

Acquis d'apprentissage, syllabi, approche programme

Un système intégré de gestion du processus d'éducation et de formation

Ricardo Camarero, Clément Fortin, Guy Cloutier

Ecole Polytechnique de Montréal

Jacques Raynauld, Olivier Gerbé

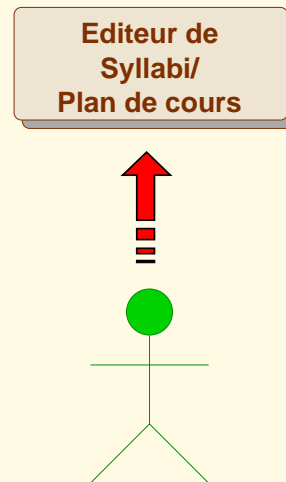
HEC Montréal

Claude Coulombe, Nobry Ouk

MATI, Montréal

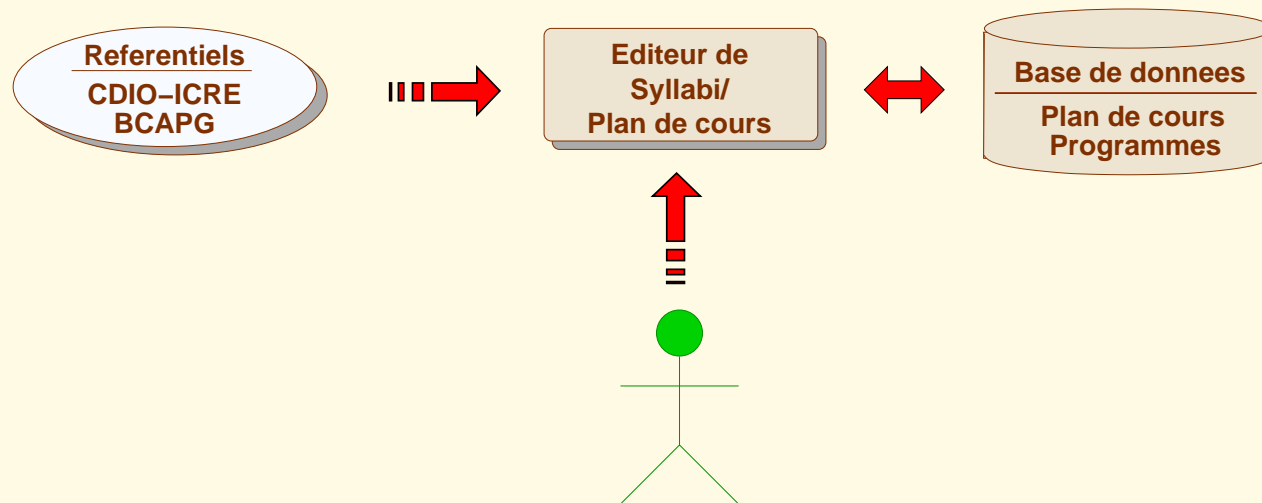
Architecture du système

L'objectif de ce travail est de démontrer le potentiel d'un système d'information basé sur un modèle sémantique de cours pour fins de conception, d'apprentissage et de certification de programmes de formation.



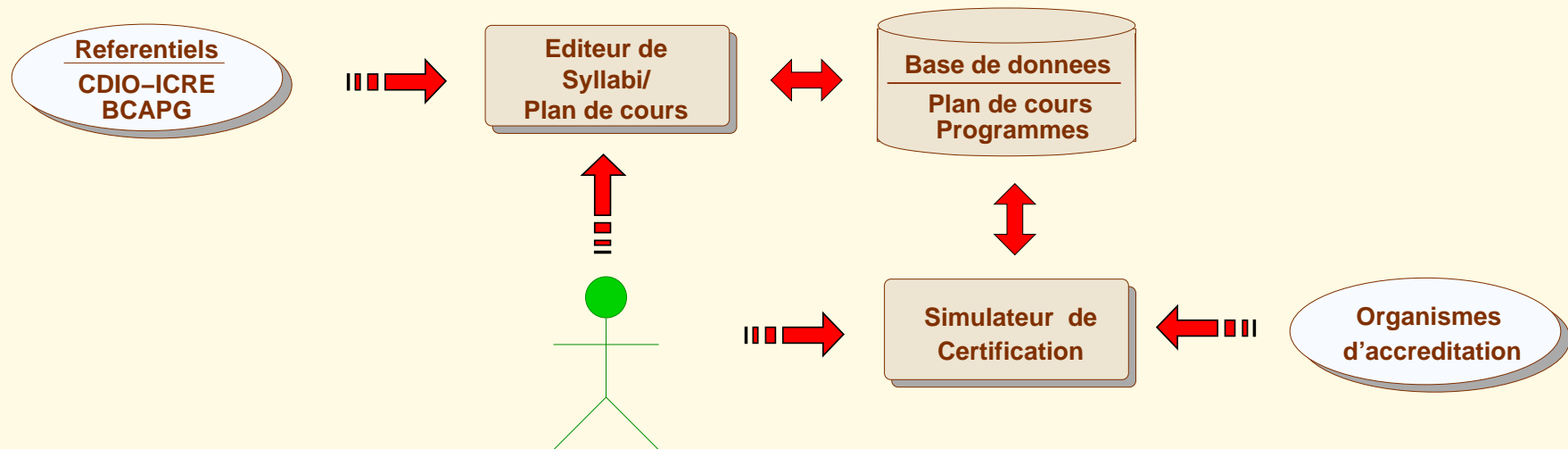
Architecture du système

L'objectif de ce travail est de démontrer le potentiel d'un système d'information basé sur un modèle sémantique de cours pour fins de conception, d'apprentissage et de certification de programmes de formation.



