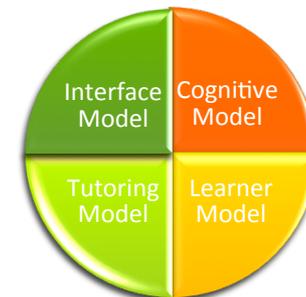


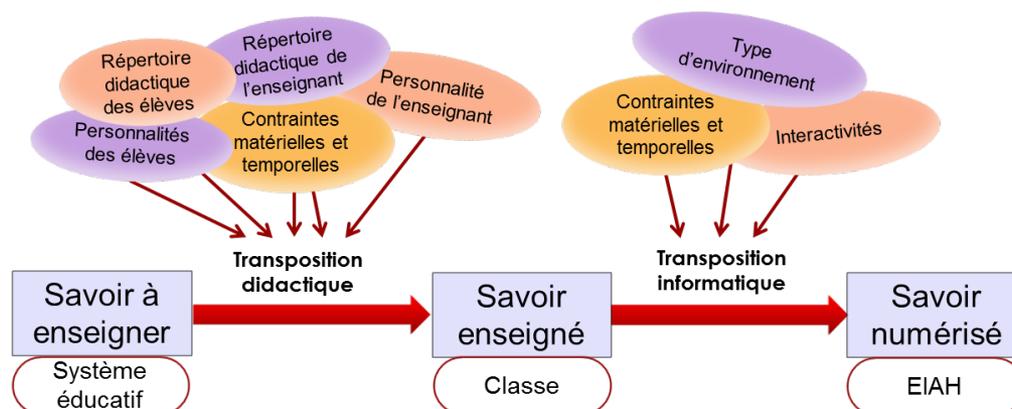
Kidlearn : optimisation et personnalisation des apprentissages dans les Systèmes Tutoriels Intelligents (STI)

Principaux composants d'un STI :

- Modèle cognitif (connaissances du domaine, procédures pour résoudre)
- Modèle apprenant (caractéristiques de l'apprenant et de son apprentissage)
- Modèle tuteur (stratégie pédagogique du STI, accompagnement de l'étudiant)
- Modèle interface (ergonomie)



Contraintes fondamentales d'un STI :



- Double transposition, didactique et informatique.
- Construire un STI demande un travail important, notamment pour élaborer les modèles à utiliser. 27

Kidlearn : méthodologie

Objectifs visés par l'optimisation

- Réduire le temps de conception.
- Gérer les cas non prévus.
- Optimiser en proposant la bonne activité au bon moment.
- Fournir un apprentissage personnalisé.
- Augmenter la motivation des étudiants.

Méthodes utilisant des modèles

- Bien adaptées pour personnaliser si modèle apprenant parfait (RAFFERTY et al., 2011).
- Difficile pour un modèle apprenant de prendre en compte les caractéristiques personnelles de chaque étudiant (Joseph E BECK et Kai-min CHANG, 2007 ; Joseph E BECK et XIONG, 2013).
- Ce qui est efficace pour un étudiant moyen ne l'est pas pour tous (J. LEE et E. BRUNSKILL, 2012).

Pistes retenues

- Ne pas dépendre de modèles trop détaillés, utiliser un modèle apprenant simple.
- Personnaliser l'apprentissage en explorant et en exploitant les résultats.
- Estimer empiriquement le progrès dans l'apprentissage.
- Utiliser l'estimation empirique du progrès pour gérer la motivation.



