

Le paradoxe de l'IA

Volume 1

APPRENDRE ET ENSEIGNER À L'ÈRE DE L'IA



INSA

INSTITUT NATIONAL
DES SCIENCES
APPLIQUÉES
LYON

Préface	7
Volume 1 - Apprendre et enseigner à l'ère de l'IA	7
Pourquoi commencer par l'apprentissage?	8
Deux façons d'explorer ce volume	8
Parcours progressif	9
Du cerveau à l'institution : quatre échelles d'un même paradoxe	9
Parcours par problèmes	10
Explorer sans déléguer ce qui fait apprendre	11

Chapitre 1 : Dans la tête de nos élèves **12**

Repères essentiels **13**

Introduction **14**

1 - Comprendre ce qui fait apprendre **17**

La neuro-éducation : que peut-on vraiment attendre des neurosciences en pédagogie ? . . . 17

Surcharge et mémoire de travail : quand le cours est clair, pourquoi les étudiants décrochent-ils ? 19

Encodage et stockage externe : pourquoi prendre des notes n'est-il pas une compétence naturelle ? 21

2 - Déjouer les fausses évidences **23**

L'illusion du support idéal : pourquoi le support compte-t-il moins que l'activité cognitive ? 23

Neuromythes et neuro-enchantement : pourquoi les méthodes « cerveau-compatibles » séduisent-elles autant ? 24

La cognition incarnée : quand manipuler en TP aide-t-il vraiment à comprendre ? 26

3 - Enseigner à l'ère de l'IA **28**

Métacognition et inhibition : et si l'erreur devenait une trace de raisonnement ? 28

Désynchronisation cognitive : que se passe-t-il quand l'étudiant produit sans avoir appris ? . 30

Pédagogie explicite : comment rendre l'apprentissage visible, guidé et vérifiable ? 32

Ce que la neuro-éducation ne peut pas promettre **35**

Controverses à garder ouvertes 36

IA et apprentissage 36

Évaluation et robustesse cognitive 36

Égalité de traitement et équité d'apprentissage 36

Étude de cas : transformer un cours d'algorithmique **38**

Fiche action : ce que je peux faire dès demain **40**

Auto-positionnement final **41**

Conclusion **42**

Glossaire complet du chapitre	43
Bibliographie indicative	45

Chapitre 2 : Pourquoi l'IA semble comprendre ?	47
Repères essentiels	48
Introduction	49
1 - Opacité et fluidité générative : pourquoi la performance étudiante devient-elle opaque face aux modèles d'apprentissage profond ?	51
De l'explicabilité symbolique à l'opacité statistique	51
Les modèles génératifs : cohérence textuelle et illusion de compréhension	52
2 - Effet Clever Hans et anthropomorphisme : comment l'IA brouille-t-elle les repères du raisonnement et de la compréhension ?	54
3 - Dette cognitive et externalisation : que reste-t-il à apprendre lorsque l'on peut produire des résultats justes sans comprendre ?	57
Externalisation cognitive et dette cognitive	57
Performance sans effort et expertise fragile	57
Réintroduire l'effort utile	58
Étude de cas : transformer une évaluation de rapport assisté par IA	60
Fiche action : ce que je peux faire dès demain	62
Auto-positionnement final	63
Conclusion	66
Glossaire complet du chapitre	67
Bibliographie indicative	70

Chapitre 3 : Quand l'accès remplace le savoir **73**

Repères essentiels	74
Introduction	75
Continuité avec les chapitres 1 et 2	75
1 - Écologie de l'attention et infobésité : comment s'adapter au passage de la rareté de l'information à la rareté de l'attention ?	78
L'accès ne résout pas le problème de l'apprentissage	78
Infobésité : quand le surplus empêche de penser	79
Mémoire transactive : savoir, retrouver, déléguer	79
2 - Surconfiance et calibration métacognitive : quand la fluidité de recherche fait-elle illusion sur le niveau de maîtrise réel ?	81
La fluidité comme signal métacognitif	81
Familiarité, répétition et illusion de profondeur	82
Performance immédiate et apprentissage durable	82
3 - Preuves de compétence et difficultés désirables : comment déjouer l'illusion de savoir par des situations de mobilisation complexes ?	84
Pourquoi le produit final ne suffit plus	84
Approche par compétences : mobiliser avec discernement	85
Étude de cas : transformer une recherche documentaire assistée par IA	88
Fiche action : ce que je peux faire dès demain	90
Auto-positionnement final	91
Conclusion	93
Glossaire complet du chapitre	94
Bibliographie indicative	96

