

IA en Education

Vanda Luengo

Laboratoire LIP6, équipe MOCAH

vanda.luengo@sorbonne-universite.fr

Vanda.luengo@lip6.fr

IA & Education

- **L'éducation à l'IA**
- Plusieurs initiatives récentes pour former les enseignantes et enseignants
 - MOOC L'Intelligence Artificielle... avec intelligence !
 - <https://www.fun-mooc.fr/fr/cours/lintelligence-artificielle-avec-intelligence/>
 - L'éducation, la formation des enseignants et l'apprentissage de l'intelligence artificielle,
 - <https://www.ai4t.eu/teacher-training/>
 - Master EDTECH à SU => une UE sur l'IA & l'éducation
 - <https://sciences.sorbonne-universite.fr/formation-sciences/offre-de-formation/masters/master-management-de-linnovation/m2-parcours-edtech>
- **L'IA pour l'éducation**
 - **IA générique : reconnaissance d'images, voix, écriture,...**
 - L'intelligence Artificielle De quoi s'agit-il vraiment ? GDR IA <https://ia.gdria.fr>
 - **IA en éducation, une thématique de recherche**
 - AIED
 - EDM

IA = Agents rationnels

- Agents qui font preuve d'un comportement **rationnel**

	Humain	Rationnel
Pensée	Systemes qui « pensent » comme des humains	Systemes qui pensent rationnellement
Action	Systemes qui agissent comme des humains	Systemes qui agissent rationnellement

Russell & Norvig – *Artificial Intelligence: A Modern Approach, édition 2006*
Édition française 2021

IA =

Modéliser des connaissances,
raisonner, décider, interagir

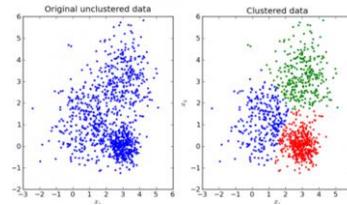
- Modèles symboliques
- Modèles logiques
 - règles expertes, ontologies...
- Modèles numériques
- Data mining, machine learning
 - Réseau de neurones, clustering..
- Approches mixtes

IA = apprendre à partir des données

- Apprentissage supervisé

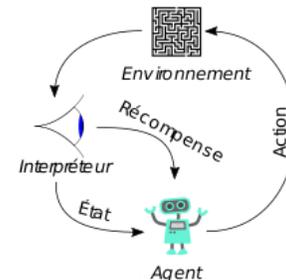


- Apprentissage non supervisé



- Apprentissage par renforcement

Récompense
politique => comportement décisionnel pour
maximiser la récompense suite à des expériences
itérées



https://fr.wikipedia.org/wiki/Apprentissage_par_renforcement

l'IA en éducation, un domaine de recherche

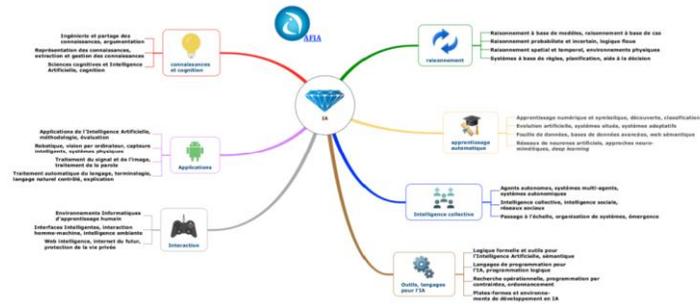
SOCIÉTÉ SAVANTE INTERNATIONALE IAIED

- Informatique + psychologie
- didactique, linguistique, sociologie, Experts du domaine, ..

