

L'Éducation pour la Formation du Profil (PSE) Vue d'ensemble

Ibrahim A. Halloun

www.halloun.net

Résumé

L'Éducation pour la formation du Profil (Profile Shaping Education, PSE) est un nouveau cadre de référence pédagogique basé sur la recherche; il cherche à promouvoir le profil 4-P (Paradigmatique, Productif, Proactif et de Principes) dont le but est de favoriser chez l'apprenant l'apprentissage intelligible plutôt que la mémorisation des matières d'étude et de le préparer à réussir dans la vie moderne plutôt qu'à être simplement reçu aux examens scolaires ou officiels. Le profil est réifié dans des curricula transdisciplinaires sous la forme d'outcomes d'apprentissage définis conformément à une nouvelle taxonomie décrivant les attentes d'apprentissage. Cette taxonomie met l'accent sur des patterns dans la structure du savoir et sur les habitudes mentales et pratiques communes aux professionnels accomplis dans diverses disciplines. Les outcomes d'apprentissage dans chaque discipline sont précisés selon 4 dimensions (épistémique, cognitive, comportementale et métacognitive) dans le contexte d'un nombre limité de systèmes qui reflètent le mieux ces patterns. Les apprenants développent progressivement différents outcomes en s'engageant systématiquement dans des cycles d'apprentissage expérientiels assistés par un enseignant pour assurer une régulation efficace et perspicace du profil individuel de chaque apprenant. Une évaluation authentique « pour » l'apprentissage et non « de » l'apprentissage est effectuée uniformément dans les différentes disciplines pour guider la médiation de l'enseignant.

Cet article est, en partie, basé sur les publications suivantes:

- Halloun, I. (2012). Taxonomie et outcomes d'apprentissage dans l'Éducation pour la Formation du Profil. Compte rendu de la conférence sur l'*Education Sustainability*. Dubai, UAE: ACES.
- Halloun, I. (2011). From modeling schemata to the profiling schema: Modeling across the curricula for Profile Shaping Education. In Khine & Issa (eds). *Models and Modeling in Science Education*. Boston, MA: Springer.
- Halloun, I. (2011). Profile Shaping Education: A paradigm shift in education to empower students for success in modern life. *Proceedings of the 11th International History, Philosophy and Science Teaching Group biennial conference*, pp. 337-343. Thessaloniki, Greece: IHPST.
- Halloun, I. (2007). Mediated modeling in science education. *Science & Education*, 16 (7), 653-697.
- Halloun, I. (2004/2006). *Modeling Theory in Science Education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers / Boston: Springer.
- Halloun, I. (2001). *Apprentissage par modélisation : La physique intelligible*. Beyrouth : Librairie du Liban Publishers.

L'Éducation pour la Formation du Profil (Profile Shaping Education, PSE) est un cadre de référence pédagogique générique basé sur la recherche et développé en partie sous les auspices de l'ERC (Educational Research Center). Ce cadre tend à doter les apprenants de tous niveaux, particulièrement ceux de l'école secondaire et les diplômés universitaires, du profil nécessaire à la réussite dans la vie moderne. Ce profil réunit les traits majeurs des personnes accomplies dans le lieu du travail et dans la vie quotidienne; sa réalisation, conformément au PSE, s'accomplit par des moyens qui respectent la vision locale de l'éducation et la culture et l'héritage locaux.

Cet article présente, en dix parties, une vue d'ensemble rapide du PSE. Il commence par un inventaire des principaux chercheurs, dont les contributions utiles et constructives à l'éducation et au développement de la pensée humaine comptent dans le PSE. Les grandes lignes du cadre de référence pédagogique du PSE sont exposées dans la deuxième partie et le profil qu'il préconise est présenté dans la troisième partie. La quatrième partie montre comment mettre en œuvre le programme de toute discipline, et ce, en accordant une attention particulière à la transdisciplinarité, autour d'un nombre limité de systèmes qui peuvent être ordonnés ou classifiés, comme discuté dans la cinquième partie, selon des critères paradigmatiques et pédagogiques bien définis. La sixième partie offre une nouvelle taxonomie qui aide à traduire le profil 4-P en quatre types d'outcomes d'apprentissage (ou tout autre type d'expectatives d'apprentissage). Le profil et les outcomes, évoluant en quatre étapes, présentés dans la septième partie, peuvent être le mieux réalisés en classe, conformément au PSE, à travers des cycles d'apprentissage expérientiels (huitième partie) tout en étant guidés par une évaluation authentique (neuvième partie). Enfin (dixième partie), cet article oriente les lecteurs vers les initiatives majeures de l'ERC qui mettent le PSE en pratique.

1. Les références du PSE

Le PSE se fonde sur la recherche en éducation, en cognition (la neuroscience incluse) et en philosophie, sociologie et histoire des différentes disciplines de l'enseignement. Il se base en particulier sur des aspects corroborés des théories modernes de l'éducation et surtout sur la théorie de modélisation pour l'enseignement des sciences, développée par cet auteur. Parmi les nombreux chercheurs dont l'œuvre a marqué le PSE, nous citons:

- Bernard, Bachelard et Kuhn et leur travaux sur ce que Bachelard appelle les profils épistémologiques et Kuhn, paradigmes, et en particulier, leurs travaux sur les différences entre les profils ou paradigmes naïfs ou novices des gens ordinaires et les profils ou paradigmes des professionnels ou experts (surtout scientifiques), ainsi que sur les obstacles à l'évolution positive de toutes sortes de paradigmes ou profils.
- Wertheimer, Perry, Covey et les chercheurs travaillant sur les traits psychologiques, dont les travaux font ressortir les traits majeurs de la personnalité, nécessaires au succès dans la vie moderne.
- Reif et autres qui ont travaillé sur les différences entre les novices (les apprenants) et les experts dans le domaine de l'éducation, en particulier dans la structure du savoir et la résolution des problèmes.

- Wartofsky, Bunge, Johnson-Laird et tous les autres philosophes et chercheurs dans le domaine de la cognition qui, avec Lakoff, ont montré jusqu'à quel point les modèles et d'autres systèmes conceptuels sont indispensables à l'organisation de la pensée humaine.
- Lakoff et son travail sur la catégorisation du savoir humain, en particulier, celui qui est en relation avec ce que nous appelons la structure du savoir émanant du centre (Middle-out structure).
- Galilée et ses règles pour transcender le sens commun afin d'atteindre à un savoir objectif et viable du monde; règles qui ont été développées davantage et complétées quelque peu par les travaux de Huygens, Descartes, Newton et ... Einstein.
- Dewey et Piaget qui ont appelé à une construction autonome du savoir, une auto-évaluation et une autorégulation pour résoudre le conflit intérieur dans son propre savoir et l'incommensurabilité avec le savoir d'experts. Tout cela peut être le mieux réalisé dans une approche expérientielle, telle qu'introduite en premier dans la « transaction » de Dewey et discutée, plus tard, par Lakoff.
- Socrate et sa façon d'engager les gens dans des dialogues qui leur permettent, comme démontré par Platon, de réfléchir sur leur propre savoir et de construire de façon intelligible un nouveau savoir.
- Gardner et Bruner dont le travail montre que tous les étudiants peuvent exceller dans l'apprentissage quand l'enseignement est suffisamment flexible pour tenir compte des différents styles d'apprentissage des étudiants (en harmonie avec ce qu'on appelle « les intelligences multiples »).
- Karplus et ses collègues qui ont démontré, un peu en harmonie avec Gagné, les mérites de l'apprentissage dans des cycles d'apprentissage structurés.
- Vygotsky et son travail sur la zone de développement proximal qui montre l'importance de l'intervention de l'enseignant à différents niveaux du processus d'apprentissage.
- Gagné et Bloom et l'importance qu'ils accordent à une taxonomie bien définie pour la classification des objectifs éducatifs.
- Les travaux marquants sur: (a) les théories éducatives remarquables, comme la théorie du traitement de l'information, le changement conceptuel et le constructivisme, (b) la métacognition et les différents types de dispositions ou de la vision du monde qui affectent l'apprentissage, et (c) les cadres de référence pédagogiques répandus, comme l'éducation basée sur les standards (y compris les standards pour l'usage des TICE), l'éducation basée sur des outcomes et les qualifications européennes, pour n'en citer que quelques uns.