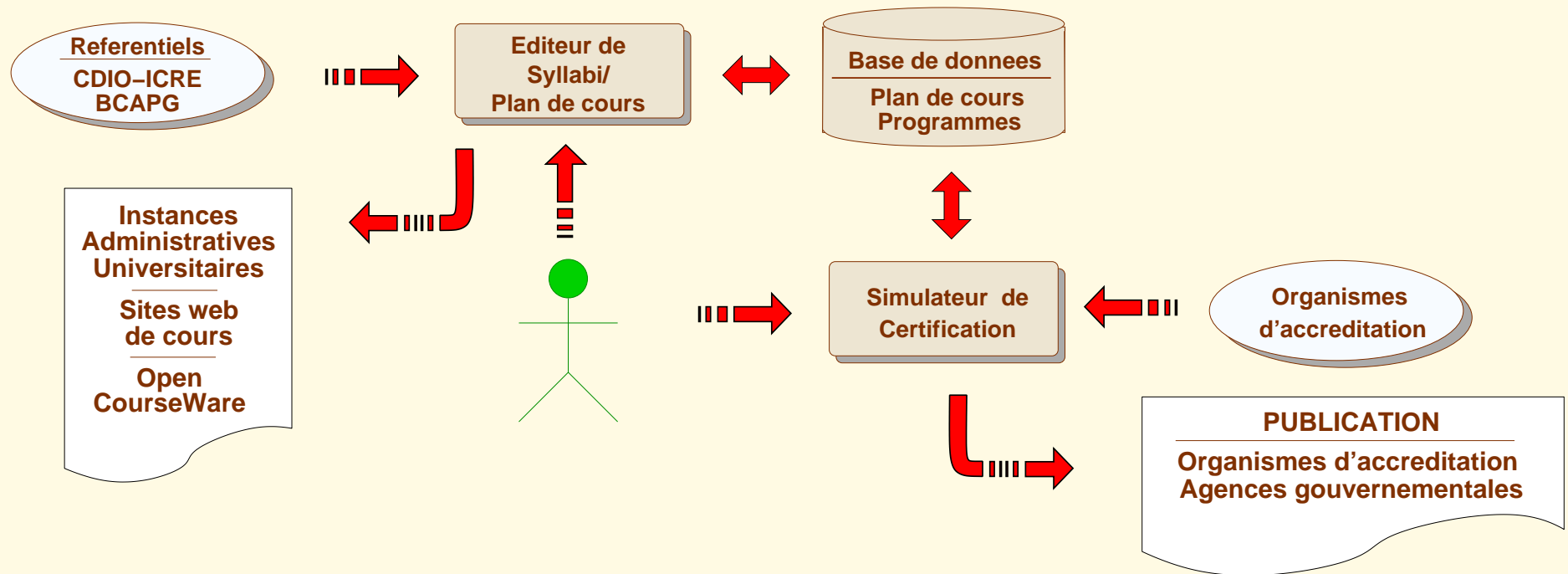
Architecture du système

L'objectif de ce travail est de démontrer le potentiel d'un système d'information basé sur un modèle sémantique de cours pour fins de conception, d'apprentissage et de certification de programmes de formation.



Architecture du système

L'objectif de ce travail est de démontrer le potentiel d'un système d'information basé sur un modèle sémantique de cours pour fins de conception, d'apprentissage et de certification de programmes de formation.

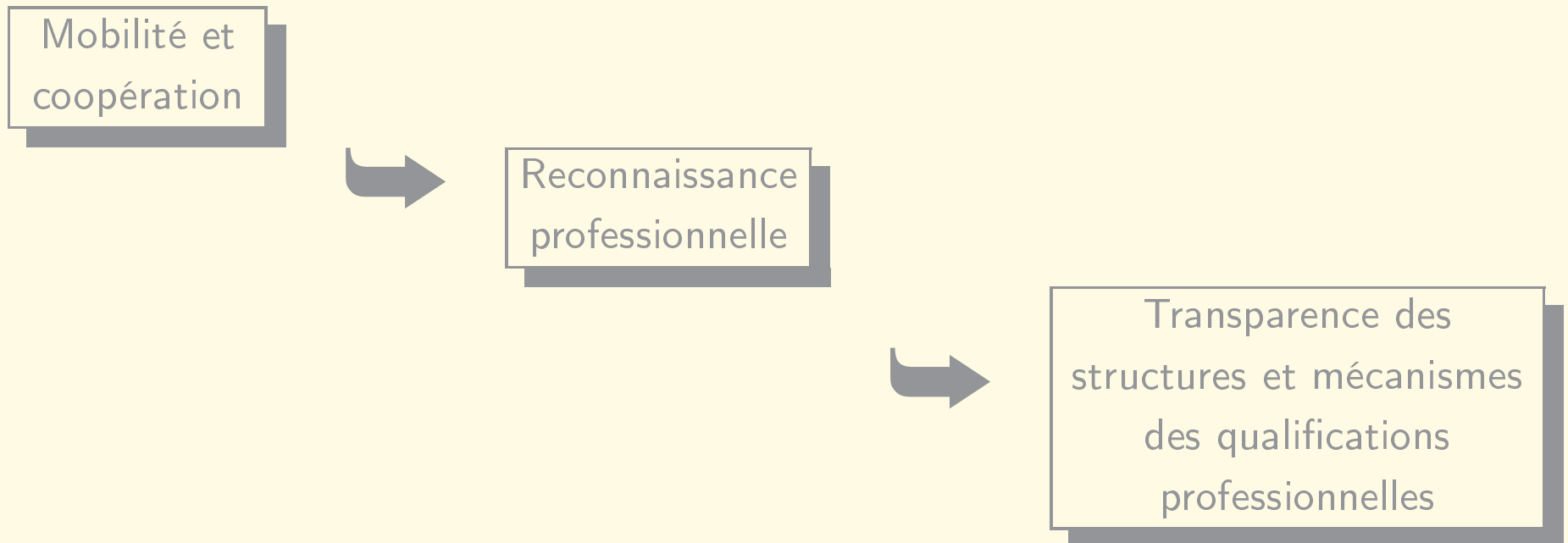


Une économie du savoir

Une économie du savoir, compétitive et dynamique, repose sur:

Pour les individus *Employabilité: la mobilité et la prise en compte de la gestion de la carrière (LLL) des individus;*

Pour les entreprises *Développement et compétitivité: attirer les meilleures compétences aux niveaux national et international.*



Qualifications

Un cadre de référence pour les qualifications est un mécanisme pour formuler les apprentissages et compétences qu'un diplômé doit posséder.

Traditionnellement Ensemble des aptitudes générales d'un individu, nécessaires à l'exécution d'une tâche, avec des regroupements par expertise et niveau de responsabilité.

Une nouvelle tendance Les qualifications sont énoncées comme les capacités et habilités nécessaires pour faire face à certaines situations.

