

# Adaptive Learning

Marie Lefevre  
marie.lefevre@liris.cnrs.fr

Janvier 2024  
Master IA – Université Lyon 1



# De quoi allons-nous parler...

- ◆ Qu'est-ce que l' « Adaptive Learning » ?
  - ◆ Historique et contexte du champ de recherche
- ◆ Variété et richesse des travaux dans le domaine
  - ◆ Conseiller l'enseignant sur le contenu de son enseignement
  - ◆ Scénariser les séances d'apprentissage
  - ◆ Créer des ressources pédagogiques
  - ◆ Recommander des ressources
  - ◆ Adapter les EIAH : qui, quoi, comment
- ◆ Zoom sur le projet ComPer : une approche par compétences pour le diagnostic, la régulation et la personnalisation de l'apprentissage
- ◆ Perspectives de recherche
- ◆ Bibliographie

# Qu'est-ce que l' "Adaptive Learning" ?

- ◆ Champ de recherche
  - ◆ Emergence dans les années 1970 aux Etats-Unis
  - ◆ Avec l'exploitation des travaux sur l'IA
- ◆ Traduction française
  - ◆ Apprentissage adaptatif
  - ◆ Enseignement adaptatif
  - Montre la dualité des travaux francophones

# Deux facettes en EIAH

1. L'adaptation des ressources pédagogiques au contexte d'enseignement
  - ◆ Contexte =
    - ◆ Niveau et contenu de la formation
    - ◆ Besoins et les habitudes pédagogiques des enseignants
  - On parle de **configuration** des ressources (logiciels pédagogiques)
2. L'adaptation à un apprenant ou un groupe d'apprenants présentant une même caractéristique
  - On parle de **personnalisation** des ressources pédagogiques

# Quel objectif ?

- ◆ La personnalisation est cruciale afin de favoriser un apprentissage **effectif, actif, efficace et satisfaisant** (Kravcik et al., 2015)
- ◆ Pour permettre une adaptation à l'apprenant
  - ◆ Nombreuses techniques d'IA (Markowska-Kaczmar et al., 2010)
  - ◆ Pour mieux identifier les caractéristiques et besoins des apprenants
    - ◆ Pour améliorer la personnalisation proposée
    - ◆ Pour améliorer les outils permettant aux apprenants de mener une activité réflexive sur leur apprentissage
- ◆ Objectif de l' « Adaptive Learning » : **changer le rôle de l'apprenant**
  - ◆ Pour le faire passer du rôle de récepteur passif d'informations
  - ◆ Au rôle de collaborateur dans le processus éducatif

# Différents contextes

- ◆ Concerne
  - ◆ L'apprentissage en présence ou à distance
  - ◆ La formation académique ou professionnelle
- ◆ Mise en œuvre dans des environnements variés
  - ◆ Tuteurs Intelligents, Jeux Sérieux, Hypermédias Adaptatifs, MOOCs...
- ◆ S'adresse
  - ◆ A des apprenants "classiques" ou à besoins spécifiques
  - ◆ A un apprenant travaillant seul ou à des apprenants travaillant en groupe
- ◆ Répond à des objectifs pédagogiques multiples
  - ◆ Notamment celui de promouvoir l'autonomie et l'autorégulation

# Quelle communauté de recherche ?

- ◆ Champ de recherche à long terme ([Kravcik et al., 2015](#))
  - ◆ Se développe et s'enrichit de chaque nouvelle innovation technologique
- ◆ Recherche pluridisciplinaire
  - ◆ Chercheurs en informatique, en sciences de l'éducation, en didactique, en psychologie et en sciences cognitives
- ◆ Forte communauté internationale
  - ◆ Conférence UMAP depuis 2009
    - ◆ User Modelling, Adaptation and Personalization
- ◆ Communauté française très active
  - ◆ Atelier lors des ORPHEE-rdv (Lefevre et Molinari, 2017)
  - ◆ [Plusieurs GT ATIEF](#) : Adaptation, Compétences...

# Plan

- ◆ Qu'est-ce que l' « Adaptive Learning » ?
- ◆ **Variété et richesse des travaux dans le domaine**
  - ◆ Conseiller l'enseignant sur le contenu de son enseignement
  - ◆ Scénariser les séances d'apprentissage
  - ◆ Créer des ressources pédagogiques
  - ◆ Recommander des ressources
  - ◆ Adapter les EIAH : qui, quoi, comment
- ◆ Zoom sur le projet ComPer : une approche par compétences pour le diagnostic, la régulation et la personnalisation de l'apprentissage
- ◆ Perspectives de recherche
- ◆ Bibliographie

# Questions de recherche

- ◆ Relatives au contenu pédagogique
  - ◆ Comment recommander à l'apprenant un contenu pour son apprentissage ?
  - ◆ Comment recommander à l'enseignant des ressources pour son enseignement ?
  - ◆ Comment créer des ressources pédagogiques adaptées aux besoins des apprenants et/ou des enseignants ?
- ◆ Relatives à la façon de proposer ce contenu
  - ◆ Comment permettre de scénariser les séances d'apprentissage ?
- ◆ Relatives au choix du contenu en fonction des apprenants
  - ◆ Comment permettre une adaptation automatique aux spécificités des apprenants ?
  - ◆ Comment permettre à l'enseignant de définir ses propres stratégies de personnalisation ?
- ◆ ...

# Plan

- ◆ Qu'est-ce que l' « Adaptive Learning » ?
- ◆ Variété et richesse des travaux dans le domaine
  - ◆ Conseiller l'enseignant sur le contenu de son enseignement
  - ◆ Scénariser les séances d'apprentissage
  - ◆ Créer des ressources pédagogiques
  - ◆ Recommander des ressources
  - ◆ Adapter les EIAH : qui, quoi, comment
- ◆ Zoom sur le projet ComPer : une approche par compétences pour le diagnostic, la régulation et la personnalisation de l'apprentissage
- ◆ Perspectives de recherche
- ◆ Bibliographie

# Conseiller l'enseignant sur le contenu de son enseignement

- ◆ Proposition des thèmes à étudier par l'apprenant
- ◆ Exemple : le logiciel PÉPISTÉRÉO (Vincent et al. 2005)
  - ◆ Classe les élèves par stéréotype en fonction de leur profil individuel
  - ◆ À chaque stéréotype est associé un ensemble d'objectifs d'apprentissage prioritaires
  - Enseignant dispose
    - de groupes d'élèves ayant des compétences voisines en algèbre
    - d'objectifs prioritaires d'apprentissage pour chaque groupe
    - ... mais il ne dispose pas des activités

# Plan

- ◆ Qu'est-ce que l' « Adaptive Learning » ?
- ◆ Variété et richesse des travaux dans le domaine
  - ◆ Conseiller l'enseignant sur le contenu de son enseignement
  - ◆ Scénariser les séances d'apprentissage
  - ◆ Créer des ressources pédagogiques
  - ◆ Recommander des ressources
  - ◆ Adapter les EIAH : qui, quoi, comment
- ◆ Zoom sur le projet ComPer : une approche par compétences pour le diagnostic, la régulation et la personnalisation de l'apprentissage
- ◆ Perspectives de recherche
- ◆ Bibliographie

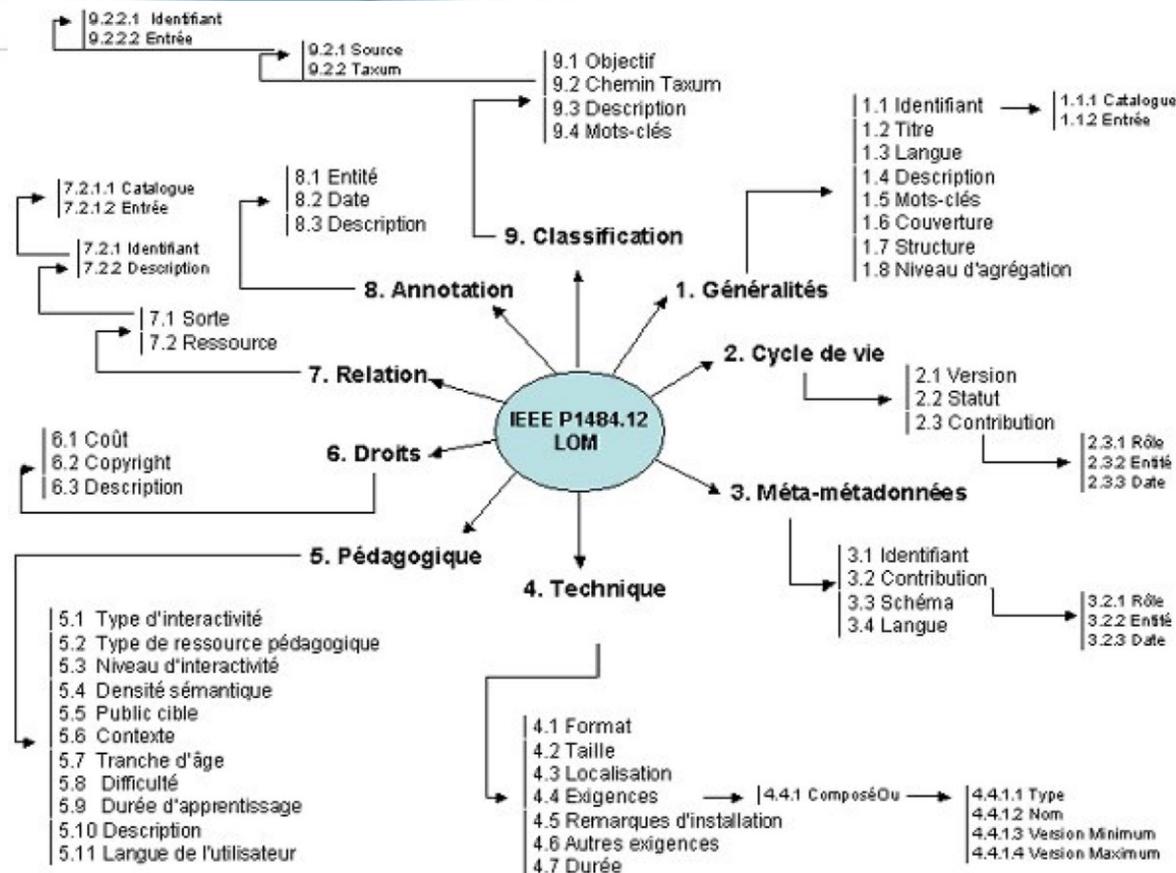
# Scénariser les séances d'apprentissage

- ◆ Scénario pédagogique (Pernin & Lejeune, 2004 ; Emin-Martinez, 2010)
  - ◆ Description plus ou moins formelle d'une séquence d'enseignement
  - ◆ Définit
    - ◆ Les objectifs pédagogiques cibles
    - ◆ Les moyens à mettre en œuvre pour atteindre ces objectifs
  - ◆ Décrit
    - ◆ Les acteurs impliqués : apprenant, enseignant, tuteur...
    - ◆ Les ressources pédagogiques : documents, logiciels...
    - ◆ Les tâches que les apprenants doivent réaliser
    - ◆ Les rôles des différents acteurs
    - ◆ Les contraintes à respecter

# Normes et standards

## LOM – Learning Object Metadata – 2002

- Objectif : réutilisation des objets pédagogiques par les apprenants, les enseignants ou les logiciels
- Standard de métadonnées pour décrire et référencer tout document pédagogique numérique
- Reprend des éléments du standard Dublin Core et contient des extensions propres au domaine éducatif
- Comporte 80 métadonnées, toutes facultatives



# Normes et standards

- ◆ **SCORM - Sharable Content Object Reference Model - 2001**
  - ◆ Objectif : fournir un modèle de référence permettant de garantir la qualité des contenus
  - ◆ En termes de réutilisabilité, d'accessibilité, de pérennité, d'interopérabilité



# Normes et standards

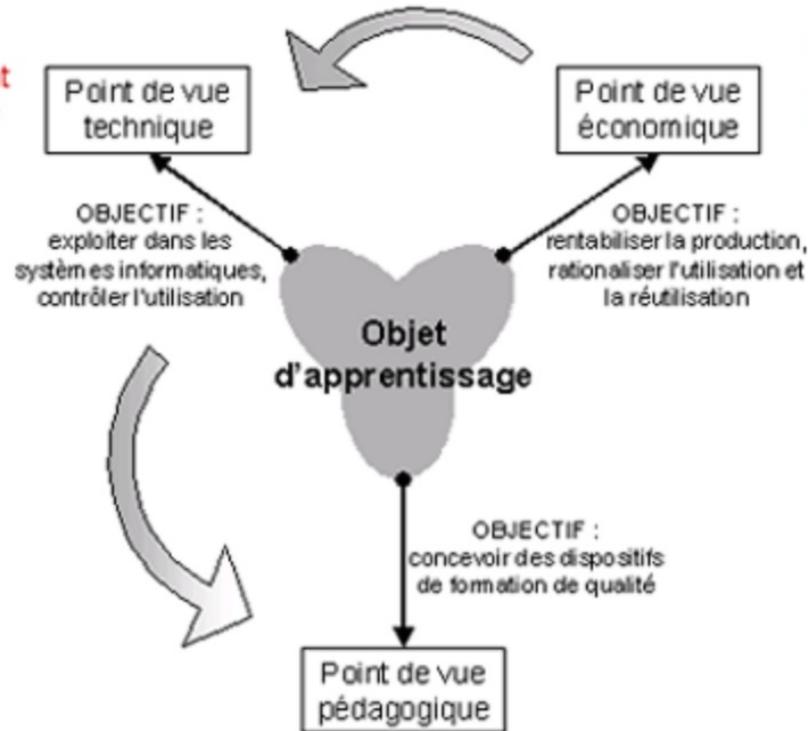
- ◆ EML - Educational Modelling Language ([Koper 2001](#)) et IMS-LD - IMS Learning Design – 2003
- ◆ Permettent ainsi de définir les relations entre
  - ◆ les objectifs en termes de connaissances ou d'habiletés,
  - ◆ les acteurs de l'apprentissage,
  - ◆ les activités réalisées,
  - ◆ l'environnement et les contenus nécessaires à la mise en place de la situation d'apprentissage.
- ◆ IMS-LD utilise une métaphore théâtrale
  - ◆ La structure d'une unité d'apprentissage
  - ◆ = ensemble d'actes composés de partitions associant des activités à des rôles.
- ◆ Une activité est située dans un environnement incluant des services et des ressources de contenu décrites à l'aide du standard LOM

## IMS-Learning Design : Scénariser les unités d'apprentissage



# Normes et standards

SCORM  
(Sharable Content  
Object Reference  
Metadata)



LOM  
(Learning Object  
MetaData)

IMS LD  
(IMS-Learning Design)

# Plan

- ◆ Qu'est-ce que l' « Adaptive Learning » ?
- ◆ Variété et richesse des travaux dans le domaine
  - ◆ Conseiller l'enseignant sur le contenu de son enseignement
  - ◆ Scénariser les séances d'apprentissage
  - ◆ Créer des ressources pédagogiques
  - ◆ Recommander des ressources
  - ◆ Adapter les EIAH : qui, quoi, comment
- ◆ Zoom sur le projet ComPer : une approche par compétences pour le diagnostic, la régulation et la personnalisation de l'apprentissage
- ◆ Perspectives de recherche
- ◆ Bibliographie

# Créer des ressources pédagogiques

- ◆ Création d'exercices
  - ◆ Générateurs d'exercices automatiques
  - ◆ Générateurs d'exercices manuels
  - ◆ Générateurs d'exercices semi-automatiques
- ◆ Création de listes d'exercices
- ◆ Création de logiciels pédagogiques

# Création d'exercices

- ◆ Dans la plupart des EIAH fondés sur la résolution de problèmes, les exercices proposés aux apprenants sont issus d'une bibliothèque prédéfinie
- ◆ Deux inconvénients majeurs
  - ◆ Le nombre d'exercices et leur diversité sont limités
  - ◆ Les exercices ne sont pas toujours adaptés aux besoins des enseignants et à leur contexte de travail
- ◆ Une des solutions : créer des générateurs d'exercices
  - ◆ Premiers systèmes génératifs : années 1970 avec l'intégration de l'IA
  - ◆ Systèmes génèrent des exercices et leurs réponses
  - ◆ Rendre innombrables la quantité d'exercices proposés
- ◆ Trois types de générateurs
  - ◆ Automatiques / Semi-automatiques / Manuels

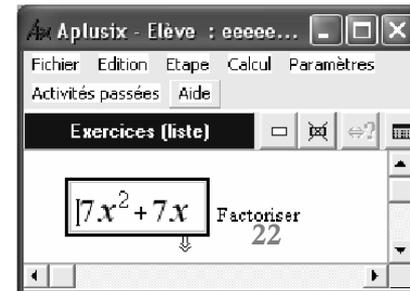
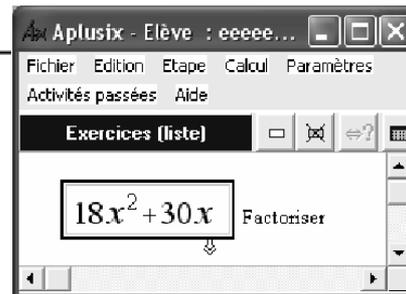
# Générateurs d'exercices automatiques

- ◆ Permettent de créer des exercices automatiquement
- ◆ Sans que l'utilisateur ne puisse influencer les choix du système
  - ◆ Utilisateur choisit uniquement le thème général de l'exercice
    - ◆ Domaine d'étude, notion précise d'un cours, connaissance, compétence, etc.
- ◆ Peuvent être intégrés dans un EIAH
  - ◆ Utilisateur = module pédagogique de l'EIAH

# Générateurs d'exercices automatiques

- ◆ Générateur d'APLUSIX (Bouhineau et al. 2005)
  - ◆ Différents types de problèmes algébriques : calculer, développer, factoriser, résoudre
  - ◆ Hiérarchie de patrons d'exercices
  - ◆ 1 patron = une expression algébrique comportant des paramètres
    - ◆ Chaque paramètre possède un domaine de définition
    - ◆ Chaque patron possède des contraintes de validité
  - ◆ À l'exécution
    - ◆ Instanciation de chaque paramètre avec une valeur du domaine au hasard
    - ◆ Vérification des contraintes de validité
    - ◆ Algorithme de mise en forme : éliminer les éléments neutres, les parenthèses inutiles, etc.

```
{[nom FactorDistSTD23Z]
[sorteDe FactorDistSTD]
[patron <<ax^2+bx>>]
[domaine ((c entier+ petit)(d entier+ petit)(e entier* petit))]}
[avec ((<> c 1) (:= a (* d c)) (:= b (* e c)))]}
```



# Générateurs d'exercices manuels ou outils auteurs

- ◆ Enseignant définit chaque énoncé et la/les réponses
  - ◆ Différentes formes : ex. à trous, reconstitutions de textes, appariements, jeux...
  - ◆ Divers domaines d'enseignement
  - ◆ Deux types
    - ◆ À réponse ouverte : rédaction de l'apprenant sur ordinateur ou sur papier
    - ◆ À réponse fermée : liste finie de réponses possibles
- ◆ Outils destinés aux enseignants non informaticiens
  - Interface adaptée à ce public
- ◆ Générateur sans aucune connaissance sur les exercices et leurs réponses
  - ◆ Pas de d'aide en dehors de celle-ci définie par l'enseignant
  - ◆ Diagnostic très limité : correction automatique si auteur a décrit la manière de les corriger, sinon correction par l'enseignant

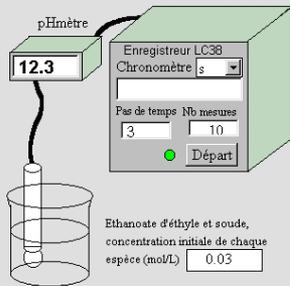
# Générateurs d'exercices manuels ou outils auteurs

- ◆ Outil auteur GENEVAL (David et al. 1996)
  - ◆ Exercices hypermédias dans n'importe quel domaine
  - ◆ Exercices ayant tous la même structure
    - ◆ Un énoncé
    - ◆ La réponse donnée selon trois niveaux progressifs
      - ◆ Deux niveaux d'aide
      - ◆ Une réponse détaillée
  - ◆ Apprenants résolvent sur papier les exercices puis comparent leur réponse à celle(s) indiquée(s) par le système

Multimedia ToolBook - SAPONI.TBK

### Cinétique d'une saponification (mesure d'un pH)

On réalise un mélange d'éthanoate d'éthyle et d'hydroxyde de sodium en concentrations initiales égales. On suit l'évolution du pH de cette solution en fonction du temps à l'aide d'un pHmètre. Toutes les mesures sont faites à une température constante, non précisée.



1) Après avoir choisi une concentration initiale pour le mélange, faire un suivi de la réaction en mesurant le pH de la solution.

Consignes :  
Le montage comporte un pHmètre à une électrode de verre combinée (on n'a qu'une seule électrode plongeant dans la solution et un seul cordon de connexion au pHmètre). Ce pHmètre dispose d'une sortie série ce qui a permis de le relier à un enregistreur automatique.  
L'enregistreur, qui fait également office de chronomètre, peut être programmé pour sauvegarder dans sa mémoire un nombre donné de mesures ("Nb mesures"), la sauvegarde des mesures se faisant à intervalles de temps réguliers ("Pas de temps"). Pour garder un temps d'acquisition raisonnable, la manipulation se fait en accéléré.

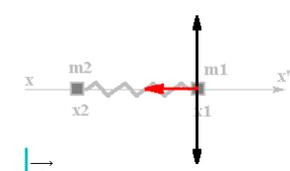
Ethanoate d'éthyle et soude, concentration initiale de chaque espèce (mol/L) 0.03

fin énoncé

Multimedia ToolBook - OSCIL\_4.TBK

### Couplage de deux masses

Un ressort de longueur à vide  $L_0$ , de raideur  $k$ , relie deux masses ponctuelles  $m_1$  et  $m_2$ , mobiles, sans frottement, sur une tige horizontale  $xx'$ . On notera  $x_1$  et  $x_2$  les abscisses respectives des deux masses à un instant quelconque. A l'instant initial, les deux masses se trouvent aux abscisses  $x_{10} = 1$  cm et  $x_{20} = -2$  cm respectivement, et sont immobiles. L'origine des abscisses est prise au barycentre des deux masses à l'instant initial.



Méthode analytique

1) Etablir la relation liant à tout instant la vitesse des deux masses.

L'étude du mouvement des masses  $m_1$  et  $m_2$  se fait dans le référentiel du laboratoire, assimilé à un référentiel galiléen.

a) Bilan des forces pour la masse  $m_1$  :

- \* le poids, vertical descendant.
- \* la réaction de la tige  $xx'$  sur la masse  $m_1$ .

Les masses glissent sans frottement sur la tige, cette réaction est perpendiculaire à la tige.

- \* la tension du ressort colinéaire à  $xx'$ .

On la note  $T_1$

fin énoncé

# Générateurs d'exercices semi-automatiques

- ◆ Construisent eux-mêmes les énoncés des exercices, mais en laissant l'utilisateur intervenir dans le processus de création
  - ◆ Utilisateur spécifie un ensemble de contraintes
  - ◆ Utilisateur = module pédagogique ou enseignant

# Générateurs d'exercices semi-automatiques

- ◆ Générateur de AMBRE-enseignant (Duclosson et al. 2005)

**Génération de problèmes**

Quitter Compléments

Structure Traits de surface Valeurs Complication automatique **Bilan**

**Structure**

a ?  
↓  
b

**Traits de surface**

Thèmes: promenade

Objets: fleur

Personnages: Julie, Damien

**Valeurs**

Intervalle pour les valeurs :  
min : 1  
max : 50

Écart entre les valeurs :  
min : 0  
max : 30

Retenue autorisée

**Complication automatique**

Complexité du vocabulaire : niveau 2  
Complexité de la situation : niveau 1

Écriture des nombres en lettres

Ajouter 1 phrases de niveau inférieur ou égal à 3

**Aperçu**

Il est cinq heures de l'après-midi. Julie a vingt-neuf roses. Julie et Damien ont trente-six fleurs à eux deux. Combien Damien a-t-il de fleurs ?

29 ?  
↓  
36

Le problème s'écrit :  
 $29 + ? = 36$   
L'opération s'écrit :  
 $36 - 29 = ?$   
La solution est :  
7  
La réponse est :  
Damien a 7 fleurs

Enregistrer la trame Générer les problèmes << Aperçu

# Générateurs d'exercices semi-automatiques

ASKER (Cable et al. 2013)  
Plateforme d'auto-évaluation multi-domaine

Méta-modèles d'exercices permettant à l'enseignant de créer des modèles d'exercices

Différents types d'exercices : QCM, texte à trous...

Générateurs utilisant ces modèles d'exercices pour proposer de nombreux exercices aux étudiants

The screenshot displays the ASKER platform interface, which is used for creating and managing exercises. The interface is divided into several sections:

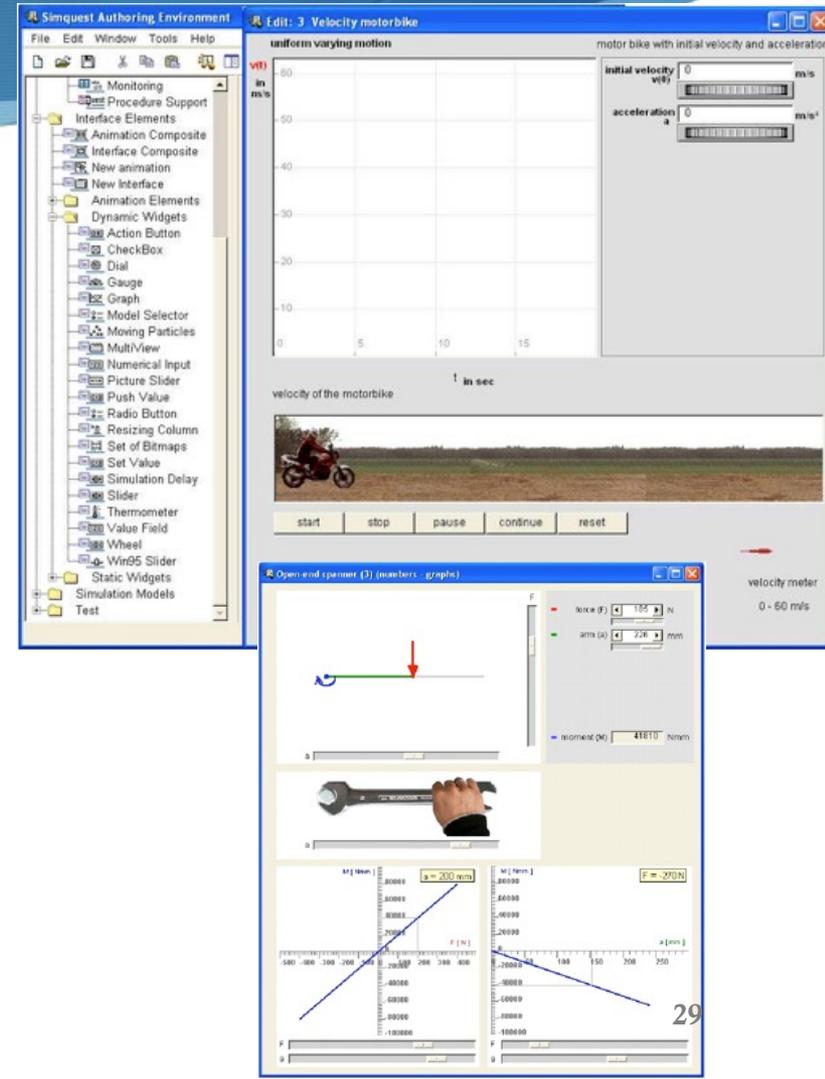
- Top Navigation:** Includes tabs for "Mes tentatives", "Mes modèles d'exercices", and "Mes ressources".
- Left Panel (Composants actifs):** Shows a list of components to be classified. The instruction is "Consigne : Classer les composants selon leur catégorie actif/passif". The components are visual representations of electronic parts like resistors and capacitors. Below the list, there are two empty boxes labeled "Passif" and "Actif" for classification.
- Right Panel (Resource Management):** Shows a list of resources. The instruction is "Consigne : Associez les composants à la bonne description". The resources are listed with their titles, authors, and legends. The legend for each resource is "composant\_actif: passif" and the legend for each resource is "Resistance 330 Ohms", "Resistance 942 Ohm", "Resistance 22 kOhms", "Resistance 39 kOhms", "Resistance 2 Ohms", "Resistance 12 Ohms", "Resistance cémentée", and "Transistor".

