes non ludiques » (Deterding et al., 2011) en vue de motiver ou d'influencer un comportement (entreprise, publicité, santé, éducation,...)
  - **Mini-jeux**
    - Activités d'entraînement aux règles simples, faciles à jouer, conçues comme objets d'apprentissage, centrées sur un concept à maîtriser (Frazer et al. 2007; Illanas et al., 2008; Ray & Coulter, 2010)

# Pourquoi gamifier ?

3

- Rendre une activité « **fun** »...
  - Quand quelque chose est fun, on le fait plus volontiers
  - Mary Poppins : « *In every job that must be done, there is an element of fun. You find the fun and SNAP! The job's a game* »



# Gamifier en contexte éducatif

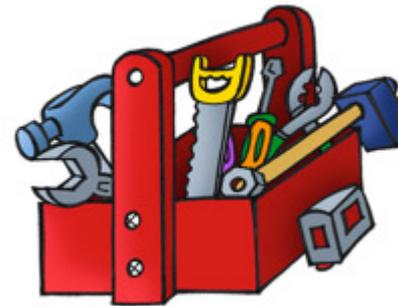
4

- Nouvelles générations d'étudiants : *digital natives* (Prensky, 2001), la « petite poucette » (Serres, 2012), génération C (Trendwatching.com, 2004)
  - Importance de faire évoluer ses pratiques pédagogiques
- Impact positif du *game-based learning* (McFarlane et al., 2002; Mitchell & Savill-Smith, 2004; Egenfeldt-Nielsen, 2006)
  - Apprenant acteur de son apprentissage
  - Plus de temps consacré à la tâche
  - Motivation intrinsèque soutenue
  - Démarche d'exploration et de réflexion
  - Augmentation de l'intérêt
  - Gain métacognitif
  - ...

# Comment gamifier ?

5

- S'inspirer de mini-jeux commerciaux (Candy Crush Saga, Angry Birds, Hay Day,...)
- Ajouter des **éléments de jeu** :
  - Points, score
  - Niveaux
  - Collecte de ressources
  - Missions, challenges
  - Avatars
  - Tableau des meilleurs joueurs
  - Situation par rapport à la communauté de joueurs
  - Progression
  - Badges
  - Récompenses
  - ...



# Dans un cours de chimie...

6

- Défi : créer un parcours ludique en chimie peu couteux
- Etude exploratoire visant à :
  - Augmenter la fréquentation de la matière par le biais de la *gamification* en multipliant et en diversifiant les accès à la matière
  - Évaluer la valeur pédagogique du dispositif en termes de :
    - Participation
    - Perception
    - Performance par rapport à l'engagement dans les mini-jeux // Profil de départ

# Dans un cours de chimie...

7

- Public cible : 223 étudiants bioingénieur en première année d'université (Université de Liège, Belgique)
- Parcours ludique facultatif en ligne « **World of Chemistry** »
  - 4 mini-jeux (activités d'entraînement *gamifiées*)
  - 4 points de matières identifiés comme concepts seuils (Cousin, 2006) ou difficultés récurrentes
  - 4 niveaux de récompense
  - Classement des joueurs par jeu et global