Qualifications

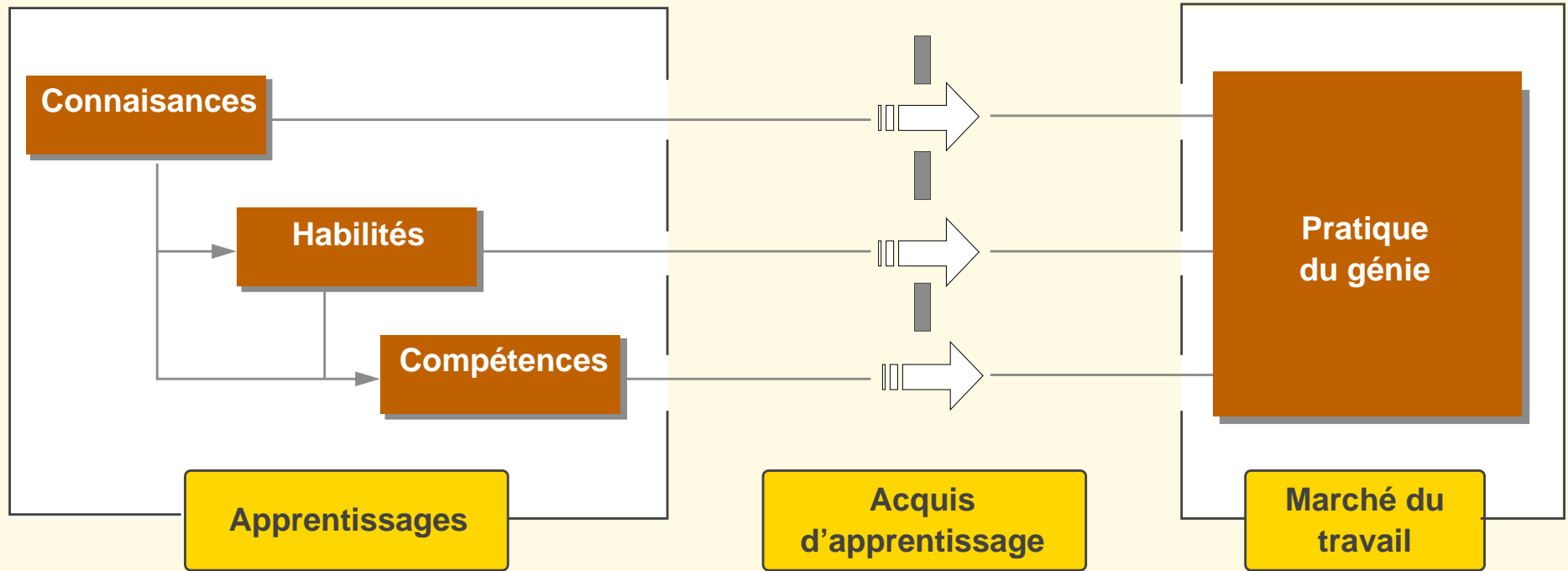
Un cadre de référence pour les qualifications est un mécanisme pour formuler les apprentissages et compétences qu'un diplômé doit posséder.

Traditionnellement Ensemble des aptitudes générales d'un individu, nécessaires à l'exécution d'une tâche, avec des regroupements par expertise et niveau de responsabilité.

Une nouvelle tendance Les qualifications sont énoncées comme les capacités et habilités nécessaires pour faire face à certaines situations.

Ceci a donné lieu à:

- *l'élaboration de listes d'acquis d'apprentissage (cadre de référence) pour la vérification de la conformité avec les normes d'accréditation;*
- *un cadre pour la démonstration de l'atteinte des qualifications;*
- *la spécification de la différence incrémentale entre les diplômes.*



Élaboration des programmes d'études

Traditionnellement:

- | | | |
|---------------------------------|---|--------------------------|
| contenu | → | le syllabus et objectifs |
| charge de travail de l'étudiant | → | les crédits |
| vérification | → | accréditation |

Élaboration des programmes d'études

Traditionnellement:

contenu

→ le syllabus et objectifs

charge de travail de l'étudiant

→ les crédits

vérification

→ accréditation

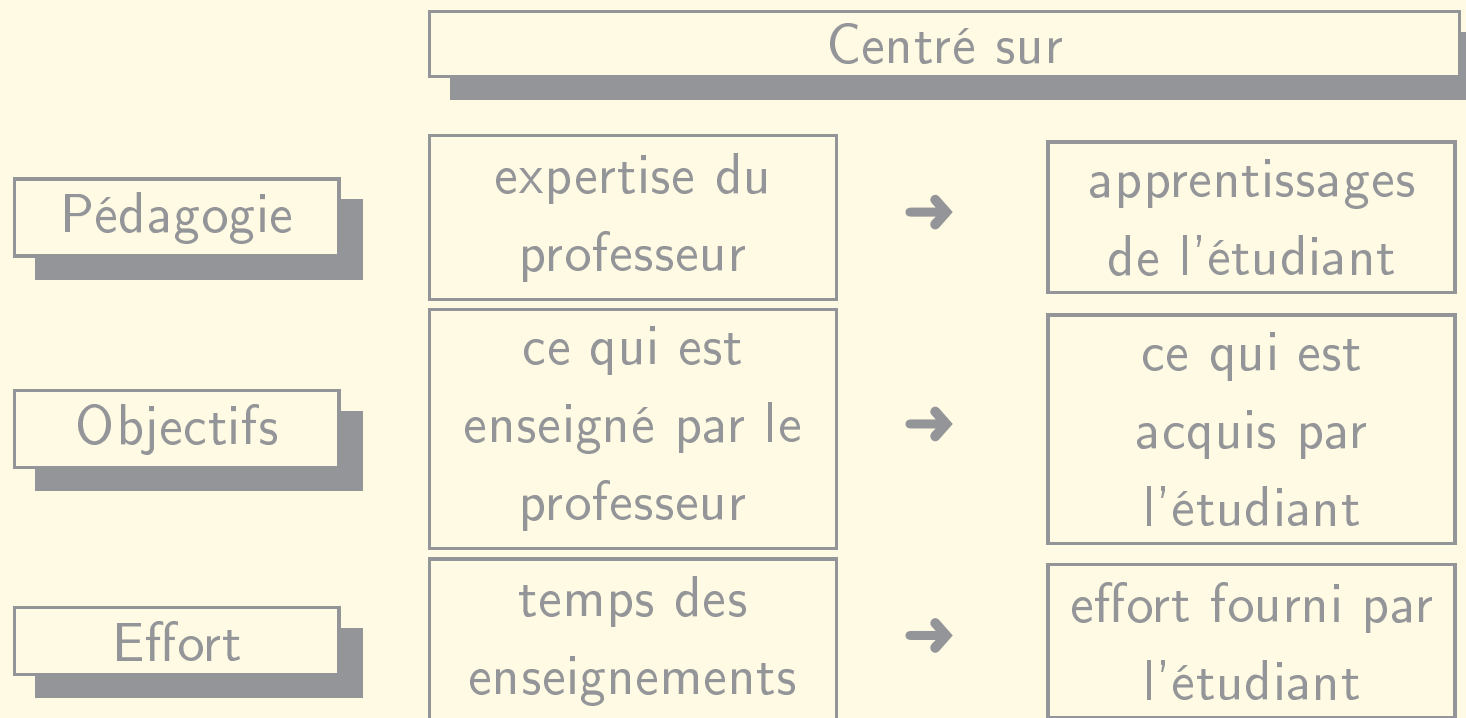
ce qui est enseigné

≠

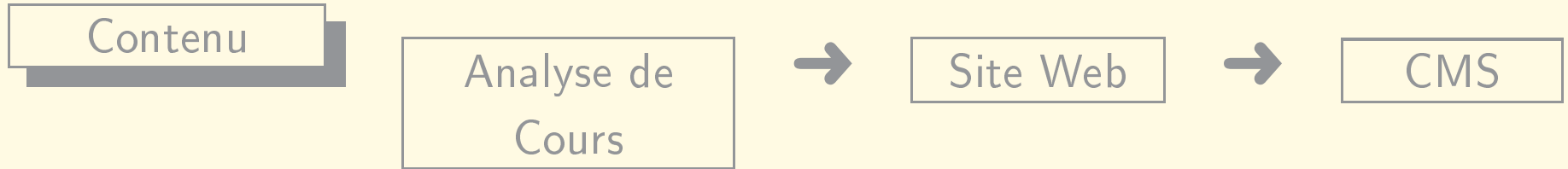
ce qui est appris

Adaptation du processus d'éducation

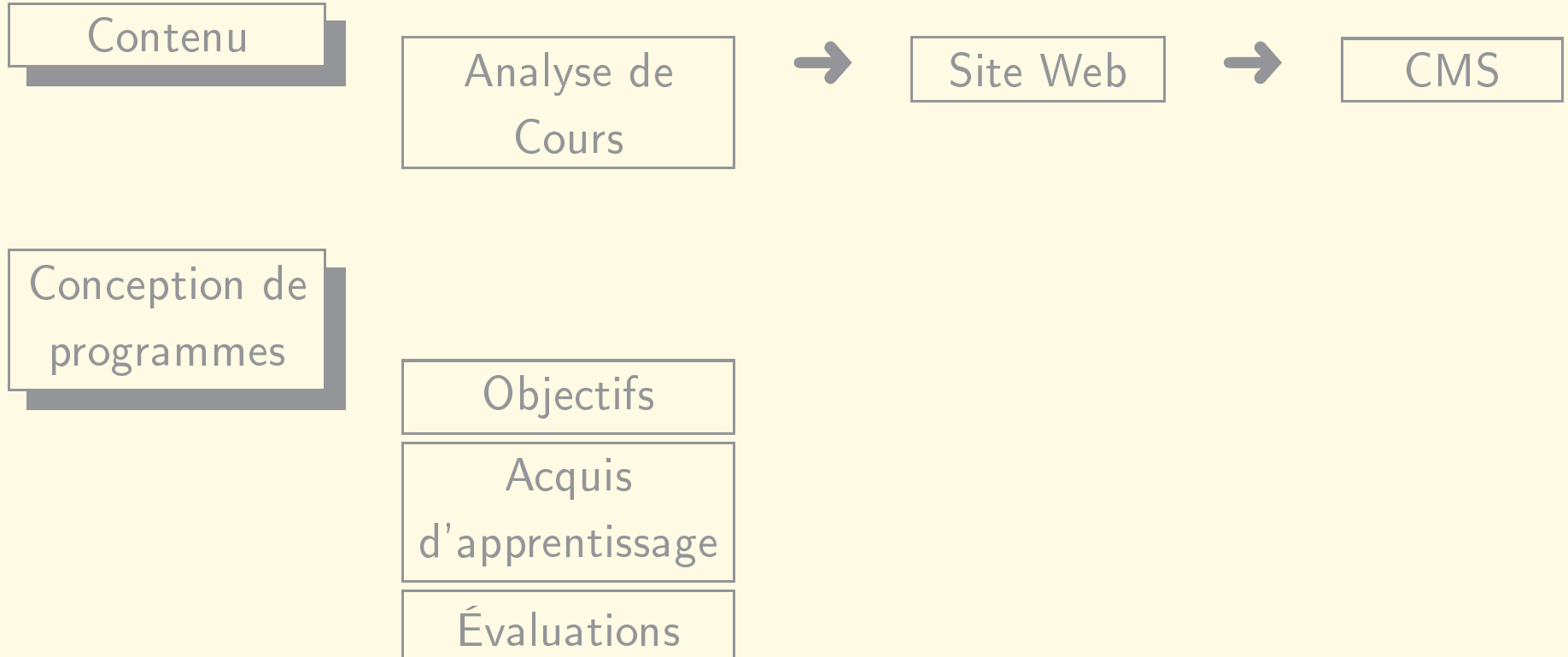
1. Une structure curriculaire: codifications des savoirs, habilités et compétences;
2. un système de mesure du travail et des acquis d'apprentissage;
3. un mécanisme d'accréditation basé sur une démarche assurance qualité reconnue.



Analyse de cours



Analyse de cours



Problématique

Présentement, il n'existe pas de format généralement accepté pour la représentation des analyses de cours ou syllabus:

- *L'absence d'une structure interne qui défini la sémantique donne lieu à une grande variété dans la représentation de ces documents;*
- *la présentation et la publication sont limitées au traitement de texte ou l'affichage par les outils Web;*
- *D'un point de vue système, ceci même à une dispersion et duplication de l'information qui empêche l'intégration pour le traitement et la gestion des données.*

Problématique

Présentement, il n'existe pas de format généralement accepté pour la représentation des analyses de cours ou syllabus:

- *L'absence d'une structure interne qui définit la sémantique donne lieu à une grande variété dans la représentation de ces documents;*
- *la présentation et la publication sont limitées au traitement de texte ou l'affichage par les outils Web;*
- *D'un point de vue système, ceci mène à une dispersion et duplication de l'information qui empêche l'intégration pour le traitement et la gestion des données.*

Quel que soit le support utilisé pour leur création et publication, ces documents sont essentiellement des documents "papier" qui n'offrent aucune possibilité de production ou de traitement automatisés de leur contenu.

Approche proposée

OpenSyllabus

Un modèle électronique basé sur XML pour la création, l'édition et la publication de plans de cours qui peut être relié à des gestionnaires académiques de cours et des systèmes d'information administratifs.

Référentiel de Compétences

Une codification des connaissances, habilités, et aptitudes attendues d'un diplômé.

Approche proposée

OpenSyllabus

Un modèle électronique basé sur XML pour la création, l'édition et la publication de plans de cours qui peut être relié à des gestionnaires académiques de cours et des systèmes d'information administratifs.

Structure et
organization



structure
sémantique

Fonctions de présentation
et d'affichage



intégration
vers des CMS

Référentiel de Compétences

Une codification des connaissances, habilités, et aptitudes attendues d'un diplômé.