# Création de listes d'exercices

- ◆ Système combine des exercices existants pour fournir à l'apprenant ou à l'enseignant des listes d'exercices correspondant à un thème à étudier, une connaissance à tester, etc.
- ◆ Exemple ([Hibou et al. 2003](#))
  - ◆ Création de feuilles d'exercices portant sur un théorème de géométrie
  - ◆ Utilisation du démonstrateur de théorèmes ARGOS
    - ◆ Permet une indexation des exercices de géométrie
    - ◆ À partir des théorèmes et propriétés qui servent à leur résolution
  - ◆ Obtention d'une liste d'exercices sur un sujet donné en interrogeant la base de données

# Création de logiciels pédagogiques

- ◆ Outils auteurs pour aider l'enseignant à concevoir des logiciels pédagogiques
- ◆ Exemple SIMQUEST (Van Joolingen et al. 2003)
  - ◆ Permet de créer des tuteurs intelligents de simulation
  - ◆ Fournit aux enseignants
    - ◆ Cadre conceptuel pour créer le modèle de simulation
    - ◆ Cadre technique pour créer l'interface du simulateur
  - ◆ Éditeur propose une liste de composants
    - ◆ Chaque composant est lié à une variable du modèle de simulation ou à une action spécifique (lecture, pause...)

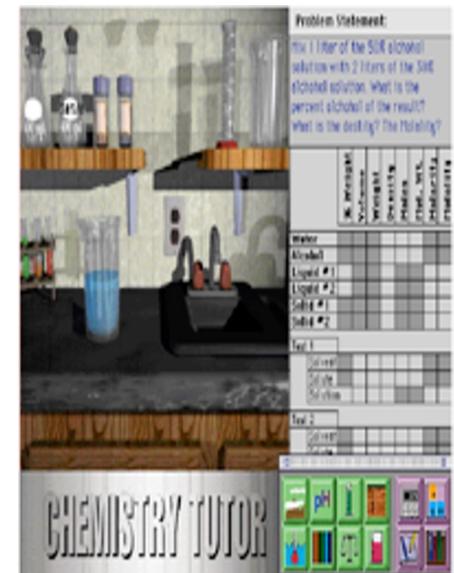


# Création de logiciels pédagogiques

## Exemple Eon (Murray 2003)

### Outil générique

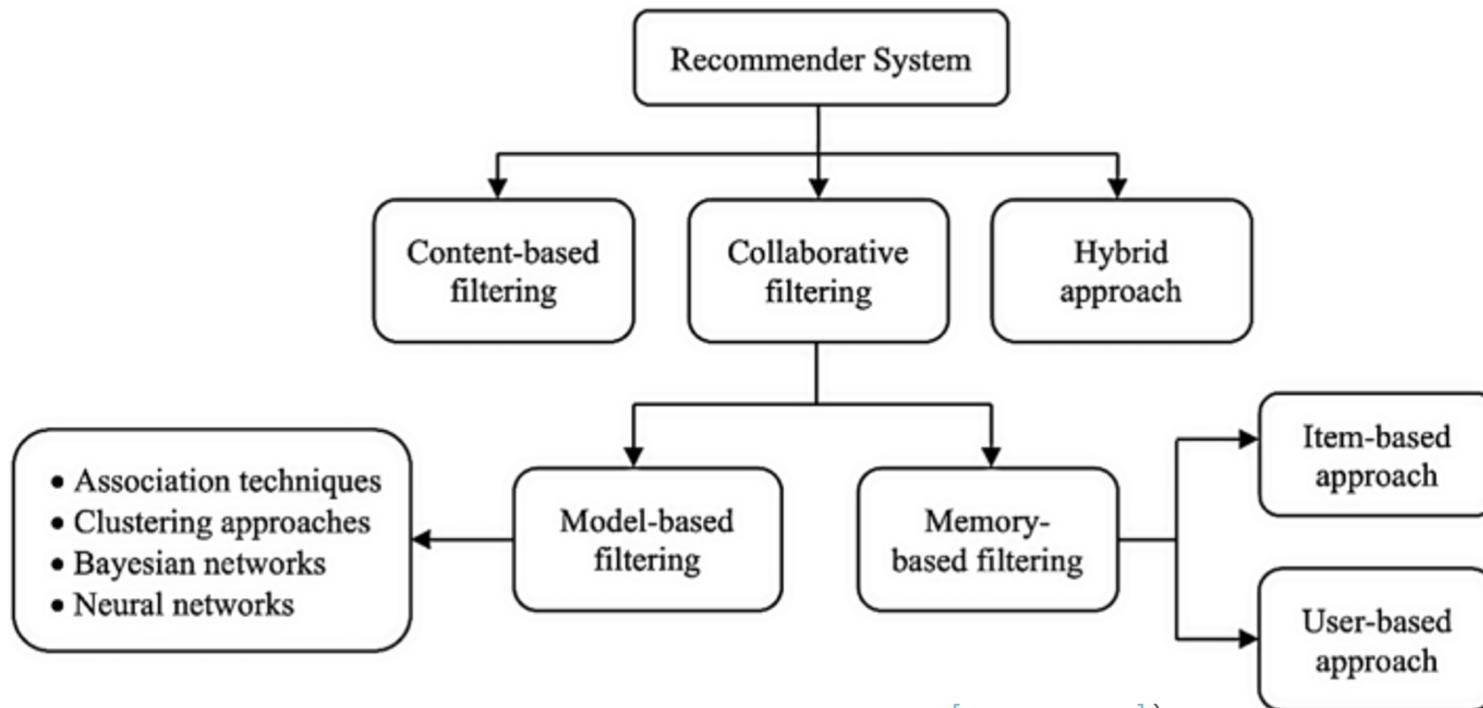
- Une fois paramétré par un expert, devient un outil auteur spécifique à un enseignant
- L'expert peut adapter le vocabulaire utilisé pour
  - Décrire le domaine de l'enseignant
  - Créer le modèle de l'apprenant
  - L'éditeur de stratégies d'enseignement
- Utilisé pour construire plusieurs prototypes de tuteurs
  - Domaines variés : apprentissage du japonais, chimie...
  - Stratégies d'enseignements différentes



# Plan

- ◆ Qu'est-ce que l' « Adaptive Learning » ?
- ◆ Variété et richesse des travaux dans le domaine
  - ◆ Conseiller l'enseignant sur le contenu de son enseignement
  - ◆ Scénariser les séances d'apprentissage
  - ◆ Créer des ressources pédagogiques
  - ◆ Recommander des ressources
  - ◆ Adapter les EIAH : qui, quoi, comment
- ◆ Zoom sur le projet ComPer : une approche par compétences pour le diagnostic, la régulation et la personnalisation de l'apprentissage
- ◆ Perspectives de recherche
- ◆ Bibliographie

# Systemes de recommandation



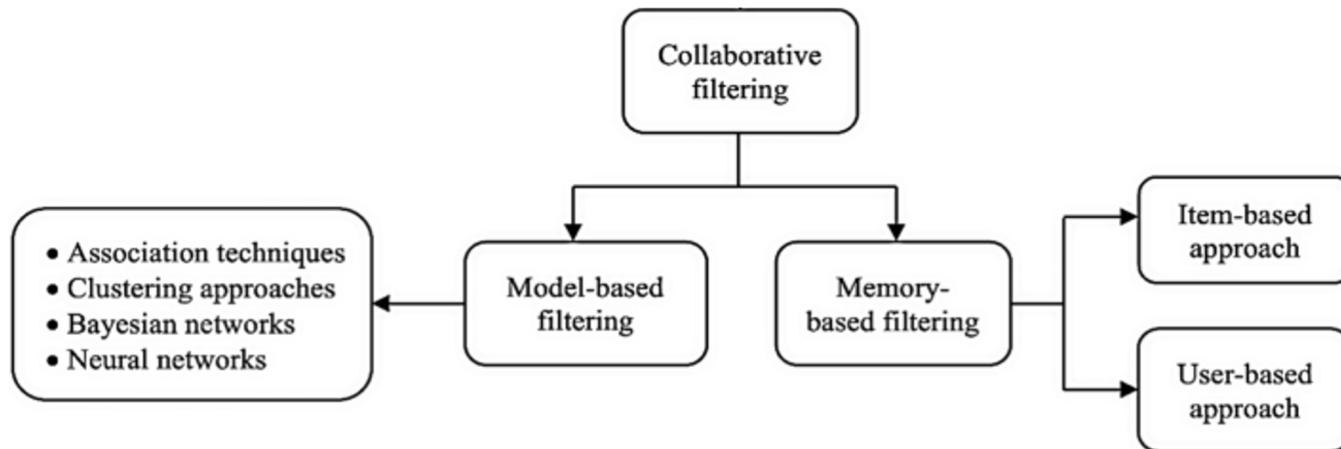
*Types de systemes de recommandations. (Source: [Roy, 2022])*

# *Content-based filtering*

- ◆ Recommender à l'utilisateur des items similaires aux items qu'il a préalablement préférés dans le passé
- ◆ La similarité entre les items dépend de caractéristiques descriptives des items (genre, auteur pour un livre, acteurs pour un film,...)
  - ◆ Nécessite d'avoir des informations sur l'historique de l'utilisateur
  - ◆ Nécessité d'avoir un vocabulaire de description des items
  - ◆ Difficulté pour décrire des facteurs implicites comme la lisibilité, l'effet de mode...
- ◆ Les recommandations offrent peu de diversité à l'utilisateur

# Collaborative filtering

- Les données de tous les utilisateurs sont étudiées
- Deux types de filtrages
  - Basés sur la mémoire
  - Basés sur le modèle



# Memory-based filtering

- ◆ Algorithmes de filtrage collaboratifs **centrés utilisateurs**
  - ◆ Recommander les items préférés des utilisateurs semblables à l'utilisateur cible
- ◆ Algorithmes de filtrage collaboratifs **centrés items**
  - ◆ Recommander les items proches au sens évalués de la même façon par des utilisateurs semblables
- ◆ Approche par « **filtrage social** »
  - ◆ La relation entre les utilisateurs de la base et l'utilisateur ciblé influençant l'adoption des items recommandés
- ◆ Difficulté :
  - ◆ La définition d'une **métrique de similarité** qui doit être bien choisie parmi la diversité des indices de similarité existants (voisins communs (Common Neighbours (CN)), coefficient de Pearson, Indice de Jaccard, TF-IDF...)
  - ◆ Les approches basées sur un vocabulaire descriptif des utilisateurs ou des items rencontrent généralement le problème dit du "démarrage à froid" (**cold-start problem**)

# Model-based filtering

- ◆ Utilise des modèles pour calculer la probabilité d'appréciation d'un item par un utilisateur
- ◆ Permet de prendre en compte des variables latentes, caractéristiques implicites des items
- ◆ Plusieurs méthodes : réduction de dimension (décomposition en valeurs singulières (SVD), clustering bayésien, analyse par composante principale (ACP), utilisation de règles d'association ....
- ◆ Les modèles basés sur des algorithmes d'apprentissage profond sont de plus en plus utilisés pour résoudre les problèmes rencontrés par les algorithmes de recommandation classiques :
  - ◆ informations manquantes (sparsité) et développement du système de recommandation à large échelle (scalability)
- ◆ Mais, malgré la puissance de prédiction des algorithmes de DL, les systèmes qui en résultent ne sont pas toujours les meilleurs dans les compétitions entre systèmes de recommandation
  - ◆ Cause probable : forte dépendance des algorithmes de DL aux bases de données sur lesquelles ils sont entraînés

# Systemes hybrides

- ◆ Développés initialement pour
  - ◆ Prendre en compte à la fois les caractéristiques des items et celles des utilisateurs
  - ◆ Résoudre les défauts de chacune des approches
    - ◆ Par exemple le cas du "mouton-gris » (Gray Sheep) : désigne un utilisateur ne pouvant être rapproché d'aucun autre, situation bloquante dans les systèmes de recommandation par filtrage collaboratif centrés utilisateurs
- ◆ Il existe plusieurs méthodes de combinaison d'approches :
  - ◆ Hybridation mixte qui consiste à mélanger les recommandations issues de différents systèmes
  - ◆ Hybridation en cascade qui consiste à affiner successivement les recommandations issues d'un modèle avec d'autres modèles
  - ◆ ...
- ◆ Aujourd'hui la majorité des systèmes actuels sont des systèmes hybrides

# Systemes de recommandation et spécificités du domaine éducatif

- ◆ Le domaine de l'éducation ne peut pas être traité similairement aux autres domaines car les objectifs diffèrent : **il ne suffit pas de recommander ce qui plaît, il faut aussi et surtout recommander des items qui soient pédagogiquement pertinents pour aider l'apprenant à progresser.**
- ◆ Mais la prise en compte des préférences des apprenants reste nécessaire pour maintenir leur motivation à apprendre
- ◆ Donc les systèmes de recommandation classiques ne sont pas directement transférables au domaine de l'éducation car l'objectif n'est plus uniquement de prédire ce qui plaît ou d'inciter à la consommation mais multiple :
  - ◆ Identifier l'objectif de l'utilisateur pour y répondre
  - ◆ Identifier le bon type de contenu et la bonne granularité à recommander
  - ◆ Recommander du contenu pédagogiquement valide

# Caractéristiques des recommandations en éducation

- ◆ Plusieurs natures de contenus
  - ◆ Des activités pédagogiques précises [Yessad, 2022], des cours ou exercices [Jiang et al., 2019]
  - ◆ Des cursus et parcours d'apprentissage dans leur globalité [Lebis and Humeau, 2021]
  - ◆ De l'orientation scolaire [Hubert et al., 2022]
- ◆ Plusieurs sources de contenus
  - ◆ Interne au système : approche utilisée dans les premiers systèmes de recommandation, toujours exploitée aujourd'hui [Jiang et al., 2019]
  - ◆ Sur le web : approche exploitant la notion de Ressources Educatives Libres (REL), définie comme "n'importe quelle ressource numérique accessible et réutilisable à des fins pédagogiques" [Boyer, 2015, Connes, 2023, Hajri, 2018]
  - ◆ Généré à la demande pour augmenter leur nombre et adapter leurs caractéristiques aux besoins de la recommandation [Cablé et al., 2013, Lemoine et al., 2023]

# Algorithmes en éducation

- ◆ La classification des techniques utilisées pour les RS généraux se retrouve également en contexte éducatif : *content-based filtering*, *collaborative filtering* et systèmes hybrides avec des adaptations spécifiques au domaine.
- ◆ Par exemple, le sujet du vocabulaire de description des ressources est spécifique au contexte éducatif, puisque c'est à partir de cette description que les mesures de similarités sont utilisées
  - ◆ On décrira moins fréquemment les items par leur année de création ou leur auteur comme dans les RS proposant des livres, mais davantage par leurs contenu (mathématique, géologie,...) ou leur niveau (débutant, confirmé,...)
- ◆ Par exemple, le problème de recommandation peut toujours être assimilé à un problème de prédiction
  - ◆ Mais, on ne cherchera plus à prédire la note donnée par un utilisateur à un item ou la probabilité que celui-ci achète un produit, mais à prédire un niveau de performance de l'apprenant pour pouvoir proposer des ressources adaptées aux capacités de l'élève, ou encore prédire ce qu'un expert aurait recommandé dans une situation précise

# Algorithmes en éducation

- ◆ L'aspect pédagogique étant prédominant dans les RS en éducation, au-delà de l'adaptation des méthodes génériques, de nouvelles approches sont exploitées, basées sur une modélisation de la connaissance du domaine à enseigner :  
**Knowledge-Based Recommender Systems**
- ◆ Un système de recommandation est basé sur la connaissance lorsqu'il fait des recommandations basées non pas sur l'historique des évaluations d'un utilisateur, mais sur des requêtes spécifiques faites par l'utilisateur.
  - ◆ Requêtes basées sur des contraintes ou sur un exemple
  - ◆ Nécessite une modélisation du domaine
  - ◆ Nécessite des métriques de similarité, d'importance relative....

# Importance de l'IA explicable en éducation

- ◆ Parmi tous les algorithmes, on peut distinguer les systèmes basés sur des techniques d'IA boîtes blanches (logique floue, arbres de décision) des systèmes boîtes noires (réseaux de neurones, bayésiens, chaînes de markov cachées, forêts aléatoires...)
- ◆ Cadre pour définir un bon système d'IA explicable (eXplainable IA (XAI)) dans le contexte de l'éducation.
  - ◆ Organisée autour de 4 concepts : équité, responsabilité, transparence et éthique (**F**airness, **A**ccountability, **T**ransparency, **E**thics (**FATE**)).
  - ◆ 7 intérêts de fournir une explication à la recommandation, davantage centrés sur l'effet pour l'utilisateur : la transparence, la possibilité pour l'utilisateur de corriger le système, la confiance, l'efficacité, la persuasion, l'efficience et la satisfaction.

# Métriques d'évaluation

- ◆ 3 dimensions pour l'évaluation des EIAH, qui peuvent s'appliquer par extension aux systèmes de recommandation en EIAH :
  - ◆ L'utilité : correspond à l'efficacité pédagogique. L'EIAH doit permettre aux apprenants d'apprendre ce qu'ils sont censés apprendre.
  - ◆ L'utilisabilité : correspond à la facilité de prise en main de l'EIAH.
  - ◆ L'acceptabilité : correspond à la décision d'utiliser l'EIAH et la compatibilité avec les valeurs, cultures et organisations pédagogique
- ◆ Méthodes d'évaluation des systèmes de recommandation pour l'éducation
  - ◆ Les **métriques de performance**, utilisées dans les systèmes génériques de recommandation comme le MSE, le score F1 ou l'AUC sont également appliquées en contexte éducatif dans les approches modélisant la personnalisation comme un problème de prédiction
  - ◆ Les **mesures centrées utilisateurs**, les critères d'utilisabilité et d'acceptabilité sont majoritairement mesurés à partir de questionnaires dispensés aux utilisateurs comme l'échelle d'utilisabilité du système (System Usability Scale (SUS))
  - ◆ La **métrique de gain d'apprentissage** est couramment utilisée pour présenter l'efficacité des travaux en EIAH. Cette mesure peut être difficile à obtenir : les tests de gain d'apprentissage doivent être menés en environnement contrôlé afin de s'assurer que le gain soit exclusivement dû au système proposé, sans influence de facteurs extérieurs.

# Plan

- ◆ Qu'est-ce que l' « Adaptive Learning » ?
- ◆ Variété et richesse des travaux dans le domaine
  - ◆ Conseiller l'enseignant sur le contenu de son enseignement
  - ◆ Scénariser les séances d'apprentissage
  - ◆ Créer des ressources pédagogiques
  - ◆ Recommander des ressources
  - ◆ Adapter les EIAH : qui, quoi, comment
- ◆ Zoom sur le projet ComPer : une approche par compétences pour le diagnostic, la régulation et la personnalisation de l'apprentissage
- ◆ Perspectives de recherche
- ◆ Bibliographie

# Adapter les EIAH - Que peut-on personnaliser ?

- ◆ Les activités proposées
  - ◆ Génération de nouvelles activités ou choix parmi celles contenues dans le logiciel
- ◆ La séquence des activités
  - ◆ Choix du nombre d'activités et de l'ordre dans lequel elles sont proposées
- ◆ Les fonctionnalités
  - ◆ Disponibilité : autoriser l'accès à l'aide, au diagnostic, aux compagnons, aux outils de dessins, de calculs...
  - ◆ Temporalité : constamment, à certains moments, avec un nombre d'accès autorisés...
- ◆ Les rétroactions
  - ◆ Changement du contenu des messages : vocabulaire, présentation...
- ◆ L'interface
  - ◆ Choix de la langue, de la police, des couleurs, etc.

# Adapter les Qui person



- Les exercices
- Les scores F2
- L'opérateur F3
- La sortie Alt+X

- A CALCUL
- B PROPORTIONNALITE
- C CALCUL MENTAL
- D SUITES D'OPERATIONS
- E CALCUL LITTERAL
- F EQUATIONS
  - 2 Addition
  - 2 Soustraction
  - 2 Multiplication
  - 2 Division
- G DECIMAUX
- H RELATIFS
- I FRACTIONS

L'apprenant

Physics Concepts

Topic: Select a Topic

Mechanics

- [Vectors](#)
- [Translational Kinematics](#)
- [Free Body Diagrams](#)
- [Statics](#)
- [Translational Dynamics](#)
- [Circular Motion](#)
- [Work and Energy](#)
- [Power](#)
- [Linear Momentum](#)
- [Rotational Kinematics](#)
- [Angular Momentum](#)
- [Rotational Dynamics](#)
- [Fluids](#)
- [Oscillations](#)
- [Waves](#)

Electricity And Magnetism

- [Electric Field](#)
- [Electric Potential](#)
- [Resistance](#)
- [Capacitance](#)
- [DC Circuits](#)
- [Magnetic Field](#)
- [Electromagnetic Induction](#)
- [Inductance](#)
- [Electromagnetic Waves](#)

Vectors.aps

Problems in set:

- vec1a-DEMO
- vec1a
- vec1b
- vec1c
- vec1d
- vec2a
- vec2b
- vec2c
- vec2d
- vec3a
- vec3b-DEMO
- vec3b
- vec3c
- vec4a
- vec4b
- vec4c

Content for UoE Maths Evaluation - Mozilla Firefox

ActiveMath

Content for UoE Maths Evaluation

1 Functions

- Basics
- Linear functions
- Function Plotting
- Quadratic Functions
- Polynomials
- Exp and Log Functions
- Hyperbolic Functions
- Piecewise Functions
- Rational Functions
- Odd and Even Functions
- Function Composition
- Periodic Functions

2 Limits

3 Continuity

4 Series

5 Differentiation

Basics

Content for UoE Maths Evaluation > Fonctions > Basics

Definition of a function

Let X and Y be two sets. A function f from X to Y is a rule that assigns to each element x in X exactly one element y in Y, called the **codomain** or range Y. In the context of engineering, the element x is the input and the element y is the output.

Independent and dependent variables

As x can take any value from the domain D, it is called the **independent variable** x. The corresponding value of y is called the **dependent variable** y.

Functions and formulae

To describe a function f we often use a formula to specify the function. Sometimes several formulae to describe a function.

Example of a function that has no formula

For example we cannot describe precisely the function f(x) = 1/x with a formula.

Example of a formula that does not describe a function

The formula  $y^2 = x$  does **not** give a function. This contradicts the definition of function.

Functions and non-functions

Start exercise

Recognising functions 1

Start exercise

La carte: Calcul algébrique - 3ème

Niveau Lancer Fermer

	1	2	3	4	5	6	7	8
Développement et réduction	●	●	●	●	●	●	●	●
Factorisation	●	●	●	●	●	●	●	●
Simplification	●	●	●	●	●	●	●	●
Résolution équations de degré 1	●	●	●	●	●	●	●	●
Résolution équations de degré 2	●	●	●	●	●	●	●	●
Résolution d'inéquations	●	●	●	●	●	●	●	●
Résolution de systèmes	●	●	●	●	●	●	●	●

● Hors niveau ● Facile ● Normal ● Difficile

Entraînement Test

Famille D4

Equations de degré 1 Niveau 2.

Les coefficients sont des entiers, des fractions ou des décimaux.

46

# Adapter les EIAH – Qui personnalise ?

- ◆ L'enseignant
  - ◆ Partie du logiciel spécifique aux enseignant
    - ◆ Choix des buts à atteindre
    - ◆ Choix des activités et de leur ordre
    - ◆ Choix des fonctionnalités
    - ◆ Choix des paramètres d'interface

# Adapter les EIAH – Qui personnalise ?

- ◆ L'enseignant
  - ◆ Outils auteurs pour créer des logiciels
    - ◆ Certains permettent de prédéfinir des stratégies pédagogiques à appliquer selon les performances de l'apprenant

Course material - C:\REDEEM\DMAINS\SHAPE\SHAPE.TBK

Right angles in real life

REDEEM

File Edit Text Page Help

Describing your course material

Course name: SHAPE Page in Section: right angles

Page name: Right angles around us

Characteristics of this page

New material	↔	Familiar
Difficult	↔	Easy
Introductory	↔	Final
General	↔	Specific
Passive	↔	Active
Answers deduced	↔	Answers given
Lots of hints	↔	No hints

Select a new course

Choose course ...

Edit Description

Edit course

Describing page

58

This page includes

Reflection point

Non-computer tasks

Organise the pages

Relate pages...

Questions for this page

MT CAT

FIB MC TF

Help

Title page

ToolBook II - TOOLS.tbk

Defining your teaching strategies

Strategy name: Practice

Teaching strategy features

Teacher choice	↔	Student choice
Lots of teaching	↔	Lots of testing
Tests interspersed	↔	Test at end
Start general	↔	Start specific
Answers deduced	↔	Answers given
Lots of hints	↔	No hints
Lots of feedback	↔	Feedback at end
All computer	↔	Non-computer tasks

Testing styles

Multiple choice

Fill in the blank

Categorical

True/False

Multiple True

Other strategies

Create strategy ...