2. Le cadre du PSE

Le PSE offre un cadre de référence pédagogique générique qui peut être utilisé dans la conception de n'importe quel curriculum éducatif et dans le déploiement de tout aspect du curriculum, allant du programme d'étude (ou cursus), aux méthodes et moyens d'apprentissage, d'enseignement et d'évaluation (Figure 1). Le cadre de référence consiste en un ensemble de fondements, de principes et de règles qui régissent le développement du profil de l'apprenant et qui peuvent être déterminés par plusieurs communautés pour qu'ils conviennent le mieux à leurs besoins. Il comporte de même une taxonomie unique d'expectatives d'apprentissage qui aide à traduire un profil cible en outputs d'apprentissage réalisables, de tout type.

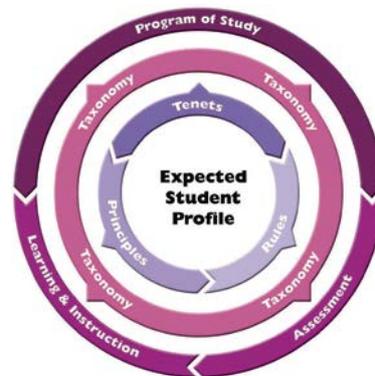


Figure 1: Le cadre de référence du PSE

Les fondements du PSE sont des énoncés universels de nature axiomatique qui mettent en place les bases communes de toutes les prémisses et les processus éducatifs, à tous les niveaux de l'éducation. Ils sont principalement de nature cognitive et régissent aussi bien la définition et le développement du profil que l'énoncé et le déploiement des principes et des règles pédagogiques. Cinq fondements sont décrits dans le PSE (Figure 2). Comme on peut le remarquer dans cette dernière figure, les fondements du PSE affirment principalement (a) que les professionnels, en particulier ceux appartenant aux communautés académiques, partagent des paradigmes d'experts communs pour la construction et le déploiement du savoir et (b) qu'il existe des patterns dans la structure des paradigmes d'experts et la pratique des professionnels accomplis dans diverses communautés. Par la suite, le PSE requiert un enseignement qui habilite systématiquement les apprenants à développer des profils récapitulant de tels patterns.

Un paradigme d'experts consiste, pour nous, (a) en prémisses fondamentales (ex. fondements, principes et règles) qui régissent le développement et le déploiement (b) des processus et des habitudes génériques (des processus mentaux et pratiques, ainsi que des dispositions habiles) et (c) une épistémè (un répertoire cohérent de conceptions ou de savoir conceptuel qui, en science par exemple, constitue une théorie scientifique corroborée ou un ensemble de théories de ce genre), le tout accepté et partagé par une communauté de professionnels.

Les principes du PSE sont des énoncés pédagogiques corroborés qui décrivent ou expliquent des processus éducatifs spéciaux et viables (valides, fiables, efficaces) qui contribuent au développement intelligible d'un profil et qui peuvent s'appliquer à une variété de cadres éducatifs. Chaque principe du PSE se constitue de trois parties couvrant respectivement : (a) la manière dont les étudiants apprennent, (b) la manière dont les enseignants doivent aider les étudiants à apprendre et (c) le profil que les enseignants devraient avoir déjà développé, et continuent de développer d'une manière professionnelle et soutenue, afin de réussir leur tâche. Le PSE comporte neuf principes qui expliquent clairement la façon d'établir le contenu d'un cours, ainsi que la façon de concevoir les expériences d'apprentissage et l'environnement de la classe qui dotent l'apprenant du profil nécessaire pour réussir dans la vie moderne (Figure 2).

Les fondements du PSE

Principe 1 : L'évolution de l'esprit humain

L'esprit de toute personne est en évolution continue. Cette évolution peut être induite d'une façon intrinsèque (engagement spontané) ou provoquée extérieurement par l'interaction avec d'autres personnes et avec le monde physique (éco-engagement) et est régie par des facteurs intrinsèques et extérieurs.

Principe 2 : L'esprit et le profil

L'ontologie de l'esprit d'une personne ne peut être ni directement ni exhaustivement déterminée. Elle peut seulement être estimée indirectement et partiellement, à travers un profil quadridimensionnel particulier inféré des actes et des expressions de la personne (c'est-à-dire, le comportement). Le profil consiste en ce que les gens (et même la personne en question) pensent que sont les conceptions, les habiletés du raisonnement, les dextérités et les dispositions d'une personne.

Principe 3 : Les patterns de succès dans la vie moderne

Le monde mental humain, tout comme le monde physique, contient des patterns ontologiques universels. Les patterns mentaux les plus intelligibles pour réussir et exceller dans la vie moderne sont ceux reflétés dans les profils des experts accomplis dans les différentes communautés professionnelles.

Principe 4 : L'évolution intelligible du profil

Le profil d'une personne ordinaire évolue d'une façon intelligible et efficace quand il récapitule l'évolution du profil des experts accomplis et devient, progressivement, commensurable avec le profil d'experts, d'une manière efficace et expérientielle.

Principe 5 : L'écologie cognitive et sa gestion

L'évolution du profil, comme celle de l'esprit, est régie, dans une large mesure, par l'écologie cognitive disponible qui inclut des facteurs directs et indirects, intrinsèques et extérieurs, ayant besoin de contrôle propice ou indirect, pour que l'évolution ait lieu efficacement et d'une façon intelligible.

Les principes du PSE

- 1- Cadre générique de l'apprentissage continu
- 2- Du profil d'étudiant au profil d'experts
- 3- Transdisciplinarité émanant du centre et basée sur des systèmes
- 4- Taxonomie et progression de l'apprentissage
- 5- Cycle d'apprentissage
- 6- Gestion de l'apprentissage
- 7- Évaluation authentique
- 8- Pédagogie et technologie
- 9- Pédagogie, culture et axiologie

Les règles du PSE

- 1- Système éducatif
- 2- Institutions éducatives
- 3- Théorie, pratique et professionnalisme
- 4- Gestion de l'enseignement et communication
- 5- Suivi systémique et durabilité
- 6- Partenariat et engagement communautaire

Figure 2 : Esquisse des prémisses du PSE

Les règles du PSE sont des énoncés procéduraux ou des lignes directrices qui prescrivent comment des processus spécifiques doivent être effectués à l'intérieur et à l'extérieur de la classe, et quelles conditions physiques et procédurales doivent être remplies pour un développement efficace du profil, conformément aux fondements et aux principes du PSE. Les règles du PSE fournissent notamment des instructions spécifiques à la conception et à la gestion de toute l'écologie de l'apprentissage, à partir de la classe et des ressources scolaires jusqu'à l'environnement scolaire et le système éducatif dans toute son envergure, de sorte que les différents mécanismes d'apprentissage (moyens et méthodes, cadres, protocoles), de l'enseignement et de l'évaluation puissent être correctement conçus et efficacement réalisés (Figure 2).