Organisation curriculaire



Le syllabus ICRE

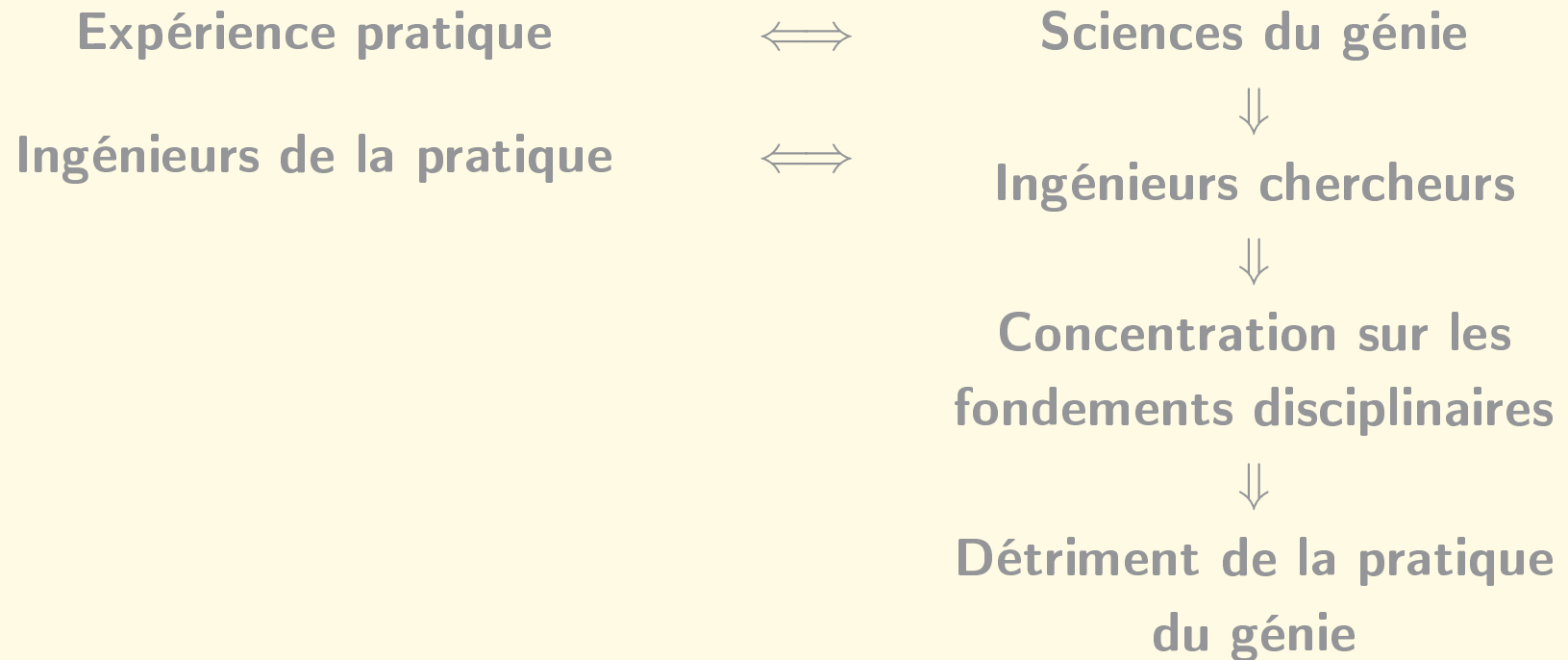
Le cadre d'un processus d'assurance qualité implique la spécification des objectifs des cours et des programmes ainsi que les mécanismes de vérification que les buts ont été atteints.

- *Le Syllabus CDIO peut être utilisé dans l'implantation d'une structure curriculaire complète et cohérente:*
 - *Il se veut générique, c'-à-d indépendant du pays et de la discipline;*
 - *des comparaisons^a montrent que le Syllabus CDIO possède une structure logique qui facilite l'adaptation à différents types de formations, et qui couvrent presque complètement l'ensemble des exigences de plusieurs organismes d'accréditation nationaux.*
- *OpenSyllabus peut être utilisé pour structurer et assembler les divers éléments pédagogiques d'une analyse de cours électronique.*

^aCrawley, E. F. et al. Modification to the CDIO SYLLABUS: Updates and expansions to include Leadership and Entrepreneurship. In Proceedings of the 5th International CDIO Conference, Singapore Polytechnic, Singapore, June 7-10, 2009. <http://www.cdio.org>, 2009.