Edit other strategy ...

Delete strategy ...

Help

Title page

48

# Adapter les EIAH – Qui personnalise ?

- ◆ L'EIAH
  - ◆ Par le module pédagogique
  - ◆ À partir des informations que le système possède sur l'apprenant
    - ◆ Stéréotypes auxquels les apprenants sont associés
    - ◆ Modèle de l'apprenant contenu dans l'EIAH

# Adapter les EIAH – Qui personnalise ?

- ◆ Exemple : Un EIAH qui propose des questionnaires adaptatifs pour évaluer les connaissances de l'apprenant (Vie 2016)
  - ◆ Vise à proposer des tests différents à chaque apprenant
  - ◆ Adaptés aux connaissances diagnostiquées au fur et à mesure du test
  - ◆ Choix parmi des questions existantes
- ◆ Nécessite qu'un expert définisse une Q-matrice, reliant les questions du test aux composantes de connaissance
- ◆ Les paramètres du modèle de diagnostic des connaissances sont fixés par des techniques d'apprentissage automatique
- ◆ Les profils ne sont donc explicables ni à l'apprenant ni à l'enseignant

	Comp. de connaissances							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Q1	0	0	0	1	0	1	1	0
Q2	0	0	0	1	0	0	1	0
Q3	0	0	0	1	0	0	1	0
Q4	0	1	1	0	1	0	1	0
Q5	0	1	0	1	0	0	1	1
Q6	0	0	0	0	0	0	1	0
Q7	1	1	0	0	0	0	1	0
Q8	0	0	0	0	0	0	1	0
Q9	0	1	0	0	0	0	0	0
Q10	0	1	0	0	1	0	1	1
Q11	0	1	0	0	1	0	1	0
Q12	0	0	0	0	0	0	1	1
Q13	0	1	0	1	1	0	1	0
Q14	0	1	0	0	0	0	1	0
Q15	1	0	0	0	0	0	1	0
Q16	0	1	0	0	0	0	1	0
Q17	0	1	0	0	1	0	1	0
Q18	0	1	0	0	1	1	1	0
Q19	1	1	1	0	1	0	1	0
Q20	0	1	1	0	1	0	1	0

# Adapter les EIAH – Les stratégies de personnalisation

- ◆ Une stratégie de personnalisation définit les règles :
  - ◆ permettant de choisir quelle(s) activité(s) donner à l'apprenant
    - ◆ cours, exercices, manipulation, activité collaborative....
  - ◆ en fonction de différentes caractéristiques
    - ◆ contenu du profil, contexte de la situation
  - ◆ et permettant de combiner ces activités et d'adapter l'environnement
    - ◆ fonctionnalités disponibles, types de feedback...
- ◆ Les stratégies de personnalisation sont définies par :
  - ◆ les concepteurs de l'EIAH
    - ◆ lors de la conception, avec une approche incluant ou non des enseignants
    - ◆ les concepteurs “codent en dur” les règles permettant l'adaptation
  - ◆ les enseignants
    - ◆ pour qu'ils s'approprient les systèmes et les configurent selon leurs propres objectifs d'apprentissage
    - ◆ nécessite de les rendre compréhensibles et éditables par les enseignants

# Adapter les EIAH –

## Des exemples de stratégies incluses dans l'EIAH

- ◆ IDEBUGGY [Burton 1982] : système de diagnostic des causes d'erreur dans la soustraction écrite
  - ◆ Diagnostic des erreurs de l'apprenant puis **génération d'un nouveau problème** pour travailler sur cette erreur
  - ◆ Nécessite d'avoir un modèle du domaine sur les misconceptions et sur la génération d'exercices en lien avec celles-ci
- ◆ APPELEC [Guéraud et al. 2007] : scénario de manipulation des circuits électriques dans TPElec
  - ◆ **Génération d'un parcours adaptatif** au sein des activités en fonction des réponses de l'élève
  - ◆ Nécessite d'avoir un modèle du domaine sur les compétences travaillées dans chaque activité et un modèle pédagogique pour associer les réponses de l'apprenant aux compétences
- ◆ TELEOS [Mufti-Alchawafa et al. 2004] : simulateur de chirurgie orthopédique
  - ◆ Interprétation du comportement de l'apprenant pour proposer des **feedbacks appropriés**
  - ◆ Nécessite d'avoir un modèle de l'apprenant associé à une méthode de diagnostic rapide, ainsi qu'une modélisation fine des feedbacks associée à un modèle des actions possibles de l'apprenant
- ◆ MOREMATH [Bull et al. 2003] : “Mobile Revision for Maths”
  - ◆ Construction d'un modèle des connaissances de l'apprenant pour proposer une **séquence de révision adaptée**
  - ◆ Nécessite d'avoir un modèle pédagogique liant chaque compétence du modèle de l'apprenant aux compétences mises en jeu dans les cours et les exercices

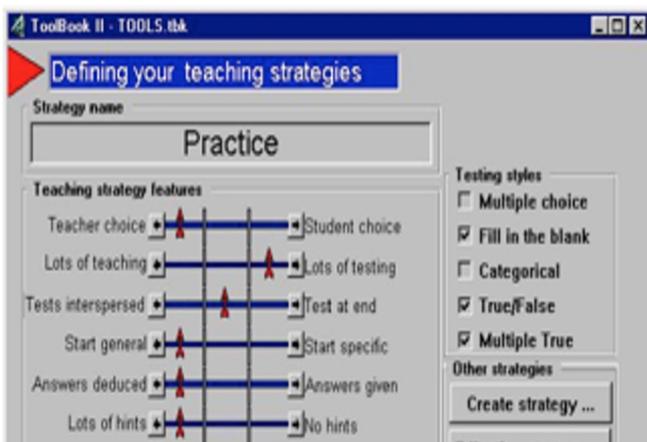
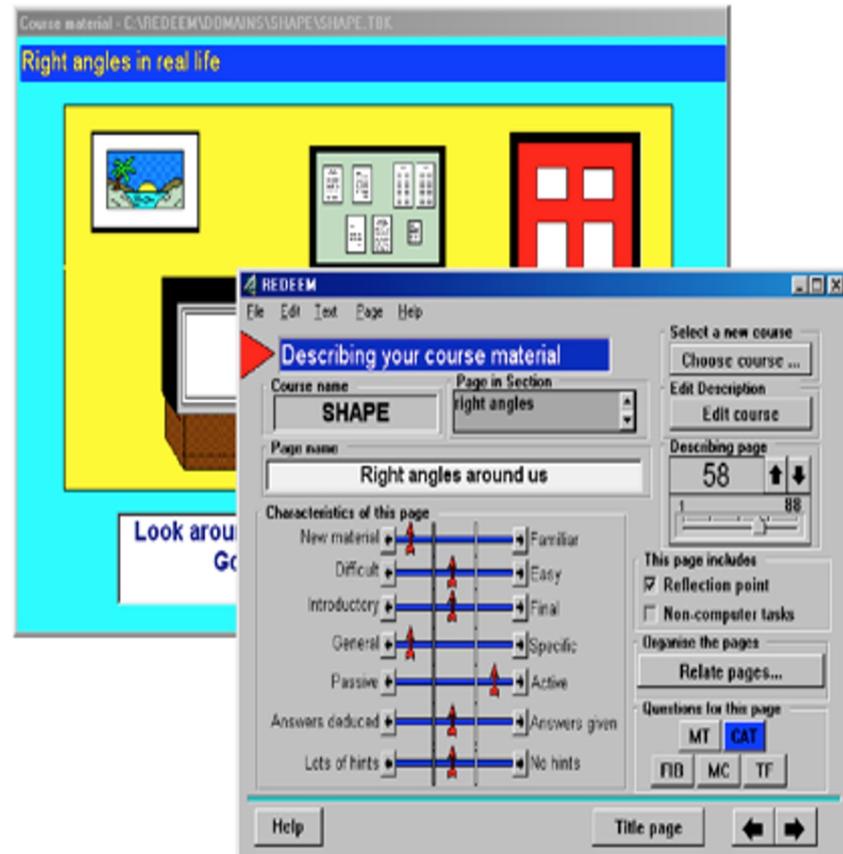
# Adapter les EIAH –

## Des exemples de stratégies ouvertes aux enseignants

### REDEEM (Ainsworth 2000)

permet à l'enseignant de :

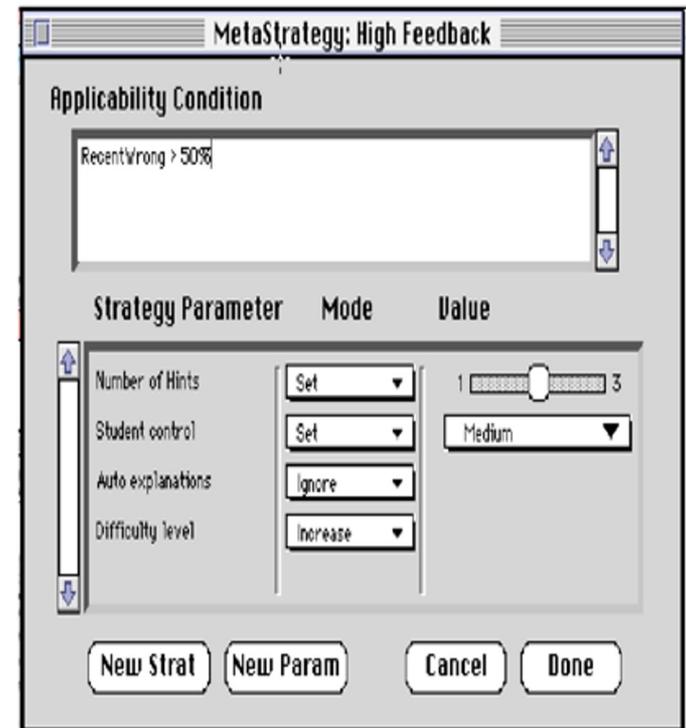
- ◆ décrire le matériel pédagogique qu'il souhaite utiliser
- ◆ de former des groupes avec ses apprenants
- ◆ de définir *via* une interface graphique ses stratégies pédagogiques



# Adapter les EIAH –

## Des exemples de stratégies ouvertes aux enseignants

- ◆ EON (Murray 2003) permet à l'enseignant :
  - ◆ lors de la création d'un logiciel pédagogique
  - ◆ de définir des méta-stratégies afin de choisir la stratégie pédagogique appropriée pour enseigner un type de connaissances.
- ◆ Chaque méta-stratégies est une règle « si-alors » avec pour prémisse une condition d'application et pour conclusion, des valeurs pour les paramètres du système



# Plan

- ◆ Qu'est-ce que l' « Adaptive Learning » ?
- ◆ Variété et richesse des travaux dans le domaine
  - Synthèse
- ◆ Zoom sur le projet ComPer : une approche par compétences pour le diagnostic, la régulation et la personnalisation de l'apprentissage
- ◆ Perspectives de recherche
- ◆ Bibliographie

# Synthèse

- ◆ L' « Adaptive Learning », c'est adapter les activités que l'on propose à un apprenant en fonction d'une situation pédagogique donnée
  
- Prendre en compte
  1. Les spécificités de l'apprenant
  2. Les buts pédagogiques de l'enseignant
  
- Pour adapter
  1. Le contenu des activités papier ou logicielles
  2. La façon de proposer ces activités

# Spécificités des apprenants

## ◆ Stéréotypes

- ◆ Contient un ensemble de caractéristiques que l'on trouve chez plusieurs apprenants
- ◆ Factorisation de la représentation ne permet pas une prise en compte fine des individualités des apprenants

## ◆ Profils d'apprenants

- ◆ Spécifique à un individu
- ◆ Encode plus finement les informations déduites sur les apprenants
- ◆ Processus de construction pas sans risque et des erreurs de diagnostic peuvent conduire à la prise en compte d'informations erronées

## ➤ Difficulté :

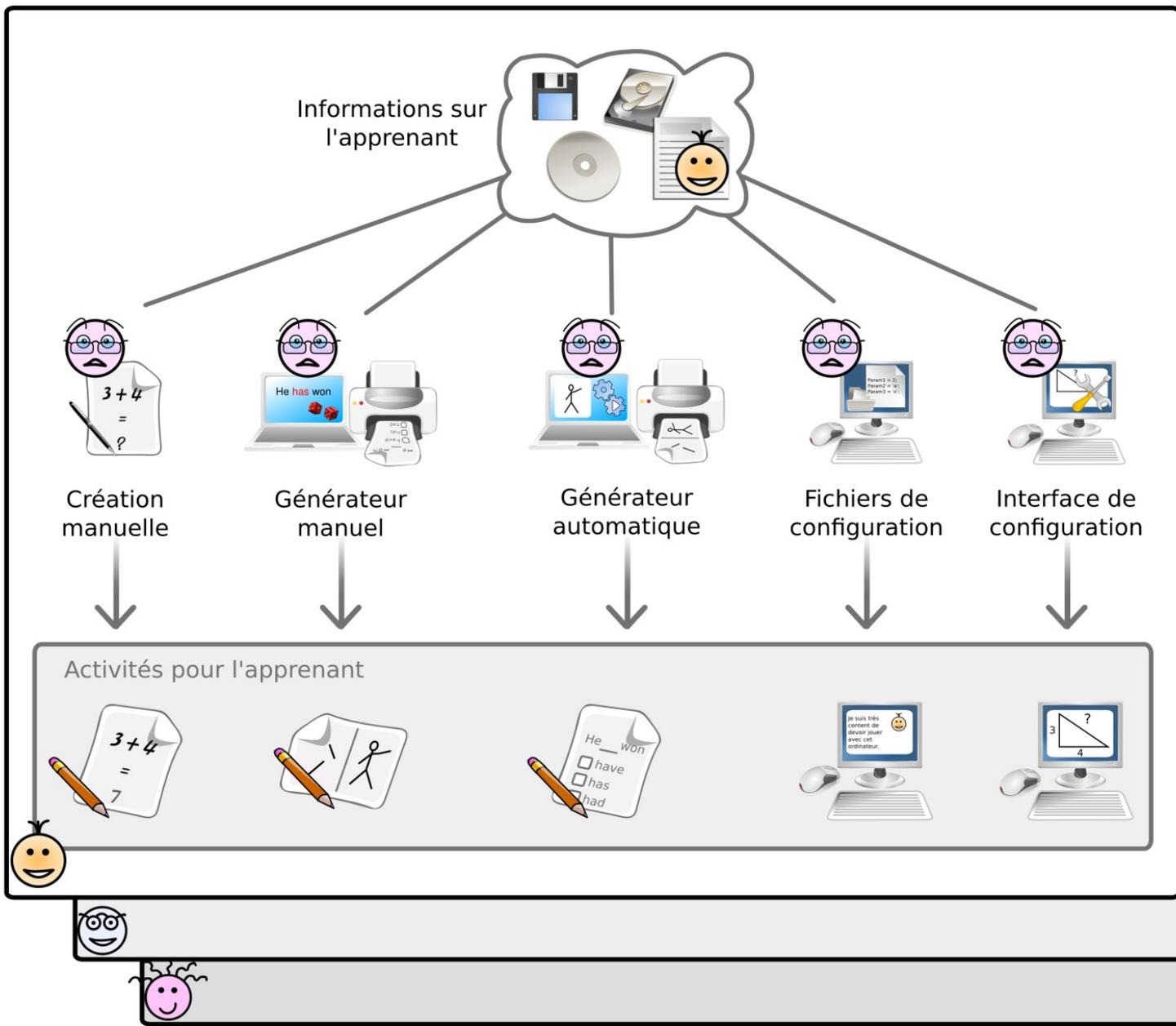
- ◆ Capturer les données pertinentes concernant les apprenants
- ◆ Donner les moyens à l'enseignant ou à l'EIAH d'accéder facilement à ces données

# Buts pédagogiques des enseignants

- ◆ Outils auteurs
  - ◆ Création de ressources : exercices, feuilles d'exercices ou logiciels
  - ◆ Enseignant fournit entièrement le contenu pédagogique
  - ◆ Coûteux en temps
- ◆ Scénarios pédagogiques
  - ◆ Définition des activités, du contexte, des rôles...
  - ◆ Les outils permettant de définir un scénario ne permettent pas de créer des ressources
- ◆ Partie spécifique dans les EIAH
  - ◆ Paramétrage de l'environnement proposé à l'apprenant (contenu pédagogique et/ou interface)
  - ◆ Peu de logiciels possèdent une partie réservée à l'enseignant
  - ◆ Parties différentes d'un logiciel à l'autre
- ◆ Limite : hétérogénéité des systèmes

# Affectation d'une activité à un apprenant

- ◆ Personnalisation par l'EIAH
  - ◆ En fonction de la connaissance que le système a de l'apprenant
  - ◆ Pas forcément adaptée aux buts pédagogiques des enseignants
- ◆ Personnalisation par l'apprenant
  - ◆ Apprenant régule lui-même son apprentissage
  - ◆ Difficile pour un enseignant de le contraindre à respecter ses méthodes de travail
- ◆ Personnalisation par l'enseignant
  - ◆ Difficulté d'accès aux informations relatives à l'apprenant
  - ◆ Hétérogénéité des outils
  - ◆ Personnalisation longue à mettre en place



# Plan

- ◆ Qu'est-ce que l' « Adaptive Learning » ?
- ◆ Variété et richesse des travaux dans le domaine
- ◆ Zoom sur le projet ComPer : une approche par compétences pour le diagnostic, la régulation et la personnalisation de l'apprentissage
- ◆ Perspectives de recherche
- ◆ Bibliographie



# Une approche par compétences pour le diagnostic, la régulation et la personnalisation de l'apprentissage

Porté par N. Guin (LIRIS, Lyon)



eduClever



SESAMES

# Qu'est-ce qu'une Approche Par Compétences (APC) ?

- ◆ Objectif :
  - ◆ Faciliter le développement chez les apprenants d'une meilleure capacité d'agir et, à plus long terme, d'une meilleure autonomie
- ◆ Concrètement
  - ◆ Une nouvelle manière de planifier l'enseignement et l'apprentissage dans un programme d'études afin de soutenir le développement de compétences
- ◆ Outils :
  - ◆ Le "socle commun de connaissances et de compétences" et le "livret personnel de compétences" pour les écoles et collèges
  - ◆ Le "portefeuille d'expériences et de compétences" pour l'enseignement supérieur

# Une compétence

- ◆ A l'échelle européenne, la définition adoptée par le parlement européen en 2006 :
  - ◆ « Une compétence est une combinaison de connaissances, d'aptitudes (capacités) et d'attitudes appropriées à une situation donnée. Les compétences clés sont celles qui fondent l'épanouissement personnel, l'inclusion sociale, la citoyenneté active et l'emploi »
- ◆ A l'échelle nationale, la définition retenue dans le socle commun de connaissances et de compétences :
  - ◆ « Chaque grande compétence du socle est conçue comme une combinaison de connaissances fondamentales pour notre temps, de capacités à les mettre en œuvre dans des situations variées mais aussi d'attitudes indispensables tout au long de la vie, comme l'ouverture aux autres, le goût pour la recherche de la vérité, le respect de soi et d'autrui, la curiosité et la créativité. »
- ◆ Une compétence :
  - ◆ Savoir = Connaissance
  - ◆ Savoir-faire = Compétence opérationnelle
  - ◆ Savoir-être = Compétence comportementale

# Exemple d'un référentiel de compétences

Compétences liées à l'apprentissage de la programmation récursive, en licence informatique à Lyon 1

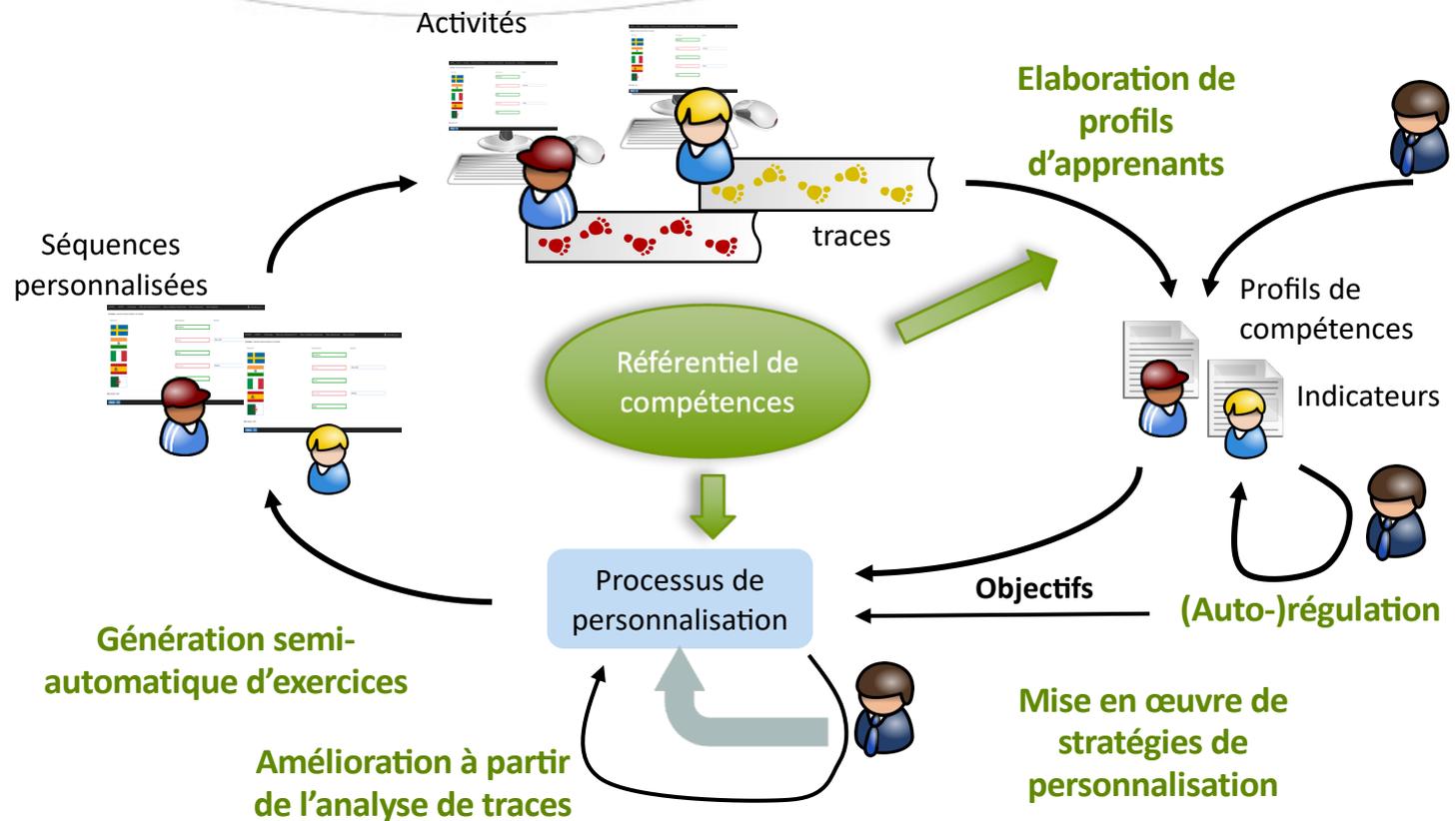
- Concevoir\_un\_algorithme\_récuratif
  - Connaître\_la\_structure\_d\_une\_fonction\_récurative
  - Savoir\_dans\_quel\_ordre\_se\_poser\_les\_3\_questions
  - Connaître\_les\_3\_questions\_à\_se\_poser
- Utiliser\_les\_TDA\_liste\_et\_arbre
  - Connaître\_la\_définition\_d\_un\_ABR
  - Connaître\_la\_définition\_d\_une\_liste\_chaînée
  - Connaître\_la\_définition\_d\_un\_arbre\_binaire
  - >  Savoir\_distinguer\_un\_ABR\_d\_un\_arbre\_non\_ordonné
  - Savoir\_parcourir\_une\_liste
  - >  Savoir\_parcourir\_un\_arbre\_binaire
    - ▶ Savoir\_écrire\_une\_fonction\_Scheme\_répondant\_à\_une\_spécification
- v  Savoir\_écrire\_une\_fonction\_récurative\_en\_Scheme
  - >  savoir\_écrire\_une\_fonction\_Scheme\_récurative\_sur\_des\_arbres
  - >  savoir\_écrire\_une\_fonction\_Scheme\_récurative\_sur\_des\_nombres
  - >  savoir\_écrire\_une\_fonction\_Scheme\_récurative\_sur\_des\_listes
- v  Savoir\_écrire\_une\_fonction\_non\_récurative\_en\_Scheme

# Exemple d'un référentiel de compétences

## (C) Connaitre\_et\_utiliser\_des\_règles\_syntaxiques



# Objectifs de ComPer



Contexte d'enseignement : hybride

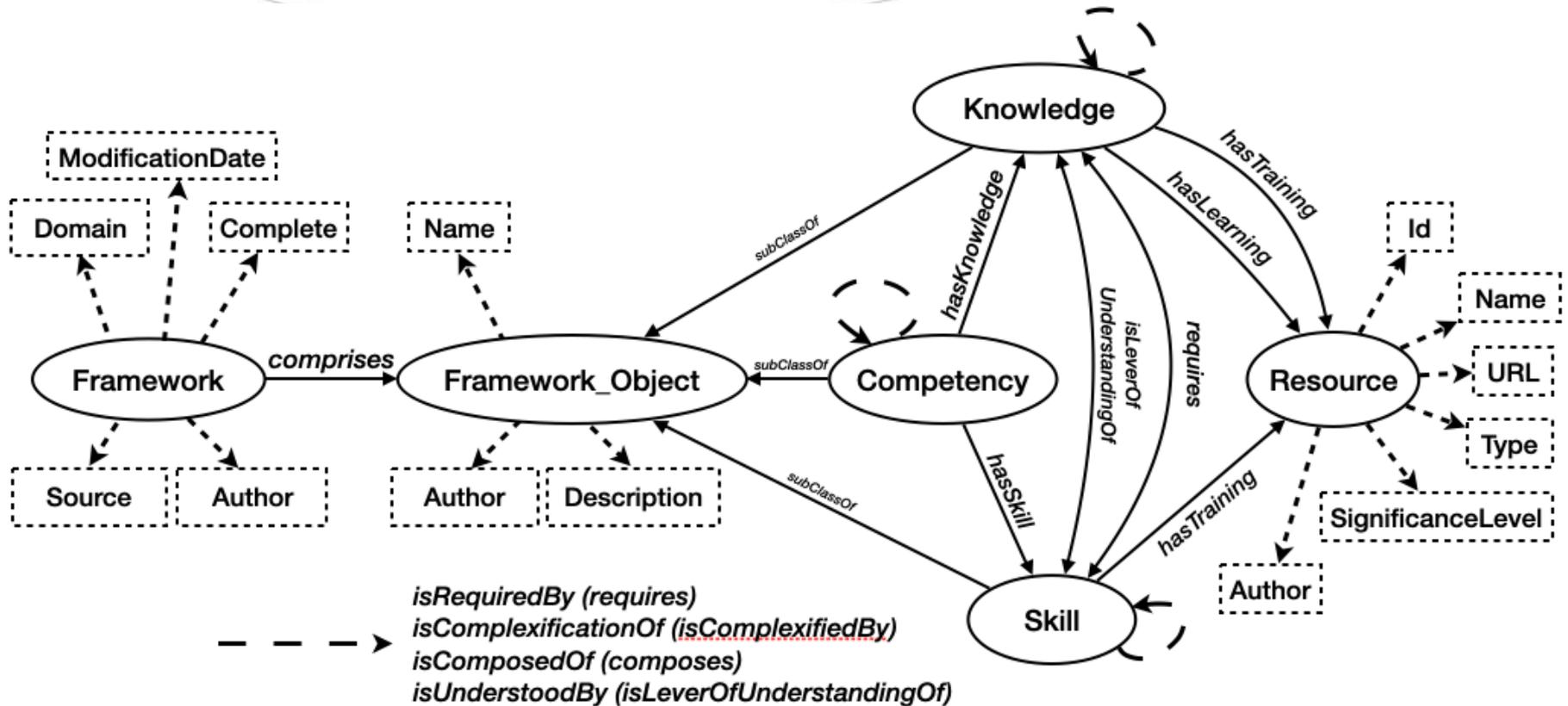
# Questions de recherche

- ◆ Quels apports du référentiel de compétences sur
  - ◆ les outils de visualisation proposés pour la régulation des objectifs d'apprentissage des apprenants
  - ◆ les activités d'auto-formation pour atteindre ces objectifs
  - ◆ les processus informatiques de diagnostic des compétences et de personnalisation de l'apprentissage
- ◆ Quels apports de l'exploitation des traces d'activité pour l'assistance aux différents acteurs
  - ◆ Favoriser la compréhension des processus d'apprentissage
  - ◆ Améliorer les processus de visualisation et de personnalisation
- ◆ Quels bénéfices pour l'apprenant
  - ◆ Apprentissage
  - ◆ Autonomie

# Modélisation du référentiel

- ◆ Objectif : proposer un méta-modèle de référentiel
  - ◆ exprimer une compétence à différents niveaux de granularité
  - ◆ suffisamment générique pour fédérer les compétences de disciplines variées et d'activités pédagogiques hétérogènes telles
  - ◆ regrouper différentes compétences dans une même entité pour former un référentiel de compétences

# Méta-modèle de référentiels de compétences



# Des référentiels conformes au méta-modèle

- ◆ Programmer en langage Shell (IUT 1ère année)
- ◆ Physique-chimie (seconde / terminale)
- ◆ Programmation fonctionnelle et récursive en Scheme (L1)
- ◆ Anglais (première)
- ◆ Français langue étrangère (primaire)





Framework Editor    prototype comper3    Asker    Asker    https://comper.projet.liris.cnrs

traffic.irit.fr/comper/repository/globalViz?