The screenshot shows the IAIED Journal website. At the top, it says "IAIED Journal". Below that, there's a navigation menu with "Home", "Conferences", "Articles", "News", "Memberships", "Miscellaneous", "About", and "Contact". The main content area is titled "The International Journal of Artificial Intelligence in Education (IAIED) is the official journal of the International AIED Society. IAIED publishes papers concerned with the application of artificial intelligence systems and concepts to the design of systems that support learning. For more details, see the Journal Scope, Editorial Board, and current Special Issues. Access to IAIED is included with membership in the International AIED Society; active members can log in and access full-text articles through this page." Below this, there are two columns: "Volume 1 (1989)" and "Volumens". The "Volumens" column lists volumes from 1 to 32 with their respective years. The "Volume 1 (1989)" column lists several articles with their titles and authors, such as "Theoretical foundations for intelligent tutoring systems" by John A. Self, "Teaching machines to read: the artificial intelligence/reading connections" by J.C. McCreaney, "A neural computing model using basic matrix algebra" by G. Fowler, "An attention reduction training model: educational and technological applications" by J.W. Jacobs, J.V. Demsey, D.F. Salisbury, "An English-Chinese language learning system using adaptive correction and multipass error diagnosis" by X. Huang, B.L. Xie, L. Chen, "Mathpert: a computerized learning environment for algebra, trigonometry, and calculus" by M.J. Benson, and "Expert systems as an adjunct in providing behavior management training for regular and special education".

<https://iaied.org/>

SOCIÉTÉS SAVANTES FRANÇAISES AFIA



ATIEF (Informatique, sciences de l'éducation, didactiques, information et communication, sciences cognitives, sciences du langage, ..)

The screenshot shows the ATIEF website. At the top, it says "ATIEF Association des Techniciens de l'Informatique dans l'Éducation et la Formation". Below that, there's a navigation menu with "ACCUEIL", "ATEF", "ÉVÉNEMENTS", "PUBLICATIONS", "RESSOURCES", "COMMUNAUTÉ", and "OTRES". The main content area is titled "Partenaires de l'ATIEF". It lists several partners, including "International Alliance to Advance Learning in the Digital Era", "SIF", and "SIF". Below this, there's a list of members, including "AFIA Association Française pour l'Intelligence Artificielle", "AFIM Association Française d'Interaction Homme-Machine", "ATIEF Association Française des Informatiques de l'Éducation et de la Formation", "AIEA", "AIEA Solutions", "Direction du numérique pour l'éducation", "ESF", "EduTech France", "EduTech Europe", "EduClever", "EduX", "Healthy Mind", "IFIP TIC / IFIP International Federation for Information Processing, TIC3 Technical Committee for Education", "IIEE", "MooC & Co", "Télécom", and "VivaQuest".

Histoire AIED

- Quelques précurseurs

+ Informaticiens et psychologues

ITS

Système	Caractéristiques
SCHOLAR (Carbonnell, 1973)	Tuteur sur la géographie de l'Amérique du sud mettant en œuvre des dialogues à initiative mixte.
BUGGY (Brown, 1978)	Tuteur en arithmétique sur la soustraction, basé sur les erreurs possibles de l'apprenant représentées explicitement.
PROUST (Johnson & Soloway, 1984)	Tuteur commercialisé d'analyse des erreurs de l'élève en programmation Pascal, par comparaison de sa solution avec des dérivations de schémas de solutions.
GUIDON (Clancey, 1987)	Tuteur sur les maladies infectieuses du sang. L'élève joue le rôle d'un médecin consultant. L'expertise pédagogique et le modèle de l'élève y sont explicites.

Source du Tableau : https://edutechwiki.unige.ch/fr/Syst%C3%A8me_tutoriel_intelligent

IA pensé pour l'éducation en 2022

IAEd au service des élèves	
Systèmes de tutorat intelligents (ITS)	***
Applications assistées par l'IA (par exemple, mathématiques, synthèse vocale, apprentissage des langues)	***
Simulations assistées par l'IA (par exemple, apprentissage par le jeu, Réalité Virtuelle, Réalité Augmentée)	***
IA pour aider les apprenants à besoins particuliers	***
Rédaction automatique d'essais	***
Agents conversationnels	*** / **
Évaluation formative automatique	*** / **
Orchestrations de réseaux d'apprentissage	*** / **
Systèmes de tutorat basés sur le dialogue	***
Environnements d'apprentissage exploratoire	**
Assistant d'apprentissage tout au long de la vie assisté par l'IA	*

IAEd au service de l'enseignant	
Détection de plagiat	***
Curation intelligente du matériel d'apprentissage	***
Surveillance de la classe	***
Évaluation sommative automatique	*** / **
IA d'assistance de l'enseignant (y compris assistant d'évaluation)	*** / *
Orchestration de la salle de classe	**

