

# Que savent et savent faire les élèves à la sortie du secondaire en regard de ce qui est attendu à l'entrée de l'université ?

Valérie Wathelet et Matthieu Dontaine

**Résumé** Le projet de recherche-action « Passeports pour le bac » a permis de faire le point sur certaines notions de chimie et de physique que les professeurs d'université supposent connues à l'entrée de l'université en Belgique. Les étudiants sont en fait loin de maîtriser totalement les notions attendues. En chimie par exemple, si les étudiants semblent maîtriser le vocabulaire de base attendu, il n'en va pas de même pour les liaisons chimiques et la nomenclature. En physique, des compétences plus transversales ont été ciblées. Les opérations simples sur les vecteurs semblent acquises mais l'« interprétation des graphiques » pose par contre quelques difficultés.

**Mots-clés** **Physique, chimie, maîtrise des prérequis, transition, réussite, Passeports pour le bac, facteurs de réussite, enseignement, transition secondaire/université, JIREC 2013.**

**Abstract** **Knowledge and skills of students at the end of Secondary school compared to University-entry level expectations**

All requirements (knowledge and skills) that University lecturers expected of entry-level students in the subjects of chemistry and physics have been listed during the project « Passeports pour le bac ». Tests (called « Passeports ») then demonstrated that the level of students' actual knowledge and skills was far lower than that expected. In chemistry for example, students' command of vocabulary was generally adequate, but they did not meet required levels in the naming of compounds and chemical bonds. In physics, text comprehension skills were identified as weak, while basic use of vectors was acceptable; however interpreting graphs was sometimes difficult.

**Keywords** **Requirements, physics, chemistry, success factors, teaching, transition High school/College or University JIREC 2013.**

Des difficultés autour de la transition entre l'enseignement secondaire et l'enseignement supérieur existent en Belgique. L'accès aux études supérieures est régi par un système de libre accès<sup>(1)</sup> et par l'absence d'un examen externe standardisé en fin d'enseignement secondaire (du type baccalauréat en France). Ainsi, à quelques exceptions près, tout étudiant détenteur du certificat d'enseignement secondaire supérieur (CESS) octroyé localement par le conseil de classe de l'école secondaire peut s'inscrire dans la filière d'enseignement supérieur qu'il souhaite. Or la maîtrise des connaissances et des compétences de base influe sur la réussite académique [1]. Bien souvent, les étudiants ignorent si leur niveau de connaissances et de compétences est adéquat à une entrée confortable dans les études qu'ils ont librement choisies.

C'est dans ce contexte que le projet de recherche-action « Passeports pour le bac »<sup>(2)</sup> a été mis en place [2]. Il vise à promouvoir et démocratiser la réussite des étudiants de première année universitaire par une quadruple opération d'identification des prérequis, de mesure de leur maîtrise par les étudiants, d'adaptation des enseignements en regard des résultats globaux et d'actions correctrices en retour. Il s'agit donc d'accompagner les étudiants sans les sanctionner, de leur fournir des signaux et de les aider à prendre des

décisions pour remédier aux éventuelles difficultés mises en évidence. Les enseignants reçoivent quant à eux les résultats globaux de leurs étudiants, ce qui leur permet d'adapter, le cas échéant, le début du cours.

C'est dans ce cadre que nous avons pu examiner ce que savent et savent faire les étudiants à la sortie du secondaire en regard de ce qui est attendu à l'entrée de l'université. Nous présentons brièvement ici la manière dont les questionnaires ont été élaborés et quelques résultats observés en chimie et en physique.

## Les Passeports

Les questionnaires nommés « Passeports » visent à tester les prérequis des étudiants entrant à l'université. Ils sont des évaluations formatives et non certificatives. Celles-ci doivent être perçues comme telles par les étudiants. C'est pour cela que le terme « passeport » a été préféré à « test » qui peut avoir une connotation négative auprès des étudiants. Les prérequis correspondent à toute connaissance ou compétence qui s'avère cruciale pour la maîtrise d'un cours, d'une discipline, d'un programme et qui est considérée par les enseignants comme devant être acquise préalablement à l'entrée à l'université.

