

Tableau de bord d’apprentissage pour soutenir la métacognition des apprenants d’*écri+*

Auteurs

Abdelkader Ouared*, Claudine Piau-Toffolon, Madeth May, Nicolas Dugué
*Présentateur

Résumé

Cette recherche présente une étude expérimentale portant sur un tableau de bord d’apprentissage destiné aux apprenants *écri+*. Ce tableau intègre à la fois des indicateurs comportementaux et un agent autoréflexif nommé *ReflAgent*. L’objectif principal est d’évaluer l’interprétabilité des indicateurs, la pertinence des visualisations et leur rôle de message autoréflexif dans le soutien à l’autorégulation des apprenants. Menées dans le cadre d’un protocole *Human-Centered Learning Analytics and AI* (HCLA/AI), les expérimentations révèlent que les *heatmaps* offrent une meilleure lisibilité temporelle que les diagrammes en radar. Elles soulignent également le caractère essentiel d’un accompagnement explicatif. Les résultats quantitatifs et qualitatifs confirment l’utilité pédagogique de *ReflAgent*, avec des scores de confiance élevés (76% à 92%) et une fiabilité inter-évaluateurs substantielle ($\kappa > 0,75$). Cette recherche s’appuie sur une étude de cas fondée sur des données réelles issues du projet *écri+*¹, un projet national financé par l’ANR² (Agence nationale de la recherche) réunissant 16 partenaires, dont 12 universités.

Mots-clés

Apprentissage Autorégulé, Feedback Motivationnel, Profil Apprenant, LLM, Métacognition, Alignement Pédagogique

1 Notre démarche

1.1 Cadre de recherche utilisé

Le cadre de recherche vise à analyser les visualisations et les feedbacks métacognitifs générés, à évaluer leur pertinence et la capacité de l’IA à les produire, à informer les apprenants de leur performance et à soutenir leur réflexion, leur autorégulation et l’amélioration du design des feedbacks.

Notre cadre de recherche s’articule autour de trois axes principaux:

- **Théorie de l’Apprentissage Autorégulé (SRL)** : Pour structurer la réflexion en trois niveaux (réflexion, métaréflexion, méta-méta-réflexion) et concevoir les boucles de rétroaction.
- **Modèle VCC de Viau** : Cadre central pour opérationnaliser la motivation à travers trois perceptions clés : la Valeur de la tâche, le sentiment de Compétence, et la sensation de Contrôlabilité. Le tableau 1 met en relation les dimensions du modèle VCC (Value, Compétence, Control), les objectifs pédagogiques associés et les indicateurs d’apprentissage utilisés pour concevoir des feedbacks motivationnels.

¹<https://ecriplus.fr/>

²<https://anr.fr/en/>

Visant à : VCC	But / fonction : Objectif pédagogique	Usage : Indicateur d'apprentissage
Value (V)	Intérêt et utilité de la tâche : <ul style="list-style-type: none"> – Tirer profit des surveys d'auto-détermination (intérêt) – Authenticité (ancrées CPI/LBI) – Lié aux manifestes des apprenants 	<ul style="list-style-type: none"> – Task-level – Process-level – Self-Determination Survey
Cpt. (C)	Auto-efficacité (p. ex., renforcement de la confiance, reconnaissance empathique des difficultés) : <ul style="list-style-type: none"> – Comparaison au groupe et aux standards (porte un jugement relatif) – Valoriser l'effort, pas la performance – Transformer l'erreur en levier d'apprentissage – Met en valeur les progrès et réussites – Coût de la tâche – Compétitivité 	<ul style="list-style-type: none"> – Task-level – Process-level – SRL & Self level – Self-Determination Survey
Ctrl. (C)	Autorégulation (p. ex., contrôle des stratégies) : <ul style="list-style-type: none"> – Schéma d'effort – Mise en relation des résultats (CPI) et des comportements (LBI) – Actions de réduction des écarts – Cibler la zone proximale de développement – Donne des leviers d'action concrets – Montre ce que l'apprenant peut maîtriser – Propose des stratégies ajustables 	<ul style="list-style-type: none"> – Process-level – SRL level – Self-Determination Survey

Table 1: Correspondance entre les dimensions VCC, les objectifs pédagogiques et les indicateurs d'apprentissage.

