



IA & Education

Point de vue de la recherche

Marie Lefevre

marie.lefevre@liris.cnrs.fr

Mai 2024

LIRIS

Université Claude Bernard



Lyon 1

EIAH : qu'est-ce que c'est ?

- Un EIAH : un environnement informatique
 - conçu dans le but de favoriser l'apprentissage humain
 - mobilisant des agents humains et artificiels
 - utilisé dans des situations d'interaction présentes ou à distance
- Objectif : susciter, accompagner et personnaliser l'apprentissage
- Un champ de recherche pluridisciplinaire
 - Informatique : génie logiciel, intelligence artificielle, IHM...
 - Sciences de l'homme et de la société : psychologie, didactique, ergonomie, sciences des langages...

Et les TICE ?

- TICE
 - Technologies de l'Information et de la Communication appliquées à l'Education
 - Introduction de l'informatique dans l'enseignement
 - Point de vue **pratique** voire **technique**
- EIAH
 - Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain
 - Comment utiliser au mieux l'informatique pour l'enseignement
 - Point de vue **recherche**

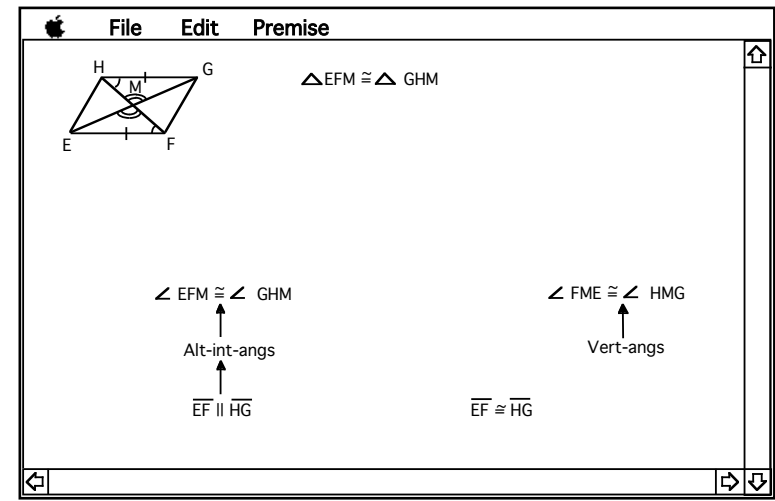


Quel phénomène de société derrière ce domaine de recherche ?

- L'utilisation des « nouvelles technologies » pour l'enseignement
- À chaque nouvelle invention technologique :
 - on a dit : « cela va révolutionner l'enseignement »
 - sans que les situations d'apprentissage ne connaissent de véritable évolution
- Exemple : cinéma, radio, télévision, minitel...
- Les recherches en EIAH sont issues des nouvelles possibilités ouvertes par l'informatique, Internet et l'IA...

Déjà 100 ans...

- 1924 : Machine de Sydney PRESSEY
- Années 50 : le **behaviorisme**
- Années 70 : Enseignement Assisté par Ordinateur
- Années 80 : intégration de techniques d'IA dans les EAO
 - plus de souplesse
 - plus d'interactivité
 - plus d'adaptation à l'apprenant
- Un **tuteur intelligent** doit être
 - compétent
 - sur le domaine à enseigner
 - sur la pédagogie
 - sur l'élève
 - convivial : il doit gérer un véritable dialogue

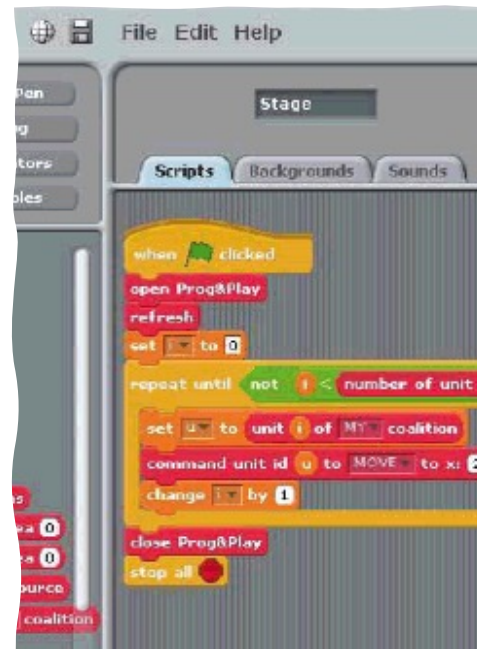


4 grandes périodes

- 1970-1990 : période fondatrice très riche
 - Principes fondamentaux des ITS
 - Forte fécondation mutuelle IA – EIAH
- 1990-2000 : humain remis en place centrale et rapprochement avec les HA
 - Arrivée du web
 - Dialogue en langue naturelle
 - Mise en place de l'adaptation
- 2000-2020 : rupture dûe à l'explosion du web
 - Réseaux sociaux, Web sémantique, Big Data et Learning Analytics
 - Modèles fondateurs revisités, approfondis et enrichis à la lumière des nouveaux contextes (technologiques, économiques et sociaux)
- 2020... : explosion de l'IA générative