3. Le profil 4-P

La recherche montre l'existence de patterns, tant dans la structure du savoir que dans la pratique des professionnels accomplis dans le lieu du travail. Les patterns dans la structure du savoir se reflètent dans la composition de paradigmes d'experts individuels, et, le plus important, dans la manière dont ces professionnels relient les différents paradigmes entre eux dans la même discipline et même entre les différentes disciplines. Les patterns dans la pratique s'étendent de la construction et du déploiement systématiques du paradigme et de la régulation perspicace de ses propres paradigmes et pratique, à l'interaction constructive, efficace et délicate avec les autres. En tant que tels, les professionnels accomplis sont tous paradigmatiques, productifs, proactifs et de principes. Ces quatre traits communs composent le profil 4-P. Le PSE s'applique à ce que les apprenants acquièrent ce profil afin qu'ils réussissent dans la vie moderne (Figure 3).

Un apprenant *paradigmatique* réalise que la construction et le déploiement du savoir dans toute profession sont régis par certains paradigmes suivant lesquels il doit développer son propre profil. Pour une transcendance efficace du/des paradigme(s) personnel(s), l'apprenant se concentre sur un répertoire équilibré et compréhensif d'épistémè fondamentale et générique et d'habitudes mentales transdisciplinaires, ce qui lui permet d'avoir une vue d'ensemble cohérente des diverses disciplines.



Figure 3: Le profil 4-P

Un apprenant *productif* compte sur des moyens systématiques, cognitifs et techniques pour le développement intelligible et le déploiement constructif des conceptions et des habitudes mentales et comportementales dans chaque discipline, et pour l'investissement productif et créatif des conceptions et des habitudes dans d'autres disciplines et dans la vie quotidienne.

Un apprenant *proactif* adopte une vision claire de son éducation et de son avenir et développe une affinité pour détecter et résoudre les problèmes, ainsi que pour anticiper et affronter les nouveaux défis. L'apprenant recherche toujours de nouvelles expériences d'apprentissage et en prend contrôle afin d'évaluer et de réguler son propre profil. Il s'engage d'une manière constructive avec les autres pour les aider à faire de même et, par la suite, pour s'habiliter et habiliter les autres à poursuivre un apprentissage continu et un développement permanent du profil.

Un apprenant *de principes* profite des dispositions positives, spécialement celles qui caractérisent sa propre culture et les paradigmes des experts, et interagit consciencieusement, respectueusement et d'une manière constructive avec les autres et avec le milieu environnant.

4. La transdisciplinarité émanant du centre et basée sur des systèmes

Selon le PSE, les patterns dans le monde des paradigmes d'experts se manifestent le mieux à travers des systèmes conceptuels, tout comme les patterns dans le monde physique se manifestent dans la structure et le comportement des systèmes physiques. *Un système physique* est un ensemble de corps matériels en interaction qui reflètent *un pattern* particulier dans la structure et/ou le comportement du monde réel (ex. un atome, la cellule humaine ou le système nerveux, le système solaire, ou un système social). *Un système conceptuel* est un ensemble d'entités mentales ou abstraites en interaction qui reflètent *un pattern* donné dans le monde épistémique d'une profession donnée (ex. un texte narratif, un modèle ou une théorie scientifique, un modèle ou une théorie économique, ou la constitution d'un pays).

Selon le PSE, chaque système conceptuel a un champ et une structure bien définis. La construction et le déploiement de chacun de ces systèmes requièrent certaines habitudes. La dimension du *champ* spécifie le *domaine* d'un système (quel pattern le système représente tant dans le monde physique que dans le monde conceptuel) et sa *fonction* (à quoi sert le système et dans quelles conditions). La dimension de la *structure* spécifie la *composition* du système (les entités primaires dont se compose le système, et leurs propriétés remarquables), et sa *structure interne* (comment ces entités et leurs propriétés sont reliées entre elles à l'intérieur du système), et sa *structure externe* (comment le système est relié à son environnement et/ou à d'autres systèmes dans les limites ou au-dehors de son paradigme).

La figure 4 montre quatre systèmes de différentes disciplines présentés sous forme de benchmarks (les énoncés généraux de référence) épistémiques et cognitifs. Chaque case, dans les quatre instances, est partiellement remplie d'un échantillon de benchmarks requis dans des systèmes typiques de l'école secondaire ou de l'université. Le lecteur peut facilement réaliser que chaque case *épistémique* comprend des informations particulières ou des énoncés théoriques (conceptions) à propos du champ ou de la structure d'un système donné, généralement acceptés par la communauté concernée de professionnels (savants, mathématiciens ou linguistes, dans le cas de notre exemple) et que l'apprenant est censé « avoir », à un moment donné de l'enseignement. En revanche, le lecteur peut aisément comprendre que les cases *cognitives* incluent ce que l'apprenant est censé « être » capable de faire à cette étape et cela sous forme d'habitudes (surtout les habitudes de raisonnement) que l'apprenant devrait développer dans le contexte d'un système donné, mais qui sont suffisamment génériques pour que l'apprenant puisse les déployer dans le contexte de n'importe quel autre système.

Système : Modèle atomique de Bohr		Epistémè	Echantillon d'habitudes
Champ	Domaine	Atome d'hydrogène et ions hydrogénéoïdes.	Raisonnement critérié et analyse différentielle suivant lesquels : (a) un pattern est défini parmi les atomes/ions hydrogénéoïdes qui pourraient être classifiés ensemble et distingués d'atomes ou d'ions à plusieurs électrons, et (b) la théorie appropriée est choisie pour construire et déployer le modèle de Bohr (ex. la théorie classique régissant ce qu'on appelle le modèle standard).
	Fonction	Description et explication d'un nombre limité d'aspects d'un seul électron lié à une orbite fixe supposée être de forme circulaire.	Raisonnements logique et critique en vertu desquels des questions particulières sont spécifiées et auxquelles le modèle de Bohr pourrait répondre, dans certaines limites, à propos des atomes/ions hydrogénéoïdes, dans le contexte de la théorie choisie. Analyse exploratoire pour établir ce que le modèle peut spécifiquement décrire et expliquer à propos d'atomes/ions hydrogénéoïdes
Structure	Composition	Un noyau ayant un seul proton (hydrogène) ou plus (ions hydrogénéoïdes), et un seul électron. Les propriétés d'intérêt comprennent la masse et la charge de ces entités ainsi que les propriétés d'état de l'électron (ex. la vitesse).	Analyse différentielle au moyen de laquelle des entités (électron et noyau) spécifiques (primaires) et l'objet et les propriétés d'état sont exclusivement inclus dans le modèle alors que d'autres entités (secondaires) sont omises.
	Structure interne	Interaction entre le noyau et l'électron partiellement représentée par une force centrale de liaison (interaction de Coulomb) exercée par le(s) proton(s) dans le noyau sur l'électron.	Raisonnement critérié pour établir la structure, dans le contexte de la théorie classique, par analogie aux modèles planétaires (ex. système Terre/Lune dans le système solaire). Raisonnement relationnel pour établir des relations entre les propriétés primaires des différentes entités sous forme de lois d'état, d'interaction et lois causales ; et dextérité en communication pour exprimer ces lois algébriquement, graphiquement...
	Structure externe	Interaction entre un atome/ion hydrogénéoïdes et d'autres atomes voisins (structure moléculaire), ou d'autres types d'environnement (ex. champ électromagnétique).	