Kidlearn : méthodologie pour construire les algorithmes

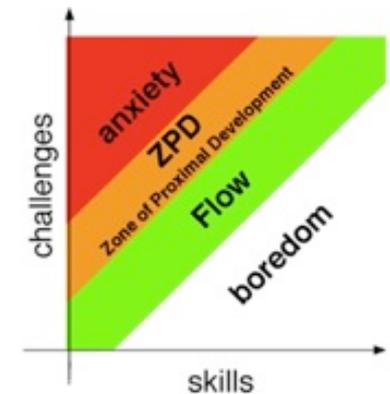
Méthode retenue : une combinaison de plusieurs approches

- Techniques de **Bandits Multi-Bras** (MAB, Multi-Armed Bandit) pour explorer/exploiter les résultats (CLEMENT et al., 2014).
- Connaissances expertes pour amorcer et cadrer l'exploration initiale du MAB, même grossièrement.
- **Estimation empirique** des progrès de l'apprenant (P. OUDEYER et KAPLAN, 2007).
- **Gestion de la motivation** inspirée de modèles de l'apprentissage intrinsèquement motivé (GOTTLIEB et al., 2013; OUDEYER et al., 2007).

Kidlearn : méthodologie pour construire les algorithmes

Deux algorithmes innovants issus de cette méthode

- **ZPDES** « Zone of Proximal Development and Empirical Success ».
Besoin de très peu de connaissances sur le domaine visé par le STI.
Inspiré par la Zone proximale de développement (C. D. LEE, 2005).
- **RiARiT** « Right Activity at the Right Time ».
Besoin d'informations liant les activités et les compétences.
- Les deux algorithmes utilisent un mécanisme de « ZPD » mais gérées différemment.



Kidlearn : algorithmes de bandits multi-bras (MAB), pour gagner

Bandits Multi-Bras (MAB, Multi-Armed Bandits) (AUER et al., 2003 ; BUBECK et CESA-BIANCHI, 2012)

- Une espérance de gain inconnue et différente pour chaque machine.
- Quelle machine choisir pour gagner ?



5€



6€



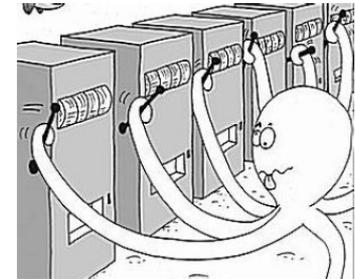
4€

Tirage	Mach 1	Estim 1	Mach 2	Estim 2	Mach 3	Estim 3
1	7.8	<u>7.8</u>	6.8	<u>6.8</u>	5.7	<u>5.7</u>
2	4.0	<u>5.9</u>				
3			5.4	<u>6.1</u>		
4			5.5	<u>5.9</u>		
5	6.1	<u>6.0</u>				
6	2.9	<u>5.2</u>				
7			5.9	<u>5.9</u>		
8			6.4	<u>6.0</u>		

Kidlearn : algorithmes de bandits multi-bras, pour personnaliser

Adaptation d'algorithmes de bandits multi-bras pour :

- **explorer** les bras pour estimer l'impact de l'apprentissage d'un exercice donné
- **exploiter** les bras estimés comme étant les meilleurs