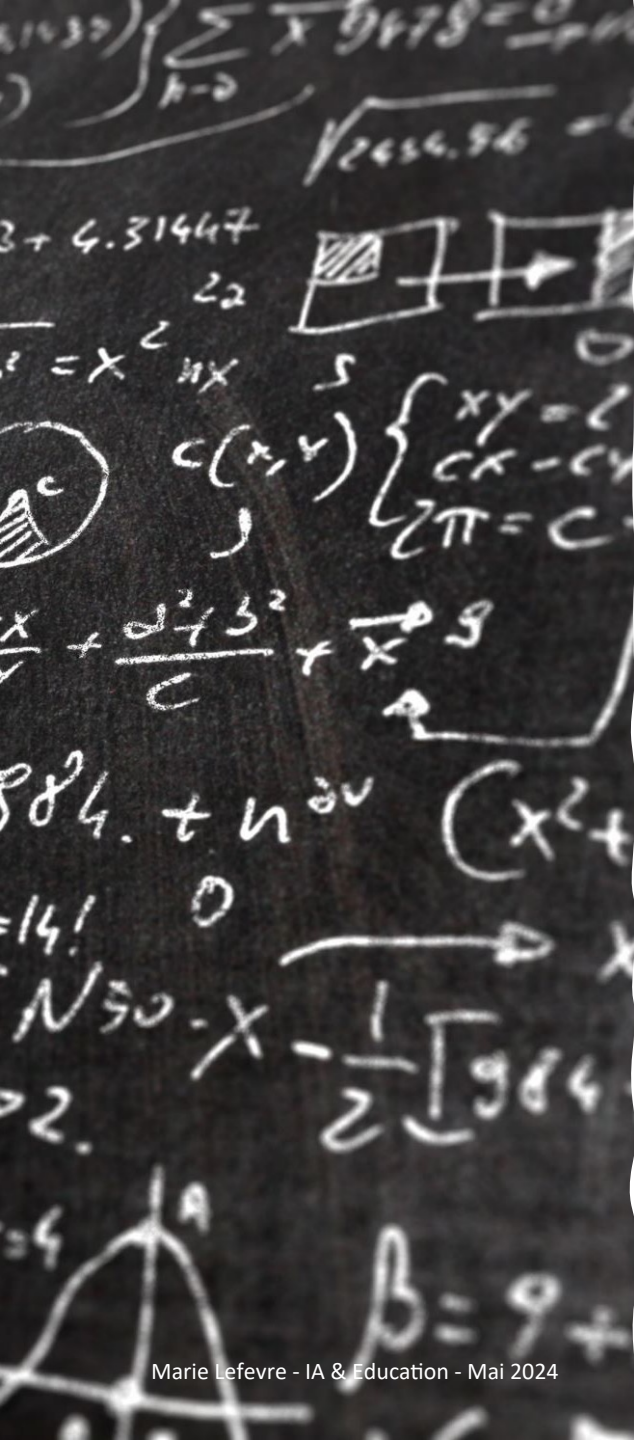
Différents types d'EIAH

- Tuteurs intelligents
- Micromondes
- Environnements interactifs
- Environnements de simulation
- Hypermedias pour l'apprentissage
- Réalité virtuelle ou augmentée
- Serious Games
- Environnements d'apprentissage collaboratif
- Plateformes de formation à distance (PIFAD)
- MOOCs



L'IA : qu'est-ce que c'est ?

- Plusieurs définitions de l'IA, entre autres :
 - L'IA est une branche de l'informatique
 - Un système d'IA **agit** comme un humain
 - Augmenter les capacités de l'ordinateur
 - Comportement intelligent :
 - Communiquer
 - Enregistrer et exploiter les informations
 - Utiliser les informations pour répondre à des questions et tirer des conclusions
 - L'IA est une science cognitive
 - Un système d'IA **raisonne** comme un humain
 - Comprendre comment voir, apprendre, mémoriser, raisonner
 - Modéliser les connaissances et le raisonnement
 - Fournir des modèles et en tester le comportement par des techniques de psychologie cognitive, en le comparant au comportement humain

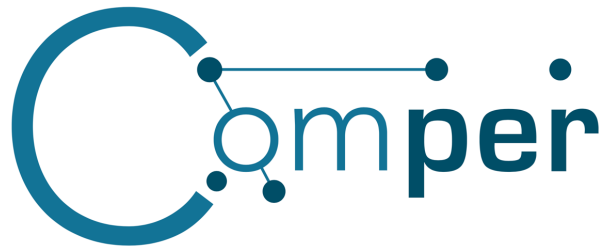


Zoom sur l' "Adaptive Learning" ?

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

Quel objectif ?

- La personnalisation est cruciale afin de favoriser un apprentissage **effectif, actif, efficace et satisfaisant**
- Pour permettre une adaptation à l'apprenant
 - Nombreuses techniques d'IA
 - 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



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

(C) Connaitre_et_utiliser_des_règles_syntaxiques

↳ (S) savoir_remplir_et_utiliser_un_tableau_d_avancement

↳ (S) savoir_utiliser_un_tableau_d_avancement

↳ (S) déterminer_l_espèce_limitante

↳ (S) prévoir_l_évolution_des_concentration_des_espèces_en_solution_lors_d_un_titrage