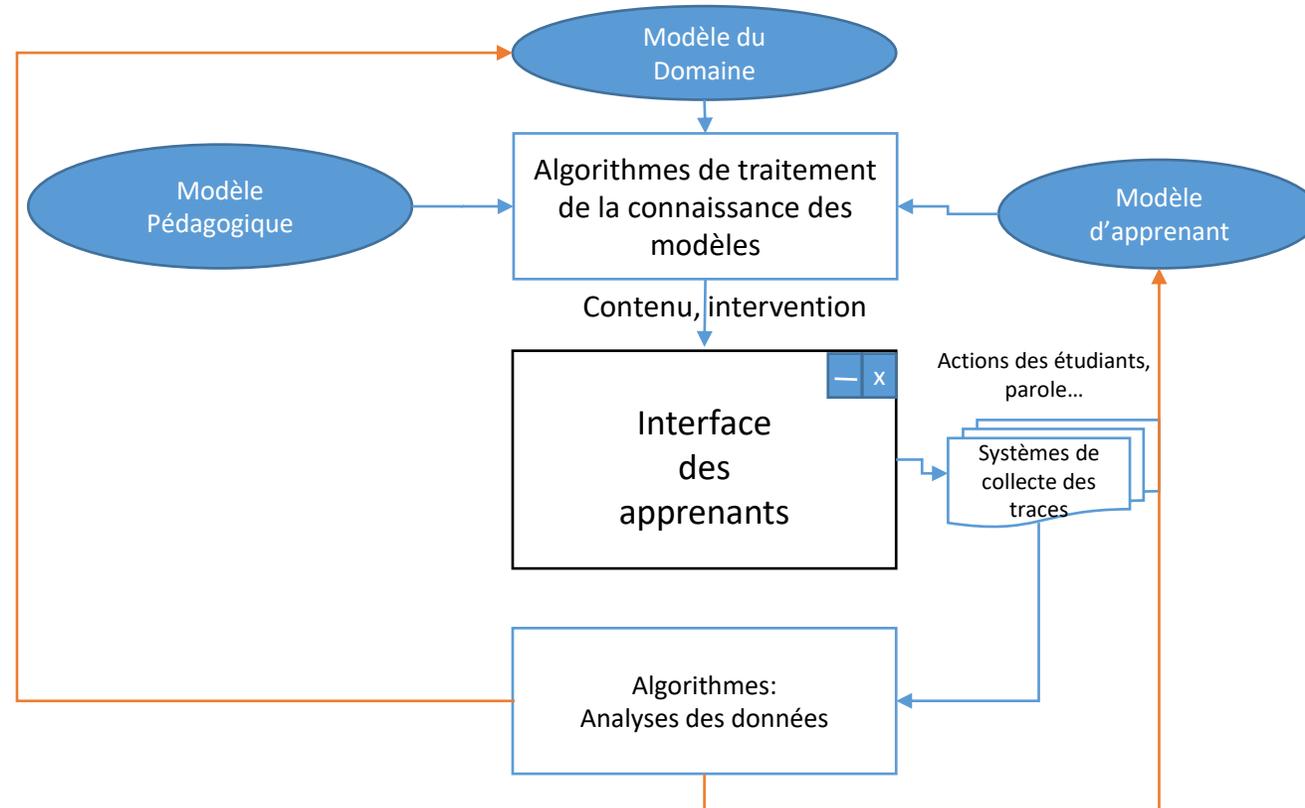
IAEd au service des institutions	
Admissions (par exemple, sélection des élèves)	***
Planification des cours, Planification des horaires, Programmation horaire	***
Sécurité des écoles	***
Identification précoce des décrocheurs et les élèves à risque	***
e-Proctoring (surveillance des examens à distance)	***

speculative (), researched (**), or commercially available (***)*.

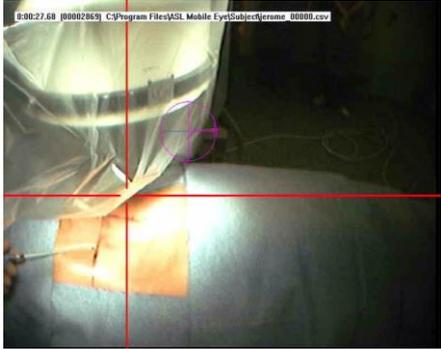
Holmes, Wayne & Tuomi, Ilkka. (2022). State of the art and practice in AI in education. European Journal of Education. 57. 10.1111/ejed.12533.