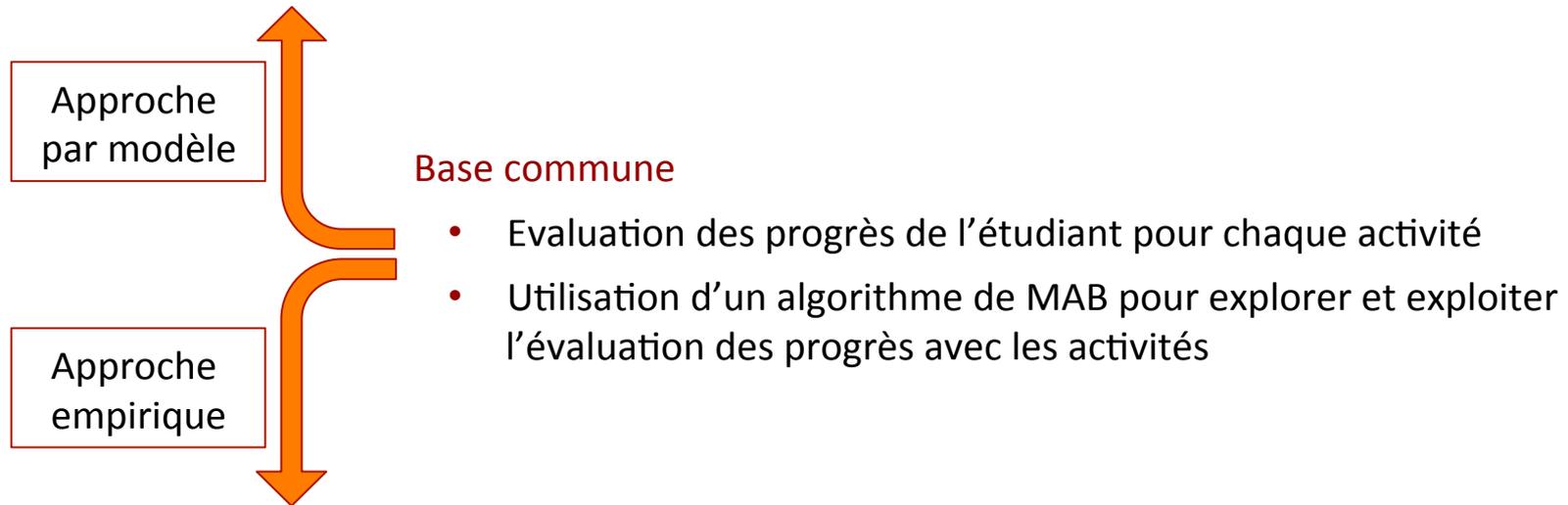


- Machine à sous = exercice ; récompense (gain) = progrès de l'étudiant
- Particularité :
 - Machine à sous = objet stationnaire, espérance de gain invariante.
 - Exercice = objet non stationnaire, espérance de gain variable.
- Mécanismes spécifiques de suivi de l'évolution de la récompense (LOPES et P.-Y. OUDEYER, 2012).

Kidlearn : les algorithmes ZPDES et RiARiT

RiARiT : the Right Activity at the Right Time

- Définition des niveaux de compétences requis pour réussir un exercice
- Estimation des niveaux de compétence en évaluant les progrès
- Minimum de niveaux de compétences requis pour passer au niveau supérieur