Figure 4a: Échantillon de benchmarks associés au modèle atomique de Bohr dans le cadre des sciences physiques.

Système : Fonction quadratique		Epistémè	Echantillon d'habitudes
Champ	Domaine	Une fonction polynômiale par laquelle à chaque valeur admissible de la variable indépendante (argument) correspond une seule valeur de la variable dépendante (image ou valeur de la fonction) qui est proportionnelle à la seconde puissance de la valeur de la variable indépendante.	Analyse différentielle avec un raisonnement critérié, permettant de distinguer entre les fonctions et d'autres relations, et de classer certaines fonctions en tant que fonction quadratique.
	Fonction	En mathématiques, associer deux objets changeants, ou spécifier des processus qui transforment un objet en un autre, de sorte que la valeur de l'un est proportionnelle à la seconde puissance de l'autre. En science, décrire ou expliquer l'état ou le changement d'état d'un système par lequel un certain descripteur est proportionnellement lié à un autre, et à la seconde puissance.	Raisonnements logique et critique en vertu desquels des questions particulières sont spécifiées et auxquelles pourrait répondre la fonction quadratique, dans certaines limites, à propos d'une co-variation entre deux variables et/ou l'état de certains systèmes physiques. Analyse exploratoire pour déterminer ce que la fonction peut spécifiquement dire à propos de la co-variation, ou décrire ou expliquer à propos de l'état du système.
Structure	Composition	Une variable indépendante ou un descripteur de valeurs spécifiques admissibles (argument, x), une variable dépendante ou un descripteur (fonction, y), et coefficient(s) constant(s).	Analyse différentielle au moyen de laquelle des entités spécifiques (variables et coefficients) sont identifiées, alors que d'autres sont exclues (ex. valeurs inadmissibles de x, coefficients variables).
	Structure interne	La forme algébrique générale reliant différentes composantes est: $y = ax^2 + bx + c$. Graphiquement, la parabole représente les fonctions quadratiques. La co-variation entre les deux variables x et y est spécifiée davantage avec la première et la deuxième dérivées (taux de variation) de y relatives à x.	Raisonnement relationnel pour établir la relation fonctionnelle entre les deux variables, accompagné par une analyse exploratoire pour extrapoler aux dérivées et intégrales.
	Structure externe	Le théorème de factorisation, l'intégration et la dérivation de la fonction la relie à des fonctions polynômiales d'un ordre différent de puissance. En science, cela aboutit à certaines transformations ou à de nouveaux concepts décrivant certains taux de changement ou expliquant la conservation ou le changement des états.	Raisonnement logique pour inférer certaines conclusions tirées de la symétrie, des dérivées, des tangentes, de la concavité, etc. Dextérité en communication pour bien illustrer les différents aspects de la fonction avec des tableaux, des équations, des graphiques, et d'autres représentations mathématiques, et interpréter objectivement et précisément de telles représentations.

Figure 4b: Échantillon de benchmarks associés à la fonction quadratique (ou d'autres fonctions de puissance) en mathématiques.

Système : Modèle/Effet de serre		Epistémè	Echantillon d'habitudes
Champ	Domaine	Atmosphères locales et planétaires où le réchauffement a lieu pour des causes naturelles ou humaines.	Analyse descriptive de l'atmosphère, de la concentration et des vagues de chaleur.
	Fonction	Description, explication et prédiction du réchauffement local ou universel, y compris le réchauffement du globe.	Raisonnements logique et critique en vertu desquels des questions sont spécifiées et auxquelles l'effet de serre pourrait répondre, dans certaines limites, à propos du réchauffement local ou celui du globe. Raisonnement analytique pour établir ce que le modèle peut spécifiquement décrire et expliquer à propos du réchauffement.
Structure	Composition	Le globe terrestre, la radiation infrarouge, les gaz dans l'atmosphère résultant des phénomènes naturels (vapeur d'eau, CO ₂ , méthane, oxyde d'azote & ozone), et d'activités humaine (chlorofluorocarbones, hydrofluorocarbones, perfluorocarbones, hexafluorure de soufre ou SF ₆).	Raisonnement critérié pour classer et quantifier les différents gaz et radiations. Analyse différentielle par laquelle des entités (gaz dans l'atmosphère et radiation infrarouge) spécifiques (primaires) et certaines propriétés d'objet et d'état sont exclusivement incluses dans le modèle, alors que d'autres entités et propriétés (secondaires) sont exclues.
	Structure interne	Lois de l'« optique » décrivant comment la « lumière » infrarouge peut être confinée (enfermée) dans l'atmosphère, et expliquant comment les changements de la concentration des gaz dans l'atmosphère peuvent augmenter le taux de confinement (d'enfermement) et causer l'effet de serre.	Raisonnement critérié pour établir la structure interne et externe par analogie aux serres agricoles.
	Structure externe	Effet du phénomène galactique et des activités humaines sur l'atmosphère, et sa contribution à l'effet de serre (ex. la croissance de la population, les pratiques agricoles, la combustion des combustibles fossiles, les gaz industriels, la déforestation). Impact de l'effet de serre sur la vie sur la Terre. Les changements nécessaires dans les pratiques humaines, et l'adaptation de l'homme aux changements de climat.	Raisonnement critérié, raisonnement relationnel et analyse inférentielle pour quantifier les différents processus des serres et analyser statistiquement leur impact sur la vie sur Terre. Dextérité en communication pour profiter, à cet égard, des différentes représentations mathématiques (y compris les statistiques). Raisonnements relationnel et logique pour comprendre l'interaction entre la vie humaine et les changements atmosphériques, et apprécier le besoin de rendre cette interaction plus constructive.

Figure 4c: Échantillon de benchmarks associés au modèle/Effet de serre en science et géographie

Système : Texte narratif		Epistémè	Echantillon d'habitudes
Champ	Domaine	Récit fictif ou non-fictif d'une séquence intelligible d'événements qui prennent place dans un cadre particulier et qui peuvent être racontés selon différentes perspectives.	Raisonnement critérié et analyse différentielle pour classer différentes formes de textes.
	Fonction	Description et explication d'événements pour l'information, le divertissement ou pour des buts interactifs.	Raisonnements logique et critique en vertu desquels des questions particulières sont spécifiées et auxquelles les textes narratifs pourraient répondre, à propos de certaines situations ou de certains événements.
Structure	Composition	Des éléments typiques pourraient inclure cadre, personnages, apogée, conflit, événements, résolution, thème, symboles et point de vue.	Analyse différentielle au moyen de laquelle des entités et des propriétés spécifiques (primaires) sont exclusivement incluses dans le texte, alors que d'autres entités et propriétés (secondaires) sont exclues.
	Structure interne	Description de la manière dont les éléments différents interagissent et évoluent dans une séquence d'événements qui, parmi d'autres, peuvent passer par la situation initiale, l'événement perturbateur, les péripéties, l'événement équilibrant et la situation finale.	Raisonnement critérié pour établir, comparer, classer et contraster, dans la mesure du nécessaire, les personnages et le cadre. Raisonnement relationnel pour relier les personnages et le cadre, et ainsi spécifier des symboles, l'étude des personnages et le thème. Analyse exploratoire et inférentielle pour décrire et expliquer le conflit et inférer un dénouement particulier.
	Structure externe	Relation avec d'autres types et genres de textes.	Raisonnement logique pour établir des assumptions particulières, utiliser des métaphores et des arguments et trouver des points de vue, des jugements et des extrapolations viables. Dextérité en communication pour exprimer tout ce qui a précédé avec clarté et faciliter la compréhension du sens du texte et son interprétation objective.