# World of Chemistry : présentation

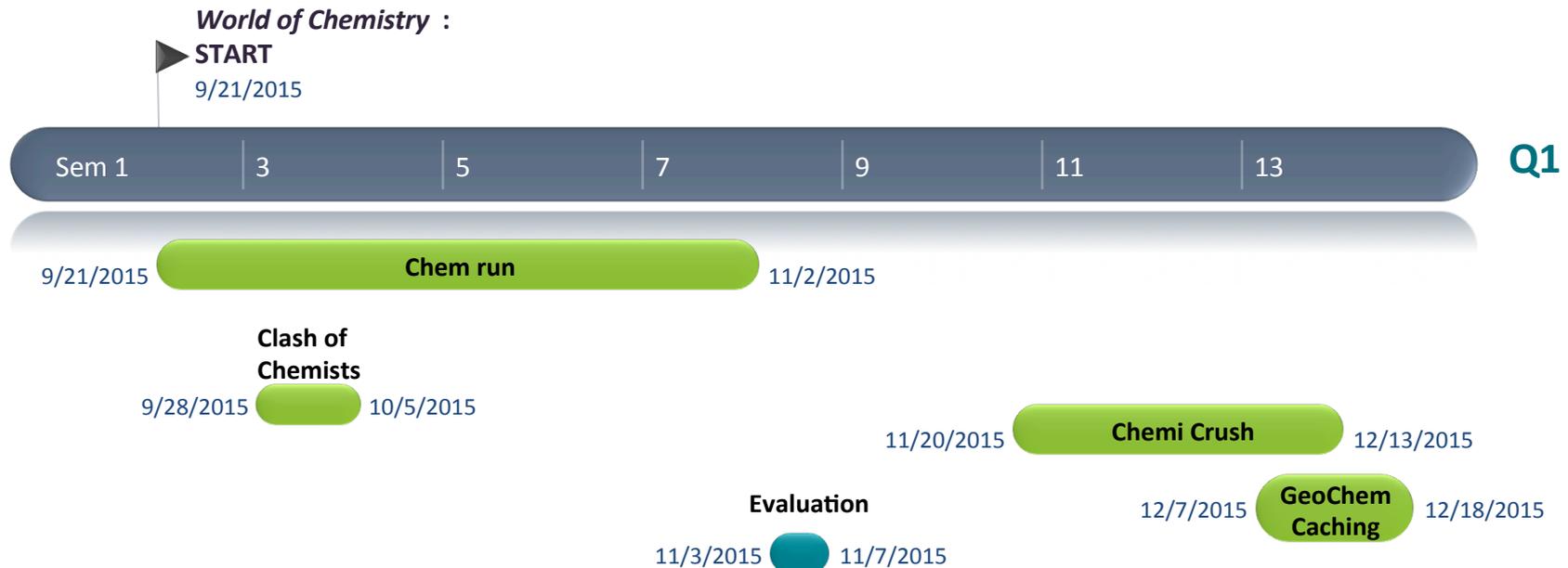
8

Nom du mini-jeu	Modèle de mini-jeu	Principe de gamification	Concept seuil ou difficulté	Récompenses
<b>Chem Run</b>	Temple run, 2048	Pass or fail Course contre le temps	Nomenclature	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Un point bonus à l'évaluation de novembre</li> <li>- Vidéo d'interview d'un expert face à une question d'examen de nomenclature</li> </ul>
<b>Clash of Chemists</b>	Clash of clans, Cookie clicker	Création, défense, attaque Tentatives illimitées	Problèmes stœchiométriques	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Accès au labo 1</li> <li>- Vidéo d'interview d'un expert face à une question d'examen portant sur un problème stœchiométrique</li> </ul>
<b>Chemi Crush</b>	Candy Crush, 4 images 1 mot	Niveaux, points, classement, compte à rebours, indices	La cinétique chimique	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vidéo d'interview d'un expert face à une question d'examen portant sur la cinétique chimique</li> </ul>
<b>GeoChem Caching</b>	Farmville, Hay Day, GeoCaching	Echange de ressources Geocaching	Les équilibres chimiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vidéo présentant une application d'équilibre chimique ne faisant pas partie de la matière d'examen</li> </ul>

# World of Chemistry : présentation

9

□ Du 21/09/2015 au 18/12/2015



# World of Chemistry : présentation

10

## □ **Chem run**

- Matière ciblée : étude systématique de la **nomenclature** des composés minéraux
- Outil : examen de la plateforme d'apprentissage (*Blackboard Learn*)
- **Gamification** : drill de 20 questions
  - Compte à rebours : 6 minutes
  - Tentatives illimitées
  - Partie gagnée : 20/20

# World of Chemistry : présentation

11

## □ Chem run

### Passer l'examen : Chem run

#### Informations sur l'examen

Temps restant : 2 minutes, 47 secondes.

#### État d'avancement de la question :

⚠ Vous ne pouvez plus modifier cette réponse après être passé à la question suivante.

Question 12 sur 20 >

#### Question 12

1 points Enregistrer la réponse

Quel est le nom français de  $\text{KHSO}_3$ ?

⚠ Vous ne pouvez plus modifier cette réponse après être passé à la question suivante.

Question 12 sur 20 >

# World of Chemistry : présentation

12

## □ Chem run

### Passer l'examen : Chem run

#### ▼ Informations sur l'examen

Temps restant : 55 secondes.

Moins d'une minute restante. Cliquez sur Enregistrer et soumettre pour terminer l'examen.

#### ▼ État d'avancement de la question :

↳ ⚠ Vous ne pouvez plus modifier cette réponse après être passé à la question suivante.

Question 16 sur 20 >

#### Question 16

1 points Enregistrer la réponse

Quelle est la formule chimique du dioxyde de brome?

↳ ⚠ Vous ne pouvez plus modifier cette réponse après être passé à la question suivante.

Question 16 sur 20 >

# World of Chemistry : présentation

13

## □ Chem run

### Passer l'examen : Chem run

#### Informations sur l'examen

Temps restant : 26 secondes.

Moins de 30 secondes restantes. Cliquez sur Enregistrer et soumettre pour terminer l'examen.

#### État d'avancement de la question :

⚠ Vous ne pouvez plus modifier cette réponse après être passé à la question suivante.

Question 16 sur 20 >

#### Question 16

1 points Enregistrer la réponse

Quelle est la formule chimique du dioxyde de brome?

⚠ Vous ne pouvez plus modifier cette réponse après être passé à la question suivante.

Question 16 sur 20 >

# World of Chemistry : présentation

14

## ☐ Chem run

### Question 8

1 points sur 1

Quel est le nom français de HBr?

Réponse sélectionnée :  Acide bromhydrique

Réponse correcte :

Méthode d'évaluation	Réponse correcte	Sensibilité à la casse
<input checked="" type="checkbox"/> Correspondance exacte	Bromure d'hydrogène	
<input checked="" type="checkbox"/> Correspondance exacte	Acide bromhydrique	

### Question 9

0 points sur 1

Quelle est la formule chimique de l'oxyde de cuivre (II)?