Traduction F. Bocquet, DNE <https://edunumrech.hypotheses.org/8350>

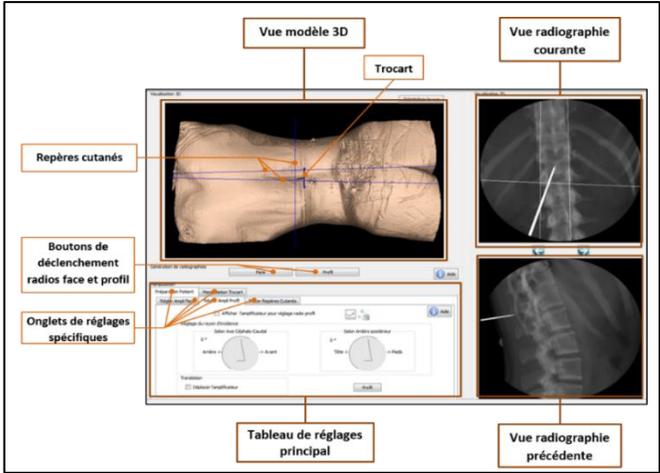
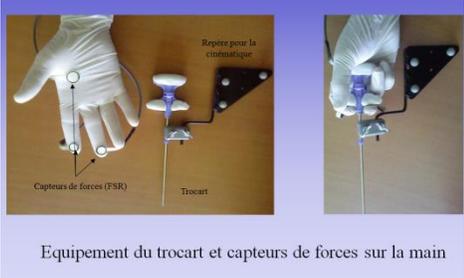
IA et education les tuteurs intelligents (ITS)



Modèle du Domaine ...pas si facile



**TELEOS: Environnement
d'apprentissage**



Connaissances perceptivo gestuelles => domaine mal défini

TELEOS 1 : Le modèle formel

- ▼ Procédure_chirurgicale
- ▶ Processus_post-opératoires
- ▼ Processus_pré-opératoires
 - Anesthésie
 - Champage
 - ▼ Etude_patient
 - conditions_locales_digestives
 - dysplasie_charnière_lombo_sacrée
 - qualité_réduction
 - âge
 - ▼ Processus_spécifique_PAO
 - Planification_trajectoires
 - Planning_chirurgicale
 - Position_décubitus_ventral
 - Segmentation_scanner
 - ▼ Processus_spécifique_FF
 - Position_décubitus_dorsal
 - ▼ Repérage_cutané
 - Repérage_longitudinal_profil
 - Repérage_transversal_face
 - Traction_du_bassin
- ▶ Procédure_PAO
- Procédure_FF

Connaissances...

- Déclaratives:

← Hypertexte

Ontologies

- Gestuelles:

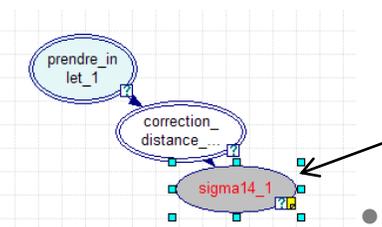
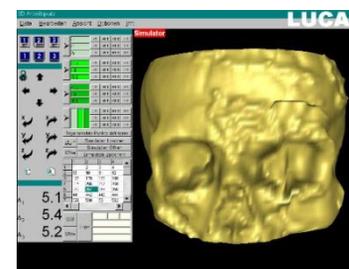
Applications avec efforts

Réseau Bayésien

- Procédurales:

Simulateurs

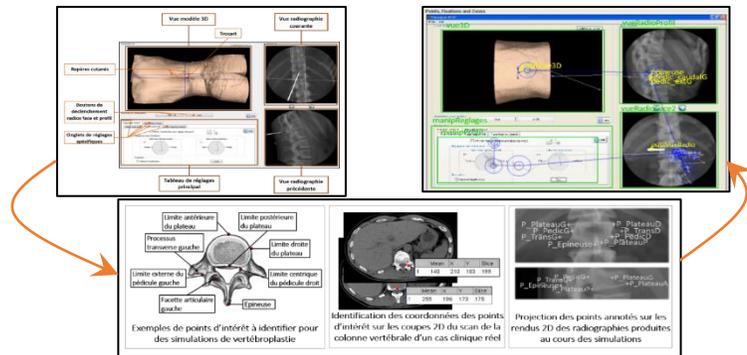
Réseau Bayésien



correction_dist..	bon_sens	mauvais_sens	rect
mis_jeu_vali..	0.4	0.4	0.6
mis_jeu_inv..	0.5	0.5	0.2
pas_mis_jeu	0.1	0.1	0.2

si la broche touche la corticale antérieure de l'aileron sur l'inlet, alors elle est trop ventrale (antérieure) sur le patient

Modèle d'apprenant IA pour découvrir des règles erronées



Exemple

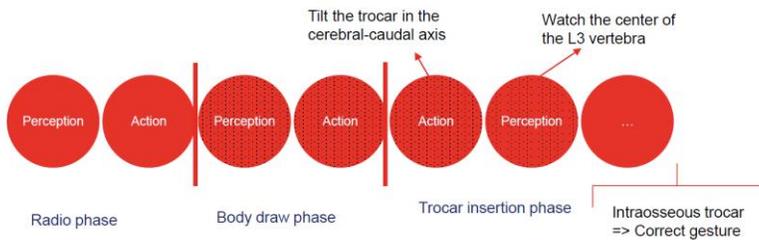
```
<Controle_Face; Trocart_translation_droite; Trocart_inclinaison_craniale; O_vueRadioFace ==>
RF_ED_trocartEntreProcessusFacette-incorrect;
RF_ECV_trocartLimiteCentrePedic-incorrect>
#sup: 56 #conf: 0.8
```



R6
Phase de repérages cutanés. Visualisation modèle 3D du patient > Visualisation panel de réglages profil du fluoroscope > Prise radio avec règlette > Visualisation épineuse de la vertèbre ciblée
 => (Sur la radio de face) trait cutané droit, correct; trait cutané gauche, incorrect; trait cutané transversal, incorrect.
Support et confiance :
Intérêt didactique : 4; *Réutilisabilité :* 4,2; *Originalité :* 3,4; *Pertinence visualisations :* 4,4; *Pertinence états de la simulation :* 4,4.

R5
Phase de repérages cutanés. Fluoroscope en position « face », inclinaison crâniale; Prise radio avec règlette > Visualisation radio.
 => (Sur la radio de face) trait cutané transversal, correct; trait cutané gauche, correct.
Support et confiance :
Intérêt didactique : 4,4; *Réutilisabilité :* 4,4; *Originalité :* 2; *Pertinence visualisations :* 4,6; *Pertinence états de la simulation :* 4,4.

R20
Phase d'insertion. Déplacement trocart axe antéro→postérieur > Visualisation trocart sur modèle 3D du patient > Visualisation radio de face.
 => Visualisation panel de réglages du fluoroscope; (Sur la radio de face) point d'entrée cutané sur axe longitudinal à l'aplomb de l'épineuse, incorrect; point de contact osseux sur processus transverse et facette de l'arc interneural, incorrect; point de contact osseux sur processus transverse incorrect.
Support et confiance :
Intérêt didactique : 4; *Réutilisabilité :* 4,2; *Originalité :* 2,6; *Pertinence visualisations :* 4,2; *Pertinence états de la simulation :* 4,4.



Corrects gestures ?
 errors ?
 Utility from learning point of view?

Algorithme de découverte de règles, Pharules : PHase-Aware RULES extraction algorithm
 Travail de thèse Ben-Mansson Toussaint, AIED 2015, EIAH 2015, AIME 2016

Modélisation de l'apprenant IA pour assister traitement des questions dans une formation hybridée

- Contexte formation hybride PACES
- Cours en ligne => questions sur la plateforme => réponse aux questions en amphi => tutorat

- Modéliser les types de questions

- Objectifs

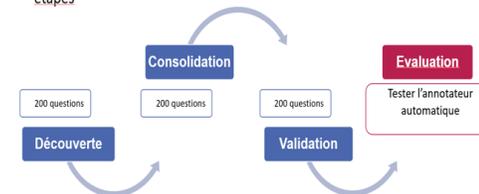
- aider les enseignants et enseignantes en séances de questions-réponses
- garantir équité des profils dans les réponses données en cours

Catégorisation et annotation de questions

Exemple :

“Pourriez-vous réexpliquer la différence entre un composé ionisable et un partiellement ionisable ?”