Nous avons utilisé des *design cards* (cartes triggers) pour stimuler la réflexion des participants autour du modèle VCC (Valeur, Compétence, Contrôlabilité) présenté en figure 1. Ces cartes ont guidé l'analyse de chaque indicateur du tableau de bord selon les trois dimensions motivationnelles de Viau.

- **Théorie de l'Autodétermination (SDT)** : Utilisée pour comprendre les besoins psychologiques (autonomie, compétence, affiliation) qui sous-tendent les profils. Ces besoins sont opérationnalisés à travers des indicateurs issus de questionnaires *Self-Reported Indicators*, couvrant plusieurs dimensions : les *stratégies d'apprentissage* (motivation, supports et genres), le *contrôle du contexte d'apprentissage* (gestion du temps, outils et accessibilité) ainsi que le *soutien par les pairs* (tutorat, travail de groupe et motivation). Deux questionnaires ont été menés dans le cadre du projet *écri+*: un questionnaire de déclaration des besoins et un questionnaire de satisfaction des besoins.

1.2 Objectifs visés

Les objectifs scientifiques visés sont:

- **Objectif principal** : Soutenir la métacognition (réflexion et régulation) via des feedbacks adaptés aux profils motivationnels.
- Quelle est la démarche ayant conduit à ce résultat ?
 - **Personnaliser le feedback** : Adapter les messages aux profils (ex: "orienté succès", "évitant l'échec", "surinvesti", "acceptant l'échec") pour éviter les effets contre-productifs comme l'anxiété ou le sentiment d'impuissance.



Figure 1: Design cards pour la réflexion sur le modèle VCC de Viau (Valeur, Compétence, Contrôlabilité).

- **Évaluation perceptuelle** : Recueillir les retours qualitatifs des experts afin d'évaluer l'interprétabilité du tableau de bord et la pertinence des indicateurs proposés.

2 Tableau de bord des étudiants – ReflAgent

Le tableau de bord proposé est structuré en quatre volets complémentaires.

Volet 1 : Progression par compétence Ce volet illustre la progression concernant les 14 compétences principales d'*écri+*. La maîtrise de chaque compétence est représentée par des barres de progression avec un code couleur (faible, moyen, élevé).

Volet 2 : Analyse de l'engagement L'analyse de l'engagement repose sur plusieurs indicateurs comportementaux : (1) démarrage des activités, (2) validation des connaissances, (3) niveau des compétences, (4) taux d'erreur, (5) achèvement des activités, (6) interactions avec les ressources, (7) score global, (8) tentatives de réponses.

Volet 3 : Analyse de la persistance et de l'effort Ce volet examine la gestion du temps et la régularité du travail à travers la régularité, le respect des échéances et les schémas d'effort (notamment la concentration de l'activité sur certaines périodes).

Volet 4 : Message réflexif Ce volet présente le message réflexif généré par un grand modèle de langage (LLM). L'ingénierie de la *prompt* est guidée par la théorie et traduit les perceptions du modèle VCC en instructions structurées pour la génération automatique de retours pédagogiquement pertinents.

La figure 2 illustre les différentes vues de notre tableau de bord. Ainsi, la liste des indicateurs ci-dessus est détaillée en annexe.