Réponse sélectionnée :  [Aucune réponse donnée]

Réponse correcte :

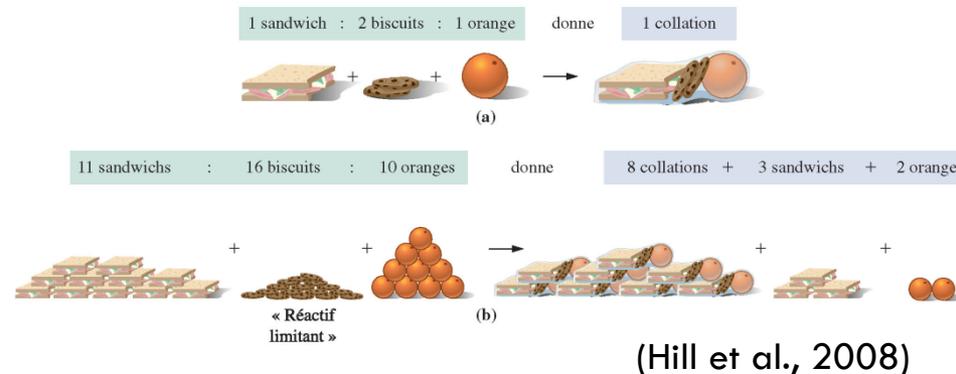
Méthode d'évaluation	Réponse correcte	Sensibilité à la casse
<input checked="" type="checkbox"/> Correspondance exacte	CuO	Sensible à la casse

# World of Chemistry : présentation

15

## □ Clash of Chemists

- Matière ciblée : **stœchiométrie** (différence entre conditions de réaction stœchiométriques et non-stœchiométriques)



- Outil : blog de la plateforme d'apprentissage
- Gamification :
  - Création, attaque, défense d'analogies
  - Tentatives illimitées

# World of Chemistry : présentation

16

## □ Clash of Chemists

Cas n°1 : Pauline apporte les 2 citrons vert



Cas n°2 : Pauline oublie les citrons vert



# World of Chemistry : présentation

17

## □ Clash of Chemists

### métaphore triathlon

Envoyée par 

à : dimanche 4 octobre 2015 22:37:01

conditions stoechiométrique:

Nage dans de bonnes conditions ( température à 25-30degré)+ route en vélo sans trou+ course à pieds sans dénivellé=> bonnes conditions , rien en excès

Conditions non stoechiométriques:

Nage dans eau froide+ route en vélo chaotique+ course à pieds très facile et sans dénivellé=> course à pieds en excès. Deux sont dur, un est facile

**dimanche 4 octobre 2015**

### métaphore triathlon 2

Envoyée par 

à : dimanche 4 octobre 2015 22:41:49

Cdtions stoechiométriques:

1nage+ 1 course à vélo+ une course à pieds=> triathlon complet et terminé

Cdtions non stoechiométriques:

1nage+ 2tours à vélo + 1 course à pieds=> triathlon inégal, car un tour en vélo en trop

# World of Chemistry : présentation

18

## □ **Chemi Crush**

- Matière ciblée : **cinétique chimique**
- Outil : site de création de quiz en ligne <http://fr.quizity.com>
- *Gamification* : quiz
  - 4 niveaux de difficultés
  - Indices
  - Compte à rebours
  - Classement des joueurs par niveau
  - Situation par rapport à la communauté

# World of Chemistry : présentation

19

## □ Chemi Crush



### Chemi Crush : Niveau 3



Auteur : [Nathalie le Maire](#)

27 quiz



Vous disposez de 10 minutes pour répondre à ce quiz.



Cliquez sur le compteur pour commencer

# World of Chemistry : présentation

20

## □ Chemi Crush

Vous disposez de 10 minutes pour répondre à ce quiz.



### Question 1

Pour la réaction d'ordre deux,  $2 A \rightarrow B + C$ , calculez le temps nécessaire pour que la concentration de A diminue de 0,10 M à 0,080 M, sachant que  $k = 0,015 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ .

- 14,8 s
- 167 s
- 2 min 7 s
- 167 min

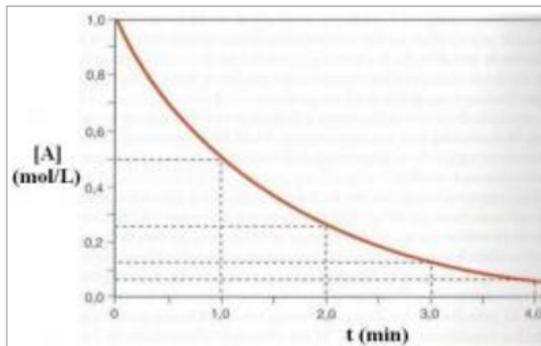
 [Cliquez ici si vous souhaitez lire cet indice](#)

# World of Chemistry : présentation

21

## □ Chemi Crush

### Question 5



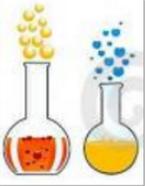
Déterminez l'ordre de la réaction étudiée à partir de ce graphe.