Echantillon utilisé : PACES_{INT} de 752 questions (12% du corpus), 2 cours, 4 étapes



Dim1	Type de question
Ree	Ré-expliquer/ redéfinir
App	Approfondir un concept
Ver	Validation/ vérification
Dim2	Modalité d'explication / Sujet de question
Exe	Exemple
Sch	Schéma
Cor	Correction
Dim3	Type d'explication
Def	Définir
Man	Manière (comment ?)
Rai	Raison (pourquoi ?)
Rol	Rôles (utilité ?)
Lie	Lien entre concepts
Dim4	Type de vérification (optional)
Err	Erreur/ contradiction
Con	Connaissances du cours
Exa	Examen

Modélisation de l'apprenant IA pour prédire la réussite

- Constitution de profils d'étudiants en formation hybride sur la base des questions posées (PACES)
 - Objectifs :
 - aider les enseignants en séances de questions-réponses
 - garantir équité des profils dans les réponses données en cours

3 similar clusters across courses:

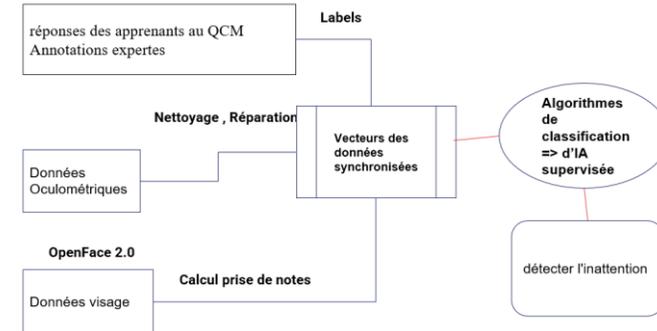
	Passif en difficulté	pointilleux non pertinent	Actifs et bons résultats
	Cluster A	Cluster D	Cluster B
#students	18-29%	14-25%	36-40%
Grades	lower	higher	higher
Attendance	low	high	high
#questions asked	low	high	high
#votes	popular	unpopular	popular
% Retaking students	low	high (42%)	average (31%)
Questions type	Re-explanation & definition	Verification: mistake or contradiction	Verification of knowledge & link between concepts
Majority of questions asked	1 st half	2 nd half	1 st half

Modélisation de l'apprenant IA pour prédire l'attention lors des visionnages

Modèle d'apprenant



- Prédiction de l'attention lors de visionnage des vidéos
 - Exemples d'apprentissage : Position du regard
 - Labels : à partir d'observation puis des réponses QCM



Random Forest - Oculométrie uniquement	Random Forest - Oculométrie enrichie avec OpenFace	Dummy (hasard)
<ul style="list-style-type: none"> ■ Accuracy = 0.60 ■ Precision = 0.42 ■ Recall = 0.44 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Accuracy = 0.64 ■ Precision = 0.47 ■ Recall = 0.49 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Accuracy = 0.43 ■ Precision = 0.30 ■ Recall = 0.34



Stage Smail Zidelmal 2022

Classes	F1	Window Size	Classifier
Random baseline	55%	10 Seconds	-
Eye tracking only	63%	30 Seconds	Linear Discriminant Analysis
Webcam only	59%	15 Seconds	Random Forest
Feature fusion	66%	10 Seconds	Ridge
Decision fusion	63%	20 Seconds	-