2.1 Métriques d'évaluation mobilisées

Nous avons décliné la notion de confiance selon cinq métriques permettant d'estimer le niveau de confiance. Au-delà des performances techniques, nous soulignons l'importance d'une évaluation centrée sur l'humain,

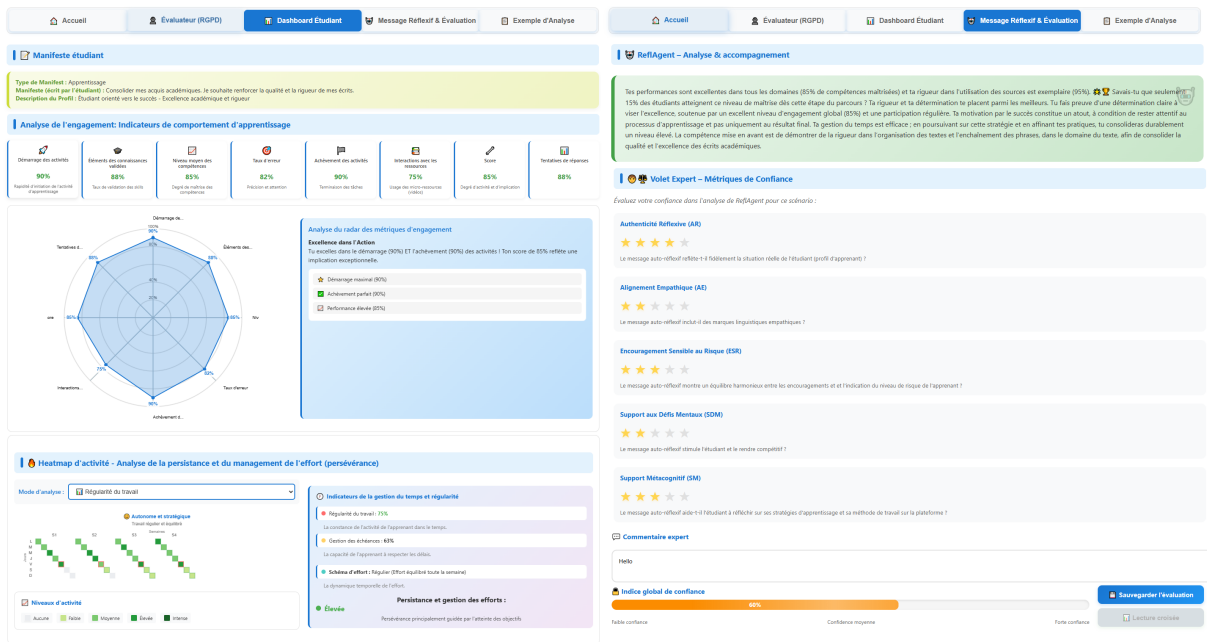


Figure 2: Vue globale des différentes vues de notre tableau de bord.

car un système performant peut rester inefficace si ses résultats sont difficiles à interpréter, ne suscitent pas la confiance ou ne peuvent pas être correctement supervisés.

- **Métriques de confiance (expert-based) :** Évaluation par 15 experts du projet écrit+ basée sur 5 métriques :
 - **AR (Authenticité Réflexive) :** Le message auto-réflexif reflète fidèlement la situation réelle de l'étudiant et son profil d'apprentissage.
 - **AE (Alignement Empathique) :** Le message auto-réflexif inclut des marques linguistiques empathiques adaptées à la situation de l'étudiant.
 - **ESR (Encouragement Sensible au Risque) :** Le message auto-réflexif présente un équilibre harmonieux entre les encouragements et l'indication du niveau de risque de l'apprenant.
 - **SDM (Support aux Défis Mentaux) :** Le message auto-réflexif stimule l'étudiant et l'encourage à relever des défis cognitifs.
 - **SM (Support Métacognitif) :** Le message auto-réflexif aide l'étudiant à réfléchir sur ses stratégies d'apprentissage et sa méthode de travail sur la plateforme.
- **Score de confiance agrégé (T) :**

$$T = w_{RA} \cdot RA \oplus w_{EA} \cdot EA \oplus w_{RE} \cdot RE \oplus w_{MC} \cdot MC \oplus w_{MS} \cdot MS$$

- **Fiabilité inter-codeurs :** Coefficient de Cohen ($\kappa > 0.75$).