Figure 4d: Échantillon de benchmarks associés à des textes narratifs dans l'étude de la langue française.

Figure 4: Échantillon de systèmes présentés sous forme de benchmarks épistémiques et cognitifs.

Les systèmes conceptuels sont au centre de ce qu'on appelle la structure *émanant du centre* (middle-out) des paradigmes d'experts dans n'importe quelle discipline académique. Ces systèmes occupent le centre de la hiérarchie conceptuelle, entre la vue d'ensemble épistémique et le concept et, plus spécifiquement, disons, entre la théorie et le concept en science ou entre le texte et le mot en langue. En science, un système conceptuel et, plus spécifiquement un modèle scientifique, est pour la théorie et le concept ce que l'atome est pour la matière et les particules élémentaires. Chaque particule élémentaire est essentielle dans la structure de la matière, mais son importance ne peut être conçue indépendamment de son interaction avec d'autres particules à l'intérieur d'un atome. C'est l'atome, et non les particules élémentaires, qui nous donne une vue d'ensemble cohérente et intelligible de la matière, et c'est l'atome qui présente le mieux, le rôle de chaque particule élémentaire dans la structure de la matière. Il en est de même pour les langues: un paragraphe est un système conceptuel qui se tient au milieu, entre le texte (narratif, argumentatif, ou tout autre type) et le mot, et qui nous donne une vue d'ensemble cohérente et intelligible de tout type de texte, tout en présentant au mieux le rôle de chaque type de mots dans le texte.

En tant que tels, les systèmes conceptuels : (a) assurent une structure cohérente de l'épistémè et du paradigme d'experts et constituent les éléments de base les plus accessibles, efficaces et fiables pour la construction et le déploiement du savoir et (b) servent comme les outils pédagogiques les plus fondamentaux aux apprenants, afin qu'ils développent leurs propres profils de façon commensurable avec les profils des experts. Ainsi, le PSE fait-il appel au développement de tout cours, selon une approche émanant du centre par laquelle : (a) toutes les conceptions cibles (concepts, lois, ou toute autre entité ou énoncé théorique), à tout niveau, sont censées être développées comme des éléments de base pour les systèmes correspondants, et non comme des entités indépendantes et (b) tous les processus et toutes les habitudes envisagées (habiletés, dextérités ou dispositions) sont destinés à être développés dans le but de construire et de déployer des systèmes.

Dans le PSE, l'approche émanant du centre, basée sur des systèmes, permet aux apprenants de réaliser une vue d'ensemble cohérente des différents matériels d'un cours dans une discipline donnée et, surtout, entre différentes disciplines. Le profil 4-P est promu dans un curriculum transdisciplinaire afin d'aider les apprenants à supprimer les barrières, et à transcender l'approche fragmentaire, dans la même discipline et, particulièrement, entre les différentes disciplines. La transdisciplinarité, dans le PSE implique le développement intelligible et productif: (a) de conceptions, des designs de structure, de processus ou d'habitudes transversaux ou communs, aussi bien que (b) de la capacité de mettre ensemble les aspects spécifiques d'une discipline, afin de faire face à des situations particulières abstraites ou concrètes de la vie quotidienne. Selon le PSE, un tel développement est le mieux réalisé lorsque les apprenants sont explicitement engagés dans la construction et le déploiement de systèmes conceptuels qui reflètent le mieux la nature paradigmatique des différentes disciplines, et qui habilent les apprenants à transférer facilement à d'autres disciplines ce qu'ils apprennent dans une discipline donnée.

5. Les seuils critiques

Les différents systèmes conceptuels, dans le cursus de tout cours, présentent des niveaux différents de complexité, aussi bien dans des perspectives structurale et paradigmatique que cognitive et pédagogique. Ainsi, les systèmes peuvent-ils être classifiés en ensembles d'une complexité croissante dans les deux perspectives. Au niveau inférieur, viennent les systèmes les plus critiques pour les apprenants qui veulent développer une compréhension intelligible des pratiques d'un cours, spécialement au niveau épistémique, et une compétence suffisante pour commencer progressivement à compter davantage sur eux-mêmes que sur l'enseignant dans le processus d'apprentissage. De tels systèmes composent ce que nous appelons la partie *noyau* du cursus. Au niveau supérieur, apparaissent les systèmes *émergents* que les apprenants pourraient développer presque sans l'aide de l'enseignant, à condition d'avoir développé de façon intelligible tous les autres systèmes.

Certains *seuils* peuvent ainsi être définis pour tracer les limites entre les différents systèmes conceptuels dans toute discipline, dans des perspectives paradigmatique et pédagogique. De tels seuils établiraient: (a) une hiérarchie paradigmatique dans une perspective structurale et spécialement (b) une séquence cognitive qui devrait être suivie dans une perspective pédagogique, en couvrant le programme (scope). Les seuils les plus critiques sont « le seuil de base » et « le seuil de maîtrise » (Figure 5). Le seuil de base sépare les systèmes du noyau des systèmes *fondamentaux* (et les habitudes qui y sont liées), alors que le seuil de maîtrise sépare les systèmes *fondamentaux* des systèmes *émergents*.

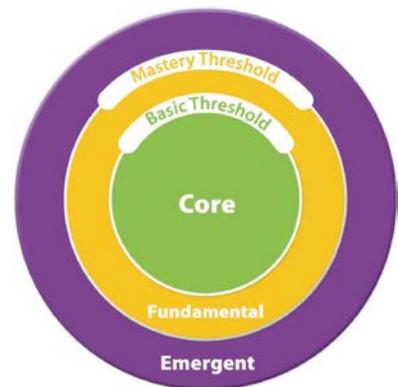


Figure 5: Les seuils critiques

Dans tout cours, les systèmes conceptuels du noyau sont ceux qui permettent aux apprenants de développer, dans des formes simples, les conceptions et les habitudes les plus fondamentales et les plus critiques de la discipline qui font objet du cours. Les systèmes fondamentaux sont des systèmes plus complexes dans le contexte desquels les apprenants renforcent et élargissent les limites des conceptions et des habitudes du noyau, et en font dériver de nouvelles conceptions et habitudes. Les systèmes émergents peuvent émerger de la composition de deux systèmes du noyau ou plus ou systèmes fondamentaux, ou bien être des systèmes entièrement nouveaux et plus complexes.

Un apprenant a besoin de développer de façon intelligible la totalité des systèmes du noyau avant de procéder aux systèmes fondamentaux. Tout défaut dans le développement de n'importe quelle conception ou habitude dans l'ensemble du noyau empêche l'apprenant de traverser le seuil de base, et par suite de développer de façon intelligible les systèmes fondamentaux. Les apprenants requièrent normalement l'aide importante de l'enseignant, afin d'atteindre un tel seuil, particulièrement au niveau épistémique. Une fois ce seuil franchi par les apprenants, l'enseignant peut se retirer progressivement du cadre jusqu'à ce que les apprenants franchissent le seuil de maîtrise. Au-delà de ce seuil, les apprenants devraient être capables de développer les systèmes émergents plus complexes avec la moindre assistance possible de l'enseignant.