Stage Sina Nikneshan 2023



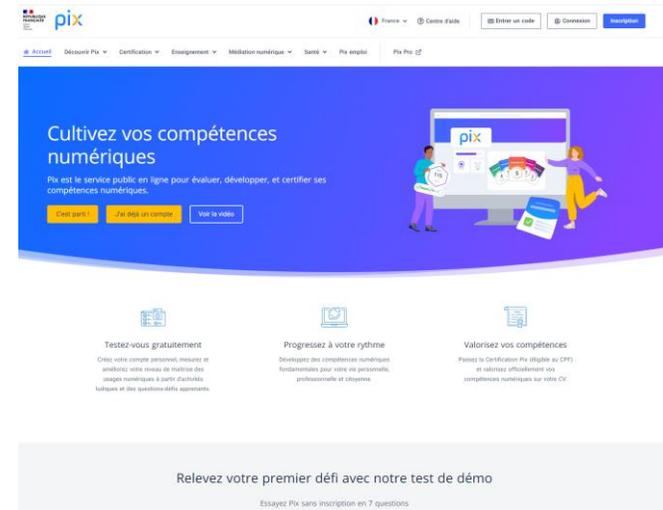
IA de reconnaissance des «Actions Units »
OpenFace 2.0: Facial Behavior Analysis Toolkit Tadas Baltrušaitis, Amir Zadeh, Yao Chong Lim, and Louis-Philippe Morency, *IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition*, 2018



Ali Abou-Hassann, Professeur de chimie, Phenix, SU
 Sébastien Lallé et Vanda Luengo, LIP6, SU

Modèle pédagogique PIX => IA pour adapter les tests

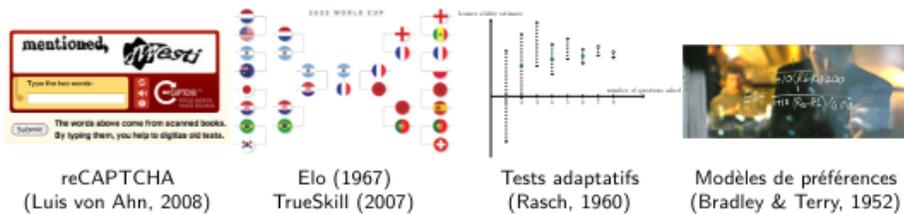
Modèle Pédagogique ?



Modèle rudimentaire : théorie de la réponse à l'item IRT-1PL

$$\frac{\Pr(\text{"étudiant A résout question B"}) \cdot \Pr(\text{"joueur A bat joueur B"})}{\Pr(\text{"A est préféré à B"})} = \frac{1}{1 + \exp(-(score_A - score_B))}$$

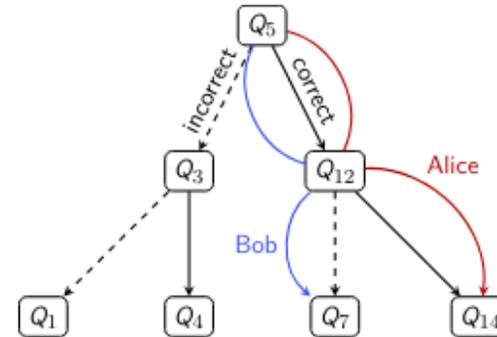
Mesurer le trait latent (la position sur la gaussienne) à partir des résultats à des tests



Georg Rasch (1960). *Studies in mathematical psychology: I. Probabilistic models for some intelligence and attainment tests*. Nielsen & Lydiche

Personnalisation de l'évaluation : tests adaptatifs

Comment mesurer 800 composantes de connaissances efficacement ?
Avec la théorie de la réponse à l'item



- ▶ On pose une question de niveau 5
- ▶ L'apprenant **réussit**
- ▶ On pose une question de niveau 12
- ▶ L'apprenant **échoue**
- ▶ On pose une question de niveau 4
- ▶ etc.

Jill-Jënn Vie, Fabrice Popineau, Françoise Tort, Benjamin Marteau, and Nathalie Denos (2017). "A Heuristic Method for Large-Scale Cognitive-Diagnostic Computerized Adaptive Testing". In: *Proceedings of the Fourth (2017) ACM Conference on Learning @ Scale*. ACM, pp. 323-326. URL: <https://github.com/jilljenn/las2017-wip/blob/master/poster-las2017.pdf>