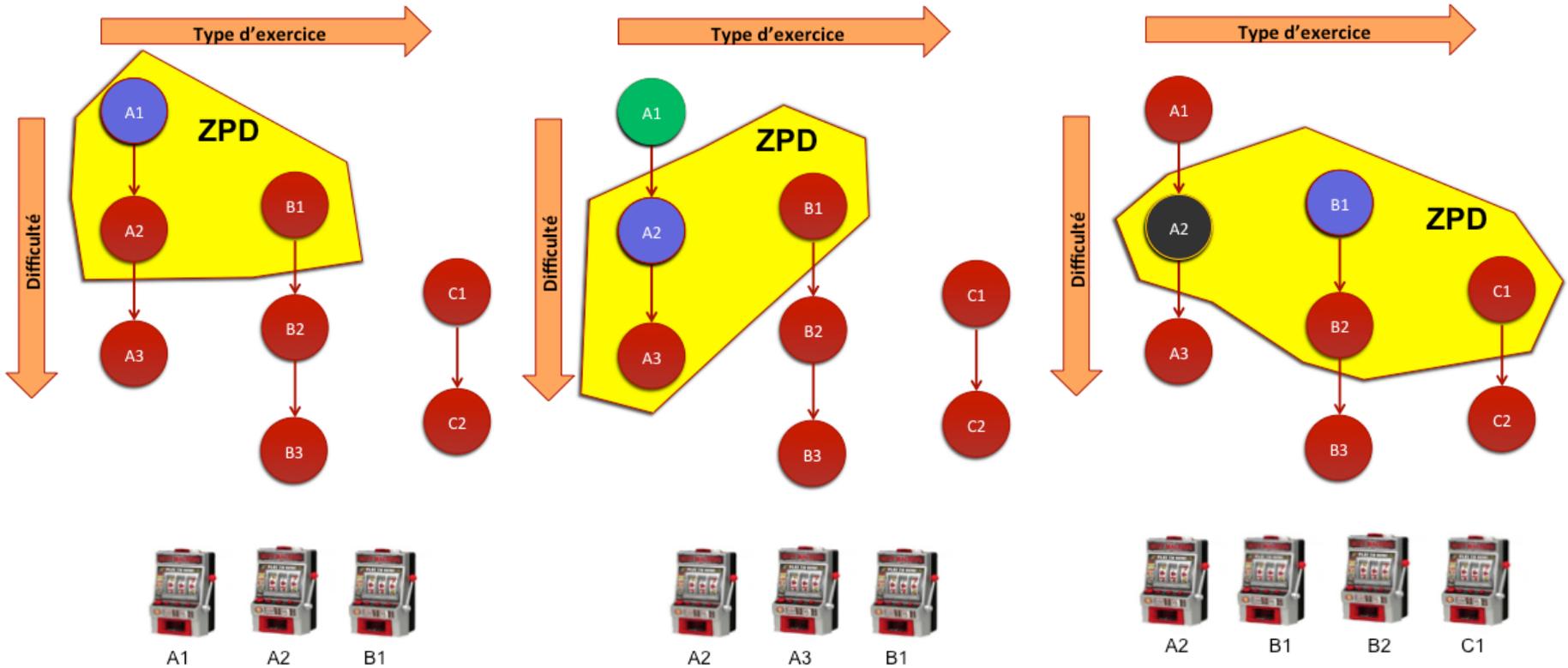


ZPDES : Zone of Proximal Development and Empirical Success

- Evaluation des progrès à partir du taux de réussite à chaque activité.
- Peu de paramètres nécessaires.
- Un minimum de taux de réussite requis pour passer au niveau supérieur.
- Evaluation uniquement de l'évolution récente des taux de réussite.

Kidlearn : Zone Proximale de Développement avec ZPDES

Choix **stochastique** de l'activité à l'intérieur de la **Zone Proximale de Développement** en fonction du progrès d'apprentissage



Après avoir réussi A1, on décale la ZPD vers A2.

Après avoir échoué sur A2, on étend la ZPD.

Kidlearn : le scénario des expérimentations

Scénario d'apprentissage sur l'utilisation de la monnaie (ROY, 2012) pour tester les algorithmes.

- Mis sous forme de learning game.
- À destination d'enfants de primaire de 7 à 9 ans.
- Composer des montants avec des pièces et des billets pour acheter ou rendre la monnaie
- 4 types d'activités et différents niveaux de difficulté pour chacun :
 - Type M : client. Achat d'un objet.
 - Type MM : client. Achat de deux objets.
 - Type R : marchand. Rendu de monnaie sur l'achat d'un objet.
 - Type RM : marchand. Rendu de monnaie sur l'achat de deux objets.



Domaines de compétences :

- Connaissance de la monnaie,
- Addition, soustraction et décomposition de nombres entiers ou décimaux

Kidlearn : expérimentations

- **3 groupes** : séquence prédéfinie, séquence avec ZPDES, séquence avec RiARiT.
- **Mesures** : niveaux atteints, niveaux réussis, nombres d'erreurs.