Chapitre 4 : Former des sujets ou optimiser des performances ? 98

Repères essentiels	99
Introduction	100
Continuité avec les chapitres 1, 2 et 3	100
1 - Finalités éducatives et subjectivation : devons-nous former des sujets apprenants ou optimiser des indicateurs de performance ?	103
Quand la question technique devient éducative	103
Les quatre piliers de Delors à l'épreuve de l'IA	104
Dewey et Freire : l'IA comme enquête ou comme dépôt	104
2 - Gouvernement algorithmique et hétéronomie : comment l'autonomie des étudiants est-elle pilotée par la datafication et les nudges ?	106
L'ambiguïté de l'autonomie	106
Gouvernement algorithmique et perte progressive d'autonomie	107
Datafication et redlining numérique	107
3 - Jugement professionnel et réversibilité : comment choisir et innover pédagogiquement à l'ère de l'IA sans subir la technologie ?	109
Le sentiment de retard technologique	109
Les pièges ordinaires de l'innovation	109
IA : soutien utile ou substitution problématique ?	110
Souveraineté des données : l'alternative technique à ne pas oublier	110
Étude de cas : déployer un tableau de bord sans réduire les étudiants à des profils	113
Fiche action : ce que je peux faire dès demain	115
Auto-positionnement final	116
Conclusion	118
Glossaire complet du chapitre	119
Bibliographie indicative	122

Préface

Volume 1 - Apprendre et enseigner à l'ère de l'IA

L'intelligence artificielle générative place aujourd'hui l'enseignement supérieur devant un paradoxe particulièrement fécond : **elle peut augmenter nos capacités de production, d'exploration et d'assistance, tout en fragilisant les processus mêmes qui permettent d'apprendre, de comprendre et de juger.**

Jamais il n'a été aussi simple d'obtenir une synthèse structurée, une explication fluide, un code fonctionnel, une reformulation convaincante ou une réponse immédiatement exploitable. Cette puissance ouvre des possibilités réelles pour enseigner et apprendre autrement. Mais elle introduit aussi une difficulté nouvelle : **une production réussie ne constitue plus, à elle seule, une preuve suffisante de compréhension, de compétence ou d'autonomie.**

C'est là que se situe le *Paradoxe éducatif de l'IA*.

L'enjeu n'est donc ni de célébrer l'outil, ni de l'interdire par principe. Il consiste à apprendre à distinguer ce qui **soutient l'activité cognitive** de ce qui la remplace ; ce qui **facilite l'apprentissage** de ce qui en donne seulement l'apparence ; ce qui **augmente l'autonomie** de ce qui peut progressivement réduire notre capacité à comprendre, vérifier ou décider par nous-mêmes.

Ce premier volume pose les fondations de cette réflexion. Il s'intéresse à ce que l'IA change dans la relation entre **production, apprentissage, compréhension, compétence et autonomie**.

Il ne cherche pas à couvrir l'ensemble des enjeux liés à l'intelligence artificielle. Son objectif est plus ciblé : proposer des repères permettant d'analyser des situations pédagogiques dans lesquelles l'accès immédiat à l'information, la génération de contenus ou l'automatisation rendent moins évidente une question pourtant centrale :

Que fait réellement l'étudiant lorsqu'il apprend, et que peut encore nous apprendre la production visible sur ce qu'il sait, comprend ou sait faire ?

Cette démarche entre directement en résonance avec la **Charte d'usage de l'intelligence artificielle générative de l'INSA Lyon, approuvée par le Conseil d'administration le 5 mars 2026.**

La Charte reconnaît le potentiel des IAG pour soutenir les activités de la communauté tout en posant un principe structurant : l'IA doit rester un **outil d'assistance**, sous supervision humaine, et ne peut se substituer aux démarches intellectuelles, réflexives et décisionnelles attendues des étudiants, des enseignants, des chercheurs ou des personnels.

Les quatre chapitres de ce volume permettent précisément d'examiner, du point de vue de la formation, **ce qu'une supervision réellement humaine suppose de continuer à apprendre, comprendre, exercer et décider.**

Pourquoi commencer par l'apprentissage ?