Tableau - Pour les Passeports de chimie et de physique, moyenne sur 20 pour chaque prérequis.

Chimie (N = 88)		Physique (N = 356)	
Prérequis	Moyenne (20 points)	Prérequis	Moyenne (20 points)
Vocabulaire chimique de base	15,8	Vecteurs et scalaires	13,3
Réactions chimiques simples	13,2	Unités, préfixes et grandeurs	12,1
Structure atomique et tableau périodique	11,8	Problèmes simples	9,5
Calculs stœchiométriques	11,3	Trigonométrie	9,3
Fonctions nomenclature en chimie inorganique	9,9	Dimension et cohérence des unités	9,0
Liaisons chimiques	9,4	Outils mathématiques	8,9
Fonctions nomenclature en chimie organique	8,1	Interprétation de graphiques	8,7

Ces questionnaires sont donc élaborés en collaboration avec les équipes pédagogiques (professeurs, assistants...) et réévalués chaque année. Ils sont rédigés sous forme de questions à choix multiples afin de pouvoir être soumis à un grand nombre d'étudiants. Chaque Passeport teste la maîtrise de plusieurs prérequis et chacun de ceux-ci est sondé via plusieurs questions. Les étudiants reçoivent leurs résultats via une plateforme Internet [2]. Ceux-ci sont présentés par prérequis sous la forme d'un signal : bonne maîtrise, partiellement acquis, non acquis. Les enseignants reçoivent quant à eux les résultats de l'ensemble du groupe [3].

## Le Passeport de chimie

Le Passeport de chimie est structuré autour de sept prérequis (voir *tableau*). Les résultats présentés concernent un groupe de 88 étudiants de première année universitaire en sciences pharmaceutiques et biomédicales. Les notes globales sur 20 obtenues par les étudiants se situent entre 3 et 18, avec une moyenne de 11,4. La médiane est du même ordre de grandeur, 11,9/20, et l'écart-type est de 3,0. Au niveau des prérequis, les résultats des étudiants de première année universitaire sont donnés dans le *tableau*. On peut voir que les étudiants maîtrisent le « vocabulaire chimique de base » tel que solution aqueuse, soluté, coefficient stœchiométrique, indice, réactif, produits, et connaissent les symboles représentant l'état de la matière (s, aq, liq, g). Le prérequis « réactions chimiques simples » est globalement bien réussi. La réaction de combustion pose cependant certains problèmes (dégagement de  $H_2$  plutôt que  $H_2O$ ) ; la charge sur les atomes lors de la dissociation d'un sel est souvent incorrecte. En ce qui concerne la partie « structure atomique et tableau périodique », on observe que la notion du nombre atomique n'est pas claire pour les étudiants, il y a confusion entre nombre de protons et nombre d'électrons. L'évolution de l'électronégativité dans une famille pose également problème. Pour les « calculs stœchiométriques », les étudiants parviennent à modéliser les réactifs pour une réaction donnée, mais pas à modéliser, selon les conditions expérimentales, les réactifs en excès/défaut.

Les trois prérequis les moins bien réussis concernent des notions plus anciennes. La « nomenclature » et les « liaisons chimiques » sont des notions oubliées. Concernant les « fonctions nomenclature en chimie inorganique », des étudiants ne se souviennent plus de certaines familles moléculaires (oxacide, hydracide, hydroxyde), même si le nom

de certains groupements principaux sont connus.