- Ordre 0
- Ordre 1
- Ordre 2
- Il est impossible de définir l'ordre de cette réaction avec ce graphe seul
- Cliquez ici si vous souhaitez lire cet indice

# World of Chemistry : présentation

22

## □ Chemi Crush



### Chemi Crush : Niveau 1



Auteur : [Nathalie le Maire](#)  
27 quiz

★★★★★

Nombre de bonnes réponses : 10 / 15  
Nombre de points : 40 / 60 pts

Soit 66.7 %

Question 3



Mauvaise réponse !  
(0 pts)

La constante de vitesse de la réaction d'ordre deux,  $2 \text{HI} \rightarrow \text{H}_2 + \text{I}_2$  est de  $2,4 \cdot 10^{-6} \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$  à 575 K et  $6,0 \cdot 10^{-5} \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$  à 630 K. Que vaut l'énergie d'activation de la réaction?

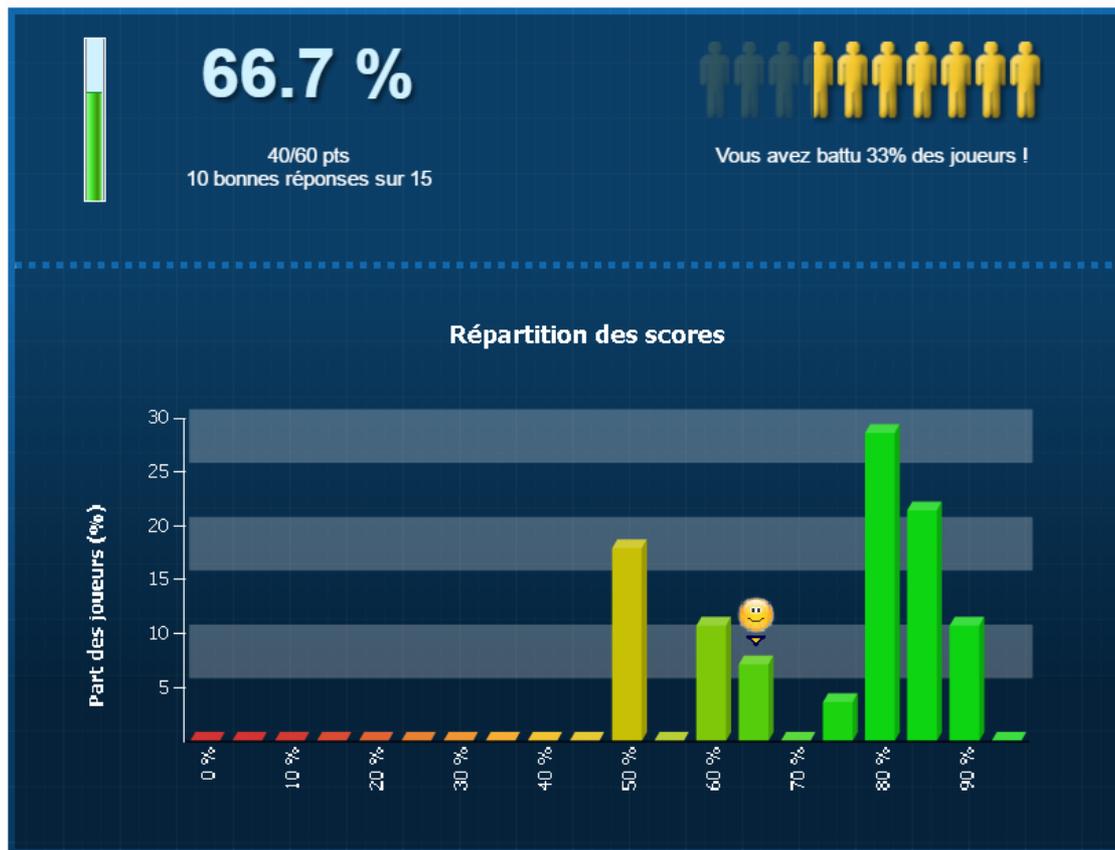
- 17,6 kJ/mol
- 17627 J/mol
- 1763 J/mol
- 176 kJ/mol

 Explication:  $E_a = R \cdot (T_2 \cdot T_1 / T_2 - T_1) \cdot \ln(k_2 / k_1) = 8,3145 \cdot (630 \cdot 575 / 55) \cdot \ln(6,0 \cdot 10^{-5} / (2,4 \cdot 10^{-6})) = 176273 \text{ J/mol} = 176 \text{ kJ/mol}$

# World of Chemistry : présentation

23

## □ Chemi Crush



### LE CLASSEMENT

Score moyen des joueurs : 74.9 %

1.		NinaDierick	93.3 %
2.		DEmeu	93.3 %
3.		s150998	86.7 %
4.		FlorineDoucet	86.7 %
5.		AlineDepas	86.7 %
6.		Marie19	86.7 %
7.		laureanne	86.7 %
8.		Aidouard	80 %
9.		s150082	80 %
10.		Paulinevanr	80 %