Le premier chapitre mobilise notamment des travaux issus des sciences cognitives et de la neuro-éducation. Ce choix ne signifie ni que les neurosciences suffisent à expliquer les apprentissages, ni qu'elles permettraient de déduire directement de « bonnes pratiques » pédagogiques.

L'objectif est plus modeste et plus opérationnel : **comprendre certains mécanismes qui permettent de distinguer une activité réalisée d'un apprentissage effectivement construit.**

Mémoire de travail, charge cognitive, consolidation, récupération, métacognition ou inhibition ne constituent donc pas un mode d'emploi de l'enseignement. Ces notions sont mobilisées comme des **outils pour poser de meilleures questions** sur les situations rencontrées par les enseignants et les étudiants.

Elles doivent être mises en dialogue avec d'autres regards : sciences de l'éducation, didactiques disciplinaires, psychologie cognitive, sociologie de l'enseignement supérieur, ergonomie, informatique ou encore éthique de l'IA.

Un cadre d'analyse, pas une prescription.

Une donnée issue des sciences cognitives peut éclairer un choix pédagogique, mais elle ne suffit pas à le justifier à elle seule.

Entre un mécanisme cognitif et une situation réelle d'enseignement s'interposent toujours les objectifs de formation, les disciplines, les publics, les conditions matérielles, les trajectoires des étudiants, les pratiques enseignantes et les finalités de l'institution.

Deux façons d'explorer ce volume

Vous n'avez pas besoin de tout lire pour utiliser ce manuel.

Deux parcours sont possibles :

Parcours progressif Suivre les quatre chapitres dans l'ordre permet de parcourir quatre échelles du même paradoxe : de l'activité cognitive individuelle jusqu'aux choix institutionnels et collectifs.

Parcours par problèmes Si une question précise vous préoccupe dans votre enseignement, utilisez le parcours par problèmes présenté après le parcours progressif pour accéder directement aux sections concernées.

Les contenus signalés comme **Essentiel** constituent le fil principal. Les contenus **Recommandé** et **Approfondissement** permettent d'aller plus loin selon vos besoins, votre discipline et votre intérêt.

Parcours progressif

Du cerveau à l'institution : quatre échelles d'un même paradoxe

1 - Dans la tête de nos élèves Échelle : l'individu

Fil directeur : Faire apprendre : comprendre comment mémoire, charge cognitive, attention et inhibition participent à la construction des connaissances.

Question qui guide le chapitre : Qu'est-ce qui fait réellement apprendre ?

Écho à la Charte IA de l'INSA Lyon : L'IAG doit rester un **appui à l'apprentissage**, sans se substituer à l'acquisition personnelle des connaissances et des compétences.

2 - Pourquoi l'IA semble comprendre ? Échelle : l'artefact

Fil directeur : Faire comprendre : déconstruire la fluidité générative, l'anthropomorphisme et l'externalisation du raisonnement pour distinguer performance observable et compréhension.

Question qui guide le chapitre : Pourquoi une réponse fluide nous donne-t-elle l'impression que l'IA comprend ?

Écho à la Charte IA de l'INSA Lyon : Les productions de l'IAG doivent être **analysées et vérifiées** ; l'utilisateur reste responsable de leur usage et la décision finale demeure humaine.

3 - Quand l'accès remplace le savoir Échelle : l'environnement

Fil directeur : Faire preuve : distinguer l'accès à une réponse, la production assistée et la compétence réellement construite malgré l'infobésité et la surconfiance.

Question qui guide le chapitre : Comment distinguer accès à l'information, production réussie et compétence acquise ?

Écho à la Charte IA de l'INSA Lyon : Les modalités d'évaluation doivent permettre d'évaluer **les compétences de l'étudiant et non celles de l'outil**.

4 - Former des sujets ou optimiser ? Échelle : le collectif

Fil directeur : Faire juger : préserver la capacité à décider, contester, refuser et exercer un jugement professionnel face à l'automatisation et au gouvernement algorithmique.

Question qui guide le chapitre : Que voulons-nous former, et que refusons-nous de déléguer ?

Écho à la Charte IA de l'INSA Lyon : L'IAG doit rester un **outil d'assistance sous supervision humaine** : elle ne doit pas se substituer aux démarches intellectuelles, réflexives et décisionnelles.