↳ (S) déterminer_si_une_réaction_est_totale_ou_partielle

↳ (S) déterminer_la_relation_entre_quantité_de_matière_à_l_équivalence

↳ (S) identifier_les_espèces_présentes_avant_et_après_l_équivalence



(C) Term_dosage_titrage

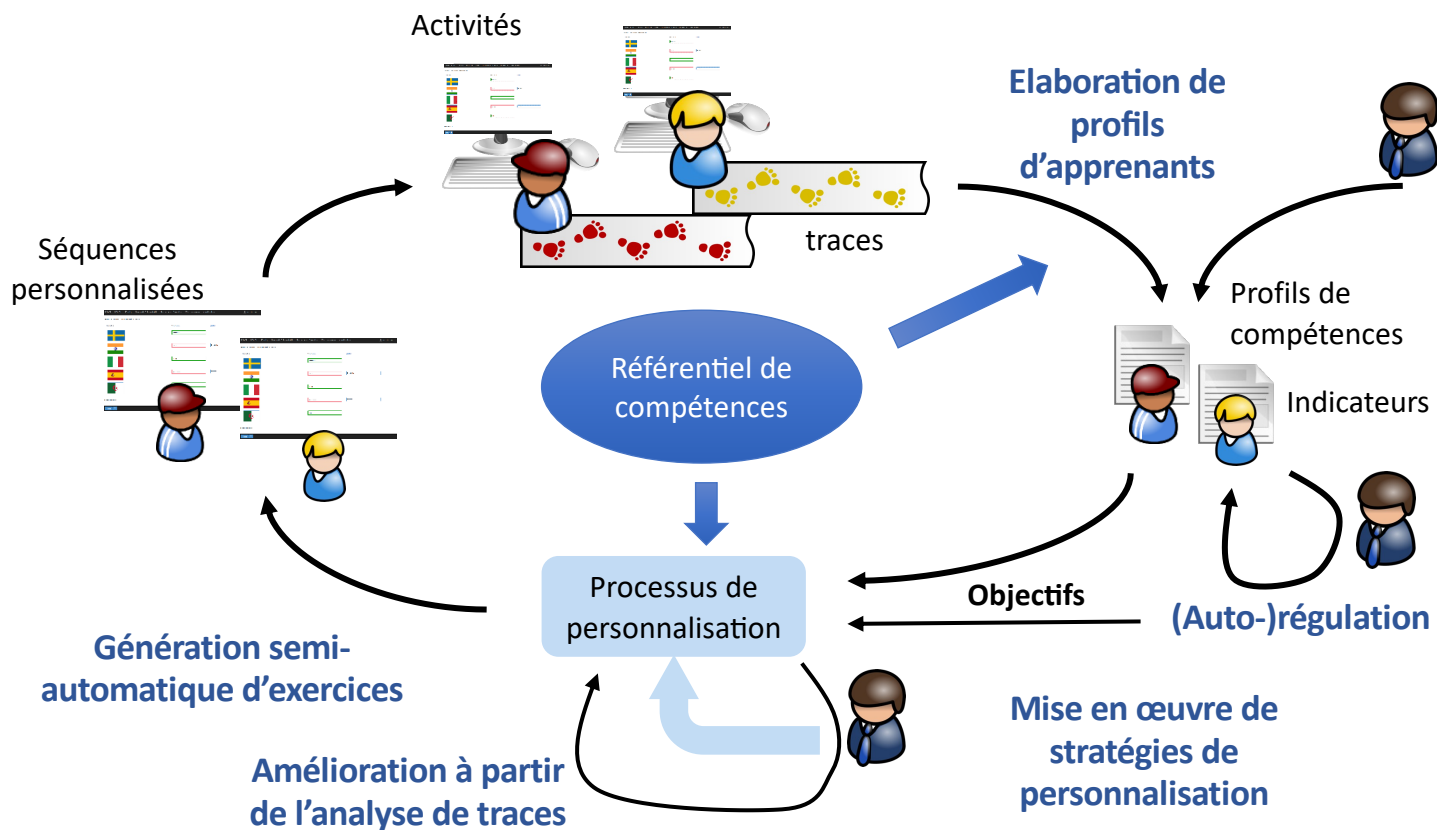
↳ (S) écrire_l_équation_de_support_d_un_titrage

↳ (S) identifier_titrant

↳ (S) identifier_titré

Compétences liées à l'apprentissage de la physique-chimie en lycée

IA au service de la personnalisation



Générer des activités

- Contexte d'auto-évaluation
- Biais : connaître l'exercice
- Objectif :
 - pouvoir créer un grand nombre d'exercices
 - proposer différents types d'exercices

Conjuguer au prétérit :

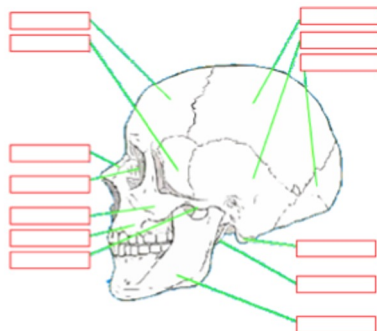
1. I (go) _____ to the swimming pool.
2. My uncle (build) _____ a house.
3. I (walk) _____ through the garden.
4. Did you (have) _____ a nice week end?
5. We (stay) _____ at home.
6. Yes, I (do) _____.
7. My TV (be) _____ broken.
8. I (buy) _____ another one.
9. Did you (go) _____ to the museum?
10. We (play) _____ Monopoly.

Règles de transformation. Complétez les formules suivantes :

- $X \vee \neg X = \text{_____}$ (tiers exclus)
- $X \wedge \neg X = F$ (_____)
- _____ = X (involution)
- $X \vee X = X \wedge X = X$ (_____)

Connais-tu l'anatomie ? Place les noms d'os à leur place sur la figure :

Apophyse mastoïde, Apophyse styloïde, Apophyse zygomatique, Frontal, Lacrymal, Mandibule, Maxillaire, Nasal, Occipital, Pariétal, Temporal, Zygomatique.



Remettre la phrase suivante dans l'ordre :

sick He made by eating much chocolate himself too

Calculez les valeurs numériques des expressions algébriques ci-dessous selon la valeur accordée à la variable y.

Expression algébrique	Si y = 1	Si y = -2
3y - 2	<input type="text"/>	<input type="text"/>
-2y + 1	<input type="text"/>	<input type="text"/>
-y + 3	<input type="text"/>	<input type="text"/>
5y - 2y	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Un exemple précis



types de phrases nominales peules du texte Galle kaaw am'en

Consigne : Répartir les phrases entre les groupes

Objets à glisser-déposer :

Hay gooto e mabbe wonaa d'annyanke.