2.2 Trace et indicateur d'apprentissage

- **Types de traces utilisées:** Temps passé sur tâche, tentatives de réponse, consultation de ressources, éléments de connaissance validés, achèvement de contenu.
- **Indicateurs clés :**
 - **CPI (Indicateur de Progression du Contenu) :** basé sur plusieurs indicateurs, notamment le taux d'erreur, les activités réalisées, les éléments de connaissance maîtrisés, les lectures effectuées, les vidéos visionnées et le niveau de compétence actuel.

- **LBI (Indicateur de Comportement d'Apprentissage)** : basé sur la présence en ligne, le moment de démarrage et d'achèvement des activités, le nombre de tentatives, l'engagement dans les interactions avec les vidéos et la productivité.
- **Indicateurs de la persistance et de la gestion de l'effort (persévérance)**: Régularité de l'activité, Respect des échéances, Schéma d'effort.
- **Lien avec la réflexion** : Les TBA sont transformées en indicateurs CPI, LBI, et les indicateurs de la persistance et de la gestion de l'effort (persévérance) pour générer un feedback intrinsèquement motivant et significatif (actionnable) pour les apprenants.
- **Visualisations associées** : Barres de progression CPI/LBI (niveau de risque), heatmap (persévérance), graphique en toile d'araignée (activité vs engagement).

2.3 Analytique de l'apprentissage centrée sur l'humain

L'intégration des enseignants dans l'analytique de l'apprentissage centrée sur l'humain (*Human-Centered Learning Analytics*) peut prendre plusieurs formes : **Human in Command** : l'enseignant supervise l'utilisation des systèmes d'analytique de l'apprentissage. **Human on the Loop** : l'enseignant participe à la conception, au suivi et à l'exploitation des systèmes. **Human in the Loop** : l'enseignant est impliqué dans l'ensemble du cycle de vie du système, de la conception à l'évaluation. Dans notre étude, nous adoptons l'approche **Human-on-the-Loop**.

- **Approche "Human-on-the-loop"** : Les experts supervisent et valident les sorties de l'IA pour garantir l'alignement pédagogique. Développer un système de feedback fiable et digne de confiance, aligné sur les intentions, préférences, intérêts et valeurs des acteurs de l'éducation, tout en renforçant le soutien grâce à leurs capacités, via une approche de design participatif et de co-design impliquant concepteurs et utilisateurs finaux.
- **Ingénierie de prompt structurée** : Utilisation de triplets (question, profil, indicateur) et de contraintes d'intégrité pour guider la génération.
- **Dictionnaire de réponses collaboratif** : Base de données de paires Question-Réponse validées par des experts ($\kappa > 0.75$), utilisée comme filet de sécurité avant d'interroger un LLM.
- **Paradoxe de la confiance observé** : Le profil "surinvesti" montre un score de confiance paradoxal (0.75), indiquant un manque de consensus entre experts sur le type de feedback à lui adresser.

References

- [1] Ouared, A., Dugué, N., Piau-Toffolon, C., & May, M. (2026). Human-AI Co-Design of Profile-Aware Feedback for Metacognitive Support.
- [2] Ouared, A., May, M., Piau-Toffolon, C., & Dugué, N. (2025). Aligning Educational Stakeholder Perceptions of Learner Profiling with Explainable AI. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*.
- [3] Ouared, A., Piau-Toffolon, C., May, M., & Dugué, N. (2025). RefAgent: A motivational feedback companion for self-regulated learning. *Atelier RJC-EIAH 2026*, Grenoble, France.
- [4] Viau, R., Joly, J., & Bédard, D. (2004). La motivation des étudiants en formation des maîtres à l'égard d'activités pédagogiques innovatrices. *Revue des sciences de l'éducation*, 30(1), 163–176.
- [5] Projet écri+ (ANR). *Apprentissage de l'écriture à l'ère du numérique*. Consulté sur <https://ecriplus.fr/>