Applications    Ici    Enseignement    Conférences    Institutionnels    Mac    Utiles    Google    Autres favoris

Home    My List    Logout

Back

**Nodes**

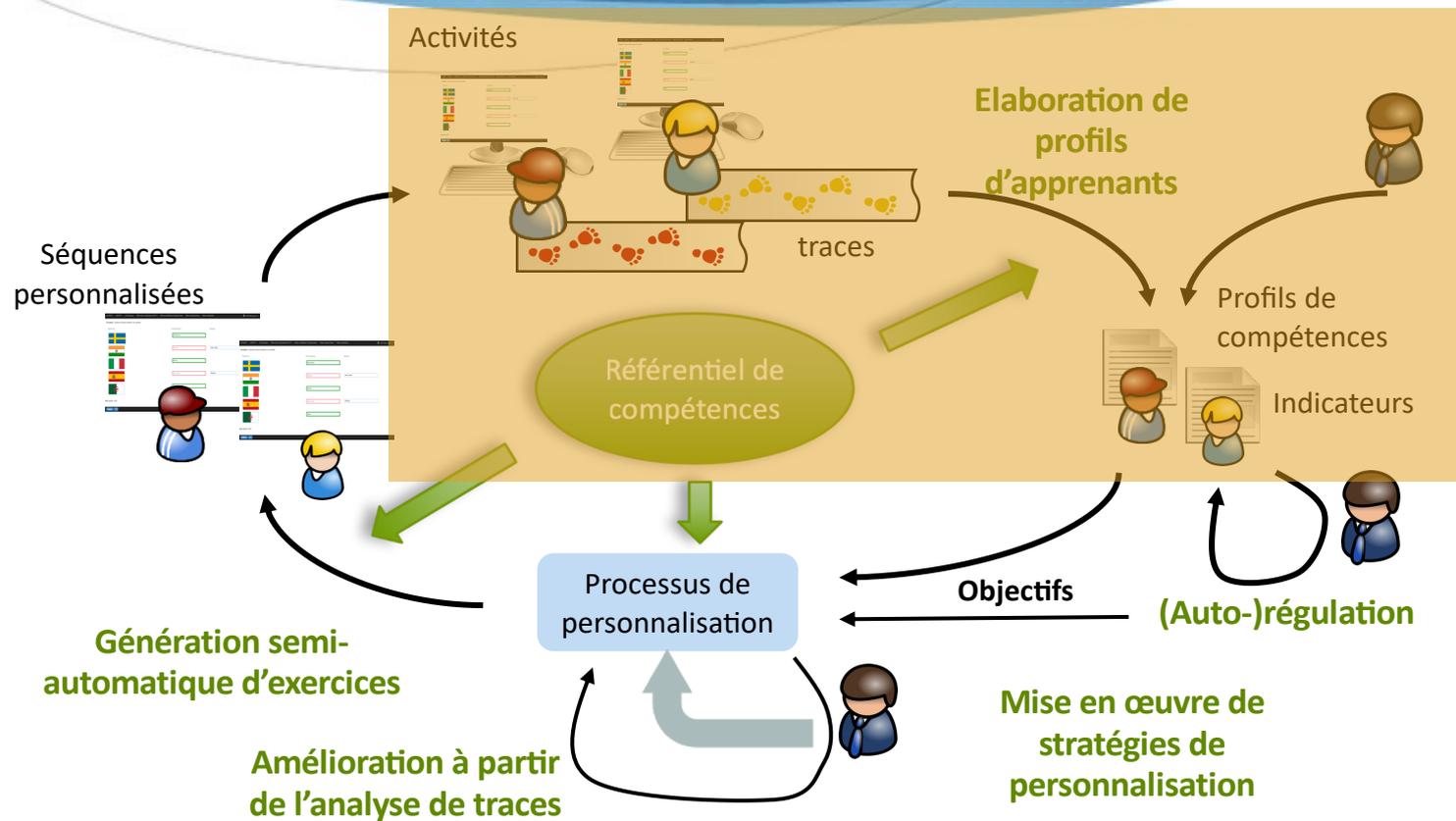
- Framework
- Competences
- Skills
- Knowledge
- Resources

**Relations**

- Hierarchical relation
- Requires
- hasLearning
- isComplexificationOf
- isLeverOfUnderstandingOf
- hasTraining
- Inverted relation

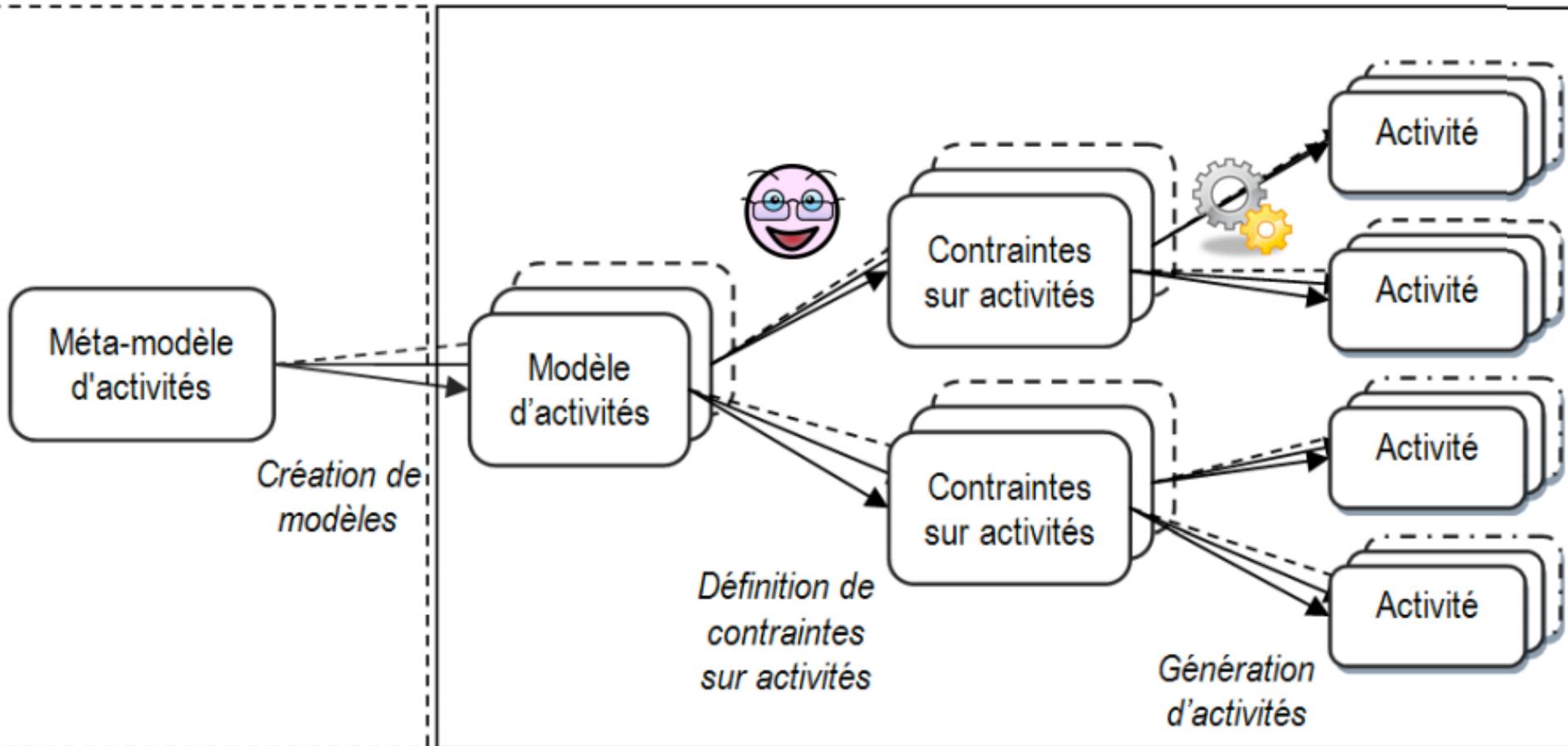
© Comper Project- Framework Editor 2019

# Activités, traces, profils

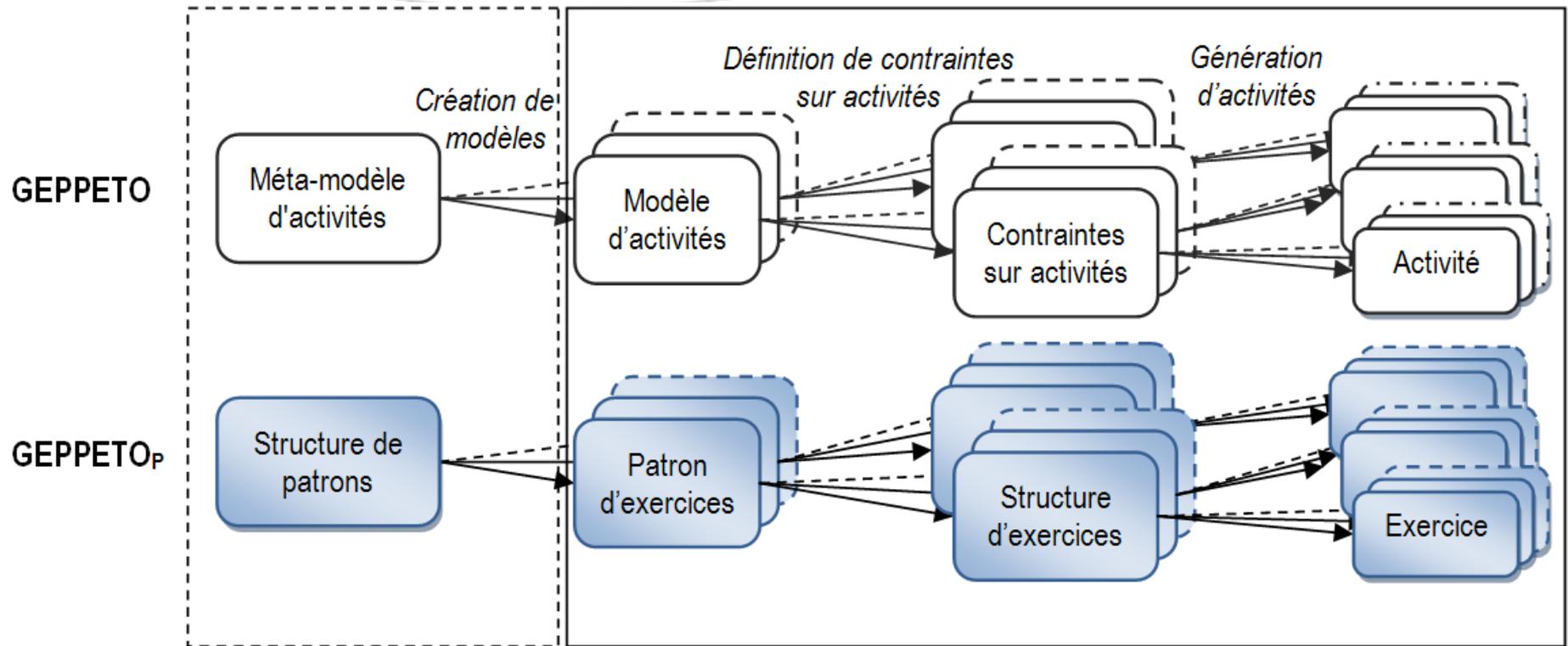


# GEPPETO : modèles et processus pour adapter les activités pédagogiques

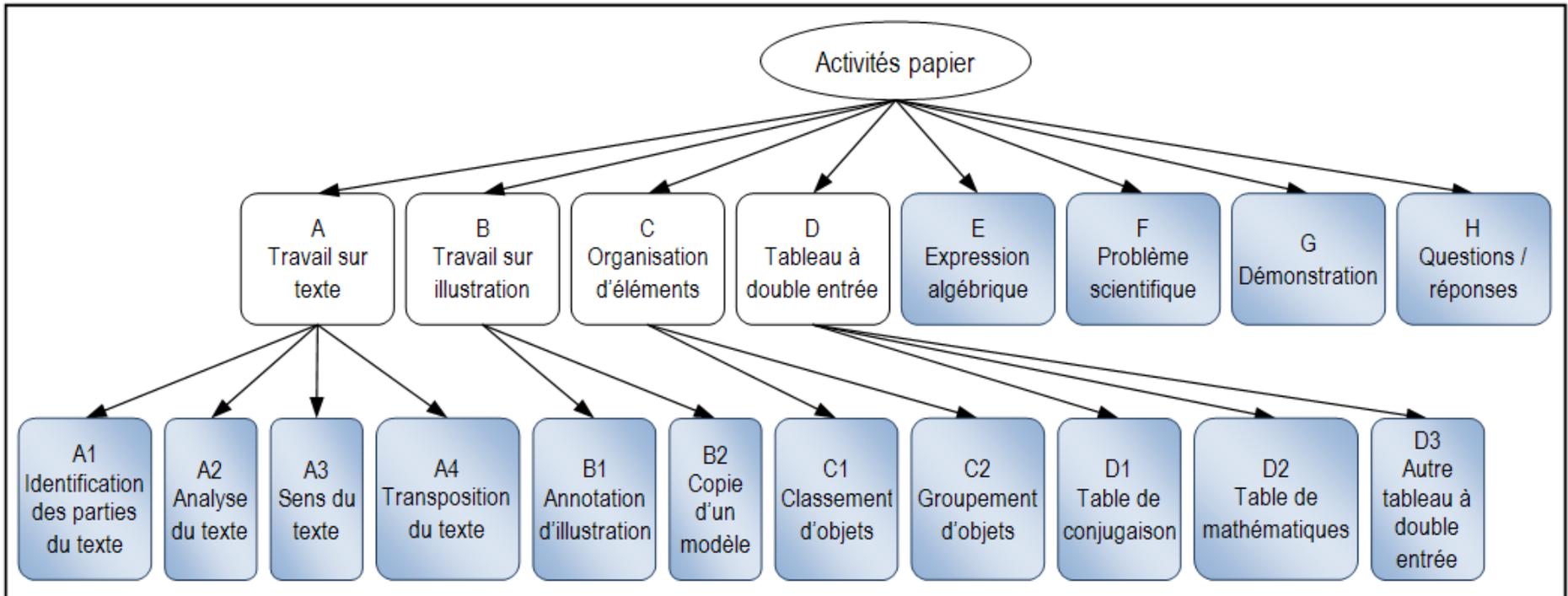
GEPPETO



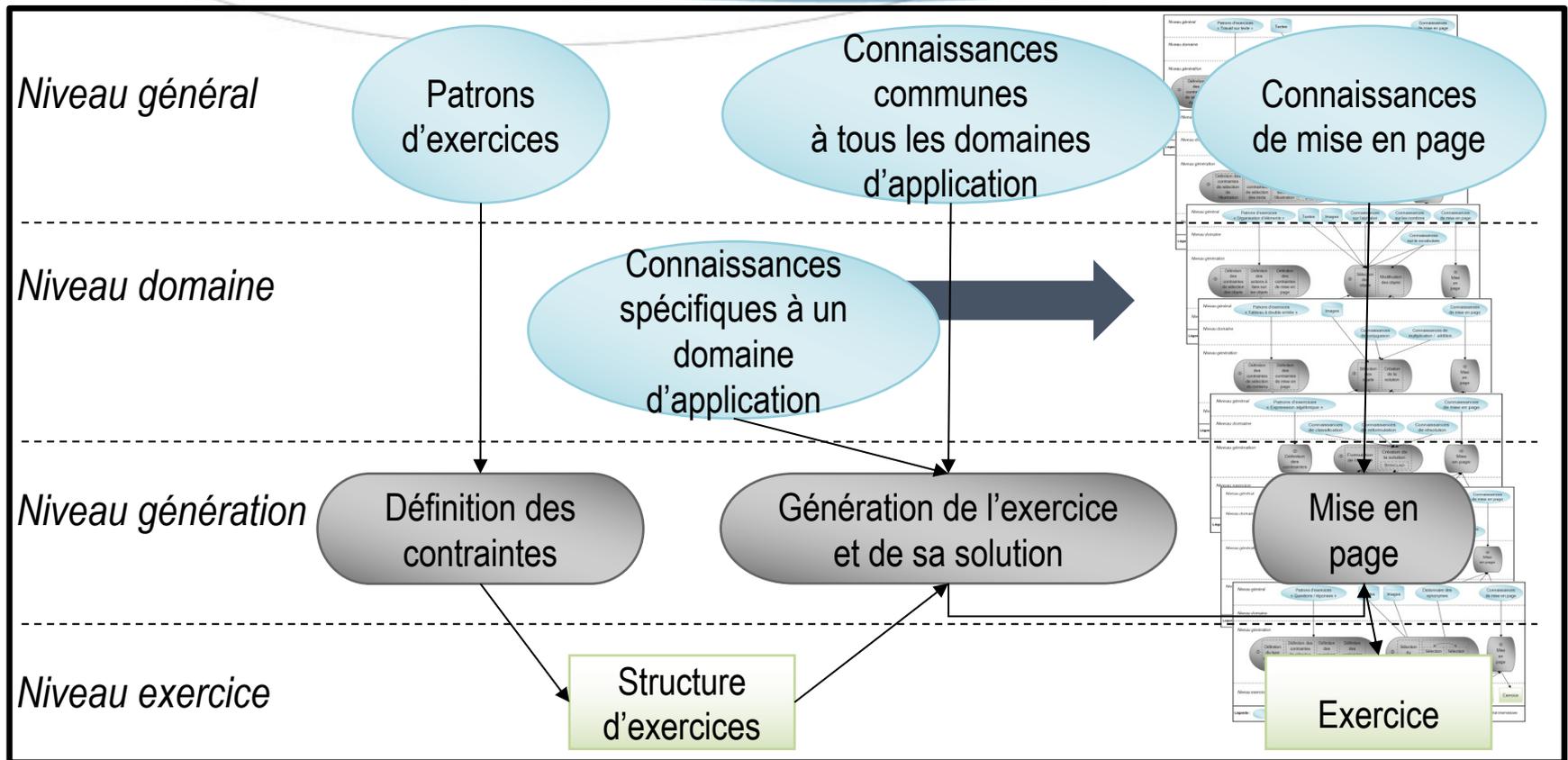
# GEPPETO<sub>P</sub> : adaptation d'activités papier



# GEPPETO<sub>P</sub> : typologie des activités papier



# Architecture générique de générateurs d'activités papier

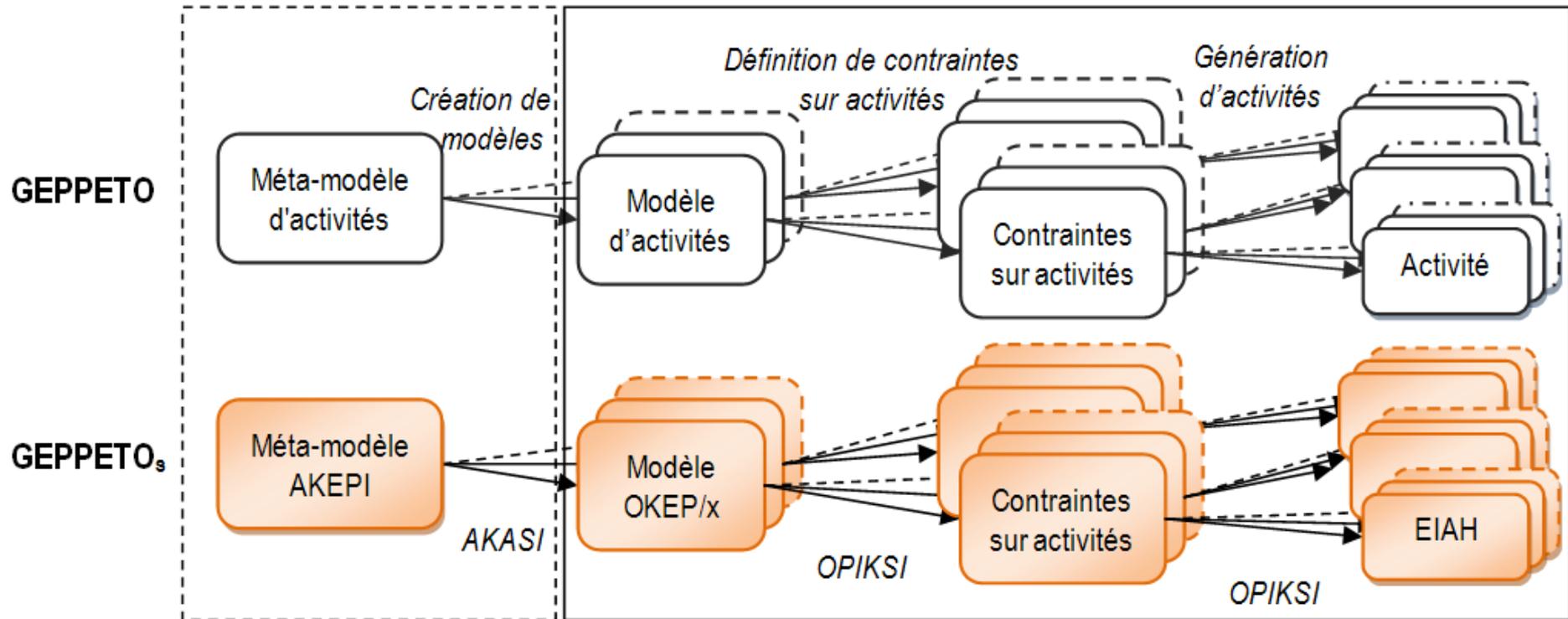


# GEPPETO<sub>p</sub> dans Adapte

The screenshot displays the GEPPETOp software interface, which is used for generating and correcting exercises. The interface is divided into several sections:

- Configuration Panel (Left):** Contains settings for exercise generation, including "Consigne" (Selection of a conjugation exercise or manual entry), "Contraintes" (Language: anglais, Temps: indicatif), "Groupe" (Régulier), "Personne" (Je, Tu), "Verbes prioritaires" (to eat, to play, to become), and "Quota" (Nombre total de verbes).
- Exercise Generation Screen (Middle):** Titled "Feuille d'exercices personnalisée pour Ophelie". It lists four exercises:
  - Exercice 1 :** Conjuguez les verbes suivants à l'indicatif présent et pour les 1ère, 2ème personnes du pluriel : Verbes : voir, jeter.
  - Exercice 2 :** Ce matin, Damien avait 42 fleurs. Il en a 32 maintenant. Damien a-t-il donné ou cueilli des fleurs ? Combien ?
  - Exercice 3 :** Ce matin, Romain avait des jonquilles. Il en a donné 14 à midi. Il en a 11 maintenant. Quel était le nombre de jonquilles de Romain au début ?
  - Exercice 4 :** Conjuguez le verbe suivant au conditionnel présent pour la 3ème personne du singulier : Verbe :finir.
- Correction Screen (Right):** Titled "Correction de la feuille d'exercices personnalisée pour Ophelie". It provides the correct answers for each exercise:
  - Correction 1 :** voir : nous voyons, vous voyez; jeter : nous jetons, vous jetez.
  - Correction 2 :** Damien a donné 10 fleurs.
  - Correction 3 :** Romain avait 25 jonquilles.
  - Correction 4 :** finir : il finirait.