# World of Chemistry : présentation

24

- **GeoChemCaching**
  - Matière ciblée : exercices portant sur les **équilibres chimiques**
  - Outils :
    - Plateforme d'apprentissage
    - Google maps
    - Boite mail
  - *Gamification* :
    - GeoCaching
    - Échange de ressources (résolutions d'exercices)

# World of Chemistry : présentation

25

## □ GeoChemCaching



### Coordonnées GPS de la GeoChemCache #1

Latitude : 50,56143 (50° 33' 41,14" N)

Longitude : 4,69488 (4° 41' 41,57" E)

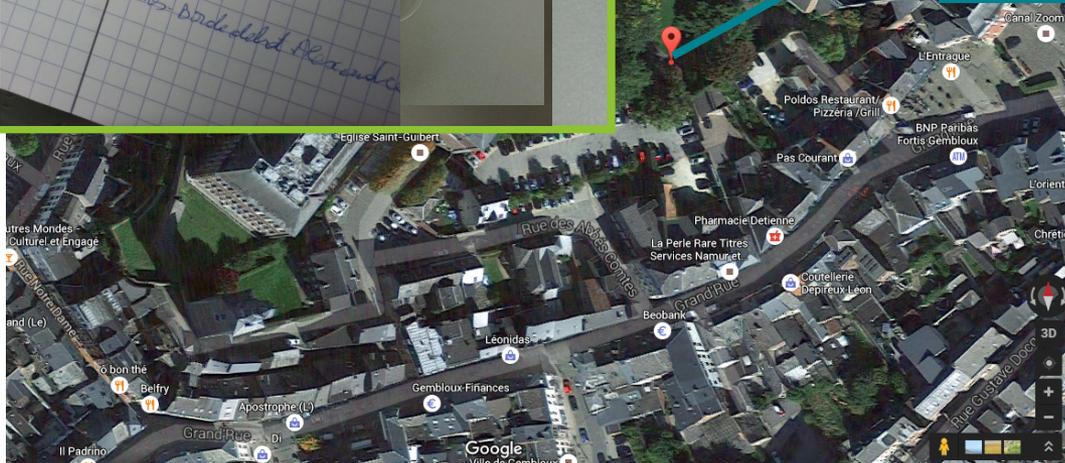
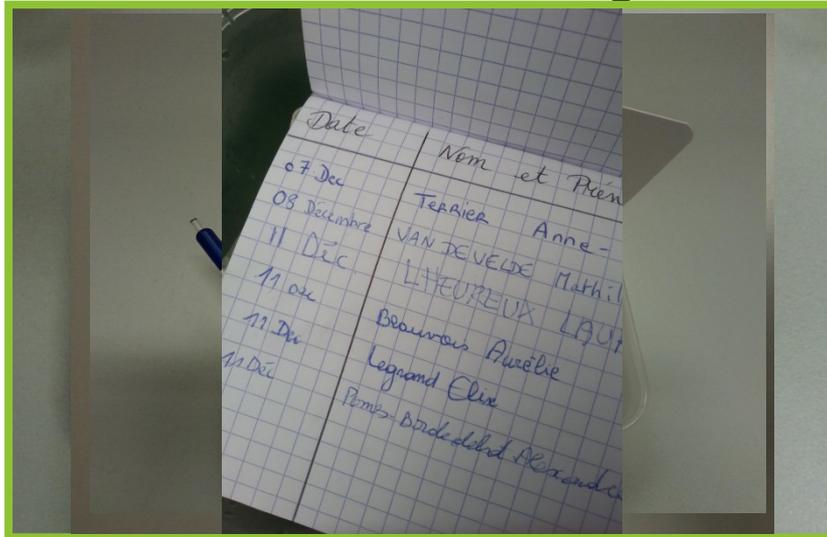
précision du signal : 3 m

[Afficher sur google maps](#)

# World of Chemistry : présentation

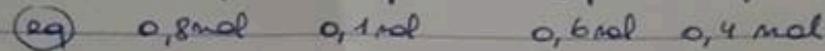
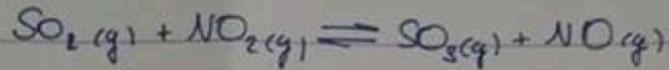
26