À propos des liaisons chimiques, il est entre autres demandé aux étudiants de retrouver une définition correspondant à une liaison donnée parmi cinq propositions (voir *encadré*). Pour la liaison covalente normale, 49 % des étudiants retrouvent la définition attendue (a), mais près de 20 % choisissent l'item (b), probablement parce que cet item contient le mot « valence ». Dans le cas de la liaison ionique, 47 % des étudiants répondent correctement (b), mais 17 % d'entre eux sélectionnent l'item (e), cette fois peut-être à cause de la présence du mot « ion ». La notion de nombre d'oxydation n'est pas acquise. Ceci peut être expliqué par le fait que cette notion ne fait pas partie de tous les programmes de cours

dans le secondaire. C'est le cas également pour les notions de substitution primaire, secondaire et tertiaire testées dans le prérequis « fonctions nomenclature en chimie organique ».

### Exemple de question « liaisons chimiques »

Une liaison covalente normale est une liaison chimique :

- assurée par le partage de deux électrons de valence distribués entre les atomes ;
- où généralement un atome cède un électron de valence à l'autre, les interactions entre ces atomes sont essentiellement de nature électrostatique ;
- formée généralement entre un atome d'hydrogène (déjà lié de façon covalente à un autre atome électronégatif) et un atome d'oxygène d'une autre molécule ;
- formée entre une molécule polaire et une molécule non polaire grâce aux interactions entre les moments dipolaires électriques des deux entités mises en jeu ;
- résultant de l'attraction électrostatique entre des ions métalliques positifs et des électrons libres.

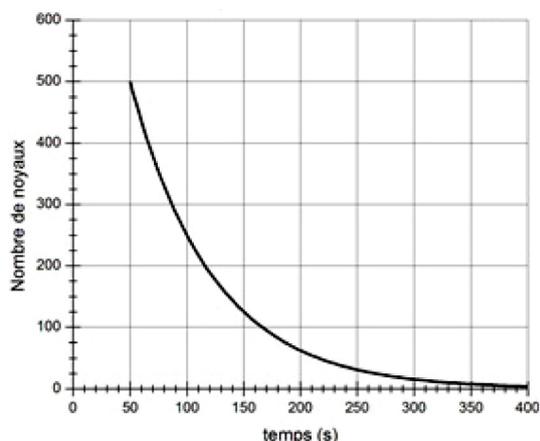
## Le Passeport de physique

Le Passeport de physique est structuré autour de sept prérequis (voir *tableau*). Les résultats présentés concernent un groupe de 356 étudiants de première année en faculté des sciences (biologie, chimie, mathématiques, géographie/géologie, physique et médecine vétérinaire). Les notes globales obtenues par les étudiants se situent entre 1 et 19 sur 20, avec une moyenne de 10,0, du même ordre de grandeur que la médiane (9,8/20). L'écart-type est de 3,4. Le *tableau* reprend la moyenne pour chaque prérequis testé dans le Passeport de physique. C'est le thème qui concerne les notions de « vecteurs et de scalaires » qui est le mieux réussi par les étudiants (13,3/20). Les étudiants maîtrisent assez bien les opérations simples sur les vecteurs. Cependant, la distinction entre grandeur scalaire et grandeur vectorielle leur pose des problèmes.

Le thème le moins bien réussi est l'« interprétation des graphiques » (8,7/20). Nous nous proposons d'analyser un exemple de question de cette thématique qui l'évolution du nombre de noyaux radioactifs dans un échantillon (voir *figure*). On demande aux étudiants, à partir du graphique, de trouver le nombre de noyaux radioactifs en  $t = 0$  s alors que les données indiquées sur le graphique commencent en  $t = 50$  s. N'étant pas considérée comme un prérequis, la

Voici un graphique représentant l'évolution du nombre de noyaux radioactifs dans un échantillon.

Nombre de noyaux radioactifs en fonction du temps



Le temps de demi-vie d'un élément radioactif est défini de la manière suivante : « Le temps de demi-vie est le temps nécessaire pour que le nombre de noyaux radioactifs se trouve réduit de moitié. »  
 Quel est le nombre de noyaux radioactifs à  $t = 0$  s ?

1.  $N = 125$  noyaux
2.  $N = 500$  noyaux
3.  $N = 750$  noyaux
4.  $N = 1\,000$  noyaux
5. Il est impossible de le déterminer avec les informations fournies.