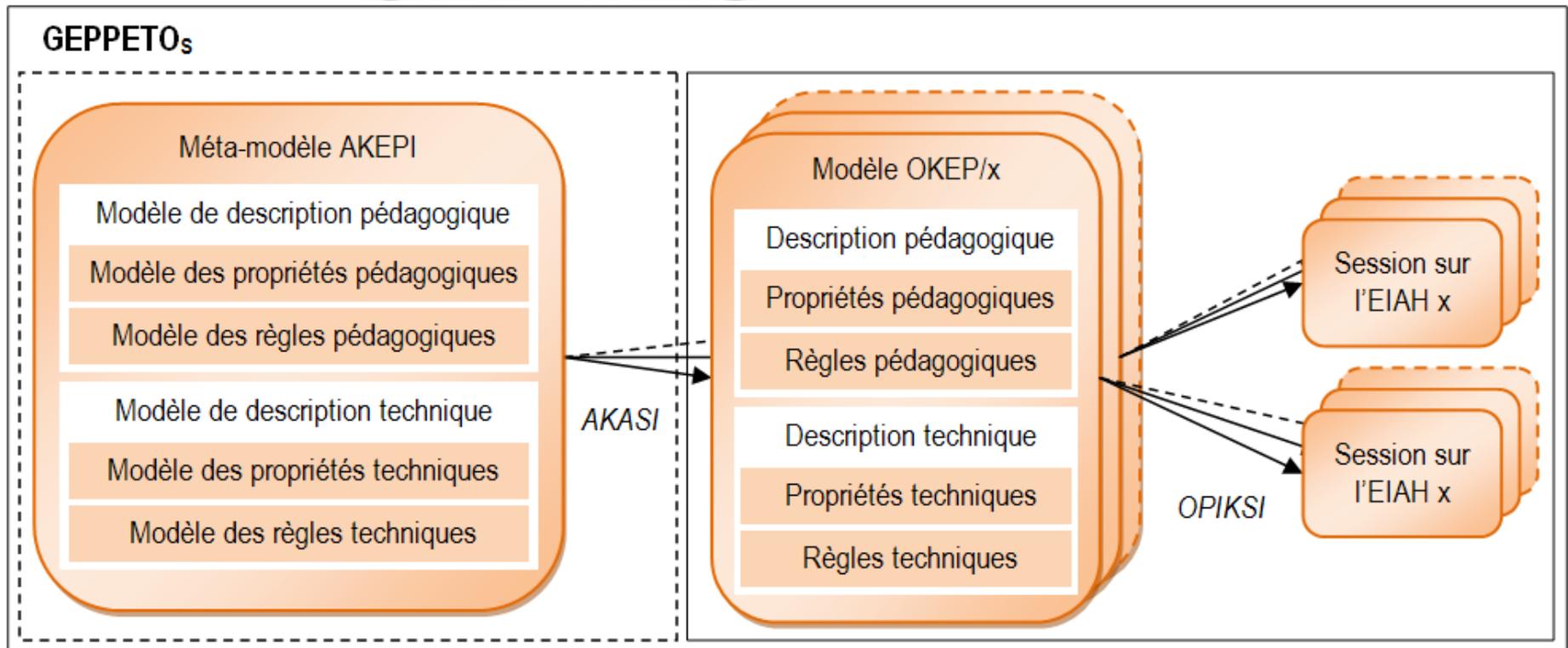
# GEPPETO<sub>s</sub> : adaptation d'activités logicielles



# GEPPETO<sub>s</sub> : facettes et moyens de paramétrage

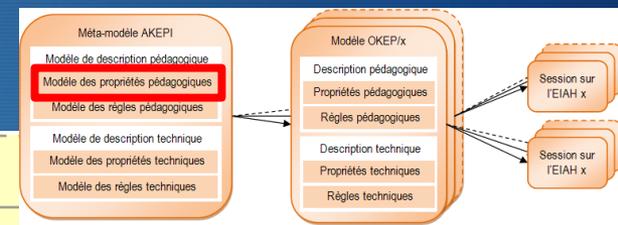
- ◆ Que peut-on personnaliser ?
  - ◆ Activités
  - ◆ Séquences d'activités
  - ◆ Rétroactions
  - ◆ Fonctionnalités
  - ◆ Interfaces
  
- ◆ Comment agir sur l'EIAH ?
  - ◆ Directement sur les fichiers de configuration
  - ◆ *Via* des interfaces

# Un méta-modèle pour l'acquisition des connaissances de personnalisation des EIAH



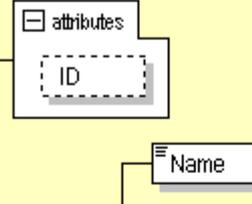
# Modèle des propriétés

## pédagogiques d'AK



TParameters

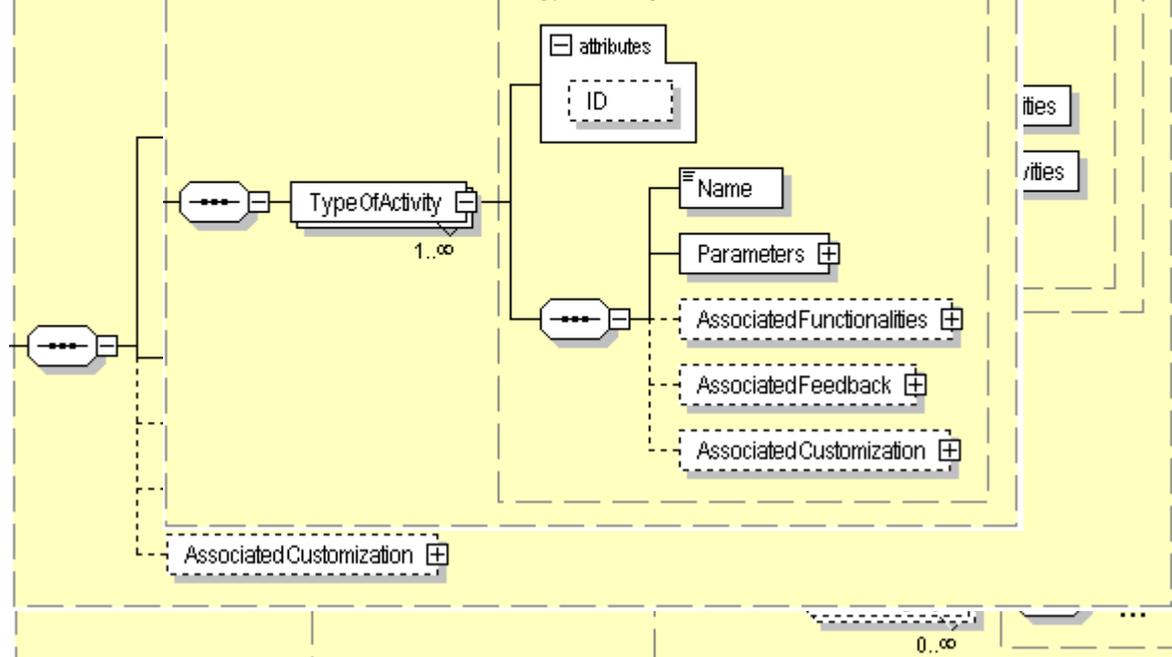
TParameter



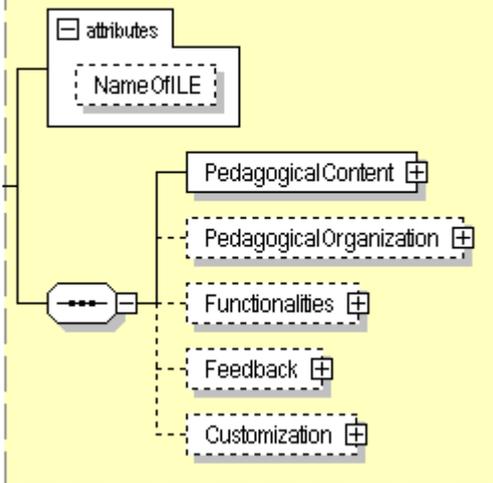
TPedagogicalOrganization

TPedagogicalContent

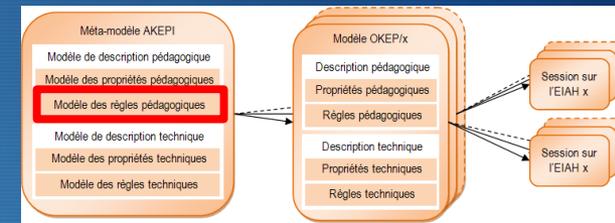
TTypeOfActivity



TPedagogicalProperties



# Modèle des règles pédagogiques du méta-modèle AKEPI



## SI

**Value**(parameter  $i_1$ ) =  $X_1$

**Value**(parameter  $i_1$ )  $\in \{X_1 .. X_n\}$

**Value**(parameter  $i_1$ ) est **non définie**

$C_1$  **et**  $C_2$  où  $C_i$  est une contrainte sur la valeur d'un paramètre

## ALORS

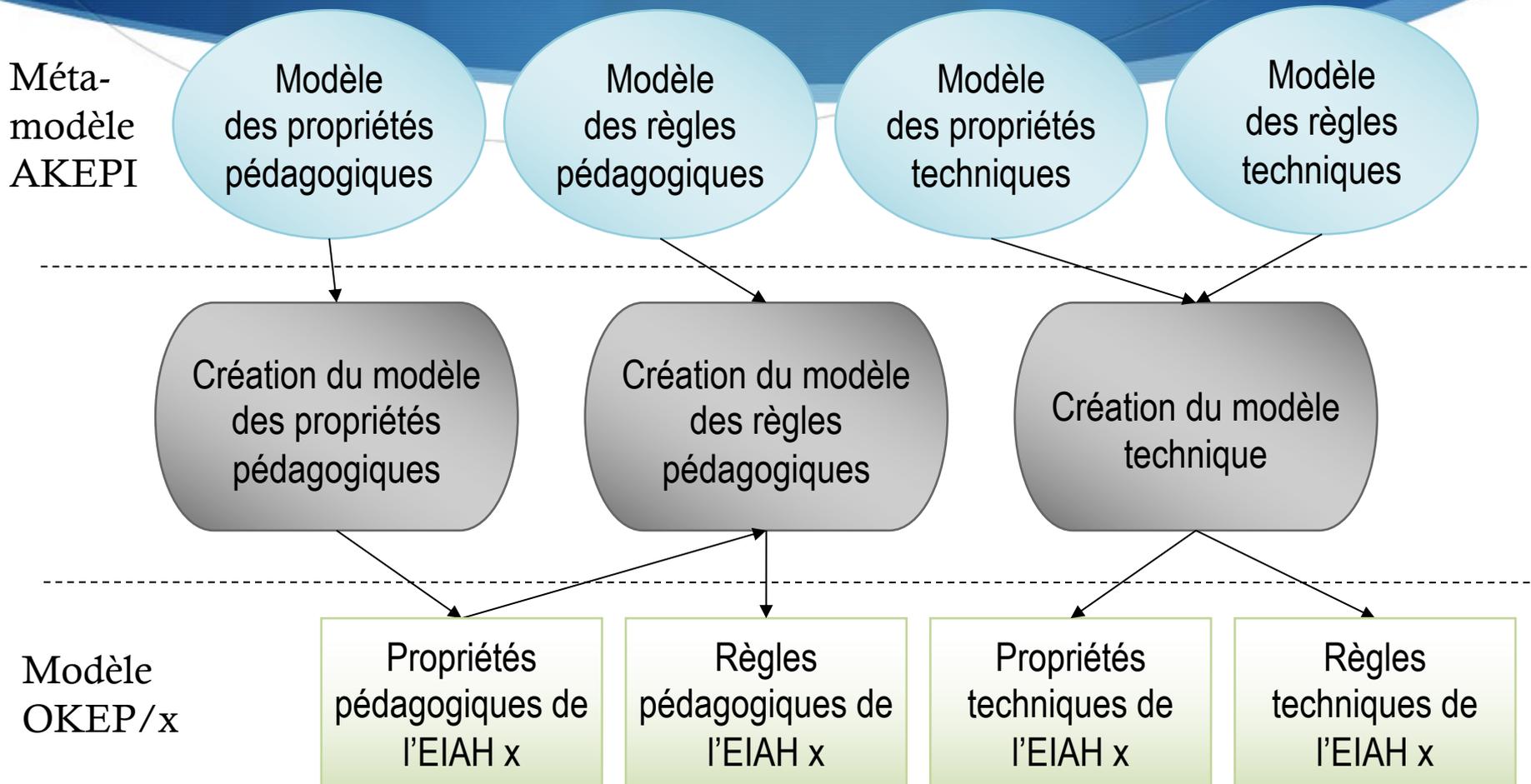
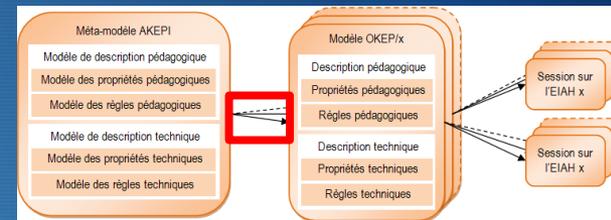
**Value**(parameter  $j_1$ ) =  $Y_1$

Le paramètre  $j_1$  sera **inaccessible**

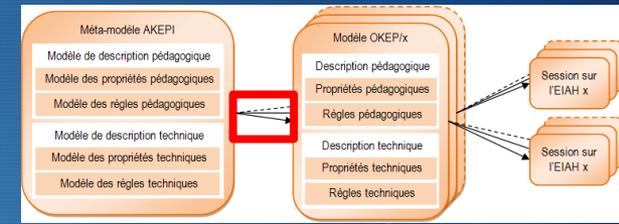
**ValueDomain**(parameter  $j_1$ ) =  $\{Y_a .. Y_b\}$  avec  $a \geq m$  et  $b \leq n$ , où  $m$  et  $n$  sont les bornes initiale

$C_1$  **et**  $C_2$  où  $C_i$  est une contrainte sur la valeur ou le domaine de valeur d'un paramètre

# Acquisition des connaissances propres à un EIAH



# GEPPETO<sub>s</sub> dans Adapte



**Définition des propriétés pédagogiques du modèle OKEP/Abalect**

Propriétés pédagogiques    Règles pédagogiques

Contenu pédagogique    Organisation pédagogique    Fonctionnalités g

Liste des activités existantes :

A001	Exercice
------	----------

Nom :

Liste des paramètr

P001	Niveau
P002	Titre du
P003	Type d'e
P004	Nom de

Liste des fonction

Liste des rétroacti

Liste des paramètr

Ajouter une activité...

? Aide    X Annuler

---

**Définition des règles pédagogiques du modèle OKEP/Abalect**

Propriétés pédagogiques    Règles pédagogiques    Propriétés techniques    Règles techniques

Listes des règles existantes :

Id	Si	Alors
R1	[P001=Value()]	[P002=Domain()]
R2	[P001=Value()]	[P002=Domain()]
R3	[P001=Value()]	[P002=Domain()]

Ajouter une nouvelle règle...

**SI** la valeur du paramètre P001\_Niveau a pour valeur(s)  CP  CE1  CE2  CM1

ET

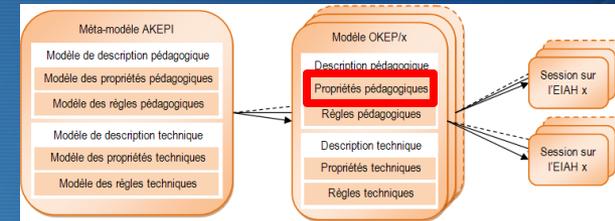
**ALORS** la valeur du paramètre P002\_Titre du texte aura pour domaine de valeurs  Une bonne pêche  Une maladie formidable  La vipère  L'oxion

ET

X Annuler    ✓ Valider

? Aide    X Annuler    << Étape précédente    Étape suivante >>

# GEPPETO<sub>s</sub> : propriétés pédagogiques du modèle OKEP/Abalect



Propriétés pédagogiques / xml

```

<PedagogicalProperties>
- <PedagogicalContent>
  - <TypeOfActivity>
    <Name>Exercice</Name>
  - <Parameters>
    - <Parameter ID="P001">
      <Name>Niveau</Name>
      <AssociatedCompetence>Classe de l'élève</AssociatedCompetence>
      + <ScaleList>
      </Parameter>
    - <Parameter ID="P002">
      <Name>Titre du texte</Name>
      - <ScaleList>
        <Variable>>false</Variable>
        <Ordered>>false</Ordered>
        <MultipleSelection>>false</MultipleSelection>
      - <Value>
        <Name>L'anniversaire</Name>
        </Value>
      - <Value>
        <Name>L'arrivée du loup</Name>
        </Value>
      ...
      - <Value>
        <Name>Une maison pour l'hiver</Name>
        </Value>
      </ScaleList>
    </Parameter>
  
```

Propriétés pédagogiques / prolog

```

:-dynamic fait/1.

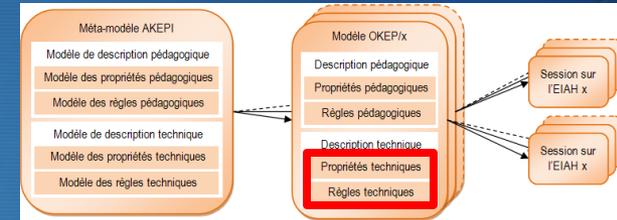
fait(propriete(p001)).
fait(accessible(p001, oui)).
fait(domaine_val(p001, scale_list, [cp, ce1, ce2, cm1,
fait(propriete(p002)).
fait(accessible(p002, oui)).
fait(domaine_val(p002, scale_list, [l_anniversaire, l_a
l_inondation,ou_est_mon_chat, une_bonne_peche,
la_vipere, l_avion, le_cheval_venu_de_la_mer, l
nourrir_les_oiseaux_en_hiver, pirlipi_la_chauve
recette_de_la_mousse, du_cadran_solaire_a_la_mo
la_fuite_de_saddam_husseïn, la_mante_religieuse
le_chene, les_fourmis_ont_du_flair, les_gaulois
un_elevage_de_lapins_angoras, un_perroquet_bien
un_veterinaire_pour_reptiles, veux_tu_elever_un
l_aventure_du_basket, le_tir_a_l_arc, l_ecureui
qui_etait_louis_xiv, trois_femmes_agricultrice,
un_emploi_du_temps_dans_une_ecole_japonaise, un
cote_d_ivoire, des_logiciels_pour_apprendre_le
le_blaireau, l_eau_courante, les_marees_vertes_
les_trous_noirs_de_l_espace, petite_histoire_du
une_journee_en_classe_en_1882, une_maison_pour_

fait(propriete(p003)).
fait(accessible(p003, oui)).
fait(domaine_val(p003, scale_list, [comprendre_le_texte
memoire_rapidite_destination, orthographe])).

fait(propriete(p004)).
fait(accessible(p004, oui)).
fait(domaine_val(p004, scale_list, [questionnaire_1, qu
closures, mots_en_desordre, mots_inverses, lign
phrases_en_desordre, texte_a_trous, dictionnair
masculin_feminin, themes_1, themes_2, photograp
mot_tronque, poursuite, trouve_moi, l_absent, l
ecrire_un_mot, je_corrige, ecrire_une_phrase, o
  
```



# GEPPETO<sub>s</sub> : propriétés et règles techniques du modèle OKEP/Abalect



Propriétés techniques / xml

```
<TechnicalProperties NameOfFILE="Abalect">
- <Application>
  <Folder>C:\Program Files\Abalect\</Folder>
  <Executable>Abalect.exe</Executable>
</Application>
- <ToCreate>
  <File ID="F001">NomEleve.bil</File>
</ToCreate>
- <Folders>
  <Folder>CP\</Folder>
  <Folder>CE1\</Folder>
  <Folder>CE2\</Folder>
  <Folder>CM1\</Folder>
  <Folder>CM2\</Folder>
```

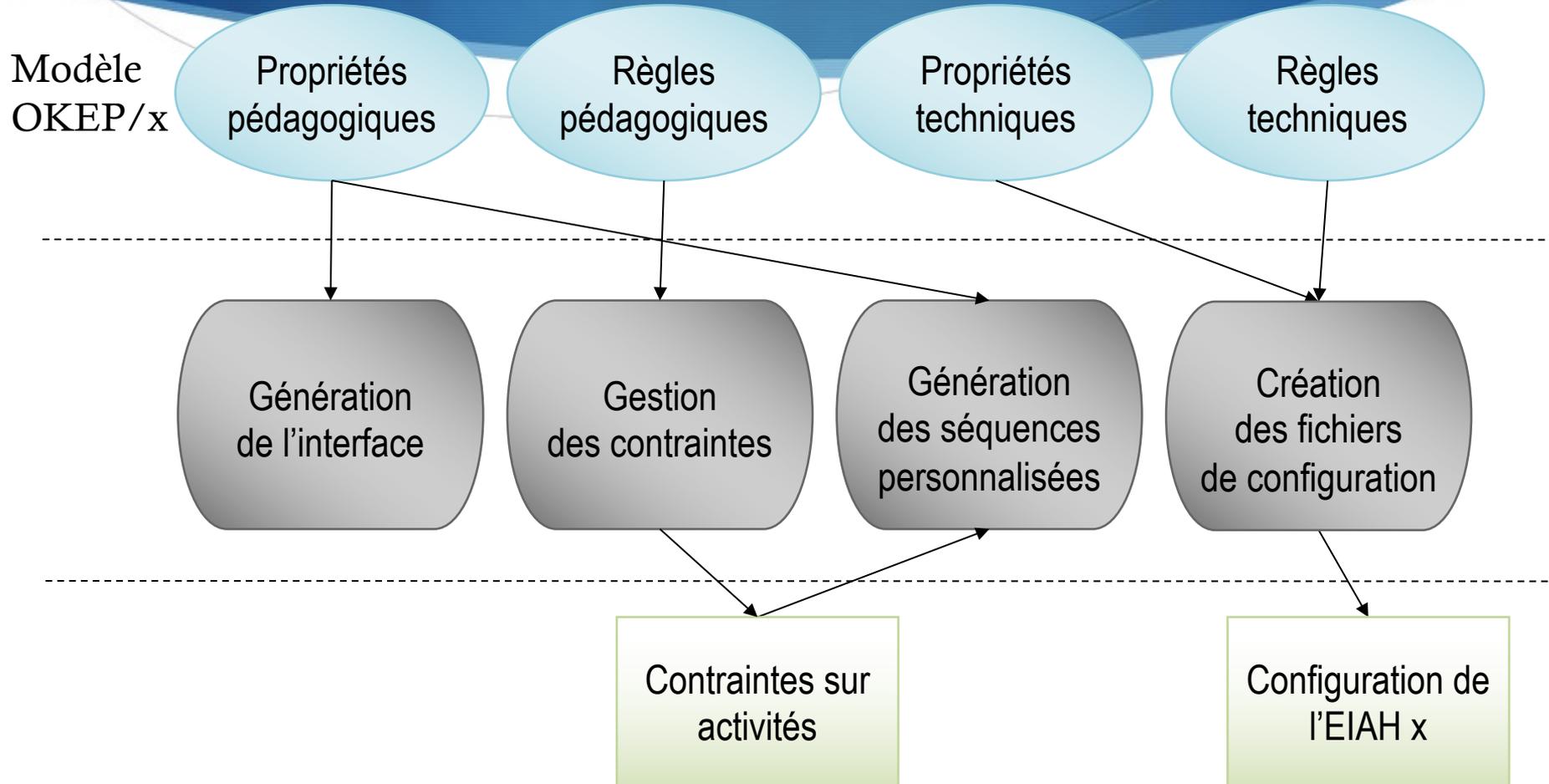
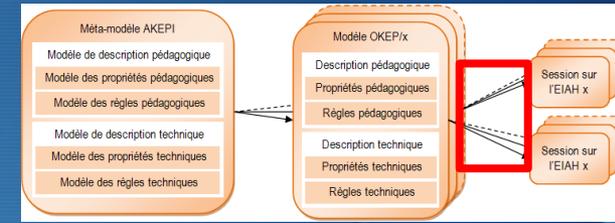
```
<TechnicalRules>
- <FileCreation ID="F001">
  - <FileName>
    <Var>EleveEprofilea</Var>
    <Text>.bil</Text>
  </FileName>
  <FileContent Empty="true" />
</FileCreation>
- <PedagogicalContent ID="A001">
  - <Interface>
    <XSL>exercice.xml</XSL>
  - <RulesXSL>
    <Text>Pour le texte "</Text>
    <Var>P002</Var>
```

Propriétés techniques / feuilles de style xsl

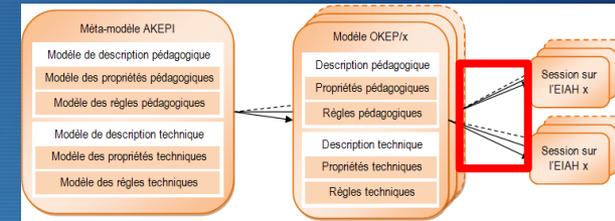
```
<xsl:stylesheet version="1.0" xmlns:xsl="http://www.w3.org/1999/xsl">
  <xsl:output method="text" />
  - <xsl:template match="/">
    - <xsl:for-each select="/eiah/caracterisation/Param">
      - <xsl:if test="@ID="p002"">
        <xsl:text>Pour le texte "</xsl:text>
        <xsl:value-of select="@valeur" />
        <xsl:text>",</xsl:text>
        <xsl:text>faites les exercices suivants :</xsl:text>
      - <xsl:for-each select="/eiah/caracterisation/Param">
        - <xsl:if test="@ID="p004"">
          <xsl:text>"</xsl:text>
          <xsl:value-of select="@valeur" />
          <xsl:text>"</xsl:text>
        </xsl:if>
      </xsl:for-each>
    <xsl:text>.</xsl:text>
  </xsl:template>
</xsl:stylesheet>
```

```
<xsl:stylesheet version="1.0" xmlns:xsl="http://www.w3.org/1999/xsl">
  <xsl:output method="text" />
  - <xsl:template match="/">
    <xsl:text>Selectionner le menu Elève.</xsl:text>
    <xsl:text>#</xsl:text>
    <xsl:text>Choisissez votre nom dans la liste.</xsl:text>
    <xsl:text>#</xsl:text>
  - <xsl:for-each select="/Sequence/Exercice/enonce">
    <xsl:value-of select="." />
    <xsl:text>#</xsl:text>
  </xsl:for-each>
</xsl:template>
</xsl:stylesheet>
```

# Personnalisation d'un EIAH



# Définition de contraintes par l'enseignant



Contraintes sur un logiciel pédagogique

Choix de la partie du logiciel sur laquelle vous souhaitez définir des contraintes ou charger une structure d'activité existante :

Contenu pédagogique

Definition de contraintes sur des activités de type :

Niveau  
Compétence associée : Classe de l'élève  
Valeur :

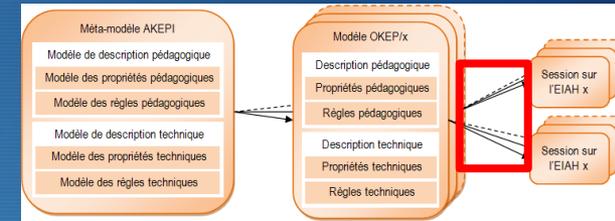
Titre du texte  
Valeur :

Type d'exercice  
Valeur :

Nom de l'exercice  
Valeur :  Questionnaire 1  
 Questionnaire 2  
 Texte masqué

```
<eiah>
+ <pts_communs>
- <caracterisation TypeParam="PedagogicalContent" ID="A001">
  <Param ID="p001" valeur="CP" />
  <Param ID="p002" valeur="" />
  <Param ID="p003" valeur="Comprendre le texte" />
  <Param ID="p004" valeur="" />
</caracterisation>
</eiah>
```

# Proposition : le système Acceptation : l'enseignant



Génération des feuilles d'exercices personnalisées

Fichier Edition Outils Langue Paramètres Aide

Ophelie

Feuille d'exercices personnalisée pour Ophelie : 4 exercices, 57 minutes environ.