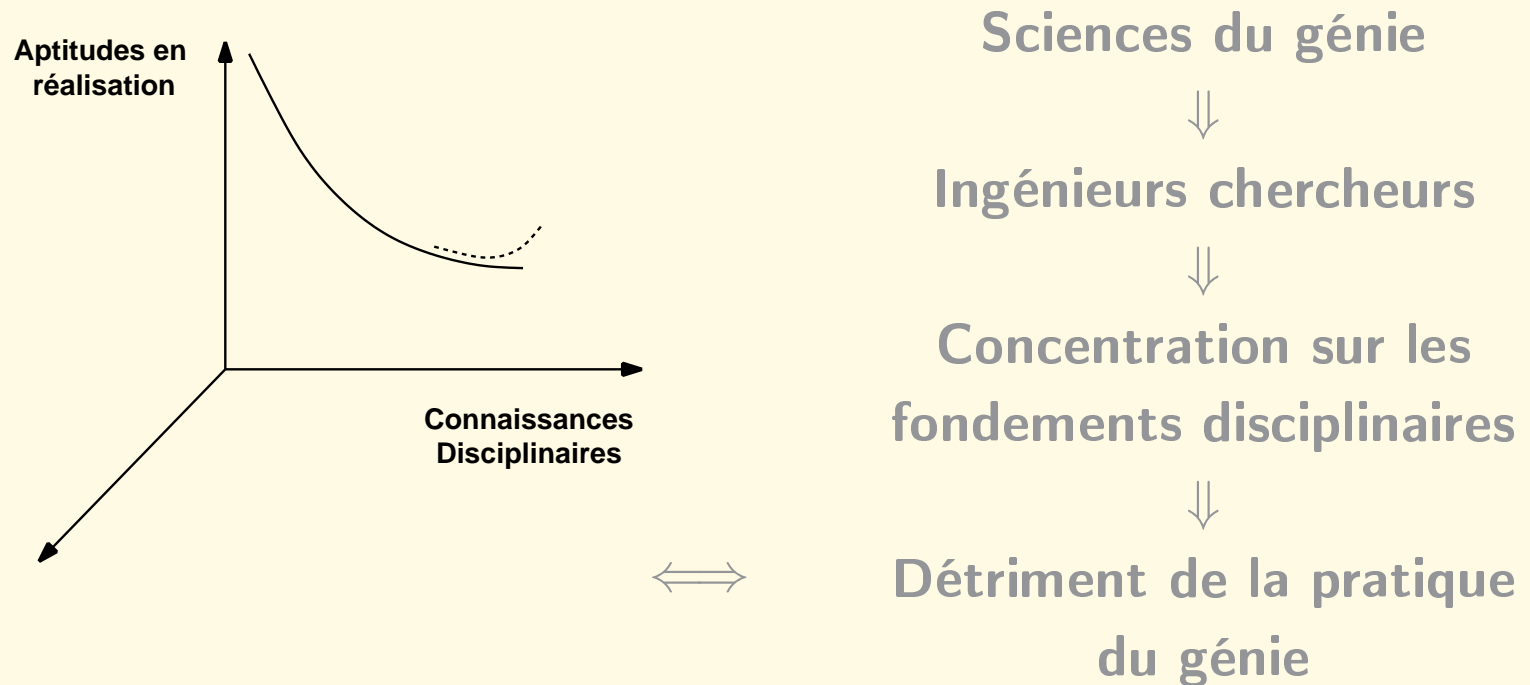
Modèles de formation en génie

Formation axée sur



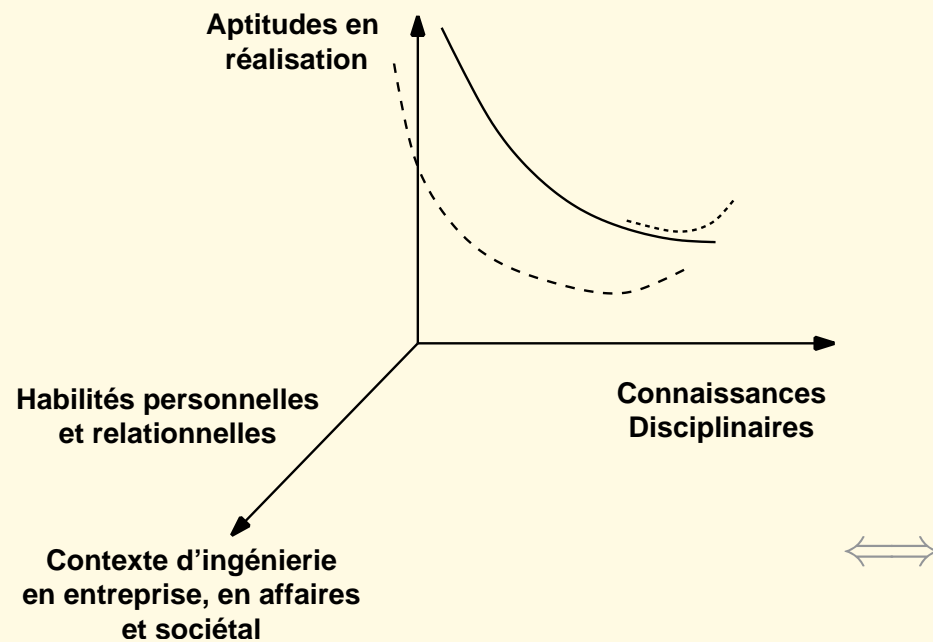
Modèles de formation en génie

Équilibre entre différentes composantes essentielles pour la formation



Modèles de formation en génie

Des diplômés qui



- *comprennent les sciences et techniques fondamentales;*
- *ont acquis une forte expérience de conception en ingénierie;*
- *maîtrisent des habiletés personnelles et relationnelles nécessaires à la pratique du génie dans un environnement multi-disciplinaire de travail en équipe.*

Le Syllabus CDIO-ICRE

Le Syllabus CDIO est une codification structurée et globale des connaissances, habilités et aptitudes attendues d'un diplômé.

<i>Pour développer des systèmes technologiques complexes à valeur ajoutée</i>	⇒	<i>Connaissances techniques fondamentales pertinentes et maîtrise du raisonnement scientifique</i>
<i>Pour entreprendre des projets technologiques d'ingénierie</i>	⇒	<i>Ensemble d'habilités personnelles et professionnelles</i>
<i>Pour travailler en équipe dans un milieu pluridisciplinaire</i>	⇒	<i>Aptitudes interpersonnelles de coopération et communications</i>
<i>Pour développer et exploiter des produits et systèmes, dans un contexte d'entreprise et sociétal</i>	⇒	<i>Qualités d'imagination, conception, réalisation et exploitation de systèmes</i>

La codification se présente sous la forme d'une arborescence à partir de quatre énoncés qui se déclinent en sous-niveaux.

Les activités d'apprentissage sont fortement intégrées aux quatre méta-étapes de la démarche d'ingénieur:



1. CONNAISSANCES TECHNIQUES ET RAISONNEMENT
 - 1.1. *Connaissance des sciences de base*
 - 1.2. *Connaissance des principes fondamentaux de l'ingénierie*
 - 1.3. *Niveau de connaissances avancé en ingénierie*
2. COMPÉTENCES ET HABILITÉS PROFESSIONNELLES ET PERSONNELLES
 - 2.1. *Raisonnement technique et résolution de problèmes*
 - 2.2. *Expérimentation et découverte scientifique*
 - 2.3. *Raisonnement de systèmes*
 - 2.4. *Habilités et attributs personnelles*
 - 2.5. *Habilités et compétences professionnelles*
3. HABILITÉS INTERPERSONNELLES: TRAVAIL D'ÉQUIPE ET COMMUNICATION
 - 3.1. *Travail d'équipe*
 - 3.2. *Communication*
4. IMAGINER, CONCEVOIR, RÉALISER, EXPLOITER DES SYSTÈMES DANS UN CONTEXTE SOCIÉTAL ET D'ENTREPRISE
 - 4.1. *Contexte externe et sociétal*
 - 4.2. *Contexte commercial et d'entreprise*
 - 4.3. *Imaginer des systèmes*
 - 4.4. *Concevoir*
 - 4.5. *Réaliser*
 - 4.6. *Exploiter*

Formulation des acquis d'apprentissage

En plus de la codification des enseignements (contenus), le Syllabus CDIO-ICRE introduit le niveau des acquis d'apprentissage pour les connaissances, habilités et aptitudes dans le cadre d'un référentiel.

Le niveau	Un verbe	La qualité	Le contexte	L'autonomie
-----------	----------	------------	-------------	-------------

Le niveau	<i>Référentiel de Bloom, CDIO-Bloom, EQF</i>
Un verbe	<i>Choix dans une liste, par niveau</i>
La qualité	<i>Codification: BCAPG, CDIO-ICRE</i>
Le contexte	<i>EQF-CEC</i>
L'autonomie	<i>EQF-CEC</i>

Le niveau	Un verbe	La qualité	Le contexte	L'autonomie
-----------	----------	------------	-------------	-------------

- 1 Avoir fait l'expérience de ou avoir vu
- 2 Être capable de participer à et de contribuer à
- 3 Être capable de comprendre et d'expliquer
- 4 Avoir l'habilité de pratiquer ou de mettre en oeuvre
- 5 Être capable de diriger ou d'innover dans

Le niveau	Un verbe	La qualité	Le contexte	L'autonomie
-----------	----------	------------	-------------	-------------

<i>Create, Formulate, Estimate, Synthesize, Evaluate</i>
<i>Conceive, Transform, Innovate, Implement, Negotiate, Debate, Construct</i>
<i>Plan, Supervise, Make decisions, Build, Solve, Use, Explain, Discuss, Interpret, Translate, Demonstrate, Modify, Predict, Update, Apply, Practice, Employ, Utilize, Prepare, Analyze, Examine, Appraise, Compare, Reconcile, Elicit, Question, Experiment, Test, Locate & Classify, Identify</i>
<i>Design, Manage, Surveying, Monitor, Evaluate, Improve, Find, Schedule, Organize, Integrate, Interact, Communicate, Develop, Review, Choose, Select, Define, List, Recognize, State, Execute, Calculate</i>
<i>Participate, Coordinate, Describe, Understand</i>