Ko kanko woni kodka mabbe.

Hubeere ne na yeeso too.

Ko nenne am woni kodka banndiraabe mum worbe bee.

Galle kaaw am'en woni ko e wuro hee

Galle oo ko mawdo.

phrase nominale de localisation

phrase nominale d'identification

Plateforme ASKER : Authoring tool for aSsessing Knowledge genErating exeRcises

The image displays two side-by-side screenshots of the ASKER platform interface. The left screenshot shows the 'Composants actifs' (Active Components) section, where users can drag and drop various electronic components into a workspace. The workspace is divided into 'Passif' (Passive) and 'Actif' (Active) categories. The right screenshot shows the 'Documents' section, where users can manage their resources. It includes a search bar, filters for 'Privées', 'Publiques', and 'Archivées', and a list of resources with details like 'Titre', 'Auteur', 'Propriétaire', and 'Comparté'. A 'Bloc d'appariement' (Matching Block) is also visible, allowing users to define constraints and excluded resources for their exercises.

Mes tentatives Mes modèles d'exercices Mes ressources

Composants actifs

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

Objets à glisser-déposer :

Passif Actif

Retour C

Mes tentatives Mes modèles d'exercices Mes ressources

caroline connect

Titre Auteur Propriétaire Comparté Complet

Danse des composants marie.lefevre marie.lefevre Archivé

Documents +

Consigne -

Associez les composants à la bonne description

Bloc d'appariement -

Cli de métadonnée Nombre de paires

legende 3

Liste Contraintes

Type de ressource

A

Liste des contraintes

Ressources exclues

Filtrer mes ressources -

+ Créer une ressource - Privées Publiques Archivées

Resistance -

composant_actif: passif legende: Résistance 339 Ohms

Resistance -

composant_actif: passif legende: Résistance 542 Ohm

Resistance -

composant_actif: passif legende: Résistance 22 kOhms

Resistance -

composant_actif: passif legende: Résistance 39 kOhms

Resistance -

composant_actif: passif legende: Résistance 2 Ohms

Resistance -

composant_actif: passif legende: Résistance 12 Ohms

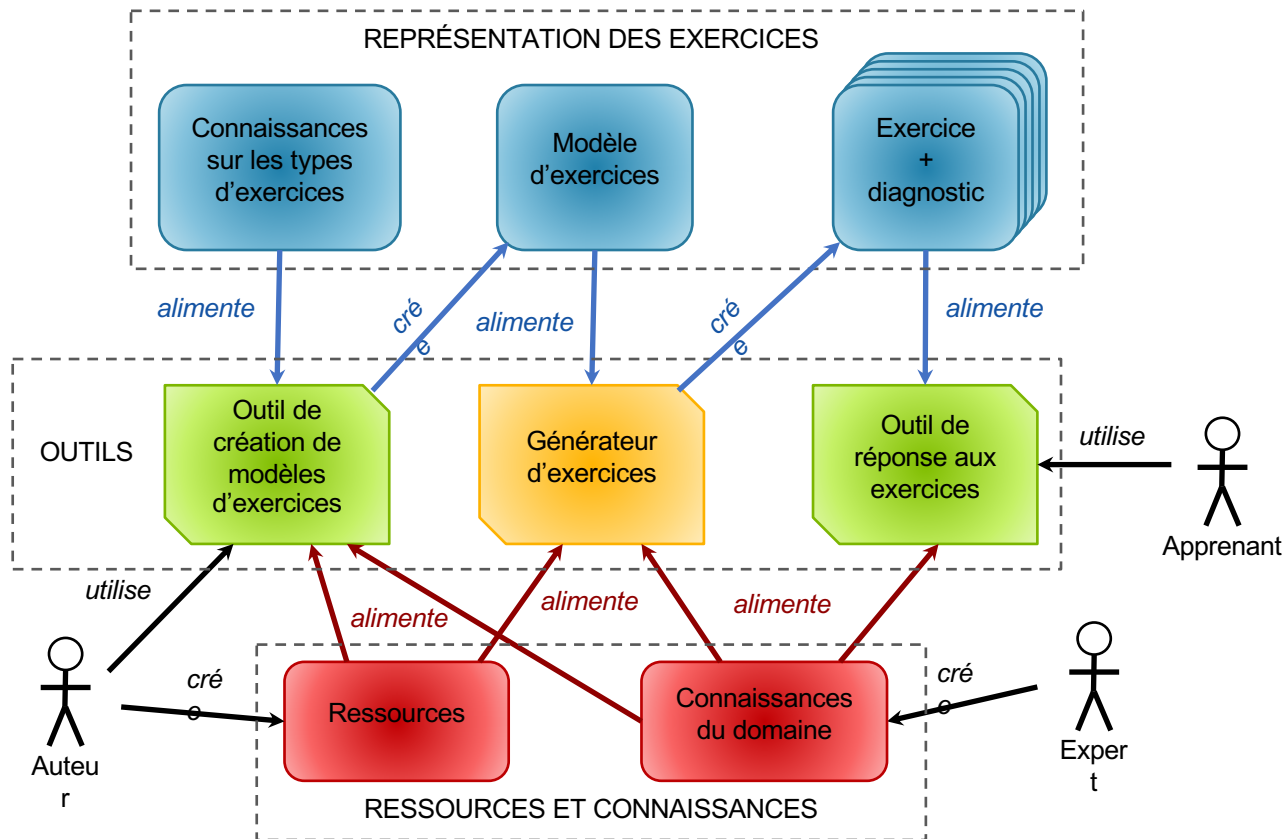
Resistance cementee -

composant_actif: passif legende: Résistance cémentée

Transistor -


composant_actif: actif legende: Transistor

Combiner expertise humaine & IA



Outil auteur pour les enseignants

Mes tentatives Mes modèles d'exercices Mes ressources claroline connect

 **Titre** **Auteur** **Propriétaire** Partagé Complet
 Archivé


Documents +

Consigne -

Associer les arbres à leur parcours infixé.