Dans ce premier volume, la Charte de l'INSA Lyon n'est donc pas abordée comme une série de règles ajoutées après coup aux pratiques pédagogiques. Elle constitue un **point d'ancrage institutionnel** à une question plus fondamentale :

Que faut-il préserver pour que l'usage de l'IA reste compatible avec les finalités de la formation ?

Ce cheminement conduit à une idée centrale : **la supervision humaine n'est solide que si les humains conservent les compétences nécessaires pour superviser réellement.**

Il ne suffit donc pas de placer un humain « dans la boucle ». Encore faut-il qu'il soit capable de comprendre ce qui lui est proposé, de reconnaître une erreur, d'identifier ce qu'il ne sait pas, de mobiliser ses propres connaissances et, lorsque cela est nécessaire, de ne pas suivre la recommandation de l'outil.

C'est précisément ce que l'enseignement supérieur doit continuer à former.

Parcours par problèmes

Ce manuel ne prétend pas dresser un inventaire exhaustif des besoins de l'ensemble des enseignants de l'INSA Lyon, ni présenter les situations ci-dessous comme le résultat d'une enquête représentative.

Il part plutôt de **questions professionnelles concrètes de l'enseignement supérieur** et mobilise, pour chacune, des concepts permettant de mieux les analyser.

Le parcours suivant permet ainsi d'entrer dans le volume **par un problème pédagogique**, sans nécessairement suivre une lecture linéaire.

Pourquoi des étudiants semblent-ils comprendre pendant le cours mais peinent-ils ensuite à reconstruire seuls le raisonnement ?

Aller directement au contenu : § 1.2 : Surcharge et mémoire de travail (p. 19)

Pourquoi des notes très complètes, des photographies du cours ou une synthèse générée ne garantissent-elles pas l'apprentissage ?

Aller directement au contenu : § 1.3 : Prise de notes et encodage (p. 21)

Pourquoi un étudiant peut-il appliquer spontanément une méthode inadéquate alors qu'il connaît la bonne ?

Aller directement au contenu : § 3.1 : Métacognition et inhibition (p. 28)

Un rapport convaincant, un calcul juste ou un code fonctionnel suffisent-ils encore à prouver la compréhension ?

Aller directement au contenu : Chapitre 1, § 3.2 : Produire sans apprendre (p. 30); Chapitre 3 : Pourquoi le produit final ne suffit plus (p. 84)

Pourquoi une réponse produite par une IA paraît-elle parfois plus intelligente ou plus comprise qu'elle ne permet réellement de le conclure ?

Aller directement au contenu : Chapitre 2 : Cohérence textuelle et illusion de compréhension (p. 52)

Que faut-il encore apprendre lorsque l'information peut être retrouvée ou générée presque instantanément ?

Aller directement au contenu : Chapitre 3 : Mémoire transactive : savoir, retrouver, déléguer (p. 79)

Comment évaluer les compétences d'un étudiant lorsque l'IA peut produire une partie du livrable demandé ?

Aller directement au contenu : Chapitre 2 : Évaluer avec la stratégie 3P (p. 58); Chapitre 3 : Mobiliser les compétences avec discernement (p. 85)

À partir de quand une assistance utile risque-t-elle de réduire progressivement l'autonomie de l'étudiant ?

Aller directement au contenu : Chapitre 4 : L'ambiguïté de l'autonomie (p. 106)

Jusqu’où peut-on guider par des indicateurs, recommandations ou tableaux de bord sans décider à la place de l’apprenant ?

Aller directement au contenu : Chapitre 4 : Gouvernement algorithmique et perte d’autonomie (p. 107); Étude de cas : Déployer un tableau de bord (p. 113)

Comment décider si un outil d’IA doit être adopté, limité, adapté ou refusé ?

Aller directement au contenu : Chapitre 4 : Sept questions avant d’adopter un outil (p. 111)

Cette entrée par problèmes constitue aussi un principe de sélection des notions abordées dans le manuel : **un concept n’est pas présenté pour lui-même, mais parce qu’il aide à comprendre une difficulté pédagogique, à interpréter une situation ou à éclairer une décision.**

Explorer sans déléguer ce qui fait apprendre

L’IA générative nous oblige finalement à reformuler une question ancienne :

Qu’est-ce qu’apprendre, comprendre et devenir autonome lorsque des machines peuvent produire une partie croissante des résultats que nous associons habituellement à la compétence ?