**F119\_conjug\_ML.TAB**  
(durée prévue :10 minutes)  
description...

Énoncé : Conjugez les verbes suivants au conditionnel present et pour la 3ème personne du singulier : Verbes : finir.	Solution : finir : il finirait
---	-----------------------------------

**H124\_additions\_billes.PB**  
(durée prévue :12 minutes)  
description...

Ce matin, Romain avait des jonquilles. Il en a donné 14 à midi. Il en a 11 maintenant. Quel était le nombre de jonquilles de Romain au début ?	Solution : Romain avait 25 jonquilles
--	--

**F121\_maths\_ML.TAB**  
(durée prévue :15 minutes)  
tables entre 2 et 25

Énoncé : Donner la table de multiplication des nombres suivants: 11,17,8.	Solution : 11 : 0, 11, 22, 33, 44, 55, 66, 77, 88, 99, 110 17 : 0, 17, 34, 51, 68, 85, 102, 119, 136, 153, 170 8 : 0, 8, 16, 24, 32, 40, 48, 56, 64, 72, 80
---	--

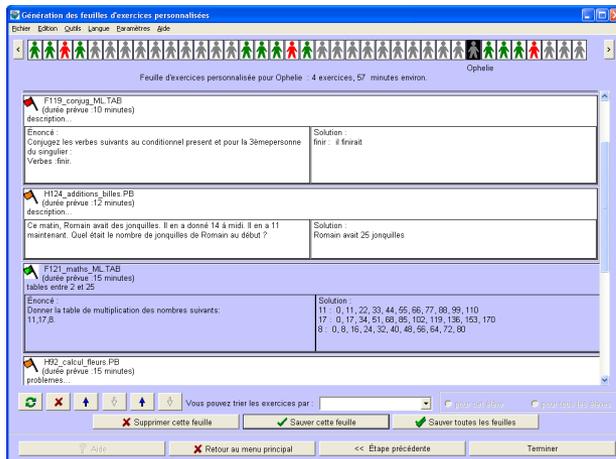
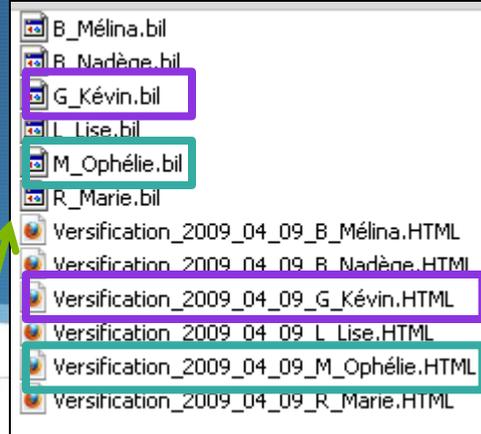
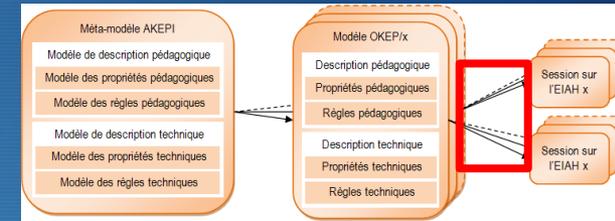
**H92\_calcul\_fleurs.PB**  
(durée prévue :15 minutes)  
problemes...

Vous pouvez trier les exercices par : [dropdown] pour cet élève pour tous les élèves

Supprimer cette feuille Sauver cette feuille Sauver toutes les feuilles

Aide Retour au menu principal << Étape précédente Terminer

# GEPPETO<sub>s</sub> dans Adapte



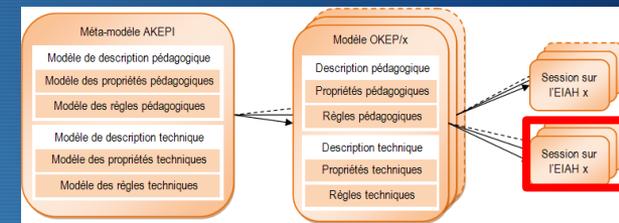
## Feuille d'exercices personnalisées pour Ophélie M.

Selectionner le menu Elève.  
Choisissez votre nom dans la liste.  
Pour le texte "L'anniversaire", faites les exercices suivants : "Closures".

## Feuille d'exercices personnalisées pour Kévin G.

Selectionner le menu Elève.  
Choisissez votre nom dans la liste.  
Pour le texte "La mante religieuse", faites les exercices suivants : "Questionnaire".

# GEPPETO<sub>s</sub> dans Adapte



Closures / M\_Ophélie

Après ← Ok 0 / 0

**L'anniversaire.**

Aujourd'hui, c'est l'anniversaire de Marine. Maman a mis sept \_\_\_\_\_ sur le beau gâteau au chocolat \_\_\_\_\_ a acheté. Marine a réussi à \_\_\_\_\_ toutes les bougies d'un seul coup.

\_\_\_\_\_, on lui a offert ses cadeaux : \_\_ beau vélo bleu et le livre \_\_ Petit Chaperon Rouge.

Samedi prochain, ses \_\_\_\_\_ et ses copines viendront chez elle \_\_\_\_\_ faire la fête.

Choix des exercices

Elève

\_\_\_\_\_

Ok

- B\_Mélina
- B\_Nadège
- G\_Kévin
- L\_Lise
- M\_Ophélie
- R\_Marie

Questionnaire / G\_Kévin

Questionnaire

Question N° 1

Les mantes sont dites religieuses car...

0 / 0 Quitter

- elles prient tous les soirs.
- elles sont blanches et noires.
- elles font leur signe de croix.
- elles semblent prier.
- elles vivent dans les églises.

Vérifier

# Plateforme ASKER

Mes tentatives Mes modèles d'exercices Mes ressources

## Composants actifs

Consigne : Classer les composants selon leur catégorie actif/passif.

Objets à glisser-déposer :



Passif

Retour C

Mes tentatives Mes modèles d'exercices Mes ressources 

 Titre  Auteur  Propriétaire   Partagé  Complet  Archivé

Documents - +

Consigne -

Associez les composants à la bonne description

Bloc d'appariement - x

Clé de métadonnée	Nombre de paires
<input type="text" value="legende"/>	<input type="text" value="3"/>

Liste Contraintes

Type de ressource

Liste des contraintes

+ 3 < > > < < <<

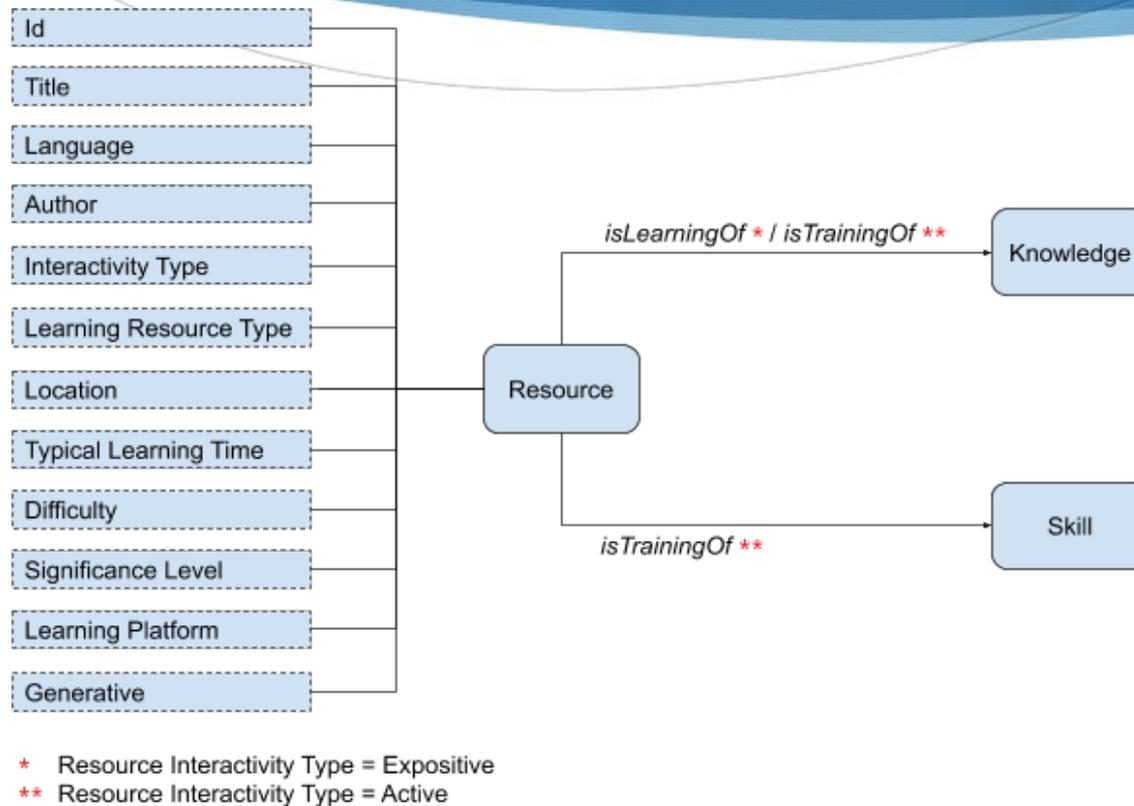
Ressources exclues

Filter mes ressources -

+ Créer une ressource - Privées Publiques Archivées

- Resistance -
- Resistance cementee -
- Transistor -

# Rattacher un exercice à un référentiel



# Rattacher un exercice à un référentiel



LIFprolog Fête de la Science 2017 Mes modèles d'exercices Mes ressources Mes dossiers nathalie.guin

▼ Filtrer mes modèles d'exercices ▼

+ Créer un modèle d'exercices ▼

Privés Publics Archivés

	Unification sur les listes ▼	
	Unification ▼	
	Cherchez Charlie ▼	
	Drapeau-Pays ▼	
	Drapeau-Capitale ▼	

# Rattacher un exercice à un référentiel



Framework Editor | prototype comper3 | Asker | Asker | COMPER - Framework re | Link Resource to framew

comper.projet.liris.cnrs.fr/sites/plateform-to-ref/linkResource.php?frameworkId=15

Applications | Ici | Enseignement | Conférences | Institutionnels | Mac | Utiles | Google | Autres favoris

Logout ?

### Primitives sur les listes : description

#### My Framework Objects

Search K/S

- LIFAP2 ()
  - Comprendre\_la\_réversivité (0)
    - Reconnaitre\_un\_algorithme\_récurusif\_ou\_non (0)
  - Savoir\_écrire\_une\_fonction\_Scheme\_répondant\_à (0)
    - évaluer\_une\_expression\_Scheme (0)
    - Savoir\_écrire\_une\_fonction\_réursive\_en\_Scheme (0)
      - savoir\_écrire\_une\_fonction\_Scheme\_récur (0)
        - qui\_retourne\_un\_booléen (0)
        - qui\_retourne\_un\_nombre (0)
        - testtt1 (0)
      - savoir\_écrire\_une\_fonction\_Scheme\_récur (0)
        - qui\_retourne\_un\_booléen (0)
        - qui\_retourne\_un\_nombre (0)
        - qui\_retourne\_une\_liste (0)
      - Savoir\_écrire\_une\_fonction\_Scheme\_récur (0)
        - qui\_retourne\_un\_booléen (0)
        - qui\_retourne\_un\_arbre (0)
        - qui\_retourne\_un\_nombre (0)
        - qui\_retourne\_une\_liste (0)
      - Savoir\_écrire\_une\_fonction\_non\_réursive\_en\_Scheme (0)
        - savoir\_écrire\_une\_fonction\_Scheme\_non\_r (0)
          - qui\_retourne\_un\_booléen (0)
          - qui\_retourne\_un\_arbre (0)
          - qui\_retourne\_un\_nombre (0)
          - qui\_retourne\_une\_liste (0)
        - savoir\_écrire\_une\_fonction\_Scheme\_non\_r (0)
          - qui\_retourne\_un\_booléen (0)
          - qui\_retourne\_un\_nombre (0)
        - Savoir\_écrire\_une\_fonction\_Scheme\_non\_r (0)
          - qui\_retourne\_un\_booléen (0)
          - qui\_retourne\_un\_nombre (0)

#### Object details

##### Resource Identifier

#### Resource

# Rattacher un exercice à un référentiel



Framework Editor x prototype comper3 x Asker x Asker x COMPER - Framework re x Link Resource to framew x +

comper.projet.liris.cnrs.fr/sites/plateform-to-ref/linkResource.php?frameworkId=15

Applications Ici Enseignement Conférences Institutionnels Mac Utiles Google Autres favoris

### Primitives sur les listes : description

Logout ?

- S Savoir\_écrire\_une\_fonction\_non\_réursive\_en\_
- S savoir\_écrire\_une\_fonction\_Scheme\_non\_r
  - S qui\_retourne\_un\_booléen (0)
  - S qui\_retourne\_un\_arbre (0)
  - S qui\_retourne\_un\_nombre (0)
  - S qui\_retourne\_une\_liste (0)
- S savoir\_écrire\_une\_fonction\_Scheme\_non\_r
  - S qui\_retourne\_un\_booléen (0)
  - S qui\_retourne\_un\_nombre (0)
- S savoir\_écrire\_une\_fonction\_Scheme\_non\_r
  - S qui\_retourne\_un\_booléen (0)
  - S qui\_retourne\_un\_nombre (0)
  - S qui\_retourne\_une\_liste (0)
- K connaître\_les\_structures\_de\_conditionnelle\_al
- K connaître\_les\_fonctions\_prédéfinies (0)
- K connaître\_les\_fonctions\_sur\_les\_listes (0)
  - K connaître\_les\_primitives\_de\_constructi
    - K connaître\_la\_fonction\_append (0)
    - K connaître\_la\_fonction\_list (0)
    - K connaître\_la\_fonction\_cons (0)
  - K connaître\_les\_primitives\_d'accès\_aux\_l
    - K connaître\_la\_fonction\_cdr (0)
    - K connaître\_la\_fonction\_car (0)
  - K connaître\_les\_fonctions\_de\_calcul (0)
  - K connaître\_les\_formes\_spéciales (0)
    - K connaître\_eval (0)
    - K connaître\_define (0)
    - K connaître\_quote (0)
- K savoir\_comment\_définir\_l'entête\_d\_une\_fonct
- C Concevoir\_un\_algorithme\_récurif (0)
- K Connaître\_les\_3\_questions\_à\_se\_poser (0)
- K Connaître\_la\_structure\_d\_une\_fonction\_récur
- K Savoir\_dans\_quel\_ordre\_se\_poser\_les\_3\_quest

### Object details

Name	connaître_les_fonctions_sur_les_listes
Type	Knowledge
Require	connaître_la_représentation_d_une_liste
Is complexification of	No entries
Is lever of understanding	No entries
Resource Identifier	

### Resource

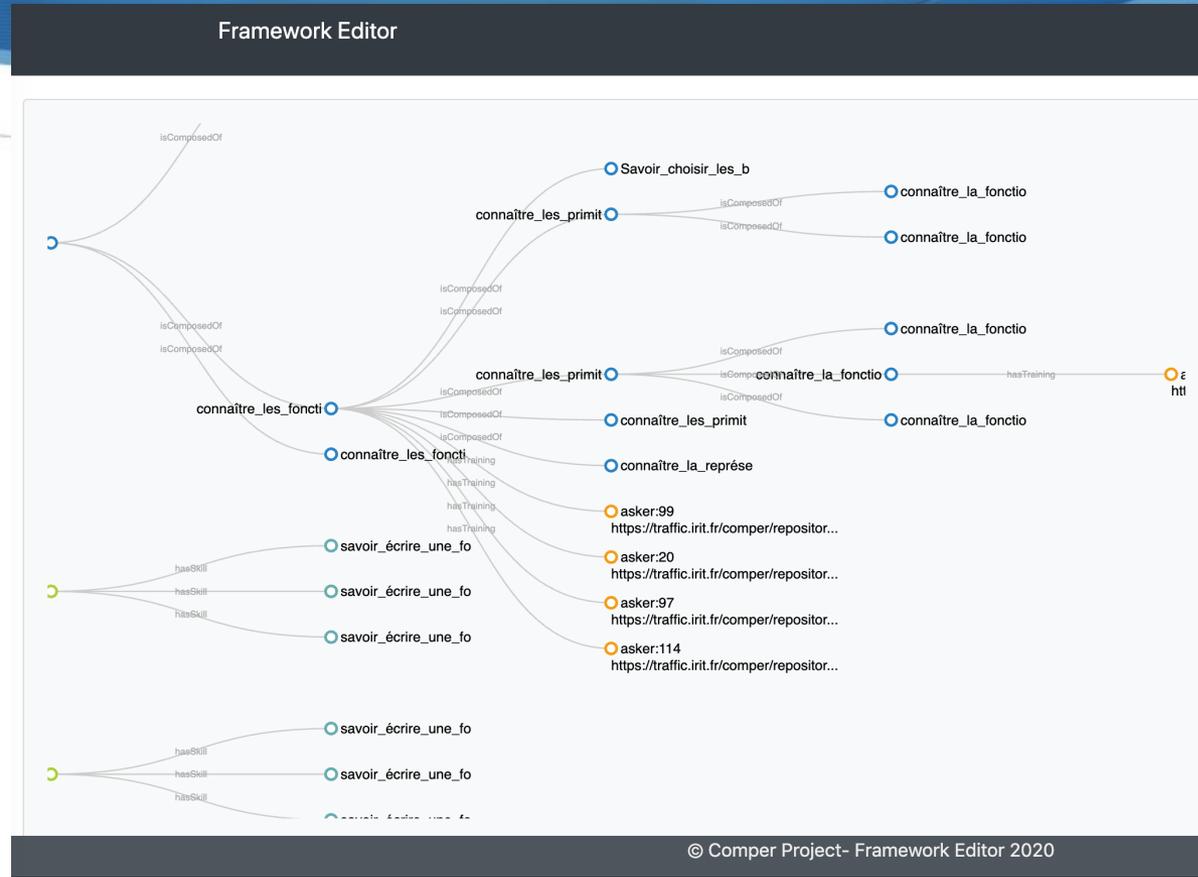
Attribut	Valeur
Id	asker:20
Name	Primitives sur les listes : description
Type	matching
Significance Level	relevant
Difficulty	medium
Estimated time	5 minutes
Author	Marie Lefevre
Plateform	asker
URL	https://asker.univ-lyon1.fr/front/#/teacher/model/20

Save testResource saved.

### Resource links

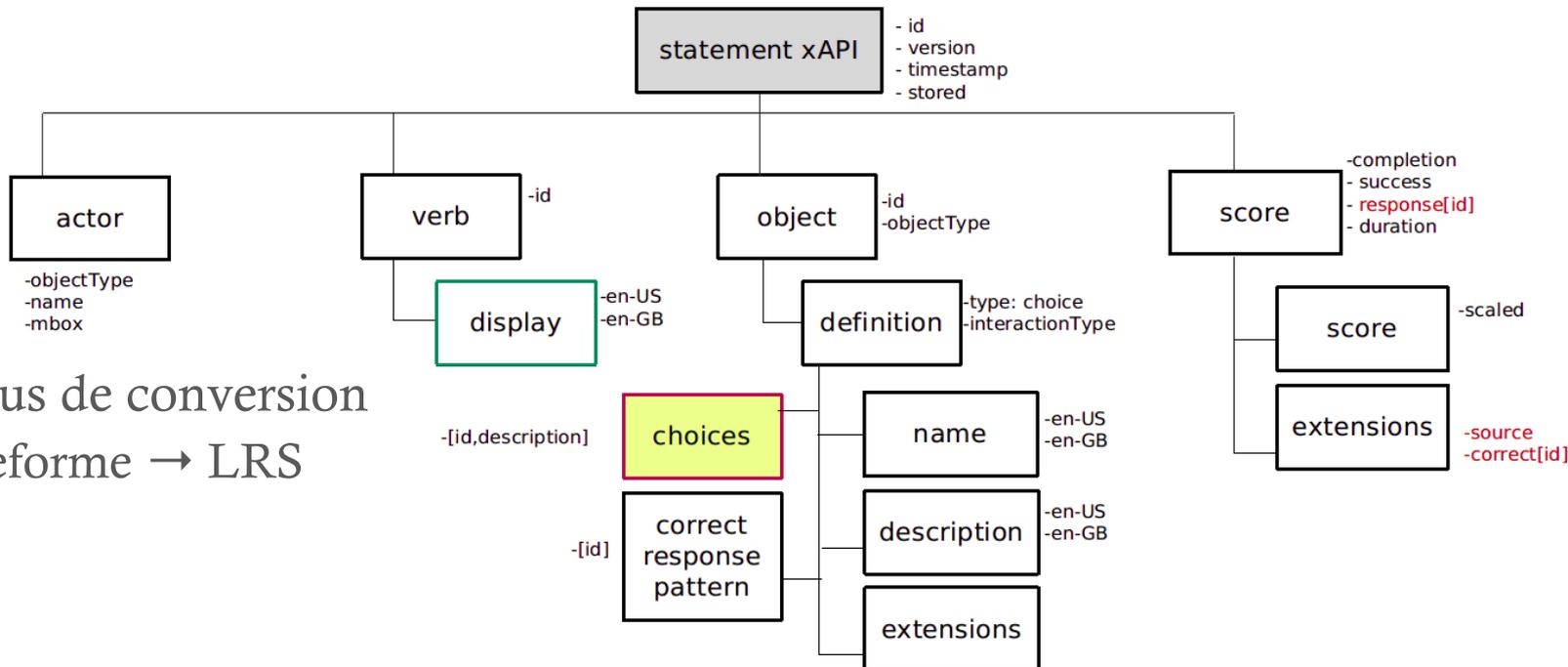
selected object list: - +

# Rattacher un exercice à un référentiel



# Collecter les traces d'activité

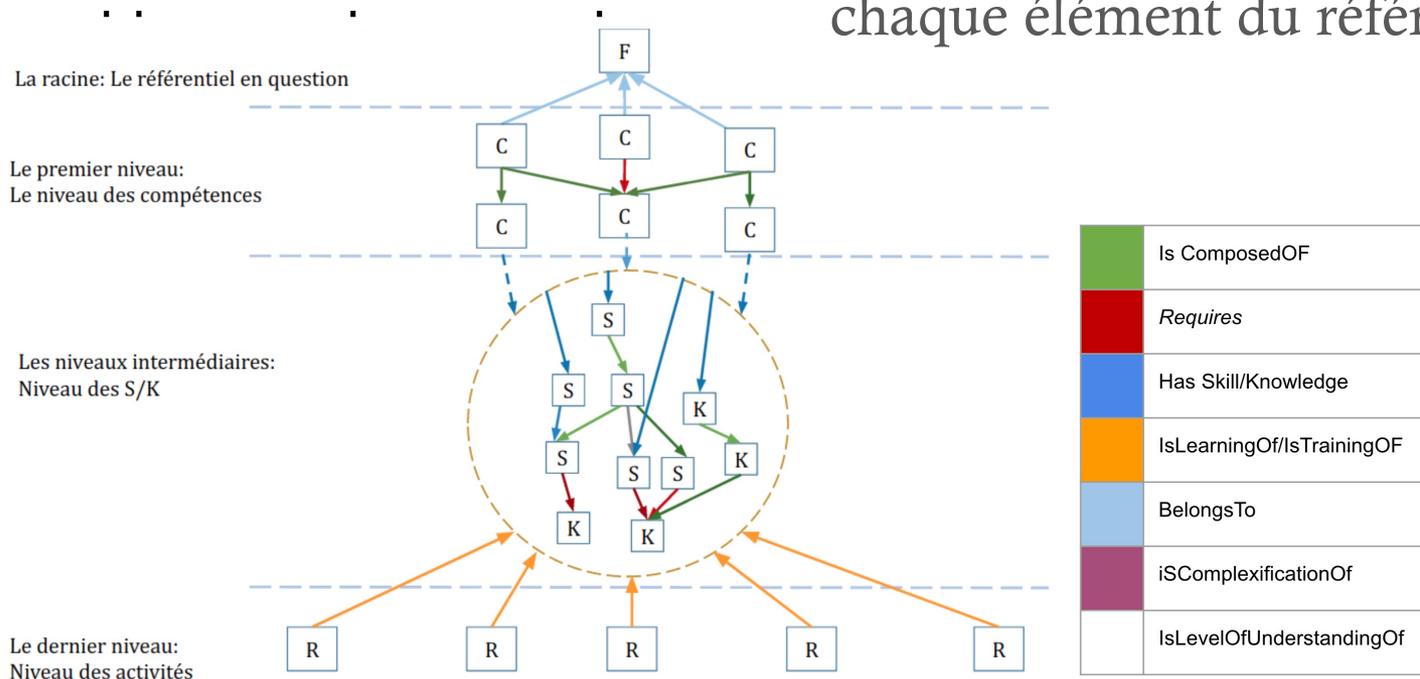
- Proposition d'un modèle de traces xAPI commun
  - ASKER, Educlever, Lab4CE, GamesHub



- Processus de conversion
  - Plateforme → LRS

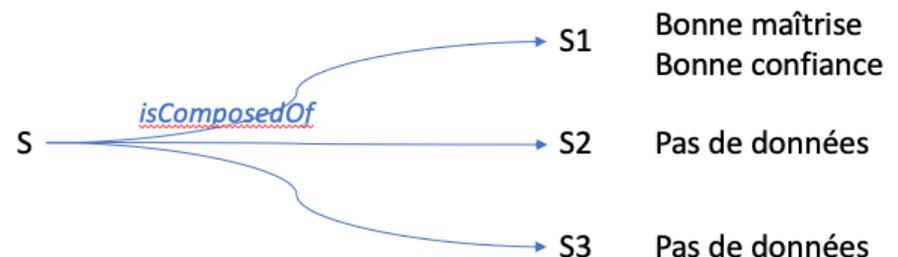
# Calculer le profil de compétences de l'apprenant

- Objectif : estimer le niveau de maîtrise de l'apprenant pour chaque élément du référentiel



# Calculer le profil de compétences de l'apprenant

- ◆ Trois valeurs entre 0 et 1 pour chaque nœud :
  - ◆ Taux de maîtrise
  - ◆ Taux de confiance dans cette valeur calculée pour le taux de maîtrise
    - ◆ nombre de réponses sur lequel se fonde le calcul
    - ◆ importance des exercices
    - ◆ origine des informations : traces ou avis humain
  - ◆ Taux de couverture que représente cette valeur
    - ◆ dépend des noeuds fils par la relation *IsComposedOf*



# Calculer le profil de compétences de l'apprenant

- ◆ Trois valeurs entre 0 et 1 pour chaque nœud :
  - ◆ Taux de maîtrise
  - ◆ Taux de confiance
  - ◆ Taux de couverture
- ◆ Ces trois valeurs sont-elles compréhensibles et pertinentes pour les enseignants ? les apprenants ?
- ◆ Comment les représenter ?
- ◆ Comment les calculer ?