Modèle pédagogique IA pour adapter la rétroaction

- Temps
 - Immédiates
 - Différées (fin du problème, parcours,..)
- Formes
 - Visuels
 - Haptiques
 - Textuels
 - ...
- Intentions
 - Evaluation (sommatives, formatives)
 - Pédagogique (renforcer, informer, corriger...)
- Objectif
 - Orienté but
 - Ponctuelle (tâche)
- Focus
 - Tâche
 - Processus

La rétroaction,
une action complexe



Agents décisionnels raisonnant dans l'incertain :

- 1) Diagramme d'influence associé à un réseaux bayésien
- 2) un processus: essai-erreur + récompense Apprentissage par renforcement (Reinforcement learning ou RL)

Modalité

Monomodale
Multimodale

Adaptative

Non adaptative
Macro adaptative
Micro adaptative

Automatique

Non automatique
Semi-automatique
Automatique

Intelligente

Non intelligente
Stratégie d'optimisation (Alternative, Diagnostic, théorie de la décision)
Langagière (textuelle, orale)

Modèle pédagogique IA pour adapter la rétroaction

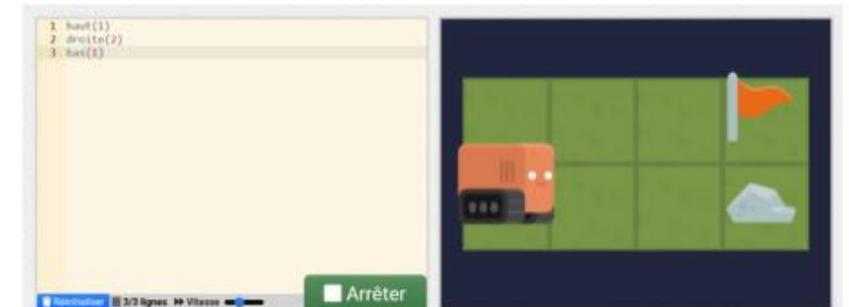
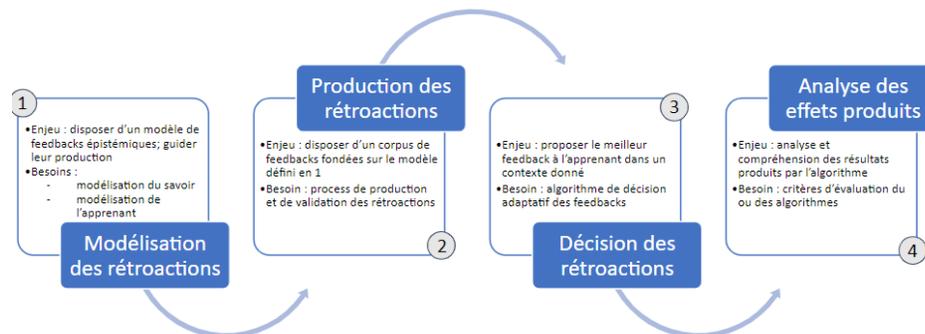


- Thèse CIFRE Badmavasan KIROUCHENASSAMY

- *Systeme intelligent de décision de feedbacks au sein de plateformes d'entraînement à la programmation*

=> *IA générative pour la production feedbacks et la labélisation des erreurs*

=> Apprentissage par renforcement pour approximer une politique de décision



Amel Yessad et Vanda Luengo, LIP6, SU,
Sébastien Jolivet (Université de Genève)
Entreprise Génération 5

IA en éducation

Des difficultés, des critiques

- Une forme d'adaptation privilégié
=> Vers une adaptation intégrant d'autres dimensions
- Incertitude scientifique, efficacité et impact
“ Ambiguous results, methodological and practical challenges, lack of independence and scale, and more fundamental questions about the aims of education have left ample space to contest any generic claims about the benefits of student-focused AIED ” Holmes & Tuomi (2022)

=> Partenariats pour des expérimentations plus large, Collaborations avec des entreprises.
- Formes de monitorat de la classe
- Ethique et IA en éducation
 - au delà des données

⇒ Thèse Méлина Verger, LIP6 SU : *Analyse multi-critères de l'équité des algorithmes d'intelligence artificielle en éducation*. Encadré par Bouchet, Lallé et Luengo EDM 2023, EIAH 2023, JEDM 2024, AIED 2024
- Colonialisme des systèmes
=> Des systèmes , des données, des traces...