Les réponses ne seront ni uniformes ni définitives. Elles dépendront des disciplines, des objectifs de formation, des publics et des situations.

C’est précisément pourquoi l’enjeu n’est pas de fournir une règle unique, mais de développer une **capacité collective de discernement pédagogique**.

Ce premier volume vous invite ainsi à observer les processus d’apprentissage, à interroger la fluidité des outils, à revoir les preuves de compétence et à questionner la place laissée au jugement humain.

À chaque étape, une même question peut servir de boussole :

Qu’est-ce que l’IA me permet d’augmenter sans me conduire à déléguer ce que je dois continuer à apprendre, comprendre, exercer ou décider ?

Une IA peut produire. Elle peut accélérer, reformuler, suggérer et assister.

Mais construire une compréhension, développer une compétence, exercer un jugement et assumer la responsabilité d’un choix restent au cœur des finalités de la formation.

C’est dans cet espace que se joue le véritable paradoxe éducatif de l’IA - et que commence ce premier volume.

Transparence éditoriale

Ce volume a été conçu, vérifié et éditorialisé sous la responsabilité intellectuelle de l’auteurice. Des outils d’intelligence artificielle ont servi d’appui à la structuration, à la reformulation et à la mise en forme, sans se substituer aux choix scientifiques, pédagogiques et éditoriaux. Les notions proposées sont des **repères d’analyse**, non des prescriptions universelles; leur traduction pédagogique doit tenir compte des disciplines, des publics, des objectifs de formation et des contextes d’usage.

Référence institutionnelle : INSA Lyon, « Charte d’usage de l’IA générative », CA du 5 mars 2026.

Chapitre 1 : Dans la tête de nos élèves

Comment apprennent-ils à l'ère de l'IA ? Comprendre ce qui fait apprendre, déjouer les fausses évidences et enseigner à l'ère de l'IA

Comment concevoir des situations d'enseignement qui maintiennent un véritable engagement cognitif lorsque les étudiants disposent d'outils capables de produire, résumer, structurer et reformuler à leur place ?

Ce chapitre vous aide à :

- Distinguer une information disponible d'un apprentissage réellement construit ;
- Repérer les situations de surcharge cognitive dans vos cours, TD, TP ou projets ;
- Comprendre pourquoi la prise de notes doit être enseignée plutôt que présumée ;
- Déconstruire les neuromythes sans rejeter les apports des neurosciences ;
- Encadrer les usages de l'IA pour qu'ils soutiennent l'apprentissage au lieu de le court-circuiter ;
- Rendre visibles les raisonnements, les erreurs, les stratégies et les transferts.

Repères essentiels

Ces sept notions permettent d'entrer dans le chapitre sans interrompre la progression. Le glossaire complet est proposé après la conclusion.

Notion	Définition courte	Question pédagogique associée
<u>Apprentissage</u> <u>construit</u>	Transformation progressive d'une information en savoir mobilisable, explicable et transférable.	L'étudiant peut-il réutiliser ce savoir dans une situation nouvelle ?
<u>Disponibilité</u> <u>du contenu</u>	Accès matériel ou numérique à une information : support, fiche, correction, réponse IA, vidéo, code.	L'accès au contenu a-t-il donné lieu à un traitement actif ?
<u>Production</u> <u>visible</u>	Trace observable produite par l'étudiant : note, devoir, code, synthèse, schéma, exposé.	Cette trace renseigne-t-elle réellement sur le raisonnement construit ?
<u>Preuve</u> <u>d'apprentissage</u>	Indice permettant d'inférer qu'un apprentissage a eu lieu : justification, transfert, explication, correction d'erreur, comparaison.	Que prouve la production, et que ne prouve-t-elle pas encore ?
<u>Activité</u> <u>pédagogique</u>	Ce que l'enseignant demande, organise ou prescrit.	La consigne suffit-elle à provoquer l'activité mentale attendue ?
<u>Activité</u> <u>cognitive</u>	Ce que l'étudiant fait mentalement : sélectionner, comparer, inhiber, reformuler, justifier, transférer.	Quelle opération cognitive est réellement sollicitée ?
<u>Engagement</u> <u>cognitif</u>	Degré d'implication mentale dans une tâche d'apprentissage.	L'étudiant traite-t-il le contenu ou se contente-t-il de le traverser ?