# Etape 1 : exploiter les traces pour calculer les valeurs aux feuilles

- ◆ Taux de maîtrise d'un K/S à partir des exercices effectués qui sont rattachés à ce K/S
- ◆ Question préalable :
  - ◆ A partir de combien de réponses peut-on considérer qu'on a une information pertinente sur le taux de maîtrise ?
  - ◆ → définir un nombre minimum de réponses attendu
  - ◆ Deux possibilités tant qu'on n'a pas atteint ce seuil :
    - ◆ ne pas calculer
    - ◆ calculer mais avec un taux de confiance égal à 0 (à afficher ou pas ?)

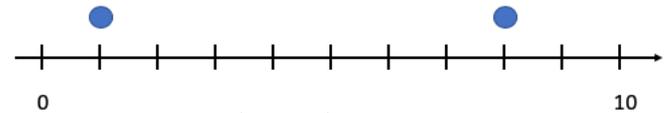


# Etape 1 : exploiter les traces pour calculer les valeurs aux feuilles

◆ Taux de maîtrise : moyenne de l'ensemble des notes aux exercices pour la période, pondérée par

◆ un coefficient de pertinence de l'exercice

◆ un coefficient donnant plus d'importance aux réponses les plus récentes



◆ Taux de confiance dépend :

◆ du nombre de réponses

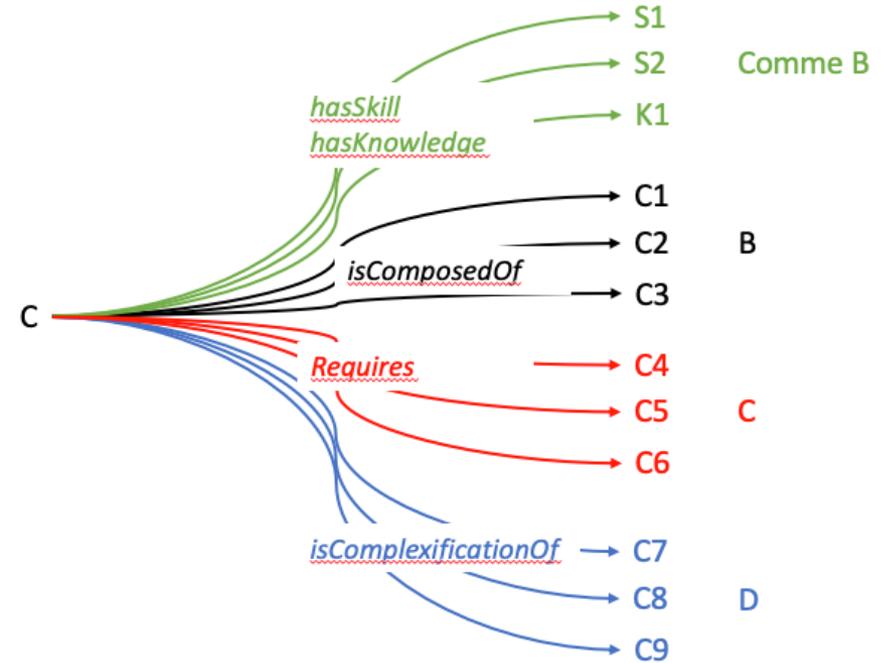
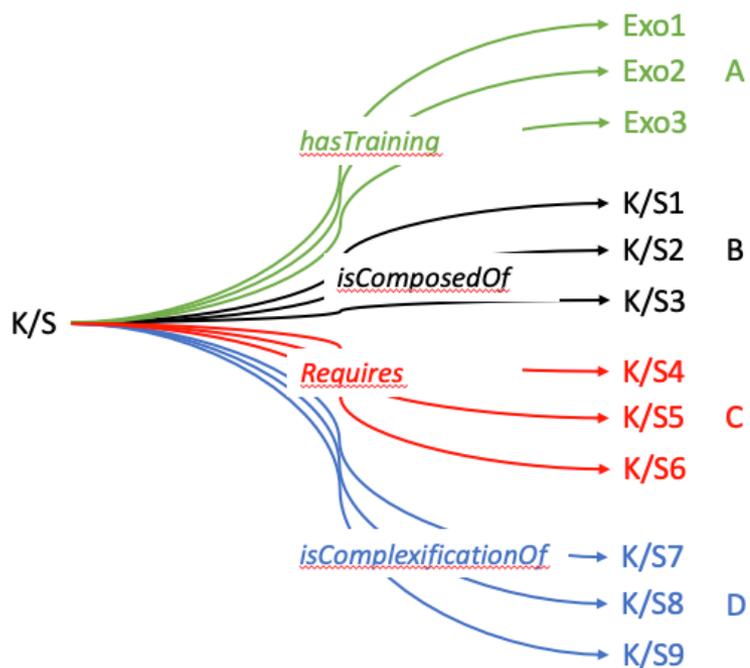
◆ de la variabilité des réponses dans le temps → on diminue la confiance si les dernières réponses sont incohérentes avec le taux de maîtrise

◆ de l'ancienneté des réponses

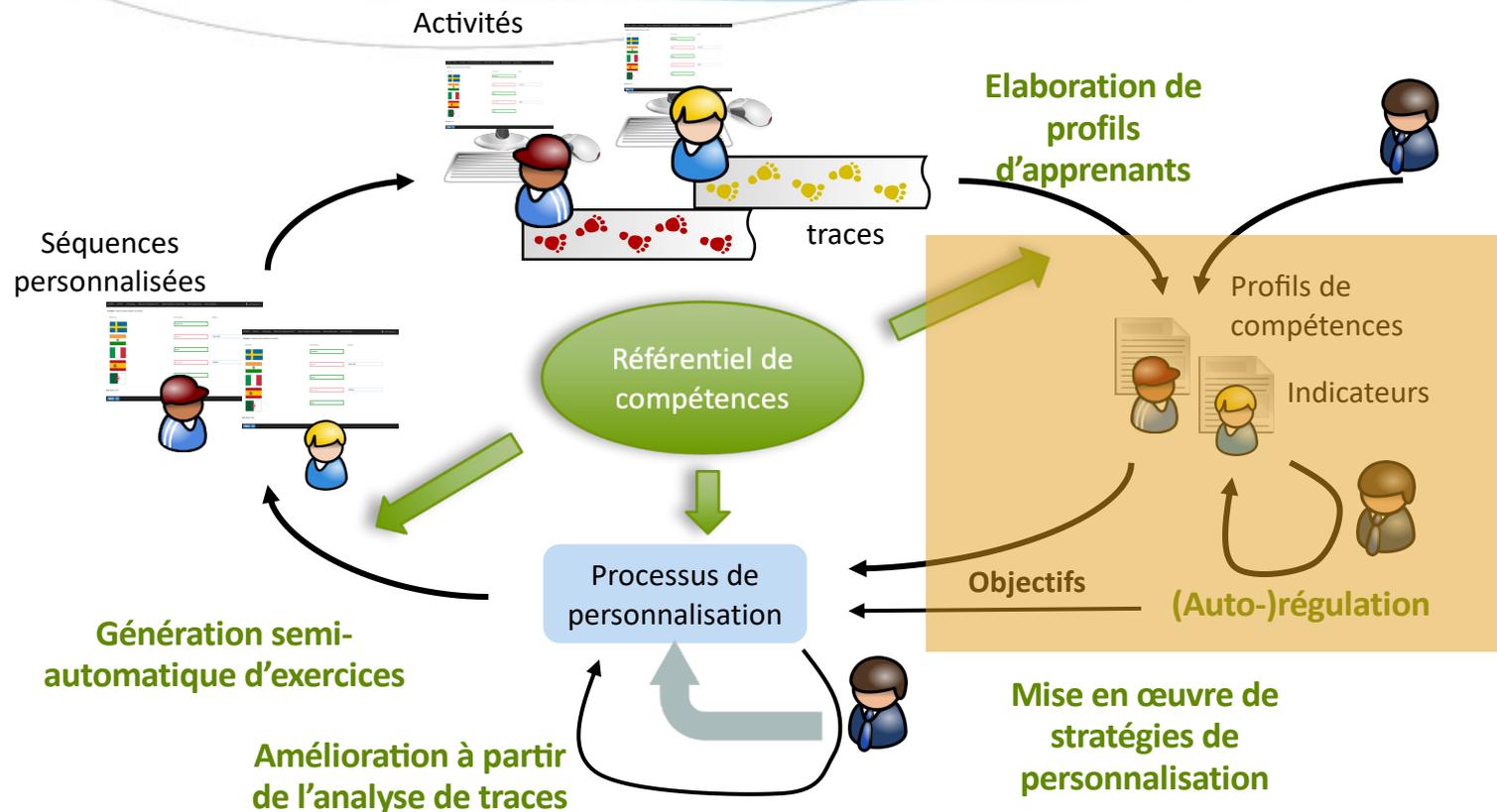
◆ Taux de couverture : 1



# Etape 2 : propager les valeurs



# Visualisation des profils, régulation et autorégulation de l'apprentissage



# Autorégulation de l'apprentissage

LIFAP2 LIFAP1

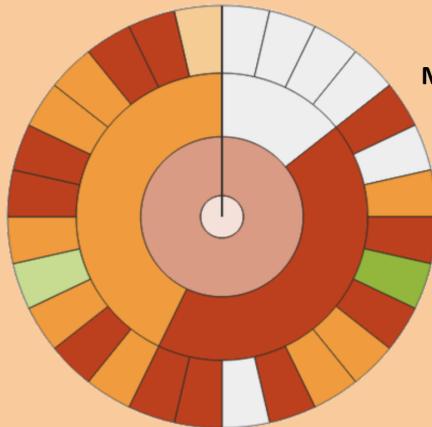
ext\_Nathalie.Guin

## Organiser mon travail

**Consignes de l'enseignant :** pour la semaine prochaine

- réviser "savoir utiliser le let pour mémoriser une valeur"
- travailler "savoir écrire une fonction Scheme récursive sur des listes qui retourne une liste de 2 résultats"

### Mes compétences



**Mes objectifs à maîtriser** cette semaine / ce mois :

- "savoir écrire une fonction Scheme récursive sur des listes"

### Mon planning de travail



### Mon activité



### Ma séance de travail

20mn  
sur mobile  
Réviser "savoir utiliser le let pour mémoriser une valeur"

[Faire ma séance](#)

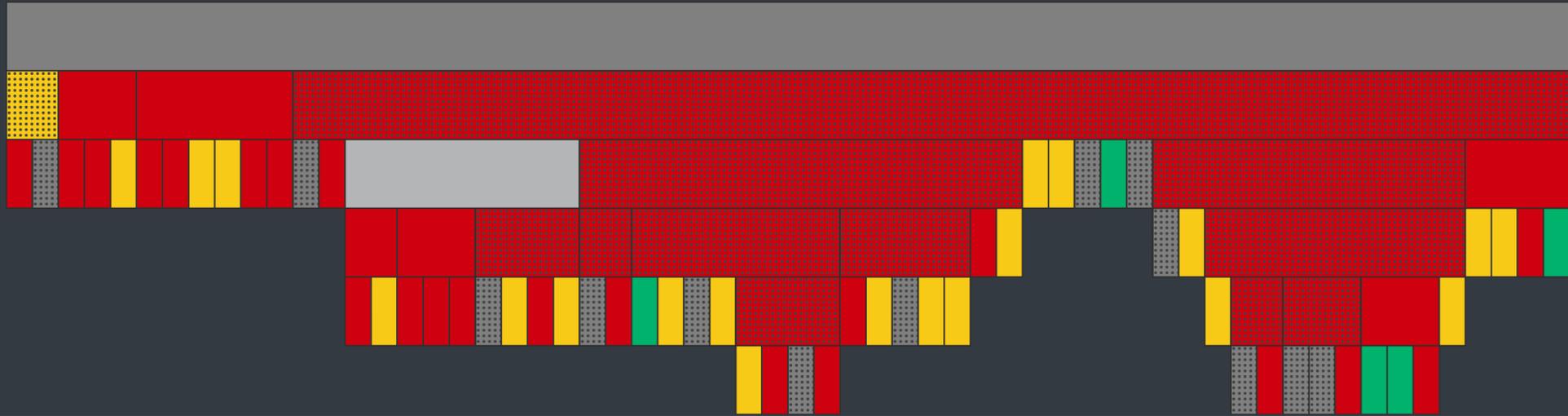
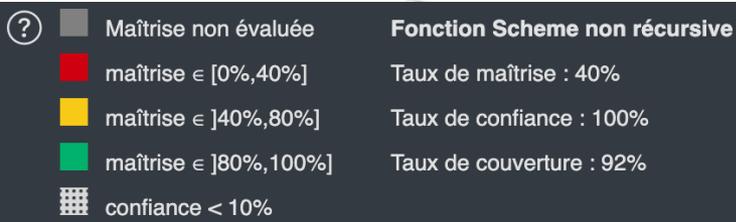


# Visualisations du profil de compétences

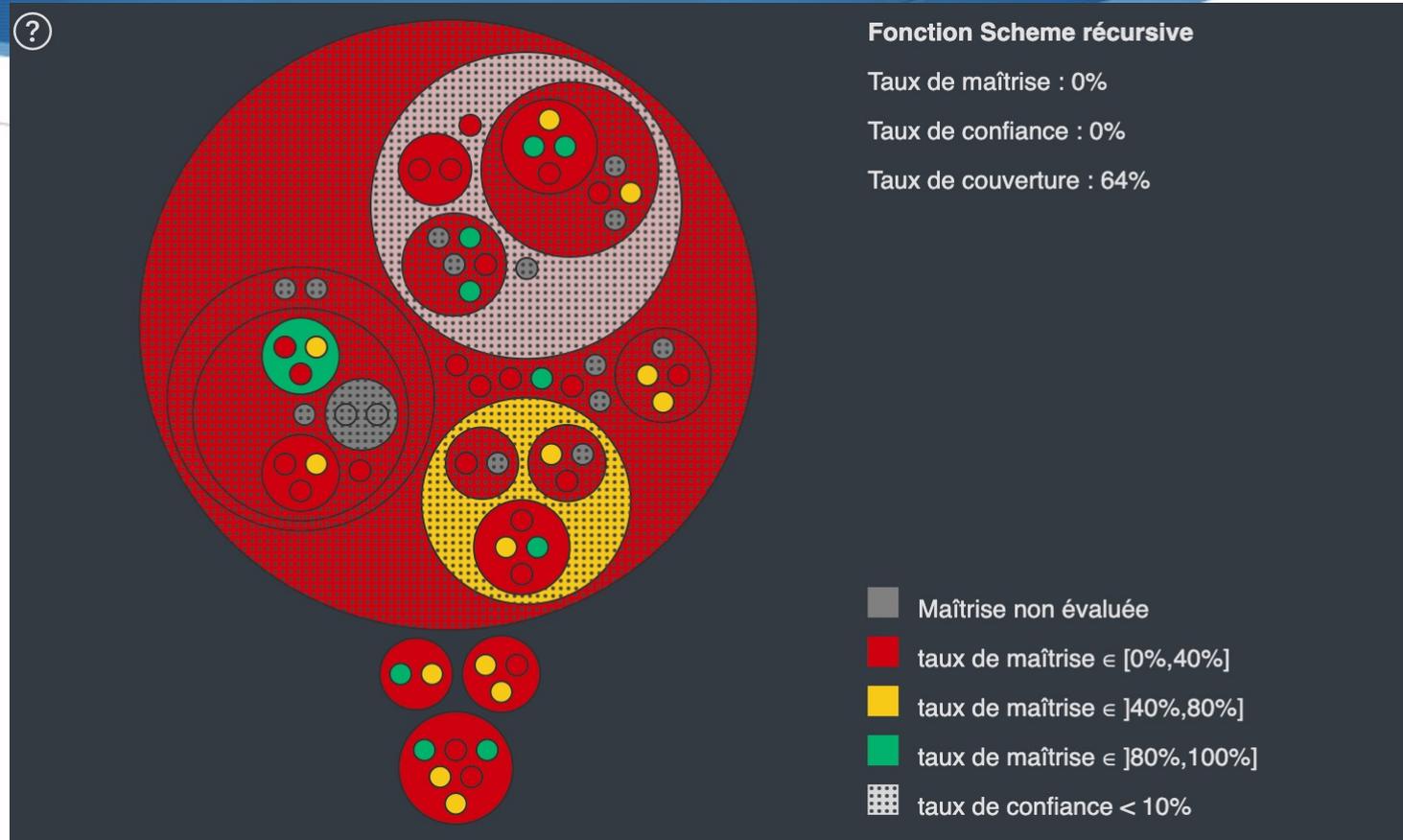
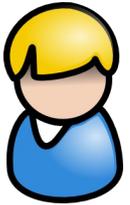


	maîtrise	confiance	couverture
⊖ ○ LIFAP2	-	-	-
⊖ ● Fonction Scheme	0%	0%	84%
⊖ ● Primitives sur les arbres	40%	0%	75%
● Primitives sur les arbres: Primitives de test	20%	40%	-
● Primitives sur les arbres: Primitives de construction	20%	10%	-
○ Primitives sur les arbres: Primitives d'accès	0%	0%	-
● Primitives sur les arbres: Représentation d'un arbre binaire	10%	20%	-
⊖ ● Fonctions prédéfinies	0%	0%	60%
⊖ ● Fonction sur les listes	0%	0%	80%
○ Fonction sur les listes: choisir la bonne primitive	0%	0%	-
⊖ ● Fonction sur les listes: primitive de test	0%	100%	100%
● Fonction sur les listes: primitive de test null?/empty?	30%	30%	-
● Fonction sur les listes: primitive de test pair?	90%	40%	-
● Fonction sur les listes: primitive de test list?	0%	30%	-
⊖ ● Fonction sur les listes: primitive de construction	60%	100%	100%
● Fonction sur les listes: primitive de construction list	20%	20%	-
● Fonction sur les listes: primitive de construction append	60%	30%	-
● Fonction sur les listes: primitive de construction cons	50%	40%	-

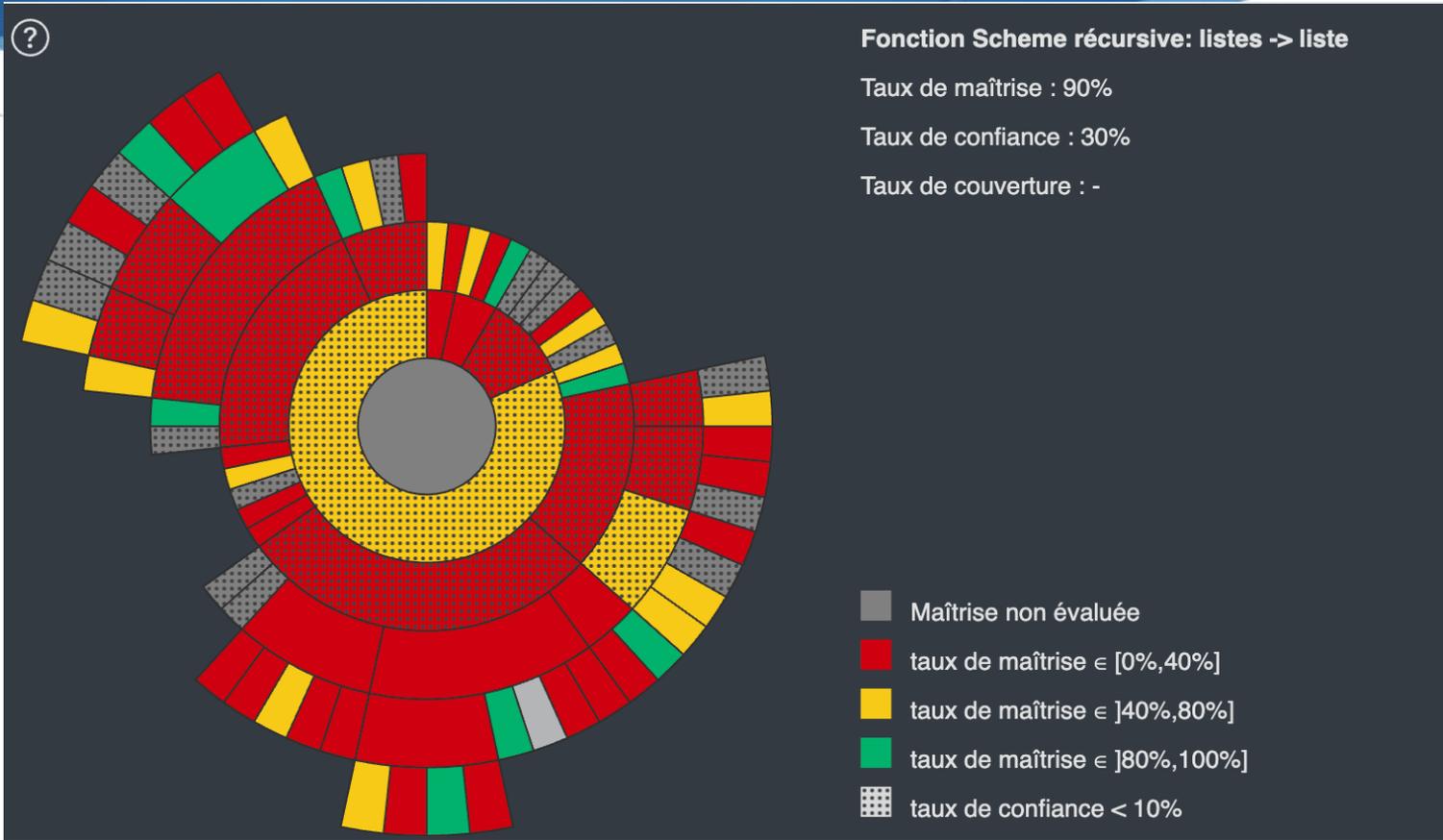
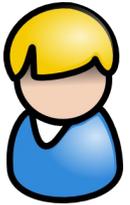
# Visualisations du profil de compétences



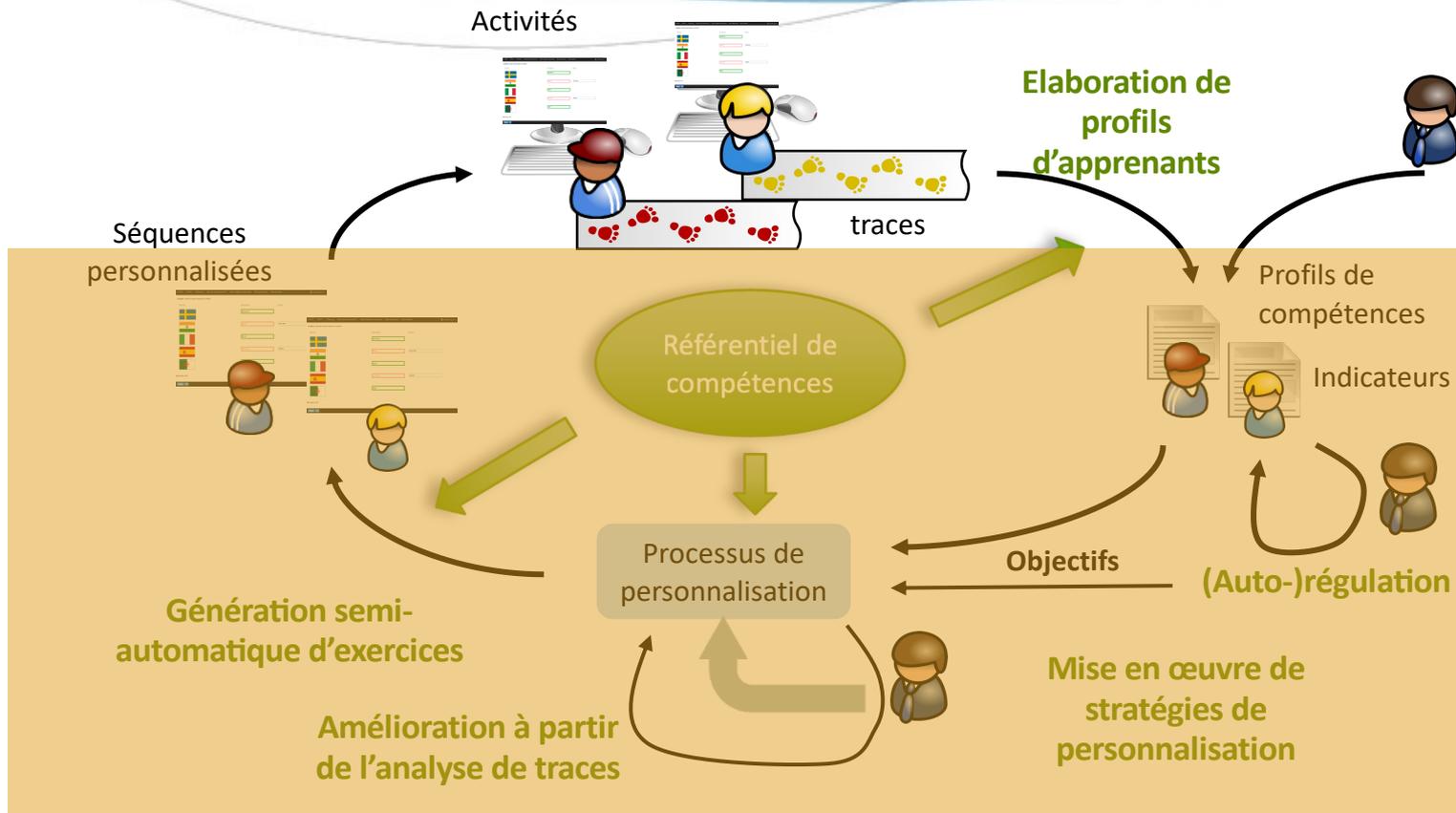
# Visualisations du profil de compétences