Bloc d'appariement ×
Clé de métadonnée **Nombre de paires**

Liste Contraintes

Type de ressource
 A 

Liste des containtes






Indiquez une clé de métadonnées ×






La valeur de la clé doit correspondre à l'une des valeurs indiquées ici





× ✓





Filter mes ressources -





+ **Créer une ressource** Privées Publiques Archivées





 **LIF3-Arbre** -
ABR: non **infixe:** 7 6 3 4 1 9 **max:** 9 **min:** 1 **postfixe:** 7 3 6 9 1 4
prefixe: 4 6 7 3 1 9 **schema:** '(4 (6 (7 0 0)) (3 0 0)) (1 0 (9 0 0))' **UE:** LIF3
   

 **LIF3-Arbre** -
ABR: non **infixe:** 9 4 1 5 8 2 **max:** 9 **min:** 1 **postfixe:** 9 1 4 8 2 5
prefixe: 5 4 9 1 2 8 **schema:** '(5 (4 (9 0 0)) (1 0 0)) (2 (8 0 0))' **UE:** LIF3
   

A **LIF3-CC1-OperateurBooleen** -
CC: 1 **UE:** LIF3 **X > Y:** Vrai **X et Y:** Vrai **X ou Y:** Vrai
X XOR Y: Faux
   

A **LIF3-CC1-OperateurBooleen** -
CC: 1 **UE:** LIF3 **X > Y:** Vrai **X et Y:** Faux **X ou Y:** Faux
X XOR Y: Faux
   

A **LIF3-CC1-OperateurBooleen** -
CC: 1 **UE:** LIF3 **X > Y:** Vrai **X et Y:** Faux **X ou Y:** Vrai
X XOR Y: Vrai
   

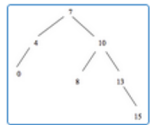
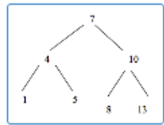
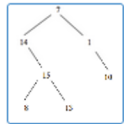
A **LIF3-CC1-OperateurBooleen** -
CC: 1 **UE:** LIF3 **X > Y:** Faux **X et Y:** Faux **X ou Y:** Vrai
X XOR Y: Vrai
   

ASKER : coté apprenant

LIF3-CC5-Ex2

Consigne : Associer les arbres à leur parcours infixe.

Partie fixe



Votre réponse

Objets à glisser-déposer :

0 4 7 8 10 13 15

14 8 15 13 7 1 10

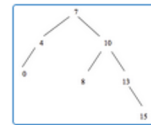
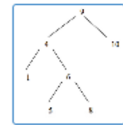
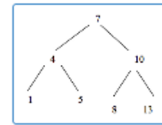
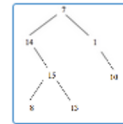
1 4 5 7 8 10 13

1 4 5 6 8 9 10

LIF3-CC5-Ex2

Consigne : Associer les arbres à leur parcours infixe.

Partie fixe



Votre réponse

Objets à glisser-déposer :

0 4 7 8 10 13 15

14 8 15 13 7 1 10

1 4 5 7 8 10 13

1 4 5 6 8 9 10

ASKER : coté apprenant

Mes tentatives

Mes modèles d'exercices

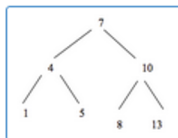
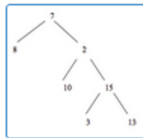
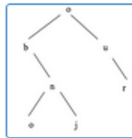
Mes ressources



LIF3-CC5-Ex2

Consigne : Associer les arbres à leur parcours infixe.

Partie fixe



Votre réponse

bonjour

8 7 10 2 3 15 13

1 4 5 7 8 10 13

14 8 15 13 7 10 1

Solution

14 8 15 13 7 10 1

1 4 5 7 8 10 13

Retour



LIF3-CC1-Ex1

Consigne : Evaluer les expressions suivantes :

(cons '(a b) '(c (d b)))

- (a b c d b)
- (a b c (d b))
- (c (d b) (a b))
- ((a b) c (d b))
- (a b c (d b))
- ((a b) (c (d b)))

Votre score : 0%

QCM

Problème mathématique

Consigne : Résolvez le problème.

Paul est parti à 12 heures et arrivé à 16 heures. Il a parcouru 300 kilomètres. A quelle vitesse moyenne a-t-il roulé en km/h ?

