



Intégration encadrée de l'IA générative dans une activité d'apprentissage par problème en école d'ingénieur

Christophe TILMANT ⁽¹⁾
Susan ARBON-LEAHY ⁽²⁾

Introduction

L'intelligence artificielle générative (IAG) s'invite massivement dans l'enseignement supérieur, soulevant des questions pédagogiques cruciales :

Comment en faire un levier d'apprentissage, plutôt qu'un raccourci cognitif ?

Dans une formation d'ingénieur fondée sur l'approche par compétences (APC), nous avons conçu une activité intégrée à une Situation d'Apprentissage et d'Évaluation (SAÉ) (Tardif, 2006), centrée sur l'analyse d'un brevet en anglais décrivant un algorithme de reconnaissance musicale.

Les étudiants ont produit un glossaire technique bilingue, en interaction réflexive avec une IAG. L'objectif :

- développer des savoirs disciplinaires (traitement du signal, mathématiques),
- renforcer la maîtrise de l'anglais scientifique,
- encourager la réflexivité critique sur l'usage des IAG.

Ce dispositif encadré vise une posture active et distanciée face aux IAG, dès la 1^{ère} année du cursus (équivalent au niveau L3).

Une expérimentation pour initier un dialogue raisonné avec ces technologies.

Elle offre également un cadre transférable à d'autres disciplines ou contextes d'enseignement, favorisant une appropriation critique et située des outils d'IAG.

Elle constitue une première étape vers une intégration curriculaire progressive de l'IAG dans la formation des ingénieurs, en réponse aux enjeux sociotechniques émergents.

03 Discussion

Double progression étudiante :

- Sur le plan disciplinaire : meilleure formalisation des concepts en traitement du signal.
- Sur le plan linguistique : amélioration du lexique, de la syntaxe et de l'adaptation au destinataire.

Effet retour sur l'enseignement :

- Repérage d'erreurs récurrentes par l'enseignante d'anglais à partir des glossaires, réinvesties dans son programme.

Initiation raisonnée à l'IAG :

- L'IAG est interrogée, discutée, mise à l'épreuve.
- Outil d'explicitation technique et un vecteur de clarification.
- Approche en accord avec la pédagogie critique du numérique (Walter, 2024) et l'AI Literacy (Ng et al., 2021).

Redéfinition pédagogique des objectifs :

- S'appuie sur la taxonomie de Bloom revisitée à l'ère de l'IA (Oregon, 2024).
- Valorise la capacité à articuler savoirs et outils numériques comme compétence à part entière.

Limites de l'expérimentation :

- Pas d'instrumentation systématique (questionnaires, journaux, entretiens).
- Choix assumé pour privilégier une exploration en situation authentique.

Transférabilité du modèle :

- Modulaire, traçable et intégrable à d'autres domaines (technique, linguistique, SHS).
- Applicable dans des contextes variés de l'enseignement supérieur.

Point de vigilance :

- Impact écologique des usages spontanés d'IAG par les étudiants encore peu documenté.
- Nécessite une réflexion éthique dans la transformation curriculaire.

01 Contexte et Dispositif Pédagogique

Contexte – Une SAÉ sur la reconnaissance musicale

- Public** : étudiants en première année de cursus en école d'ingénieur en informatique.
- Objectif** : modéliser un système de reconnaissance musicale (brevet de la technologie Shazam – Wang, 2003).
- Défi** : lecture d'un brevet technique en anglais dense, mobilisant des notions avancées (Fourier, spectrogrammes...).

Objectifs d'apprentissage :

- Lecture scientifique en anglais
- Mobiliser les concepts fondamentaux du traitement du signal
- Comprendre les notions mathématiques clés
- Modélisation et conception logicielle à partir du document

Cognitif (taxonomie de Bloom revisitée – Anderson, 2001) :

- Understand* → appropriation des concepts
- Apply* → reformulation technique
- Taxonomie de Bloom augmentée à l'ère de l'IA (Oregon, 2024)

Rôle de l'IAG :

- Médiateur cognitif : explicitation des concepts
- Soutien linguistique : première reformulation

Enjeu :

- intégration encadrée et critique de l'IAG dans un contexte académique exigeant (Walter, 2024)

Livrable :

glossaire bilingue → apprentissage réflexif, soutenu par l'IAG, sans substitution.

Dispositif – Glossaire & IAG

- Définitions initiales :
 - Pour chaque terme :
 - Vulgarisée (grand public)
 - Experte (lecteur scientifique)
 - Appui sur les acquis en signal et anglais technique.
- Interaction avec l'IAG :
 - Envoi via prompt structuré (Marvin et al., 2024)
 - L'IAG reformule et justifie ses choix (Walter, 2024)
- Analyse distanciée :
 - Comparaison critique
 - Identification d'erreurs, ambiguïtés
 - Métacognition sur l'usage de l'IAG

Dans le cadre de votre apprentissage de l'anglais technique, vous allez réaliser deux glossaires : un pour le Digital Signal Processing (DSP) et un pour l'Applied Mathematics (Mathématiques Appliquées). Ces glossaires en anglais vous permettront de maîtriser les termes techniques présents dans le brevet.