# Visualisations du profil de compétences



# Personnalisation des activités



# Objectif

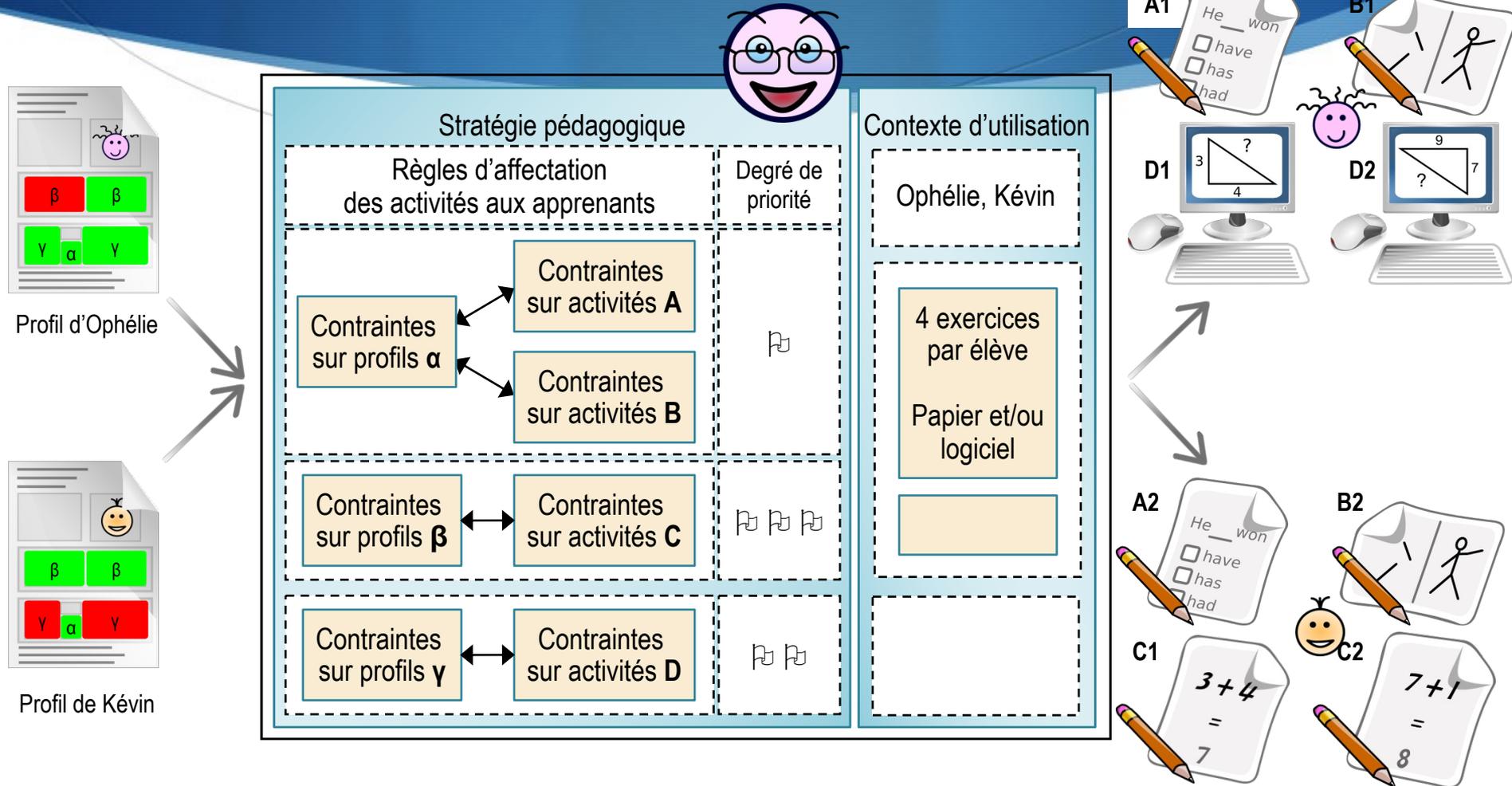
- ◆ Proposer une séquence personnalisée d'activités / exercices
- ◆ En fonction :
  - ◆ des objectifs de l'apprenant pour la séance
    - ◆ objectif = { thème ; intention }
      - ◆ thème : un KSC du référentiel
      - ◆ intention : découverte, approfondissement, remédiation, révision, etc.
    - ◆ objectifs proposés par l'enseignant
    - ◆ objectifs à moyen terme de l'apprenant
  - ◆ du profil de compétences de l'apprenant
  - ◆ du contexte de la séance (temps, support)
  - ◆ de la stratégie de personnalisation



# Une stratégie de personnalisation pour AMBRE-add

- ◆ SI <contrainte sur le profil>  
ALORS <structure(s) d'activité(s)>  
SINON <structure(s) d'activité(s)>
- ◆ Règles sur le niveau de lecture de l'apprenant  
SI niveau de lecture = très faible  
ALORS ne jamais proposer un niveau de complication supérieur à 1
- ◆ Règles sur le niveau de calcul de l'apprenant  
SI le calcul en général est partiellement maîtrisé ou maîtrisé  
ALORS proposer un calcul avec une difficulté supérieure à 2
- ◆ Règles sur la difficulté de la classe de problèmes  
SI classes très faciles = maîtrisé et classes faciles = partiellement maîtrisées  
ALORS proposer des classes très faciles avec une complication = 2 et/ou des classes faciles ou difficiles avec une complication = 1

# Modèle PERSUA2 : principe d'utilisation

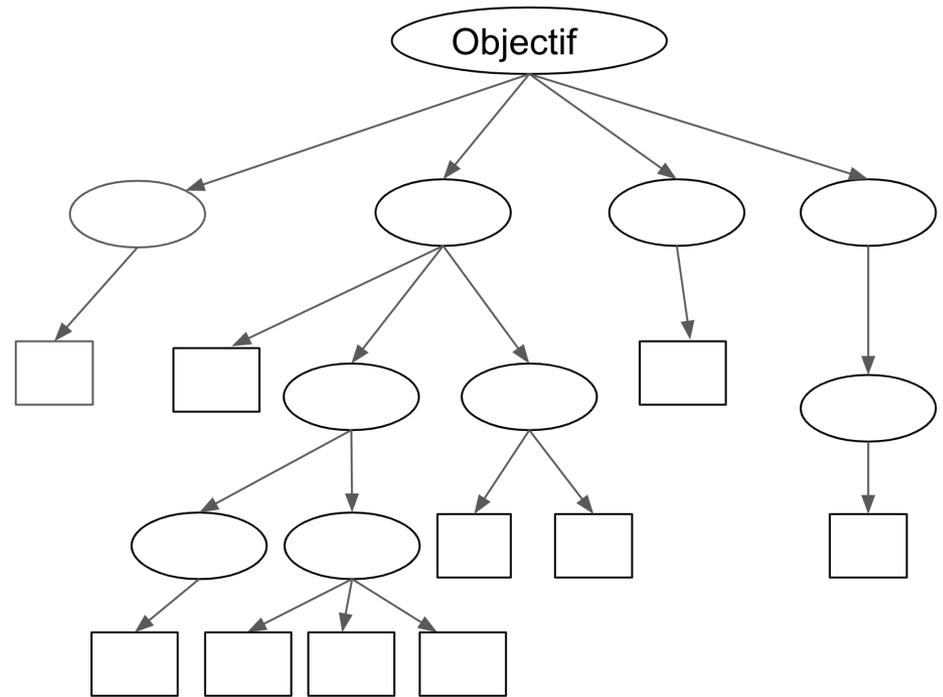
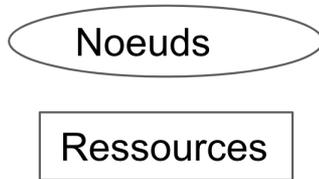


# Processus de personnalisation du projet ComPer

1. Sélectionner les KSC pertinents à travailler
2. Les ordonner
3. Récupérer les ressources correspondantes
4. Choisir un ensemble de ressources ordonnées

# Sélection des KSC

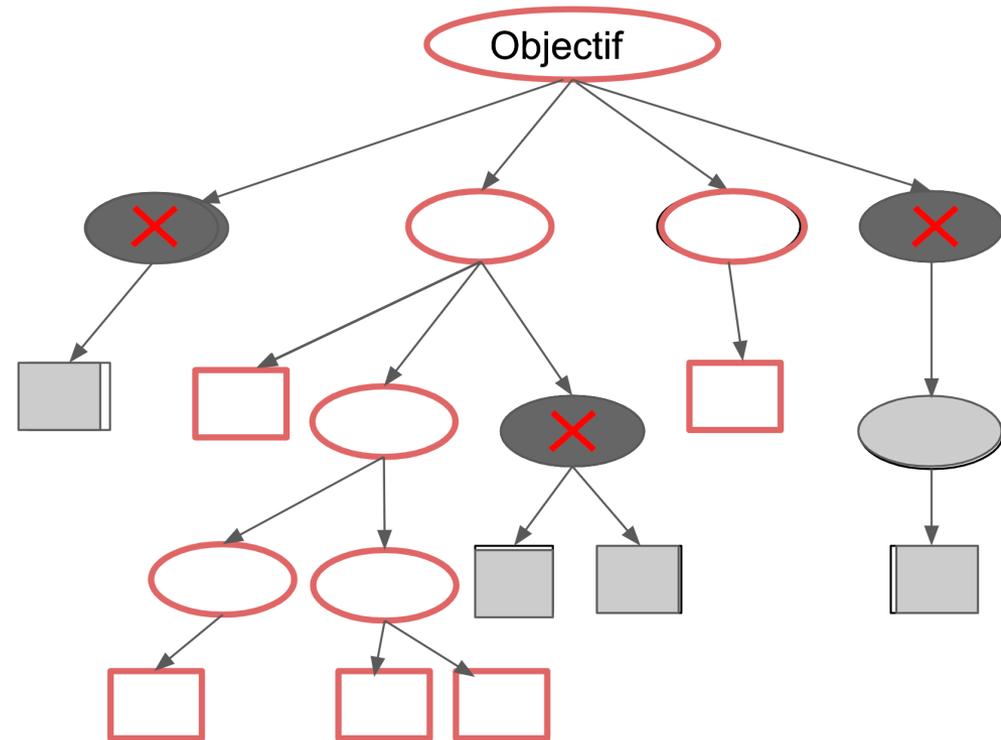
1. Récupération du sous référentiel correspondant aux objectifs



# Sélection des KSC

1. Récupération du sous référentiel correspondant aux objectifs
2. Sélection des noeuds à prendre en compte

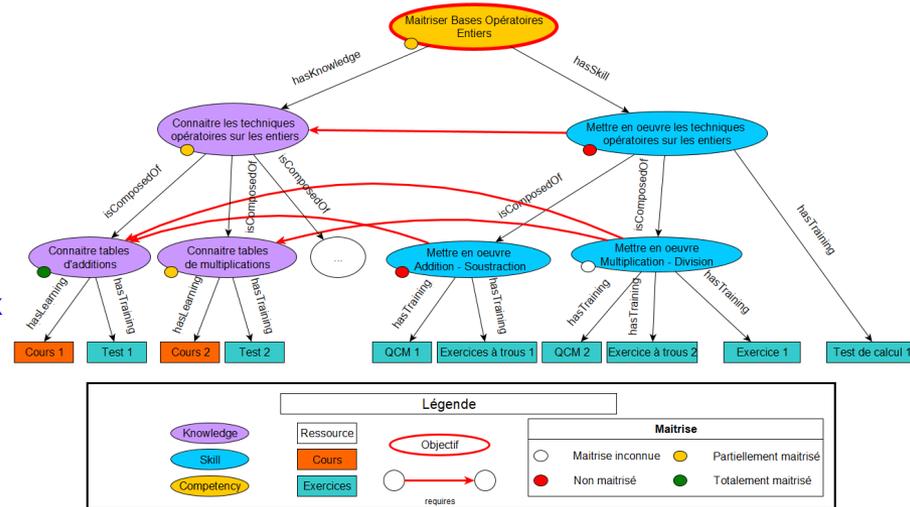
règles de sélection



# Exemple de règle de sélection

R2 Si l'intention de l'objectif = **renforcement ou remédiation**, alors

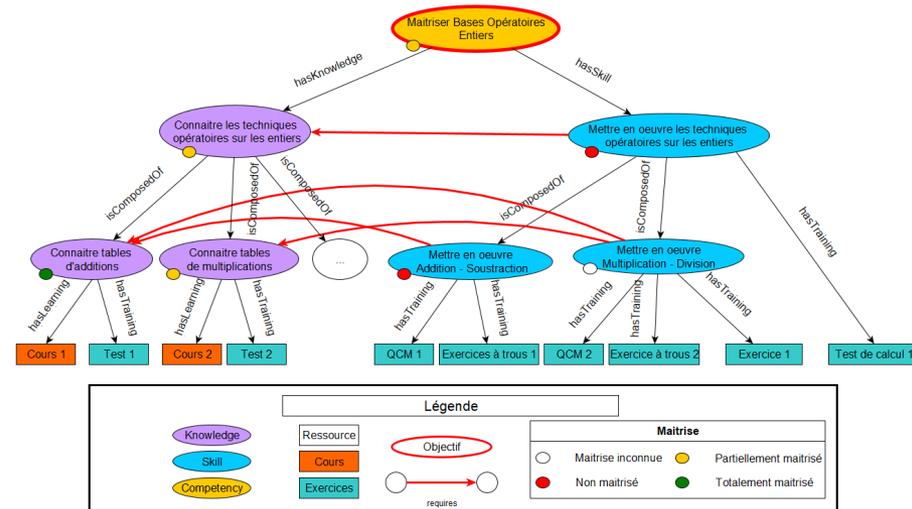
- Pour le noeud thème et tous ses descendants (càd les noeuds ciblés par des relations IsComposedOf, HasS, HasK), appliquer les règles suivantes :
  - Si le noeud est **non maîtrisé** avec un **taux de confiance > 0**  
Alors sélectionner le noeud en lui attribuant le tag "Tag\_remediation" et ajouter le noeud aux objectifs avec l'intention "pre-requis"
  - Si le noeud est **partiellement maîtrisé** avec un **taux de confiance > 0**  
Alors sélectionner le noeud en lui attribuant le tag "Tag\_renforcement" et ajouter le noeud aux objectifs avec l'intention "pre-requis"
  - Si le noeud a un **taux de confiance = 0** (quelle que soit la maîtrise)  
Alors ajouter le noeud aux objectifs avec l'intention "découverte"



# Exemple de règle de sélection

**R1** Si l'intention de l'objectif = **pré-requis**,  
alors

1. Mettre le noeud thème et **tous ses descendants** (càd les noeuds ciblés par des relations IsComposedOf, HasS, HasK) dans un ensemble de noeuds "à traiter"
2. Pour tous les noeuds "à traiter" suivre les liens "requires" et appliquer pour les noeuds cibles les règles suivantes :
  - Si le noeud est **non maîtrisé** avec un **taux de confiance > 0**  
Alors sélectionner le noeud en lui attribuant le tag "Tag\_pré-requis" et ajouter le noeud aux objectifs avec l'intention "remédiation"
  - Si le noeud est **partiellement maîtrisé** avec un **taux de confiance > 0**  
Alors sélectionner le noeud en lui attribuant le tag "Tag\_pré-requis" et ajouter le noeud aux objectifs avec l'intention "renforcement"
  - Si le noeud a un **taux de confiance = 0** (quelle que soit la maîtrise)  
Alors sélectionner le noeud en lui attribuant le tag "Tag\_pré-requis" et ajouter le noeud aux objectifs avec l'intention "découverte"



# Ordonnancement des nœuds sélectionnés

- ◆ Calcul du poids d'un KSC en fonction :
  - ◆ du poids de son père et de la nature de la relation père-nœud
  - ◆ de la profondeur du nœud par rapport à l'objectif initial
  - ◆ de paramètres fixés par l'enseignant au sein des règles de sélection
- ◆ Bonus aux KSC sélectionnés pour plusieurs raisons

# Choix des ressources associées aux KSC sélectionnés

- ◆ Nombre / durée des ressources par rapport à la séance
- ◆ Prise en compte de contraintes matérielles
- ◆ Ordonnancement suivant l'ordonnancement des KSC

# Résultat du processus de personnalisation

Exercices

Compétences et recommandations

## Mes objectifs

Choix des objectifs

Récupérer les objectifs de l'enseignant

Récupérer mes objectifs

**Compétence** : connaître les primitives sur les arbres

**Intention pédagogique** : Découverte

**Compétence** : connaître la représentation d'un arbre binaire

**Intention pédagogique** : Découverte

**Compétence** : Savoir parcourir un arbre binaire

**Intention pédagogique** : Découverte

## Mes recommandations

Obtenir de nouvelles recommandations

connaître les primitives sur les arbres

Primitives sur les arbres : leurs noms

Primitives sur les arbres : les types de sortie

## Mon profil

Mettre à jour mon profil

Cacher les ressources

Arborescent



	maîtrise	confiance	couverture
v <input type="radio"/> LIFAP2_2021	-	-	-
v <input type="radio"/> Comprendre la récursivité	0%	0%	0%
<input type="radio"/> Connaître la définition de la récursivité	0%	0%	0%
<input type="radio"/> Reconnaître un algorithme récursif ou non	0%	0%	0%
v <input checked="" type="radio"/> Savoir écrire une fonction Scheme répondant à une spécification	3%	6%	9%
<input type="radio"/> connaître le processus d'évaluation de l'appel à une fonction	0%	0%	0%
v <input checked="" type="radio"/> connaître les primitives sur les arbres	30%	60%	100%
<b>Exercice</b> : Primitives sur les arbres : leurs descriptions			
<b>Exercice</b> : Primitives sur les arbres : test, accès ou construction ?			
<b>Exercice</b> : Primitives sur les arbres : les types d'entrée			
<b>Exercice</b> : Primitives sur les arbres : les types de sortie			
<b>Exercice</b> : Primitives sur les arbres : leurs noms			
<input type="radio"/> connaître les primitives de test sur les arbres	0%	0%	0%
v <input type="radio"/> connaître la représentation d'un arbre binaire	0%	0%	0%
<b>Exercice</b> : Définition en Scheme d'arbre contenant des symboles			
<b>Exercice</b> : Définition en Scheme d'arbre contenant des nombres			
<input type="radio"/> connaître les primitives de construction d'arbres	0%	0%	0%
<input type="radio"/> connaître les primitives d'accès aux arbres	0%	0%	0%
<input type="radio"/> connaître les structures de conditionnelle alternative	0%	0%	0%
v <input checked="" type="radio"/> connaître les fonctions prédéfinies	4%	12%	13%
v <input checked="" type="radio"/> connaître les fonctions sur les listes	3%	3%	7%
<b>Exercice</b> : Construction de listes			
<b>Exercice</b> : Primitives sur les listes : type d'entrée			
<b>Exercice</b> : Primitives sur les listes : type de sortie			
<b>Exercice</b> : Primitives sur les listes : description			
<input type="radio"/> Savoir choisir les bonnes primitives pour construire une liste	0%	0%	0%
<input type="radio"/> connaître la représentation d'une liste	0%	0%	0%

# A partir de tout cela...

- ◆ Evaluation de la pertinence des recommandations
- ◆ Explication des recommandations
- ◆ Appropriation de la stratégie de personnalisation par les enseignants
- ◆ Mécanisme d'auto-amélioration du processus par observation de son fonctionnement

# Plan

- ◆ Qu'est-ce que l' « Adaptive Learning » ?
- ◆ Variété et richesse des travaux dans le domaine
- ◆ Zoom sur le projet ComPer : une approche par compétences pour le diagnostic, la régulation et la personnalisation de l'apprentissage
- ◆ Perspectives de recherche
- ◆ Bibliographie

# Des nombreux résultats...

- ◆ Sur la **description et l'indexation de ressources** éducatives
  - ◆ Selon des normes et standard (cf. projet européen ARIADNE)
  - ◆ Selon des approches praxéologiques en décrivant le contenu didactique des ressources et en exploitant des référentiels de compétences (Chaachoua et Desmoulins, 2014)
- ◆ Sur la définition de **profils d'apprenants**
  - ◆ *Via l'analyse de traces* (cf. cours sur les Learning Analytics, cf. projet Hubble)
  - ◆ Et leur exploitation à travers des **stratégies de personnalisation** définies par les équipes pédagogiques dans des outils auteurs.
- ◆ Sur la **recommandation** de ressources pédagogiques ou de parcours d'apprentissage
- ◆ Sur la proposition de **rétroactions adaptées** lors de l'utilisation de logiciels pédagogiques

# ... mais de nombreux verrous

- ◆ Comment intégrer aux mieux les équipes enseignantes afin de leur proposer des solutions qui les assistent pour gérer à leur place des recommandations “validées” et leur laisser du temps pour mettre en place des remédiations complexes avec leurs étudiants ?
- ◆ Comment combiner les traces issues de diverses ressources et l’observation des apprenants par les enseignants afin d’avoir une vue plus pertinente et complète d’un apprenant ?
- ◆ Comment considérer l’apprenant dans son ensemble, en prenant en compte ses connaissances, ses compétences mais également ses besoins, son comportement, ses états affectifs ?
- ◆ Comment prendre en compte les situations changeantes dans lequel l’apprenant se trouve lors de son apprentissage (apprentissage en autonomie, ubiquitaire et informel) ?
- ◆ Comment s’adapter à l’apprenant dans un contexte d’apprentissage tout au long de la vie ?
- ◆ ...

# Plan

- ◆ Qu'est-ce que l' « Adaptive Learning » ?
- ◆ Variété et richesse des travaux dans le domaine
- ◆ Zoom sur le projet ComPer : une approche par compétences pour le diagnostic, la régulation et la personnalisation de l'apprentissage
- ◆ Perspectives de recherche
- ◆ **Bibliographie**

# Citées dans ce cours

ALYUZ N., OKUR E., OKTAY E., GENÇ U., ASLAN S., METE S.E., STANHILL D., ARNRICH B., ESME A.A. (2016) Towards an emotional engagement model: Can affective states of a learner be automatically detected in a 1:1 learning scenario? In Proceedings of the 6th International Workshop PALE, held in conjunction with UMAP 2016, Halifax, Canada, vol. 1618, pages 10-16. CEUR Workshop Proceedings, ISSN 1613-0073.

ARIADNE Foundation. <http://www.ariadne-eu.org/>

BRUSILOVSKY P., PEYLO C. (2003) Adaptive and intelligent Web-based educational systems. In International Journal of Artificial Intelligence in Education 13 (2-4), Special Issue on Adaptive and Intelligent Web-based Educational Systems, 159-172.

BULL S., DIMITROVA V., MCCALLA G. (2007) Open Learner Models: Research Questions, Preface of Special Issue of the International Journal of Artificial Intelligence in Education, IJAIED, Vol. 17 (2).

CHAACHOUA H., DESMOULINS C. (2014). Utilisation du modèle praxéologique de référence dans un EIAH. 3e congrès pour la Théorie Anthropologique du Didactique, Toulouse, France.

CHAN N.N., ROUSSANALY A. BOYER A. (2015) Studying Relations Between E-learning Resources to Improve the Quality of Searching and Recommendation. CSEDU (1): 119-129.

GIRAULT I., CHAACHOUA H. (2013) How do students deal with the chemical knowledge during an experimental design in SCY-Lab? Acte du 4e congrès international sur la théorie anthropologique du didactique (TAD), Toulouse, France.

HUBBLE Projet. ANR-14-CE24-0015 Human Observatory Based on analysis of e-learning traces. <http://hubblelearn.imag.fr/>

KRAVCIK M., SANTOS O.C., BOTICARIO J., BIELIKOVA M., HORVATH T. Proceedings of the 5th International Workshop PALE, held in conjunction with UMAP 2015, Dublin, Ireland, vol. 1388, pages 1-7. ISSN 1613-0073.

LEFEVRE M., MOLINARI G. (2017). Atelier "Personnalisation et adaptation dans les environnements d'apprentissage : un regard interdisciplinaire sur les perspectives de recherche" lors des ORPHEE-RDV 2017. <https://orpheerdperso.wordpress.com/>

LEFEVRE M., BROISIN J., BUTOIANU V. DAUBIAS P., DAUBIGNEY L., GREFFIER F., GUIN N., JEAN-DAUBIAS S., MONOD-ANSALDI R., TERRAT H. (2012). Personnalisation de l'apprentissage : comparaison des besoins et approches à travers l'étude de quelques dispositifs, Revue STICEF, Volume 19, 2012, ISSN : 1764-7223, mis en ligne le 21/10/2012, <http://sticef.org>

LUENGO V. (2009). Les rétroactions épistémiques dans les Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain. Habilitation à diriger des recherches. Université Joseph Fourier.

MARKOWSKA-KACZMAR U., KWASNICKA H., PARADOWSKI M. (2010). Intelligent Techniques in Personalization of Learning in e-Learning Systems. Studies in Computational Intelligence, Computational Intelligence for Technology Enhanced Learning, Vol. 273, p. 1-23.

MENDELSON P., DILLENBOURG P. (1991) Le Développement de L'enseignement Intelligent Assisté par Ordinateur, Conférence donnée à la réunion de Association de Psychologie Scientifique de Langue Française Symposium Intelligence Naturelle et Intelligence Artificielle, Rome.

MURRAY T. (2003). Eon: Authoring Tools for Content, Instructional Strategy, Student Model, and Interface Design. Authoring Tools for Advanced Technology Learning Environments. T. Murray, S. B., and S. Ainsworth, editors, Kluwer Academic Publisher.

SELF J. (1988). Bypassing the intractable problem of student modeling, In Intelligent Tutoring Systems Conference, p. 1824, Montreal, Canada.

SLEEMAN D.H., BROWN J.S. (1982). Intelligent tutoring systems. Academic Press.

# Pour creuser

- ◆ Marty J-C., Mille A. « Analyse de traces et personnalisation des environnements informatiques pour l'apprentissage humain ». Traité IC2 : Informatique et systèmes d'information, Hermès Sciences, 2009.
- ◆ Aleven V., McLaughlin E. A., Glenn R. A., Koedinger K. R. « [Instruction based on adaptive learning technologies](#) ». Handbook of research on learning and instruction. Routledge, 2017.
- ◆ Brusilovsky P., Millán E. « User Models for Adaptive Hypermedia and Adaptive Educational Systems », in The Adaptive Web, W. Brusilovsky, Peter and Kobsa, Alfred and Nejdl, Éd. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin / Heidelberg, 2007, p. 3-53.
- ◆ Murray T., « An Overview of Intelligent Tutoring System Authoring Tools : Updated Analysis of the State of the Art », in Authoring Tools for Advanced Technology Learning Environments, Murray, Ainsworth, et Blessing, Éd. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2003, p. 493-546.
- ◆ Roy D, Dutta M. « A systematic review and research perspective on recommender systems ». Journal of Big Data, 9(1) :59, 2022.