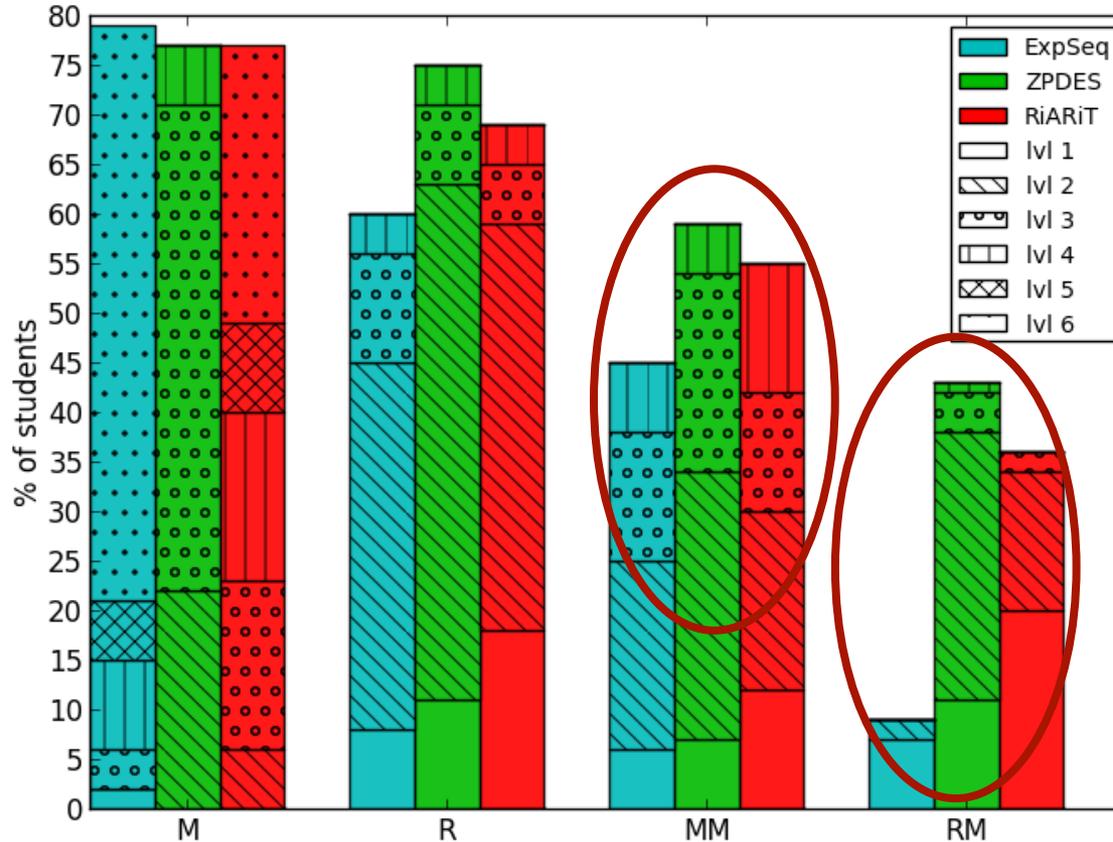
Une expérimentation en situation réelle

- 400 élèves de CE1 (7 à 8 ans) dans 11 écoles et 18 classes.
- Application sur tablette numérique. 45 min par élève.
- Evaluation : pré-test et post-test écrits.



Kidlearn : résultats des expérimentations en classe de CE1

Nombre d'élèves ayant réussi la difficulté maximale dans chaque type d'exercices

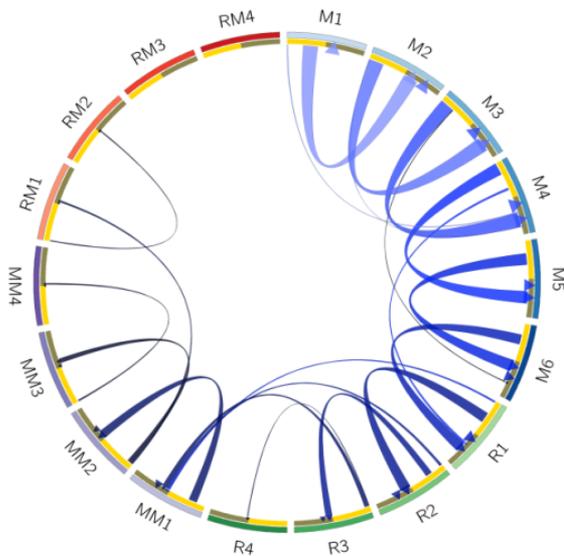


- Niveaux de difficulté élevée réussis par plus d'élèves avec les algorithmes.
- ZPDES un peu meilleur que RiARiT.