Formats de réponse attendus : **

125

75

Votre score : 0%

Question à réponse ouverte

LIF3-CC10-Ex4

Consigne : Associer les expressions à leur évaluation

Partie fixe

(apply + '(1 2 3 4))

10

(apply (lambda (z) (cons z '(1))) '((1 2 3 4)))

((1 2 3 4) 1)

(map (lambda (x) (+ x 1)) '(1 2 3 4))

((1 3) (2 4))

(2 3 4 5)

(map list '(1 2) '(3 4))

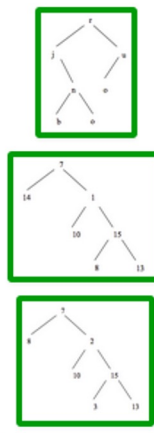
(2 3 4 5)

((1 3) (2 4))

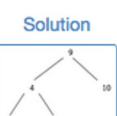
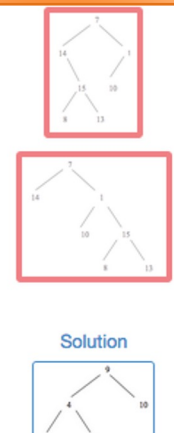
Appariement

Consigne : Classifier les arbres selon qu'ils soient des arbres binaires de recherche ou non

Arbres binaires autres

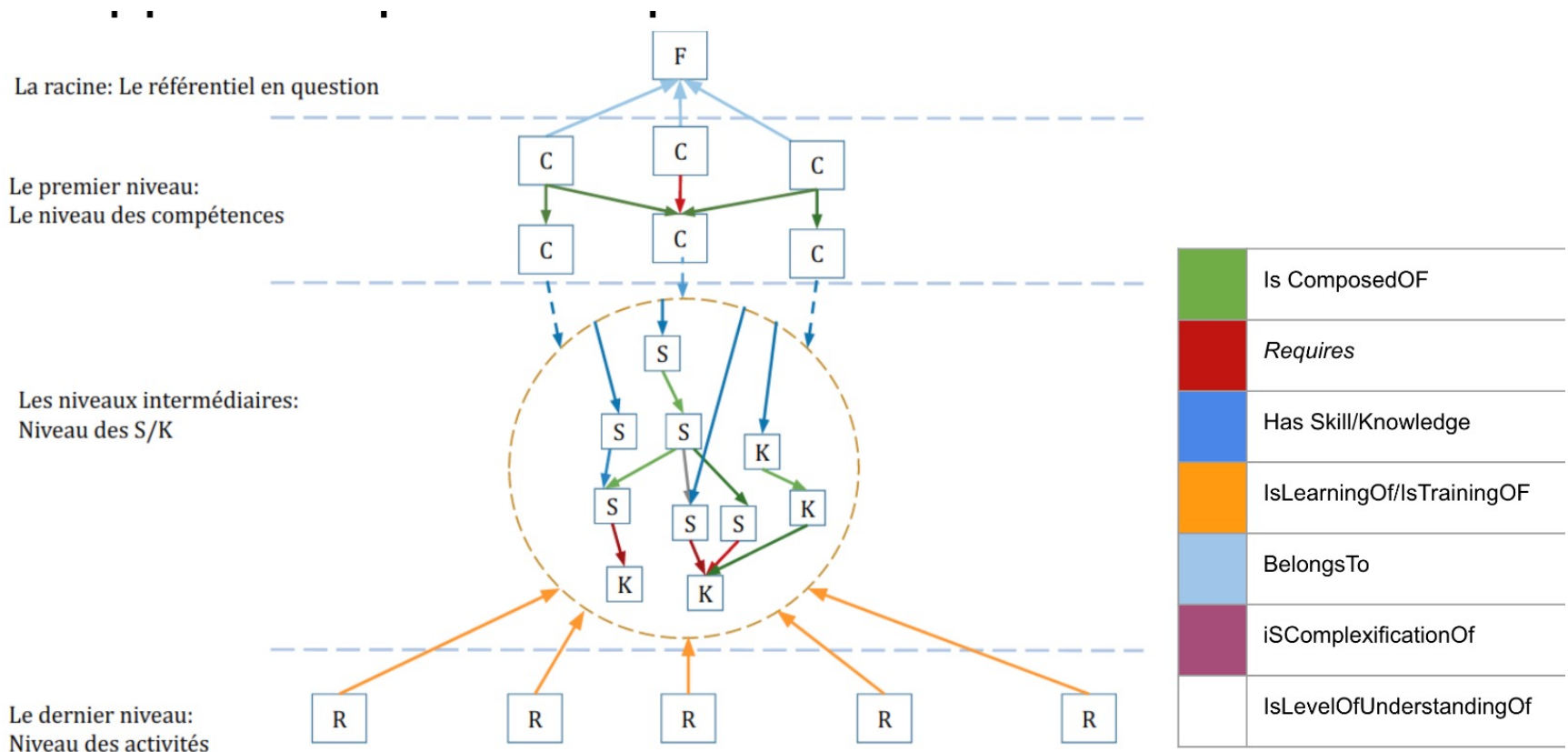


Groupement



Calculer le profil de compétences de l'apprenant

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



(Auto-)Régulation de l'apprentissage



LIFAP2 LIFAP1

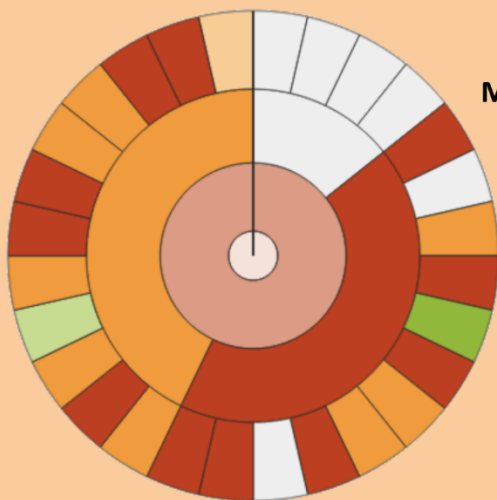
ext_Nathalie

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"