La classification à trois niveaux et les deux seuils critiques définis plus haut, en relation avec un nombre de systèmes dans un cours donné, pourraient, selon la nature du cours et son contenu, porter de même sur un système particulier dans un autre cours. Dans ce cas, le noyau, la partie fondamentale et la partie émergente du cours pourraient porter sur des systèmes subsidiaires, ou sur des conceptions d'une complexité croissante et sur des habitudes nécessaires à leur développement. Les systèmes subsidiaires sont des cas particuliers du système visé avec lesquelles les apprenants sont familiers et qui peuvent faciliter le développement de ce système.

Par exemple, dans la théorie de Newton, deux systèmes, le modèle de la particule libre et le modèle de la particule uniformément accélérée, sont très cruciaux pour l'apprenant afin qu'il développe toutes les conceptions newtoniennes à propos du mouvement de translation, allant des concepts d'état, jusqu'aux lois de la dynamique. Le premier modèle est un système conceptuel qui représente les objets physiques en mouvement à une vitesse constante en l'absence d'aucune force extérieure nette. Le second modèle est un système conceptuel qui représente des objets physiques en mouvement à une accélération constante, c'est-à-dire, à une vitesse qui varie avec des incréments constants dans des intervalles de temps égaux. Les deux modèles composent la partie noyau de n'importe quel cours classique de mécanique. Une fois que les apprenants ont compris de façon intelligible toutes les conceptions newtoniennes et ont développé une compétence suffisante pour déployer productivement ces conceptions dans le contexte des deux modèles en question, ils atteignent le seuil de base et deviennent prêts à développer progressivement des modèles de particule plus complexes et évoluer vers le seuil de maîtrise et au-delà.

Dans certains cours élémentaires de physique, le contenu portant sur la théorie de Newton peut être limité à un ou deux systèmes. Par exemple, quand ce contenu est limité au modèle de la particule uniformément accélérée, (a) la partie noyau du cours peut se composer du modèle subsidiaire représentant les objets physiques qui s'accélèrent linéairement dans une direction spécifique comme dans la chute libre, (b) la partie fondamentale, du modèle subsidiaire représentant les objets physiques qui s'accélèrent linéairement mais qui inversent la direction le long de la même ligne (ex. jeter un objet verticalement vers le haut) et (c) la partie émergente, du modèle subsidiaire représentant des objets physiques en mouvement parabolique sur la terre ou dans l'espace. Dans les trois cas, les mêmes concepts et lois de Newton s'appliquent, mais avec une complexité croissante, et quelques conceptions sont ajoutées pour compléter le cadre, au fur et à mesure que nous passons du noyau vers les modèles subsidiaires émergents (comme le principe de superposition dans le dernier cas).

6. La taxonomie des outcomes d'apprentissage

Selon le PSE, le profil 4-P (Figure 3) se traduit, dans n'importe quel curriculum, par des outcomes d'apprentissage épistémiques, cognitifs, comportementaux et métacognitifs conformément à une taxonomie développée par cet auteur. La taxonomie peut être appliquée dans tout cadre pédagogique pour spécifier les conceptions, les habiletés du raisonnement, les dextérités et les dispositions que l'apprenant a besoin d'acquérir dans toute discipline de l'enseignement pour réussir dans la vie moderne.

La taxonomie est l'interface principale entre le cadre de référence d'un curriculum et ses aspects pratiques, à savoir le programme d'étude ou cursus de la (ou des) discipline(s) correspondante(s) à chaque classe, et les moyens et méthodes d'apprentissage, d'enseignement et d'évaluation. Le but principal de tout curriculum, tel que nous le voyons, est d'aider les apprenants à développer un profil particulier à la fin du parcours scolaire. Alors que le PSE œuvre à doter les apprenants du profil 4-P (Figure 6), d'autres cadres pédagogiques définissent le profil visé sous différents noms et de différentes manières. L'idéal serait que le profil fût traduit en « attentes », ou en « outputs » d'une forme ou d'une autre, qu'on peut réifier et que les apprenants sont censés achever à certains égards et dans certaine mesure à la fin de chaque classe ou niveau éducatif (par exemple, les outcomes, les benchmarks, les compétences, ou les objectifs). Selon le PSE, il est préférable que le profil 4-P soit traduit en « outcomes d'apprentissage » que l'apprenant est censé développer progressivement dans une classe donnée et à travers les diverses classes.

La taxonomie, en général, est un outil générique qui classe les outputs attendus de toutes sortes (les outcomes d'apprentissage ou autre) de façon à faciliter le déploiement d'un curriculum à tous égards, allant de l'écriture des manuels scolaires, à l'élaboration des plans de leçons et leur exécution, jusqu'à l'évaluation. La classification est artificielle, dans le sens que les constituants du profil, comme les conceptions et les habiletés du raisonnement, ne sont pas distingués comme tels anatomiquement dans notre cerveau, et une variété de tels constituants est invoquée simultanément dans notre esprit, pour une quelconque activité mentale ou physique (bien qu'un constituant puisse dominer les autres). Cependant, il est nécessaire d'organiser correctement les attentes dans l'enseignement et contrôler la manière dont elles sont réalisées. C'est la raison d'être de la taxonomie.

Notre taxonomie est quadridimensionnelle : épistémique, cognitive, comportementale et métacognitive. La dimension *épistémique* aide à définir clairement tout ce que l'apprenant a besoin de « savoir » à propos des différentes *conceptions* dans n'importe quel domaine éducatif. Les conceptions incluent les concepts, les lois, les principes, les théorèmes, et tout autre énoncé accepté par une communauté de professionnels (le répertoire entier dont se compose l'épistémè de cette communauté). La dimension *cognitive* aide à identifier les *habiletés du raisonnement* requises pour une compréhension intelligible et un déploiement productif de ces conceptions, individuellement ou ensemble dans des modèles ou des systèmes spécifiques. La dimension *comportementale* aide à spécifier les *dextérités*, ou les habiletés pratiques (ou compétences pour certains), requises pour le même but. La dimension *métacognitive* aide à indiquer les *dispositions* voulues afin de contrôler l'engagement de l'apprenant dans les trois autres dimensions pour le développement et le déploiement efficace et intelligible du profil.

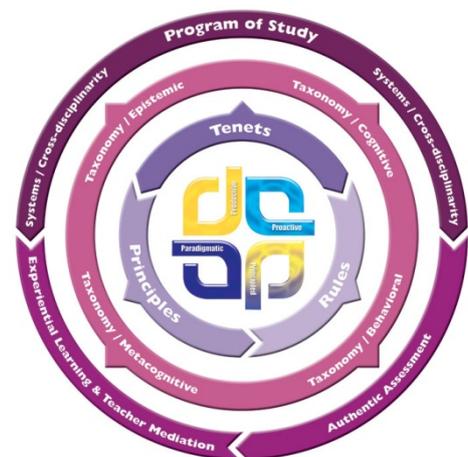


Figure 6: Le déploiement du PSE pour le développement du profil 4-P.