Le niveau	Un verbe	La qualité	Le contexte	L'autonomie
-----------	----------	------------	-------------	-------------

1. CONNAISSANCES TECHNIQUES ET RAISONNEMENT
 - 1.1. *Connaissance des sciences de base*
 - 1.2. *Connaissance des principes fondamentaux de l'ingénierie*
 - 1.3. *Niveau de connaissances avancé en ingénierie*
2. COMPÉTENCES ET HABILITÉS PROFESSIONNELLES ET PERSONNELLES
 - 2.1. *Raisonnement technique et résolution de problèmes*
 - 2.2. *Expérimentation et découverte scientifique*
 - 2.3. *Raisonnement de systèmes*
 - 2.4. *Habilités et attributs personnelles*
 - 2.5. *Habilités et compétences professionnelles*
3. HABILITÉS INTERPERSONNELLES: TRAVAIL D'ÉQUIPE ET COMMUNICATION
 - 3.1. *Travail d'équipe*
 - 3.2. *Communication*
4. PRATIQUE DU GÉNIE DANS UN CONTEXTE SOCIÉTAL ET D'ENTREPRISE
 - 4.1. *Contexte externe et sociétal*
 - 4.2. *Contexte commercial et d'entreprise*
 - 4.3. *Imaginer des systèmes*
 - 4.4. *Concevoir*
 - 4.5. *Réaliser*
 - 4.6. *Exploiter*

Le niveau	Un verbe	La qualité	Le contexte	L'autonomie
-----------	----------	------------	--------------------	-------------

À l'avant garde du domaine

Contexte/problème complexes et imprévisibles

Projects/procédés imprévisibles

Activities/tâches particulière non-prévues

Le niveau	Un verbe	La qualité	Le contexte	L'autonomie
-----------	----------	------------	-------------	--------------------

Avec autonomie, autorité et implication

De manière Indépendente

Prise de responsabilité: par soi-même avec la responsabilité

Avec encadrement général: par soi-même avec confiance

Exemples d'acquis d'apprentissage

Le niveau	Un verbe	La qualité	Le contexte	L'autonomie
-----------	----------	------------	-------------	-------------

- | | | | | |
|------------|---|--|--|--|
| ICRE-1.3: | Advanced engineering fundamental knowledge | | | |
| | <i>The graduate is able on his/her own with responsibility: to explain linear and nonlinear mechanical behavior of an aerospace structure.</i> | | | |
| ICRE-2.1: | Engineering reasoning and problem solving | | | |
| | <i>The graduate is able to choose and describe the most appropriate model and method to solve a given problem on his/her own with confidence.</i> | | | |
| ICRE-2.2 : | Experimentation and knowledge discovery | | | |
| | <i>The graduate is able under general supervision to execute test protocole and experimental measurements to solve a given problem; to review and report experimental data.</i> | | | |

Choix d'un référentiel

OpenSyllabus est neutre par rapport au référentiel.

- Bloom
- Bloom-CDIO
- EQF-CEC
-

Au sein de chaque établissement, ce choix doit être adopté par le corps professoral, et interprété et appliqué uniformément:

- le choix des matières enseignées,
- les approches pédagogiques,
- les méthodes d'évaluation.

OpenSyllabus se veut un outil pour faciliter et assister dans la spécification des qualifications et de leur saisie.

Gestion du processus éducatif

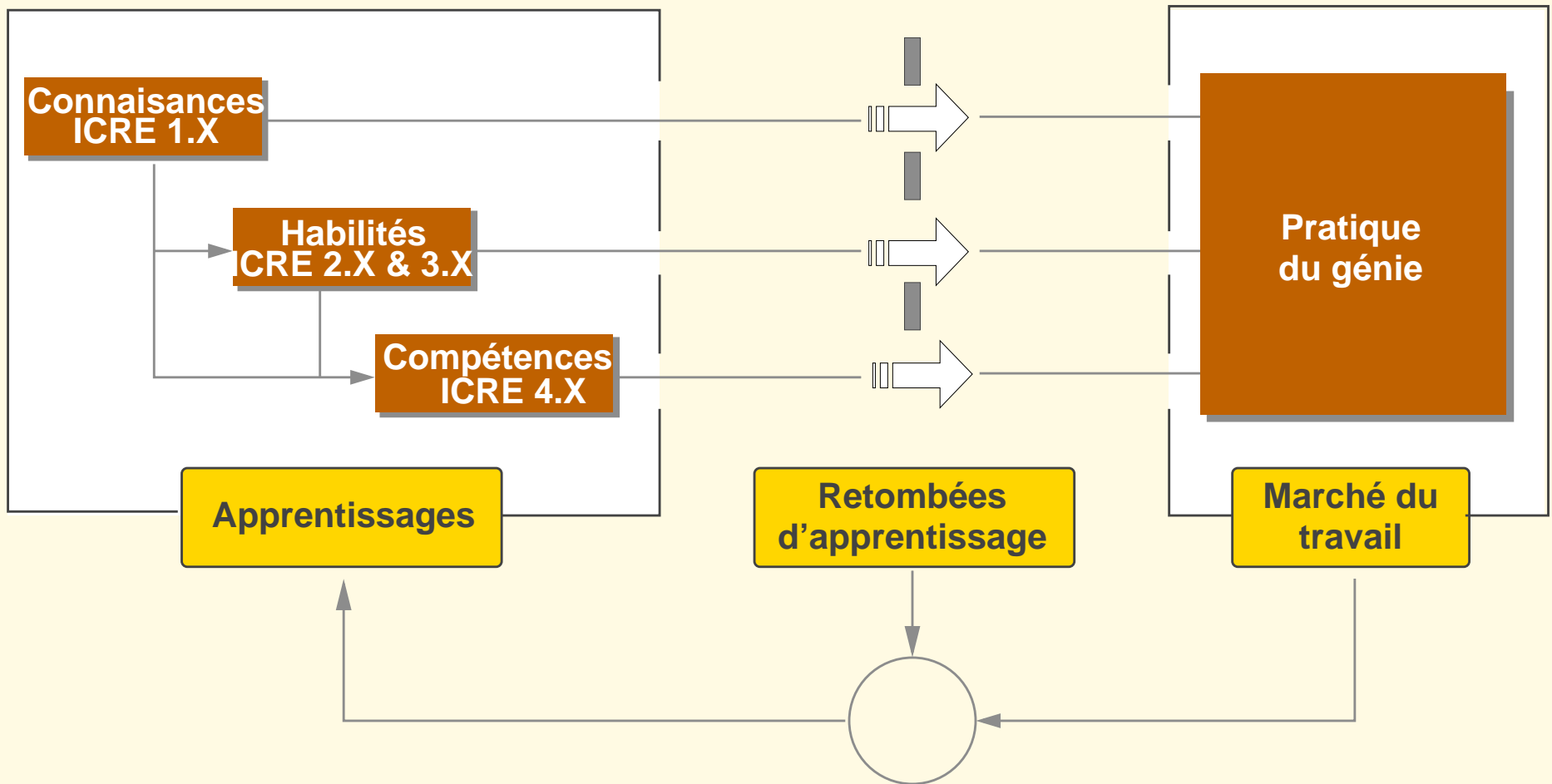
Assurance qualité A cause de l'autonomie croissante des établissements d'enseignement, de nouvelles formes de contrôle s'avèrent nécessaires:

- *la conformité des retombées vis-à-vis les objectifs annoncés, avec des techniques d'auto-évaluation;*
- *validation de la performance par des évaluations externes par des organismes d'accréditation basée sur des indicateurs de performance;*
- *le choix des indicateurs repose sur un compromis entre la fidélité et la facilité d'utilisation.*

Procédures de rétroaction Révision des objectifs stratégiques et ajustement des objectifs et des méthodes d'enseignement.

Cette démarche repose sur l'ouverture, un dialogue entre le milieu universitaire et l'industrie avec la participation des diplômés.

Pour les administrateurs de programme la question se pose comment mettre en oeuvre ce processus de rétro-action:



Systeme intégré

La conception de programmes^a en fonction d'acquis d'apprentissage des étudiants, et qui comprend des mécanismes de vérification qu'ils sont atteints, est un virage radical dans la formation en génie, et présente plusieurs défis:

- *la formulation détaillée et cohérente des acquis d'apprentissage est une démarche nouvelle pour la plupart des enseignants;*
- *difficulté d'aligner les contenus et objectifs des cours individuels avec les objectifs du programme et les retombées pour les étudiants, plutôt que le volet disciplinaire proprement dit;*
- *établir les niveaux de connaissances et d'habilités pertinent sur l'échelle (CDIO, Bloom, EQF...);*

^aMalmqvist J., Östlund S., Edström K. INTEGRATED PROGRAM DESCRIPTIONS: A TOOL FOR COMMUNICATING GOALS AND DESIGN OF CDIO PROGRAMS. In Proceedings of the 2nd International CDIO Conference, Linköping University Linköping, Sweden, 13-14 June 2006. <http://www.cdio.org>, 2006.

les enseignants doivent maîtriser le référentiel et développer des compétences dans la rédaction des acquis d'apprentissage dans ce nouveau contexte.

D'où la nécessité d'un outil spécialisé pour la saisie et la centralisation des analyses de cours qui font le lien entre les acquis d'apprentissage et les objectifs d'une formation et les attentes professionnelles, dans un cadre cohérent.

Avantages

Développement de programmes

- *encourage le milieu académiques à arrimer les matières et méthodes d'enseignement aux besoins du milieu du travail;*
- *allows to concentrate on high-level, conceptual design of the program rather than on combining existing courses into a new program;*

Comparaison

- *facilitates sharing information and comparisons between programs and increases the transparency of the program development process.*
- *the practical work with the tools help faculty self-reflect on their teaching practices and may lead to new ideas on how their courses can contribute to the development of generic competencies in the program.*
- *the process of formulating learning outcomes can act as an inspiration for a fruitful discussion concerning course contents, learning outcomes and*

examination issues.

Information

- *Pour les étudiants, une meilleure idée de leur progression dans leur projet d'étude;*
- *Transparence des objectifs pour les divers intervenants;*

...les limites

ce qui est enseigné

⇒

ce qui est appris

Dualité Ecart conceptuel entre la liste des retombées d'apprentissage et les matières enseignées donnant lieu à deux descriptions (compréhension) du programme d'études;

Évaluation La difficulté d'évaluer les retombées demeurent vagues, et la problématique d'une notation réussite/échec;

Le milieu Il est difficile de saisir par ces listes la complexité/richeesse du milieu académique et de l'ensemble des valeurs:

- accorder une importance croissante par des listes de plus en plus longues et détaillées vers des exigences irréalistes;
- tendre vers un comportement de plus en plus prescriptif en présentant leur vision des normes ou en adoptant un modèle en particulier comme la norme unique.

Tentatives d'harmonisation

1. *Les accords de Washington où plusieurs pays, dont les États-Unis, le Canada et le Royaume Uni, ont convenu de reconnaître mutuellement leur critères d'accréditation.*
2. *Dans le cadre du projet EUR-ACE, les procédures d'accréditation des programmes de génie de 19 pays Européens sont analysées, et un ensemble de critères génériques sont publiés sous la forme de retombées d'apprentissage^a.*
3. *Un élément essentiel du processus de Bologne débouche sur la formulation d'acquis d'apprentissage pour les cours et les programmes au complet dans un cadre de formation la vie durant (LLL), connu comme le EQF (European Qualification Framework).*
4. *L'Institut de Technologie à Linköping University^b a pris l'initiative de baser le développement de nouveaux programmes d'études avec une approche acquis d'apprentissage utilisant le référentiel CDIO.*

^aEUR-ACE; EUR-ACE, editor Framework Standards for the Accreditation of Engineering Programmes. http://www.feani.org/EUR_ACE/reports_accrstand.html, 2006.

^bGunnarsson, S. et al. LARGE SCALE USE OF THE CDIO SYLLABUS IN FORMULATION OF PROGRAM AND COURSE GOALS. In Proceedings of the 3rd International CDIO Conference, MIT, Cambridge, Massachusetts, June 11-14, 2007. <http://www.cdio.org>, 2007.

DOCET



Correspondance model for the Recognition and Enhancement of Engineering Degrees



CDIO

EQF

References

Crawley, E. F. et al.: Modification to the CDIO SYLLABUS: Updates and expansions to include Leadership and Entrepreneurship. In Proceedings of the 5th International CDIO Conference, Singapore Polytechnic, Singapore, June 7-10, 2009
<http://www.cdio.org>, 2009

EUR-ACE; EUR-ACE, editor: Framework Standard for the Accreditation of Engineering Programme
http://www.feani.org/EUR_ACE/reports_accrstand.html, 2006

Gunnarsson, S. et al.: LARGE SCALE USE OF THE CDIO SYLLABUS IN FORMULATION OF PROGRAM AN

COURSE GOALS. In Proceedings of the 3rd International CDIO Conference, MIT, Cambridge, Massachusetts, June 13-14, 2007. <http://www.cdio.org>, 2007

Malmqvist J., Östlund S., Edström K.: INTEGRATED PROGRAM DESCRIPTIONS: A TOOL FOR COMMUNICATING GOALS AND DESIGN OF CDIO PROGRAMS
In Proceedings of the 2nd International CDIO Conference Linköping University Linköping, Sweden, 13-14 June 2006
<http://www.cdio.org>, 2006