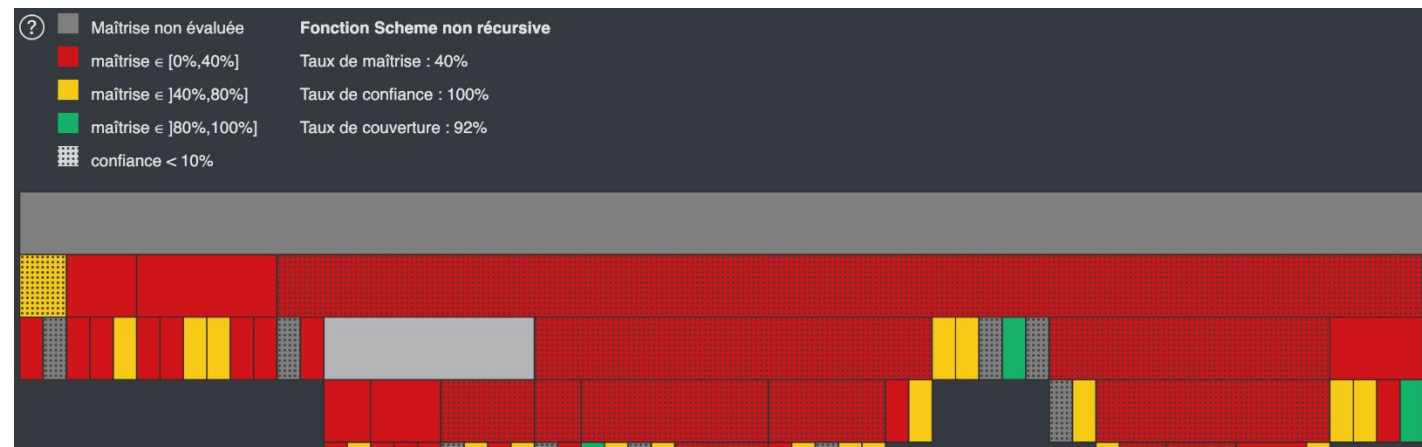
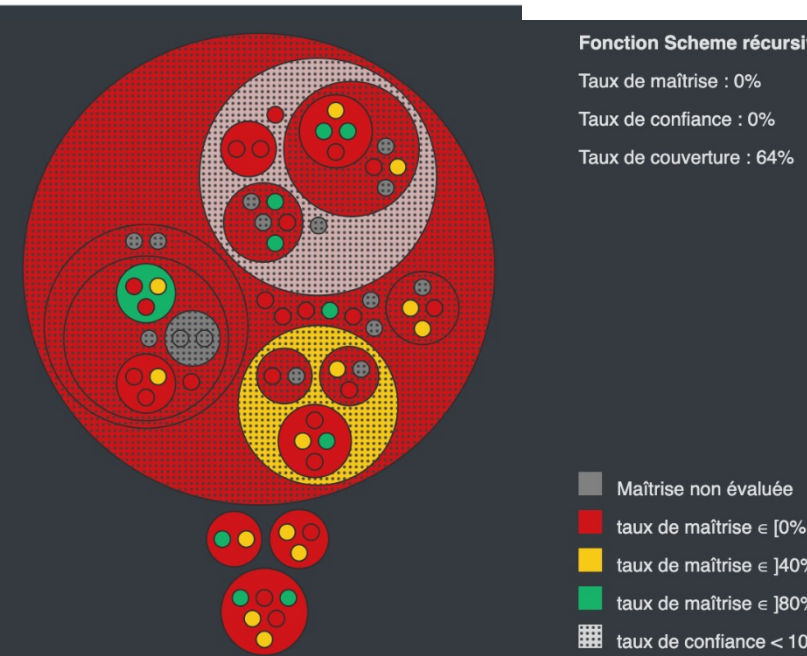
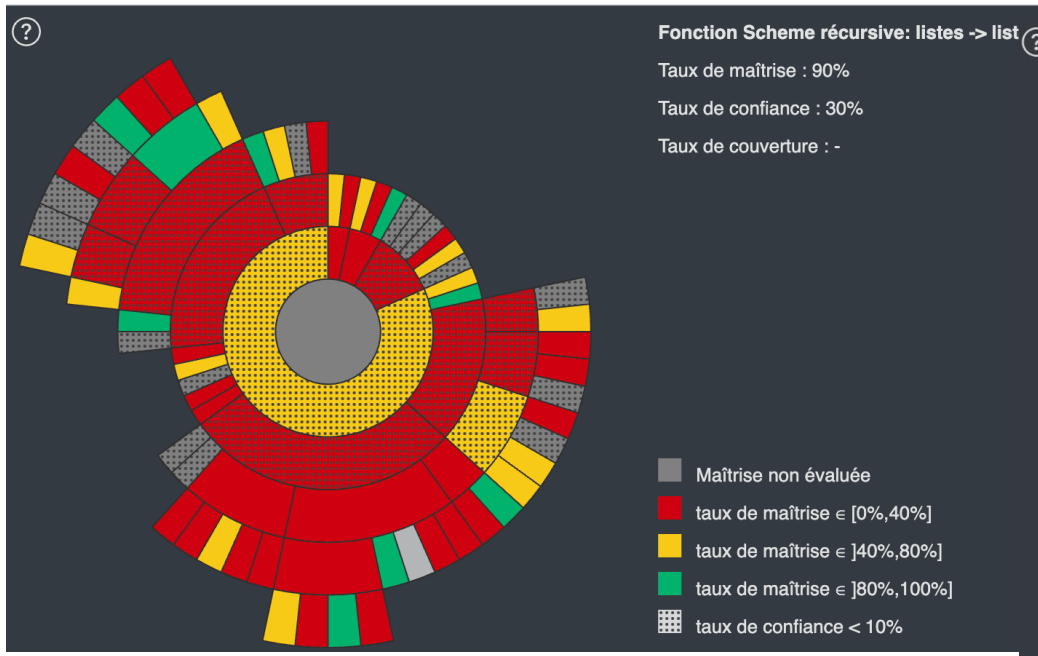
[Faire ma séance](#)