Consignes :

- Choisir entre 8 et 10 termes dans chaque glossaire.
- Pour le glossaire "Digital Signal Processing" :
 - Rédigez deux versions :
 - Une version de vulgarisation destinée à une personne n'ayant aucune connaissance en traitement du signal.
 - Une version destinée à un expert ayant de bonnes connaissances en traitement du signal.
- A l'aide d'une IA générative (comme ChatGPT), utilisez les prompts suivants :
 - "Please make a list of any technical terms, especially those linked to digital image processing, in the following document."
 - "Please give a description of each of the terms understandable to someone who is not familiar with the scientific field."
 - Comparez les résultats fournis par l'IA avec votre propre travail. Identifiez les erreurs éventuelles de l'IA et, le cas échéant, proposez des corrections adaptées.
- Pour le glossaire des mathématiques appliquées, vous pouvez également décrire des figures afin d'utiliser l'anglais pour détailler des concepts mathématiques.

02 Résultats clés : apprentissage actif et réflexif

Méthodologie

Évaluation croisée (enseignants en maths appliquées & anglais scientifique) selon les attendus de la SAÉ. Analyse des livrables et des commentaires réflexifs.

Effets pédagogiques identifiés

- Appropriation conceptuelle renforcée**
Les étudiants ont montré une meilleure compréhension des notions complexes après dialogue avec l'IAG.
"Grâce à l'IA, j'ai compris que le spectrogramme n'est pas juste une image mais une représentation dynamique."
- Amélioration linguistique notable**
Développement de la précision lexicale et des structures idiomatiques du discours scientifique.
"The term 'fingerprint' was initially unclear to me, but after the AI suggestion, I saw how it connects with hashing and signal uniqueness."
- Capacité réflexive et critique**
Les étudiants ont questionné les réponses de l'IAG, repérant incohérences ou approximations.
"L'IA a confondu les MFCC avec les cepstral coefficients — c'est un piège courant, mais ça m'a poussé à vérifier par moi-même."

Exemples étudiants illustratifs

Spectrogram

- Définition initiale : représentation graphique du contenu fréquentiel
- IAG : ajout de "frequency bins", "sliding window"
- Étudiant : ajoute une analogie visuelle ("like a piano roll showing time and pitch intensity") pour vulgariser
"It's like slicing the audio and measuring how much of each frequency you have per slice."

Cepstral Coefficient

- IAG : amalgame avec MFCC
- Correction :
"In music, the cepstrum highlights periodicities related to harmonics, using the inverse Fourier transform of the log-spectrum."

Pitch-corrected tempo variation

IAG : définition floue

Reformulation :

"A technique that slows down or speeds up audio playback while preserving pitch — used in DJing and audio editing."

Fingerprint

Étudiante :

"I added a note about robustness: even with background noise, the system still matches the right song."

Clarification sur le hash :

"A compact code that maintains identifying traits of the original signal."

Terme "harmonic distortion" (ajouté par un binôme)

IAG : définition trop généraliste

Étudiant :

"It refers to unwanted frequencies generated by non-linear systems — in music, they color the sound, sometimes intentionally."

"I kept the AI's formal definition but added a musical example: tube amp distortion in guitars."

Maîtrise de l'anglais scientifique

Progression dans l'usage de structures telles que :

"It is used to..." / "In the context of..." / "This allows to distinguish..."

Étudiante :

"I started saying 'mean' for 'average', but realized it was wrong when comparing with the AI and checking a scientific article."

Conclusion

L'intégration guidée de l'IAG a permis de :

- Approfondir la compréhension des concepts techniques
- Renforcer l'aisance rédactionnelle en anglais scientifique
- Développer un regard critique sur les limites de l'IA

L'IAG devient un allié pédagogique lorsqu'elle est médiée, discutée et critiquée.

05 BIBLIOGRAPHIE

- ANDERSON, L. W., KRATHWOHL, D. R. (2001). A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives. New York : Addison Wesley Longman, In (Anderson, 2001).
- CAO L. & DEDE C. (2023). Navigating a world of generative AI: Suggestions for educators. The Next Level Lab at Harvard Graduate School of Education. President and Fellows of Harvard College: Cambridge, MA. In (Cao & Dede, 2023).
- MARVIN G., HELLEN N., JJINGO D., NAKATUMBA-NABENDE J. (2024). Prompt Engineering in Large Language Models. In: Jacob, I.J., Piramuthu, S., Falkowski-Gilski, P. (eds) Data Intelligence and Cognitive Informatics. ICDICI 2023. Algorithms for Intelligent Systems. Springer, Singapore. In (Marvin et al., 2024). DOI : 10.1007/978-981-99-7962-2_30
- NG D., LEUNG J., CHU S., QIAO M. (2021). Conceptualizing AI literacy: An exploratory review. Computers and Education: Artificial Intelligence, 2, 100041. In (Ng et al., 2021). DOI : 10.1016/j.caeai.2021.100041.
- OREGON STATE UNIVERSITY (2024). Meaningful Learning with AI Tools : Reimagining Bloom's Taxonomy for the AI Era. Disponible sur : <https://ecampus.oregonstate.edu/faculty/artificial-intelligence-tools/blooms-taxonomy-revisited/>. In (Oregon, 2024).
- TARDIF J. (2006). L'évaluation des compétences - Documenter le parcours de développement. Chenelière Education. In (Tardif, 2006).
- WALTER Y. (2024). Embracing the future of Artificial Intelligence in the classroom: the relevance of AI literacy, prompt engineering, and critical thinking in modern education. International Journal of Educational Technology in Higher Education, vol. 21(1), 15. In (Walter, 2024). DOI : 10.1186/s41239-024-00448-3.
- WANG A. (2003). An industrial strength audio search algorithm. In Smir, Vol. 2003, pp. 7-13. In (Wang, 2003).