Introduction

À l'ère de l'IA, les traces visibles du travail deviennent plus propres et plus rapides :

- notes photographiées ;
- supports récupérés ;
- fiches générées ;
- codes fonctionnels ;
- synthèses structurées.

Mais ces traces ne disent pas encore si l'étudiant a réellement traité, relié, corrigé et transféré le savoir.

Centre de gravité du chapitre : distinguer contenu disponible, production visible et apprentissage réellement construit.

La neuro-éducation sert ici de boussole critique : elle aide à repérer les conditions d'un apprentissage robuste sans promettre de recette automatique.

Le parcours en trois mouvements

Le chapitre est organisé en trois mouvements. Cette lecture permet de situer chaque partie dans une progression pédagogique : comprendre les conditions de l'apprentissage, déjouer les fausses évidences, puis concevoir à l'ère de l'IA.

Mouvement	Intention pédagogique
Mouvement 1 : Comprendre ce qui fait apprendre	Identifier les conditions minimales d'un Apprentissage construit.
Mouvement 2 : Déjouer les fausses évidences	Éviter les raccourcis séduisants : support idéal, neuromythes, TP automatiquement efficaces.
Mouvement 3 : Enseigner à l'ère de l'IA	Concevoir des situations où l'IA soutient le raisonnement sans remplacer l'Activité cognitive.

Repère : Activité pédagogique et activité cognitive

Une activité pédagogique correspond à ce que l'enseignant demande, organise ou prescrit.

Une activité cognitive correspond à ce que l'étudiant fait mentalement avec cette demande : sélectionner, hiérarchiser, reformuler, comparer, inhiber une intuition, justifier, transférer, contrôler une réponse.

C'est un point décisif à l'ère de l'IA : une même consigne peut produire des apprentissages très différents. *Faire un résumé* peut être cognitivement pauvre si l'étudiant copie, paraphrase ou délègue à l'IA. La même tâche devient beaucoup plus riche s'il doit expliquer ses choix, comparer deux formulations, justifier ce qu'il a supprimé et transférer l'idée à un cas voisin.

Une activité cognitive ne devient pédagogiquement exploitable que si le dispositif en garde une trace observable : justification, comparaison, reformulation, erreur commentée ou transfert. Cette trace ne prouve jamais tout, mais elle augmente la valeur de ce que l'enseignant peut inférer sur l'apprentissage réel.

Repère visuel : Progression du chapitre

1	2	3
Comprendre ce qui fait apprendre	Déjouer les fausses évidences	Enseigner à l'ère de l'IA
Attention, mémoire, Encodage.	Supports, neuromythes, TP, erreur.	Traces, IA, explicitation, évaluation.

Atlas conceptuel visuel : Le paradoxe de la fluidité

Légende de lecture de l'Atlas :

Le court-circuit : L'IA générative produit des livrables parfaits qui suppriment le besoin immédiat de chunking (segmentation de l'information) par l'étudiant.

L'illusion de maîtrise : La familiarité et la beauté du livrable généré donnent à l'étudiant l'impression d'avoir acquis la compétence.

Les deux dettes : Ce confort immédiat se paie plus tard. La dette cognitive est l'incapacité à reconstruire le raisonnement seul. La dette épistémique est la perte de maîtrise sur les sources et la véracité.

Activité : Auto-test de sensibilisation

Avant de lire : vos représentations de l'apprentissage

Pour chaque affirmation, répondez spontanément : **plutôt vrai, plutôt faux, cela dépend, je ne sais pas.**

N°	Affirmation diagnostique	Votre réponse
1	Un étudiant qui dispose d'une fiche de synthèse claire a déjà une bonne base d'apprentissage.	
2	Prendre des notes est une compétence que les étudiants de l'enseignement supérieur maîtrisent globalement.	
3	L'ordinateur pose problème surtout parce qu'il distrait.	
4	Une IA qui explique bien un concept peut remplacer une partie du travail de compréhension.	
5	Les erreurs en sciences viennent surtout d'un manque de connaissances.	
6	Un TP fait nécessairement mieux apprendre qu'un cours magistral.	
7	Les neurosciences permettent de savoir quelles méthodes pédagogiques fonctionnent.	
8	Les étudiants ont des profils d'apprentissage stables qu'il faut respecter.	
9	Une production propre et argumentée est un bon indicateur de compréhension.	
10	L'égalité de traitement suffit à garantir l'équité d'apprentissage.	