Voir ses 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%	-

Voir ses compétences



Recommandation d'activités

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
<input type="radio"/> LIFAP2_2021	-	-	-
<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%
<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%
<input checked="" type="radio"/> connaître les primitives sur les arbres	30%	60%	100%
Exercice : Primitives sur les arbres : leurs descriptions			
Exercice : Primitives sur les arbres : test, accès ou construction ?			
Exercice : Primitives sur les arbres : les types d'entrée			
Exercice : Primitives sur les arbres : les types de sortie			
Exercice : Primitives sur les arbres : leurs noms			
<input type="radio"/> connaître les primitives de test sur les arbres	0%	0%	0%
<input type="radio"/> connaître la représentation d'un arbre binaire	0%	0%	0%
Exercice : Définition en Scheme d'arbre contenant des symboles			
Exercice : 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%
<input checked="" type="radio"/> connaître les fonctions prédéfinies	4%	12%	13%
<input checked="" type="radio"/> connaître les fonctions sur les listes	3%	3%	7%
Exercice : Construction de listes			
Exercice : Primitives sur les listes : type d'entrée			
Exercice : Primitives sur les listes : type de sortie			
Exercice : 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%

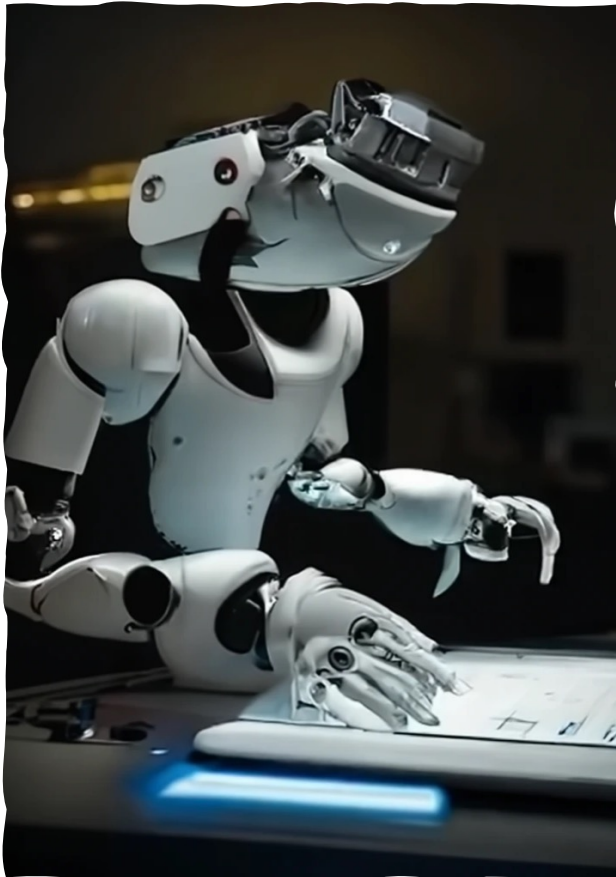
Des nombreux résultats...

- Sur la **description et l'indexation de ressources** éducatives
 - Selon des normes et standard
 - Selon des approches praxéologiques en décrivant le contenu didactique des ressources et en exploitant des référentiels de compétences
- Sur la définition de **profils d'apprenants**
 - *Via l'analyse de traces* (Learning Analytics)
 - 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 ?
- ...

Ce que l'IA a apporté aux EIAH



- Modélisation des connaissances
 - Domaine, apprenant, interaction...
 - Permet d'avoir des systèmes qui
 - Savent résoudre des problèmes
 - Savent suivre et interpréter les actions de l'apprenant
 - Savent planifier et adapter les rétroactions en conséquence
- Représentation des connaissances et techniques de raisonnement :
 - Modèles bayésiens, web sémantique...
- Traitement du langage naturel
 - Compréhension de texte
 - Dialogue en langue naturelle
- Modélisation des activités (modèles de tâches et de processus) en lien avec la Psychologie et l'Ergonomie
- Prise en compte du facteur humain en lien avec les Sciences Cognitives

Ce que les EIAH ont apporté à l'IA



- Renouvellement des systèmes experts
 - Systèmes explicatifs, Résolveurs pédagogiques, Règles erronées, Diagnostic
- Adaptation à l'utilisateur
 - Nouvelles dimensions de la personnalisation : affective, motivation, engagement
 - Prise en compte du contexte
- Modèles ouverts d'utilisateurs
- Modélisation cognitive des processus impliqués dans l'apprentissage
 - Individuel, collaboratif, situé....
- Champ d'opportunités pour développer, améliorer et tester les outils d'IA
 - Techniques de fouille de données sur les traces utilisateurs
 - Généralisation des méthodes de génération automatique de QCM à partir de textes ou d'ontologies

Et l'IA generative dans tout cela...

- Comment utiliser cette IA dans son enseignement ?
- Comme faire avec cette IA pour l'évaluation ?
- Comment rendre les données plus sécurisées ?
- Comment les établissements stockent et utilisent les données d'enseignement et d'apprentissage
- Comment corriger les biais d'échantillonnage ?
- Comment équilibrer les questions de confidentialité avec les possibilités offertes par l'IA ?

Si l'IA offre des voies prometteuses pour améliorer les expériences et les résultats éducatifs, d'importants défis éthiques, méthodologiques et pédagogiques doivent être relevés pour exploiter efficacement tout son potentiel.