## □ GeoChemCaching

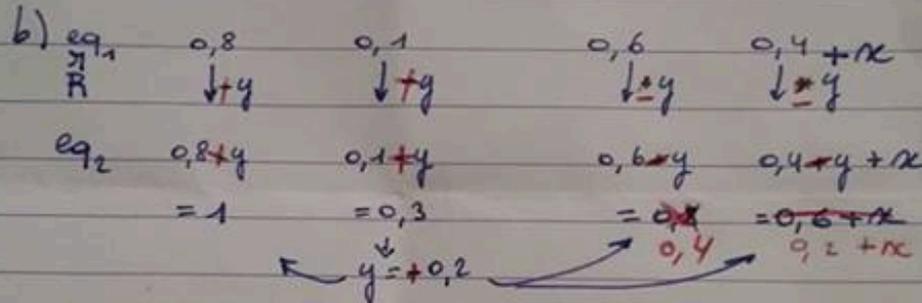


Ex 6.1

6.16



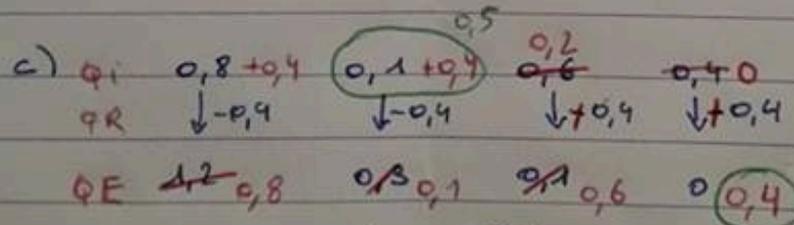
a)  $K_c = \frac{0,6 \cdot 0,4}{0,1 \cdot 0,8} = 3$  ✓



$$K_c \Rightarrow 3 = \frac{0,8 \cdot (0,6 + x)}{1 \cdot (-0,2)} \quad 3 = \frac{(0,2 + x) \cdot 0,4}{0,3}$$

$$-0,6 = 0,48 + 0,8x \quad x = \frac{3 \cdot 0,3 - 0,2}{0,4} = 2,050 \text{ mol}$$

$x = -1,35 \text{ mol}$



rendement =  $\frac{0,8 \cdot 0,4}{0,4 \cdot 0,5} \cdot 100 = 75\%$   
80%

# World of chemistry : évaluation

28

- Participation aux mini-jeux
  - 171 étudiants sur 223 ont joué à au moins un jeu (76,7 %)

<b>Mini-jeux</b>	<b>Chem Run</b>	<b>Clash of Chemists</b>	<b>Chemi Crush</b>	<b>GeoChem Caching</b>
Nombre total de joueurs	164	107	48	8

# World of chemistry : évaluation

29

- Enquêtes auprès des étudiants :

Enquêtes	Chem Run	Clash of Chemists	Chemi Crush	GeoChem Caching	Finale
Nombre de répondants	59	53	22	25	216
Joueurs :	58	41	18	6	171
Non-joueurs :	1	12	4	19	45

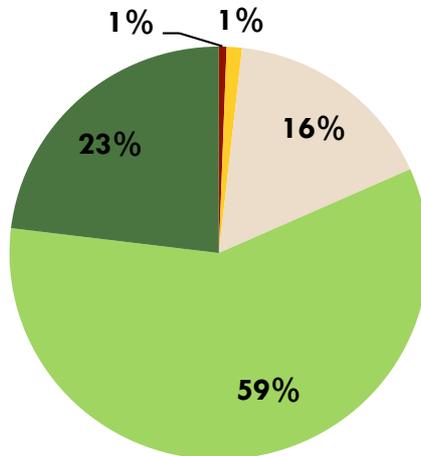
# World of chemistry : évaluation

30

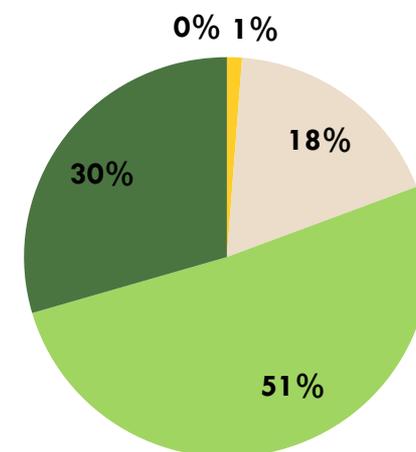
## □ Perception

### ▣ Appréciation générale des mini-jeux

J'ai apprécié cette façon de fréquenter la matière (N = 169).



Je conseillerais aux futurs étudiants de participer aux mini-jeux (N=166).



- Pas du tout d'accord
- Pas d'accord
- Moyennement d'accord
- D'accord
- Tout à fait d'accord

# World of chemistry : évaluation

31

## □ Perception

### ▣ Appréciation de chaque mini-jeu

Questions (/5)	Chem Run		Clash of Chemists		Chemi Crush		GeoChem Caching		ANOVA
	M	(SD)	M	(SD)	M	(SD)	M	(SD)	
Je pense que j'aimerais utiliser ce genre de mini-jeux plus fréquemment.	<b>4.35</b> A	(.64)	<b>3.40</b> B	(.96)	<b>4.28</b> A	(.16)	<b>3.50</b> A, B	(1.05)	$F(3,117) = 13.2, p = .000,$ $\eta_p = .15$
J'ai beaucoup aimé participer à ce mini-jeu.	<b>4.21</b> A	(.64)	<b>3.50</b> B	(.91)	<b>4.22</b> A	(.54)	<b>4.17</b> A, B	(.75)	$F(3,118) = 8.35, p = .000,$ $\eta_p = .096$
Je conseillerais aux étudiants n'ayant pas participé de jouer à ce mini-jeu.	<b>4.48</b> A	(.57)	<b>3.52</b> B	(.93)	<b>4.28</b> A	(.67)	<b>4.00</b> A, B	(.63)	$F(3,117) = 14.2, p = .000,$ $\eta_p = .15$

Les moyennes des jeux ne partageant pas une lettre (A ou B) sont significativement différentes.