À reprendre en fin de chapitre : quelles affirmations vous semblent désormais plus discutables ? Pourquoi ?

1 - Comprendre ce qui fait apprendre

La neuro-éducation : que peut-on vraiment attendre des neurosciences en pédagogie ?

● Essentiel ● Approfondissement

Dans ce chapitre, vous allez :

Comprendre	Repérer	Agir
Ce que la neuro-éducation peut éclairer sans prescrire mécaniquement.	Les indices de neuro-enchantement, de raccourci ou de promesse trop simple.	Vérifier le niveau de preuve, contextualiser et formuler une décision pédagogique située.

Situation ESR

Dans une formation d'enseignants du supérieur, une collègue affirme vouloir rendre ses cours « plus cerveau-compatibles ». Elle envisage de distinguer les étudiants visuels, auditifs et kinesthésiques, d'ajouter quelques images du cerveau dans ses supports et de proposer des exercices courts « validés par les neurosciences ». L'intention est sincère : mieux prendre en compte les mécanismes d'apprentissage. Mais la question décisive est ailleurs : que peut-on réellement déduire d'un résultat neuroscientifique pour concevoir une situation d'enseignement ?

Essentiel : la neuro-éducation comme cadre d'analyse

La neuro-éducation sert ici de **boussole critique**. Elle ne transforme pas une image du cerveau en méthode de cours. Elle aide à mieux nommer des contraintes qui pèsent déjà sur la classe.

Ce qu'elle éclaire	Ce qu'elle ne décide pas seule	Geste professionnel
Attention, <u>mémoire de travail</u> , <u>consolidation</u> , erreur.	Organisation complète d'un cours, choix d'évaluation, finalités de formation.	Contextualiser avant de prescrire.
Illusions de compréhension et de maîtrise.	Efficacité universelle d'une méthode.	Vérifier les preuves et observer les effets.
Besoin d'engagement actif et de régulation.	Profil stable d'un étudiant.	Concevoir une <u>activité cognitive</u> visible.

Deux dérives sont à éviter :

— **Rejeter** les sciences cognitives parce qu'elles ne prescrivent pas directement une méthode.

- **Surcharger de promesses** une pratique simplement parce qu'elle mobilise le vocabulaire du cerveau.

La posture utile est donc une posture de **discernement** : partir d'un mécanisme éclairé par la recherche, puis le traduire en décision pédagogique située.

Carte : de la science à la décision pédagogique

Point de vigilance

Une donnée neuroscientifique peut éclairer un choix pédagogique, mais elle ne suffit pas à le justifier. Entre la synapse et l'amphi s'interposent toujours des corps fatigués, des trajectoires sociales, des émotions, des contraintes institutionnelles et des finalités de formation.

À retenir

- La neuro-éducation est une **boussole**, pas un mode d'emploi.
- Elle aide à poser de meilleures questions pédagogiques.
- Elle exige une posture critique : ni rejet, ni fascination.

Pause réflexive

Dans votre contexte, quelle affirmation « validée par les neurosciences » avez-vous déjà entendue ?
Que faudrait-il vérifier avant d'en faire une consigne pédagogique ?

Transition

Le passage au niveau opérationnel commence par une forte contrainte : la mémoire de travail est limitée. C'est l'un des endroits où la neuro-éducation devient directement utile pour lire une situation d'amphi, non comme un problème de motivation seulement, mais comme un problème de traitement cognitif.

Surcharge et mémoire de travail : quand le cours est clair, pourquoi les étudiants décrochent-ils ?

● Essentiel ● Recommandé

Dans ce chapitre, vous allez :

Comprendre	Repérer	Agir
Pourquoi un cours clair peut rester cognitivement difficile à traiter.	Les signes de surcharge : copie mécanique, photos sans retraitement, recours compensatoire à l'IA.	Découper, hiérarchiser, ralentir et introduire des pauses de traitement.