Figure - Exemple de question « interprétation d'un graphique ».

définition du temps de demi-vie d'un radioélément est rappelée aux étudiants. Seuls 22,2 % d'entre eux répondent correctement à cette question (proposition 4). La proposition 5, « il est impossible de le déterminer avec les informations fournies », est celle sélectionnée par la majorité des étudiants (65,7 %). Cette erreur pourrait être attribuée à un problème de conceptualisation entre les cours de mathématiques et de physique. Le début du graphique n'étant pas représenté, il faut s'« imaginer » le début du graphique afin de répondre à la question. Or dans le cours de mathématiques du secondaire, lors de l'étude du domaine des fonctions à partir de graphiques, les étudiants sont habitués au fait qu'une fonction n'existe que si elle est représentée. Ils vont donc se raccrocher à leurs connaissances mathématiques et ne vont pas faire le lien avec la réalité physique du problème. Par exemple, lors des séances de correction en groupe, certains étudiants signalaient qu'il n'y avait rien avant 50 s car le graphique n'y était pas représenté.

## En guise de conclusion

Des lacunes sont détectées chez les étudiants par rapport aux attentes de leurs enseignants. Dans le projet « Passeports pour le bac », on ne s'arrête pas à ce constat. Des activités de renforcement des prérequis permettent aux étudiants de remédier à leurs lacunes et de démarrer ainsi leur année académique sur de meilleures bases. Selon les Passeports et les souhaits des équipes pédagogiques, les actions mises en place peuvent prendre différentes formes : des séances de correction du Passeport en petits groupes (par option), des séances thématiques de renforcement, des entretiens individuels, des auto-remédiation *via* le web. Ponctuellement, certains professeurs adaptent le démarrage de leur cours ou des séances d'exercices suite aux résultats observés. Ce projet touche donc à la fois les étudiants et les

enseignants car chacun peut s'informer et agir en conséquence dans le but de promouvoir la réussite académique d'un plus grand nombre d'étudiants. Les premières mesures quantitatives concernant l'impact du projet sur la réussite des étudiants sont encourageantes [4].

## Notes et références

- (1) À quelques rares exceptions près, tout étudiant détenteur d'un diplôme de l'enseignement secondaire supérieur de transition a la liberté de s'inscrire dans la filière d'enseignement supérieur de son choix.
- (2) En Belgique, le premier cycle universitaire correspond au grade de bachelier.
- [1] Vieillevoye S., Wathelet V., Romainville M., Maîtrise des prérequis et réussite à l'université, *Réussite, Échec et Abandon dans l'Enseignement supérieur*, M. Romainville, C. Michaut (eds), De Boeck, 2012, p. 221-250.
- [2] [www.passeportspourlebac.be](http://www.passeportspourlebac.be)
- [3] Wathelet V., Vieillevoye S., Dontaine M., Romainville M., Des Passeports pour franchir la frontière du supérieur sans encombre, *Réseau*, 2013, 80, p. 1 (disponible en ligne : <http://directory.unamur.be/research/publications/8cca3c43-7af8-48c7-a1af-27634d84cbce>).
- [4] Wathelet V., Vieillevoye S., Évaluation formative des compétences prérequis à l'entrée de l'université, *Évaluation et Enseignement supérieur*, M. Romainville, R. Goasdoué, M. Vantourout (eds), De Boeck, 2013, p. 55-72.



V. Wathelet

**Valérie Wathelet et Matthieu Dontaine** sont coordinateurs de « Passeports pour le bac », Académie universitaire de Louvain\*.



M. Dontaine

\* Académie universitaire de Louvain, 61 rue de Bruxelles, B-5000 Namur (Belgique).  
 Courriels : [valerie.wathelet@unamur.be](mailto:valerie.wathelet@unamur.be) ; [matthieu.dontaine@unamur.be](mailto:matthieu.dontaine@unamur.be)