# World of chemistry : évaluation

32

## □ Perception

### ▣ Utilité perçue pour l'apprentissage

Questions (/5)	Chem Run		Clash of Chemists		Chemi Crush		GeoChem Caching		ANOVA
	M	(SD)	M	(SD)	M	(SD)	M	(SD)	
Je pense que jouer à ce jeu m'a été utile pour améliorer ma compréhension.	<b>4.38</b>	(.86)	<b>3.28</b>	(1.17)	<b>4.39</b>	(.61)	<b>3.83</b>	(1.17)	$F(3,117) = 11.46, p = .000,$ $\eta_p = .13$
	<b>A</b>		<b>B</b>		<b>A</b>		<b>A, B</b>		
Je trouve que ce mini-jeu est complémentaire des autres supports du cours sur cette matière.	<b>4.47</b>	(.57)	<b>3.63</b>	(.98)	<b>4.44</b>	(.51)	<b>3.83</b>	(.75)	$F(3,117) = 11.88, p = .000,$ $\eta_p = .13$
	<b>A</b>		<b>B</b>		<b>A</b>		<b>A, B</b>		

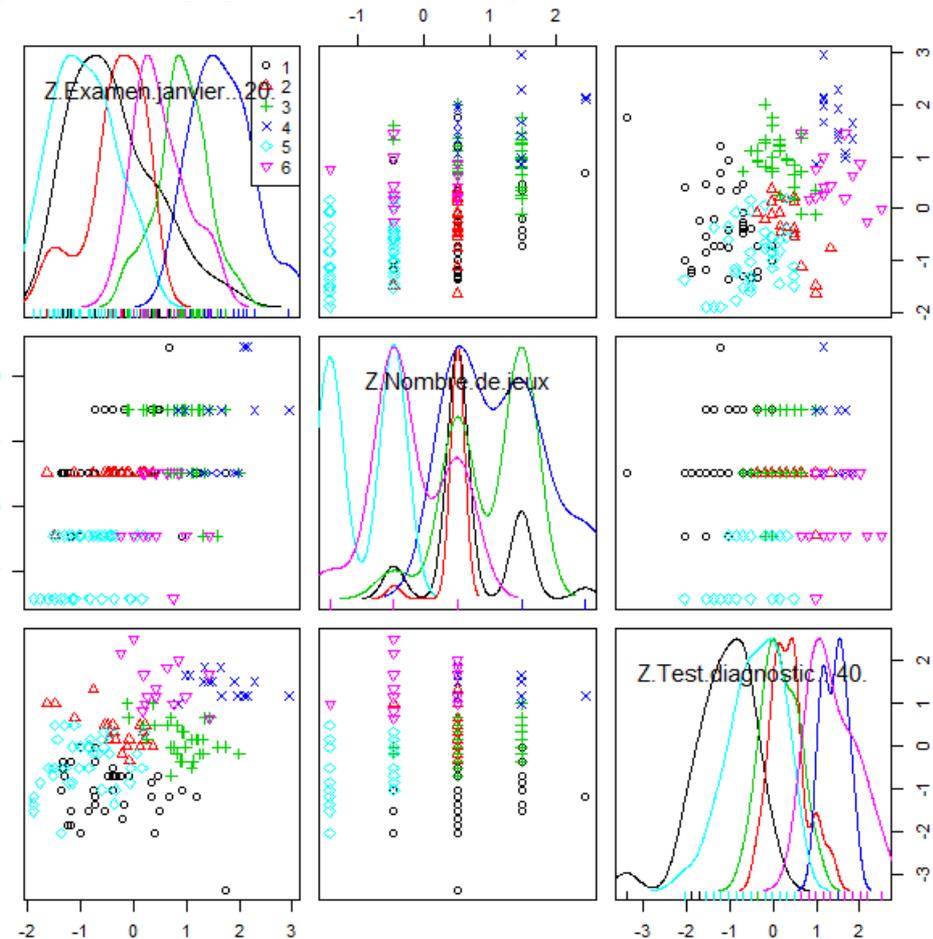
Les moyennes des jeux ne partageant pas une lettre (A ou B) sont significativement différentes.