Dans notre taxonomie, chacune des quatre dimensions se compose de cinq facettes (Tableau 1). La dimension épistémique couvre le contenu du savoir se rapportant au champ et à la structure de tout système ou toute conception qui lui est liée, et plus précisément, son domaine et sa fonction (champ), ainsi que sa composition, sa structure interne et sa structure externe (structure). Chaque facette des trois autres dimensions inclut une variété d'habiletés

de raisonnement (dimension cognitive), de dextérités (dimension comportementale), ou de dispositions (dimension métacognitive). Les quatre dimensions de la taxonomie et la façon dont leurs facettes sont traduites en outcomes d'apprentissage sont présentées dans un document annexe (Halloun, 2012).

Tableau 1
La taxonomie

Dimensions	Epistémique	Cognitive	Comportementale	Métacognitive
Facettes	Domaine	Raisonnement analytique	Dextérités de communication	Affects
	Fonction	Raisonnement critérié	Dextérités de TIC	Attitudes
	Composition	Raisonnement relationnel	Dextérités de manipulation	Moralité et éthique
	Structure interne	Raisonnement critique	Dextérités artistiques	Valeurs
	Structure externe	Raisonnement logique	Dextérités d'éco-engagement	Opinions et croyances

7. Développement cognitif et évolution du profil

Il n'existe aucune hiérarchie cognitive particulière entre les quatre dimensions de la taxonomie ou entre les cinq facettes d'une dimension quelconque. Cependant, une certaine hiérarchie pourrait être identifiée au sein de chaque facette qui dépend de sa complexité, des exigences cognitives imposées par la facette ou par les attentes y incluses.

Par exemple, dans la facette cognitive du raisonnement analytique, nous pouvons distinguer entre l'exploration et la différenciation, ou entre la description, l'explication et la prédiction. L'exploration concerne une vue générale d'une situation particulière (système ou phénomène), sans distinction entre les différents facteurs de cette situation. Cependant, la différenciation concerne la distinction entre les facteurs primaires et secondaires, c'est à dire, et respectivement, entre les facteurs qui sont pertinents à la situation, et ceux qui ne le sont pas. La description et l'explication présentent, respectivement, comment et pourquoi la situation existe de telle façon à un point donné de l'espace et du temps, alors que la prédiction stipule comment la situation pourrait évoluer dans l'avenir sous certaines conditions, ou bien comment la situation était dans le passé (post-diction) avant de prendre son état actuel. On peut facilement comprendre que la différenciation occupe un niveau cognitif supérieur à celui de l'exploration et que la prédiction se situe à un niveau supérieur à celui de l'explication (identifier les causes primaires d'une situation donnée) suivie de la description (identifier les constituants primaires de la situation).

Selon le PSE, le profil d'une personne évolue en quatre étapes consécutives à travers les différents niveaux scolaires. On peut mieux comprendre ces étapes dans le contexte de systèmes particuliers dans une discipline donnée, comme détaillés suivant les quatre

dimensions de la taxonomie. Par conséquent, toute personne peut développer progressivement toute sorte d'outcomes à propos d'un système donné selon les quatre étapes suivantes:

1. *L'initiation (apprentissage primitif)*, lorsque l'apprenant a simplement connaissance de l'existence du système, mais ne sait rien, ou peu, à propos de son champ et de sa structure, et est toujours incapable de développer ou de déployer avec succès les conceptions, les habiletés du raisonnement, les dextérités et les dispositions nécessaires dans n'importe quelle situation.
2. *La gestation (apprentissage de mémoire)*, lorsque l'apprenant développe une connaissance partielle du champ et de la structure du système, et est capable de déployer certaines conceptions, habiletés du raisonnement, dextérités et dispositions, exclusivement dans le contexte du système en question quand il rencontre ce système dans des situations familières.
3. *La réplication (apprentissage par reproduction)*, lorsque l'apprenant développe une connaissance satisfaisante du champ et de la structure du système, et est capable de déployer les conceptions, habiletés du raisonnement, dextérités et dispositions, exclusivement dans le contexte du système en question quand il rencontre ce système dans des situations familières et dans de nouvelles situations plutôt similaires.
4. *L'innovation (apprentissage productif)*, lorsque l'apprenant développe une vaste connaissance du système, et est capable de déployer de façon créative les conceptions, habiletés du raisonnement, dextérités et dispositions correspondantes, dans le contexte du même système comme dans celui d'autres systèmes qu'il rencontre dans des situations complètement nouvelles et inconnues.

Pour établir une relation avec les seuils de la figure 5, on pourrait dire que le seuil de base correspond en quelque sorte à la troisième étape, celle de la réplication, tandis que le seuil de maîtrise correspond à la quatrième étape, celle de l'innovation.

Le Tableau 2 montre les termes utilisés dans le PSE pour indiquer le niveau auquel les apprenants sont censés parvenir en développant chaque facette à une étape donnée du développement du profil. Un apprenant peut être à différentes étapes dans le développement des quatre dimensions de la taxonomie, ou même par rapport aux cinq facettes dans la même dimension. Cependant, pour atteindre une étape donnée du profil, l'apprenant doit parvenir exactement à la même étape dans les quatre dimensions de la taxonomie.

Tableau 2
Étapes de développement du PSE

Étape	Profil	Conception	Raisonnement	Dextérité	Disposition
1	Initiation	Rencontre	Commencement	Observation	Conscience
2	Gestation	Reconnaissance	Tentative	Approximation	Adaptation
3	Réplication	Compréhension	Reproduction	Performance	Conformité
4	Innovation	Intelligibilité	Production	Perfection	Engagement

8. Cycles d'apprentissage expérientiels assistés

Selon le PSE, les apprenants sont constamment engagés dans de différentes activités expérientielles, c'est-à-dire activités d'apprentissage pratiques et mentales, qui les aident à développer, de façon intelligible, l'épistémè d'experts, et de manière productive, les habitudes d'experts (Figure 6). Toutes les activités sont effectuées dans des cycles d'apprentissage bien structurés en 4 phases (exploration, adduction, formulation et déploiement), chaque cycle étant consacré principalement à la construction d'un système conceptuel particulier.

Le cycle d'apprentissage en PSE est un cycle qui sert à la construction et au déploiement d'un système. Chaque cycle commence par une phase d'*exploration* par laquelle les apprenants découvrent les potentiels et les limitations des systèmes conceptuels (ou les conceptions spécifiques relatives) qu'ils ont développés jusqu'ici et réalisent le besoin de construire un nouveau système. Les apprenants sont ensuite orientés, dans la phase d'*adduction*, à proposer un système à titre d'essai et une stratégie appropriée pour tester la validité de ce système. Par la suite, la stratégie mise en œuvre dans la phase de *formulation* pourrait mener les apprenants à un processus de corroboration graduelle et à un raffinement progressif du système proposé. À certains points, durant le processus et après (phase de *déploiement*), les apprenants déploient le système dans le but de le consolider et de le relier à d'autres systèmes, dans le contexte du paradigme auquel appartiennent tous ces systèmes. Le cycle d'apprentissage en PSE est décrit ultérieurement (Halloun, 2004/6).