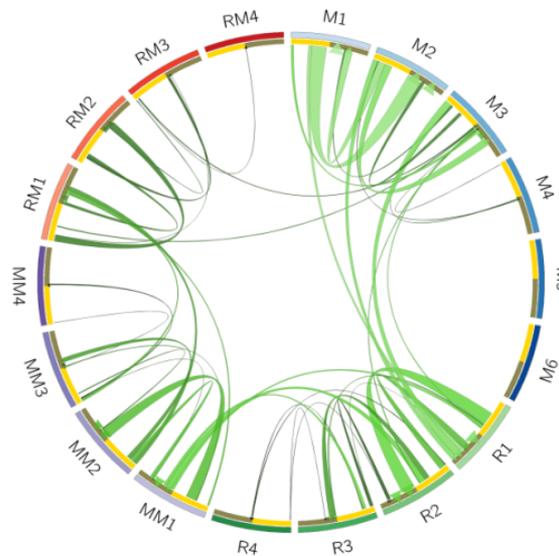
Les différentes trajectoires d'apprentissage sous forme de « circos »



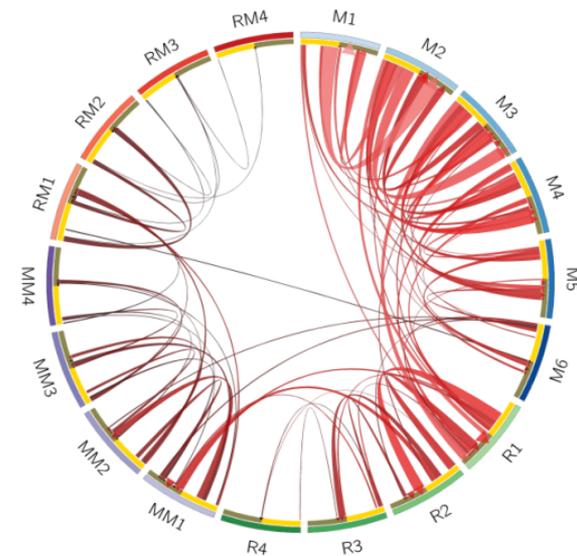
Séquence experte



ZPDES



RiARiT



- Epaisseur du tracé proportionnelle au nombre d'élèves concernés par le changement d'exercice.
- Difficulté croissant dans le sens horaire.
- Parcours des élèves plus variés avec les algorithmes.
- Niveaux plus élevés atteints avec les algorithmes.

Kidlearn : conclusion



Conclusions :

- ZPDES et RiARiT meilleurs que la séquence experte.
- ZPDES un peu meilleur que RiARiT.
- ZPDES intéressant pour une utilisation réelle (peu d'informations nécessaires, bonne adaptation à l'utilisateur).

Améliorations :

- Approfondissement de l'expérimentation sur le terrain : 3 x 45 min au lieu de 45 min.
- Approfondissement de l'évaluation des pré-test et post-test écrits.
- Exploration de nouvelles techniques de MAB.
- Exploitation des regroupements produits implicitement par nos algorithmes.

Kidlearn : perspectives



Perspectives :

- Etude de différents scénarios pédagogiques pour identifier ceux sensibles à notre approche.
- Liberté laissée à l'élève pour choisir les activités.
- Apprentissage par transfert.
- Feedback en temps réel pour l'enseignant.
- Prise en compte du travail coopératif.
- Utilisation d'éléments du profil de l'élève (âge, handicap, ...).