# World of chemistry : évaluation

33

- **Performance à l'examen par rapport à un profil de départ//mini-jeux joués**
  - **Classification hiérarchique (algorithme de Ward) : N=157**

Profil de départ des étudiants	Participation aux jeux		Résultats examen		N
	Faible	Élevée	-	+	
<b>Bons</b>		X		X	15
	X		X		15
<b>Moyens</b>		X		X	33
	X		X		20
<b>Faibles</b>		X		X	35
	X		X		39



# Apports pour l'apprentissage?

34

Type de jeu	Niveaux d'acquisition de connaissance travaillés <b>Taxonomie de Bloom (1956)</b>	Apport du jeu
<b>Chem run</b> (drill)	<b>Connaissance</b> (mémoriser, nommer, identifier)	Grand nombre de questions sélectionnées aléatoirement
<b>Clash of Chemists</b> (blog gamifié)	<b>Compréhension</b> (reformuler) <b>Analyse</b> (critiquer) <b>Synthèse</b> (composer, créer, concevoir, proposer)	Vérification de la compréhension d'un concept complexe (utilisation de facultés cognitives supérieures)
<b>Chemi Crush</b> (quiz gamifié)	<b>Connaissance</b> <b>Compréhension</b> <b>Application</b> (résoudre)	Entraînement à différents niveaux d'acquisition de connaissances (entraînement à l'évaluation QCM)
<b>GeoChemCaching</b> (Geocaching)	<b>Application</b> (résoudre) <b>Évaluation</b> (évaluer, argumenter, justifier)	Apprentissage par l'erreur Incitation à faire des exercices supplémentaires

# Conclusion

35

- Initiative pédagogique encourageante en chimie à l'université
  - Il existe un public pour ce type d'outils d'apprentissage : étudiants prêts à saisir toutes les occasions de fréquenter la matière
  - Les mini-jeux, même conçus avec peu de moyens, peuvent plaire
  - *Gamification* à moindre coût possible et efficace
  - Dans un contexte académique, il ne faut pas forcément viser la conception de jeux immersifs

# Conclusion

36

- Limites/Conseils :
  - Contrainte de temps/moyens humains/(coût)
  - Tous les étudiants ne peuvent pas adhérer aux jeux
    - Le jeu doit rester un complément des supports de cours plus classiques
  - Ne pas perdre de vue l'objectif d'apprentissage
    - *Gamifier* OUI mais pas à tout prix! La *gamification* doit servir l'apprentissage : chaque jeu doit être conçu en fonction de ce qu'on veut entraîner!
  - Être créatif et s'amuser

***A vous de jouer!!!***

MERCI POUR VOTRE ATTENTION

05-12-17

[nathalie.lemaire@poledenamur.be](mailto:nathalie.lemaire@poledenamur.be)

# Bibliographie

38

- Bloom, B. S., Englehart, M., Furst, E., Hill, W., & Krathwohl, D. (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals*. New York, Toronto: Longmans, Green.
- Cousin, G. (2006). An introduction to threshold concepts. *Planet*, (17), 4–5.
- de Freitas, S. (2006). *Learning in immersive worlds. A review of game-based learning*. Joint Information Systems Committee. London.
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: Defining “gamification.” In *15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments* (pp. 9–15).
- Egenfeldt-Nielsen, S. (2006). Overview of research on the educational use of video games. *Digital Kompetanse*, 1, 184–213. doi:10.1353/dia.2006.0003
- Frazer, A., Argles, D., & Wills, G. (2007). Is less actually more? The usefulness of educational mini-games. In *Seventh IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2007)* (pp. 533–537). doi:10.1109/ICALT.2007.173
- Hill, J. W., Petrucci, R. H., McCreary, T. W., & Perry, S. S. (2008). *Chimie générale*. (P. Mayer, Trans.). Canada: Editions du Renouveau Pédagogique Inc. Illanas, A. I., Gallego, F., Satorre, R., & Llorens, F. (2008). Conceptual mini-games for learning. In *IATED International Technology, Education and Development Conference*. Valencia.
- Lavigne, M. (2014). Les faiblesses ludiques et pédagogiques des serious games. In *8es journées scientifiques de la recherche à l'Université, Toulon* (pp. 1–17).

# Bibliographie

39

- McFarlane, A., Sparrowhawk, A., & Heald, Y. (2002). *Report on the educational use of games*. Cambridge.
- Michael, D., & Chen, S. (2005). *Serious Games - games that educate, train, and inform*. Mason, OH: Course Technology.
- Mitchell, A., & Savill-Smith, C. (2004). *The use of computer and video games for learning: A review of the literature*. London, UK: Learning and skills development agency. Retrieved from [http://health.utah.gov/eol/utc/articles/use\\_of\\_games\\_for\\_learning.pdf](http://health.utah.gov/eol/utc/articles/use_of_games_for_learning.pdf)
- Prensky, M. (2001). Digital Natives, Digital Immigrants. *On the Horizon*, 9(5), 1–6. doi: 10.1108/10748120110424816
- Ray, B., & Coulter, G. a. (2010). Perceptions of the value of digital mini-games: Implications for middle school classrooms. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 26(3), 92–100. doi: 10.1080/10402454.2010.10784640
- Ryan, R., & Deci, E. (2000). Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 54–67. doi:10.1006/ceps.1999.1020
- Serres, M. (2012). *Petite poucette* (Le pommier.). Paris.
- Trendwatching.com. (2004). Generation C - An emerging consumer trend and related new business ideas. Retrieved May 19, 2016, from [http://trendwatching.com/trends/GENERATION\\_C.htm](http://trendwatching.com/trends/GENERATION_C.htm)
- Westera, W., & Nadolski, R. (2008). Serious games for higher education: a framework for reducing design complexity. *Journal of Computer Assisted Learning*, 24(5), 420–432.