Tout au long d'un cycle donné, les apprenants sont guidés vers le développement graduel d'un système donné dans les quatre dimensions de la taxonomie et en suivant les quatre étapes présentées plus haut, dans la Partie 7. Le système conceptuel pourrait se rapporter à des situations abstraites et/ou concrètes, et impliquer des entités conceptuelles qui pourraient ou pas représenter des entités physiques. À cet égard, les systèmes conceptuels scientifiques représentent nécessairement des patterns dans le monde physique, tandis que les systèmes mathématiques ou linguistiques pourraient porter exclusivement sur des entités abstraites. Dans les deux cas, les cycles d'apprentissage en PSE sont expérientiels.

Les cycles d'apprentissage en PSE sont expérientiels dans le sens précisé par la « transaction » de Dewey et par l'« expéientialisme » de Lakoff. Ils sont centrés sur les apprenants, dans le sens qu'ils les engagent activement et explicitement dans des négociations entre leurs propres paradigmes et le paradigme d'experts visé, de sorte que les profils individuels des apprenants évoluent consciemment et systématiquement en se mesurant au profil espéré. À cette fin, le processus exige la médiation de l'enseignant, c'est-à-dire que les apprenants ne sont pas livrés entièrement à leur propre volonté libre. Tout cours a un programme spécifique à accomplir : l'évolution intelligible et perspicace vers le profil visé 4-P. Ce programme ne peut être achevé sans la médiation de l'enseignant qui empêche les apprenants de s'égarer et d'errer dans des chemins futiles, et qui structure leurs activités d'apprentissage expérientielles en vue du développement graduel du profil visé.

Les règles de l'engagement dans le processus d'apprentissage pourraient récapituler le développement historique des paradigmes d'experts. Les recherches éducatives ont systématiquement montré, dans les trois dernières décennies, que les apprenants sont encombrés de paradigmes naïfs qui sont souvent des réminiscences du développement

historique de la pensée humaine. Par la suite, les enseignants sont incités à consulter l'histoire de chaque discipline dans le but de mieux comprendre les fondements des paradigmes des apprenants et identifier les cas historiques qui pourraient être déployés dans des cadres éducatifs pour régler le savoir des apprenants et corriger l'incommensurabilité entre les paradigmes de l'apprenant et les paradigmes des experts.

En science, par exemple, la régulation de l'apprenant pourrait être dirigée de différentes manières qui récapitulent l'histoire de la science, spécialement à des points critiques où Galilée et ses successeurs ont compté sur une modélisation systématique ou sur des patterns physiques pour surmonter les limitations de la réflexion naïve et effectuer dans la science des changements paradigmatiques majeurs. En effet, dans l'enseignement scientifique selon le PSE, le réalisme de l'apprenant est souvent régulé avec succès en vue de parvenir à un certain niveau de commensurabilité avec le réalisme scientifique, en guidant les apprenants à travers des processus similaires à ceux des raffinements successifs pratiqués de théories basées sur des modèles par lesquels Galilée et ses successeurs ont passé.

9. L'évaluation authentique

La médiation de l'enseignant en PSE est guidée par une évaluation authentique qui permet à l'enseignant et aux apprenants : (a) de mesurer jusqu'à quel degré chaque apprenant a atteint des outcomes d'apprentissage de tout genre à des moments spécifiques de leur enseignement, (b) d'identifier les voies du progrès ou de l'évolution des profils individuels des apprenants tout au long de l'enseignement, (c) de suivre et de réguler efficacement l'évolution du profil de l'apprenant, le long de ces voies, de manières intelligibles et (d) d'évaluer et de réguler efficacement le contenu du cours, la pratique de l'enseignant et, par la suite, le curriculum.

L'évaluation en PSE n'est pas une fin en soi. Elle est censée être une évaluation authentique « *pour* » un apprentissage intelligible et non une évaluation « *de* » la mémorisation du contenu d'un cours. Les évaluations en PSE sont alors conçues pour guider l'apprentissage et l'enseignement (Figure 6). À cette fin, les items d'évaluation, de n'importe quel type ou quelle forme, sont planifiés et la performance de l'apprenant est notée pour indiquer jusqu'à quel degré il a développé une conception, une habileté de raisonnement, une dextérité ou une disposition données.

Selon le PSE, les enseignants comptent sur la rubrique de profilage du Tableau 3 pour concevoir de différents types et formes d'outils d'évaluation ; de même, ils comptent sur ce tableau pour la planification et la mise en œuvre de l'enseignement. La rubrique propose l'évolution du profil en 4 étapes, telle qu'étudiée dans la Partie 7, afin de guider le processus d'accumulation des « points » sur différents items portant sur une dimension donnée de la taxonomie, et pour indiquer le niveau vers lequel le profil de l'apprenant a évolué le long de cette dimension. Étant donné que l'objectif majeur de l'évaluation est de surveiller et de réguler l'évolution des profils individuels des apprenants, les enseignants conçoivent et déploient leurs outils dans le but de déterminer l'étape atteinte par un apprenant dans la hiérarchie des 4-étapes et, par la suite, prescrire le remède approprié ou les activités de renforcement de l'apprentissage. En procédant ainsi, les enseignants font spécialement attention aux seuils critiques étudiés dans la Partie 5.

Tableau 3
Rubrique de profilage

Niveau	Épistémique	Cognitif/Comportemental/Métacognitif
1	L'apprenant a réalisé <i>à peine</i> , voire pas du tout, le champ ou la structure d'un système.	L'apprenant démontre <i>à peine</i> sa capacité de déployer l'habitude (habileté du raisonnement, dextérité ou disposition) dans le contexte de n'importe quel système.
2	L'apprenant a <i>partiellement</i> réalisé le champ ou la structure d'un système dans le cadre de situations <i>familieres</i> .	L'apprenant démontre sa capacité de déployer <i>partiellement</i> l'habitude dans le contexte de certains systèmes/situations <i>familiers</i> .
3	L'apprenant a réalisé le champ et la structure d'un système, <i>dans la mesure requise</i> , dans le cadre de situations <i>familieres</i> ou de nouvelles situations similaires.	L'apprenant démontre sa capacité de déployer l'habitude, <i>dans la mesure requise</i> , dans le contexte de systèmes/situations <i>familiers</i> ou similaires.
4	L'apprenant a affermi sa connaissance à propos du champ et de la structure d'un système <i>au-delà du requis</i> dans le cadre de situations nouvelles qui <i>ne sont pas similaires</i> aux situations familiales.	L'apprenant démontre sa capacité de déployer l'habitude <i>au-delà du requis</i> , dans le contexte de nouveaux systèmes/situations qui <i>ne sont pas similaires</i> aux situations familiales.

10. Le déploiement du PSE

Le PSE est déployé dans plusieurs projets à l'Educational Research Center (ERC), y compris deux initiatives panarabes majeures, le Baccalauréat Arabe International (IAB), et un programme pour la formation des enseignants, qui sera lancé prochainement, visant le développement professionnel continu des enseignants en service. L'IAB cherche à promouvoir le développement du profil 4-P (Figure 6). Il est basé sur une plateforme électronique pour une évaluation authentique qui permet le monitoring continu des profils individuels des apprenants ; cette plateforme offre également l'accès à de différents items pour l'évaluation authentique. Elle évolue progressivement pour devenir une plateforme d'apprentissage électronique qui serait utilisée pour un apprentissage mixte tant dans l'IAB que dans le programme pour la formation des enseignants. D'amples détails sur ce sujet et concernant d'autres initiatives du PSE dépassent les limites de cet article, et peuvent être trouvés sur www.EducationalRC.org/IAB.