Situation ESR

En amphithéâtre de thermodynamique, l'enseignant déroule une démonstration dense. Les diapositives sont propres, les notations rigoureuses, les transitions logiques. Pourtant, au bout de trente minutes, beaucoup d'étudiants recopient sans suivre. Certains photographient les équations. D'autres demandent ensuite à une IA de « résumer le cours simplement ». Le cours était clair du point de vue de l'enseignant, mais il n'a pas nécessairement été traitable du point de vue de la mémoire de travail des étudiants.

Essentiel : mémoire de travail et charge cognitive

La mémoire de travail est l'espace mental du traitement immédiat. Elle permet d'écouter, sélectionner, relier, calculer, noter et vérifier. Elle est puissante, mais limitée.

Quand la charge augmente	Ce que l'étudiant fait souvent	Ce que l'enseignant peut rendre possible
Trop d'idées nouvelles à la fois.	Copier sans traiter.	Découper en unités signifiantes.
Écoute, calcul et notation simultanés.	Photographier ou déléguer ensuite.	Prévoir des pauses de traitement.
Symboles, modèles et graphes superposés.	Perdre le fil du raisonnement.	Construire le support par étapes.

L'enjeu n'est pas de simplifier les contenus, mais d'organiser leur traitement : Chunking, hiérarchisation, pauses cognitives, exemples progressifs, rappel actif.

Note

Repère scientifique : voir bibliographie, « Mémoire, charge cognitive et consolidation ».

Recommandé : diagnostiquer la surcharge d'un support de cours

Situation	Risque	Geste enseignant
Plusieurs idées nouvelles sur une même diapositive.	Traitement dispersé.	Découper en blocs successifs.
Écouter, comprendre et copier en même temps.	Copie mécanique.	Prévoir une pause ou un support guidé.
Symboles ou notations non stabilisés.	Perte du raisonnement.	Ajouter une légende progressive.
Exemple placé trop tôt.	Application sans concept.	Poser d'abord le repère central.
Aucun <u>rappel</u> <u>actif</u> après la séance.	Oubli rapide.	Ajouter une question courte de transfert.

Carte : charge, traitement et consolidation

À expérimenter dans votre prochain cours

Pendant une séance dense, prévoyez une pause silencieuse de deux minutes. Demandez aux étudiants d'écrire trois éléments : **ce que j'ai compris, ce qui reste flou, la question que je poserais à une IA**. Reprenez ensuite deux ou trois questions pour ajuster le rythme.

À tester mentalement

Prenez une séance dense que vous donnez souvent. À quel moment précis la mémoire de travail des étudiants risque-t-elle de saturer ? Quel micro-arrêt pourrait rendre le traitement plus visible ?

Encodage et stockage externe : pourquoi prendre des notes n'est-il pas une compétence naturelle ?

● Essentiel ● Recommandé

Dans ce chapitre, vous allez :

Comprendre	Repérer	Agir
La différence entre Stockage externe et Encodage.	Les traces propres mais peu transformées : verbatim, photos, résumés automatiques.	Enseigner explicitement quoi noter, comment reformuler et comment reprendre ses notes.

Situation ESR

Dans un cours d'algorithmique, certains étudiants tapent presque mot à mot ce que dit l'enseignant. D'autres photographient les diapositives. Quelques-uns annotent un squelette de cours en ajoutant des mots-clés, des liens logiques et des exemples personnels. Tous repartent avec une trace. Mais ces traces n'ont pas la même valeur cognitive.

Essentiel : prise de notes, encodage et stockage externe

Prendre des notes n'est pas un simple geste de copie. C'est une activité de tri sous contrainte.

Opération	Question étudiante	Indice observable
Sélectionner	Qu'est-ce qui compte vraiment ?	Mots-clés, idées pivots.
Hierarchiser	Qu'est-ce qui structure le raisonnement ?	Titres, liens, étapes.
Reformuler	Qu'ai-je compris avec mes mots ?	Phrases personnelles, exemples.
Reprendre	Que puis-je reconstruire après coup ?	Questions, corrections, compléments.

Le point installé par l'atlas initial revient ici sous une forme limitée : une trace externe peut aider, mais elle ne dit pas encore si l'étudiant a encodé. La prise de notes doit donc être enseignée comme une compétence de traitement, pas seulement comme une technique de stockage.

Note

Repère scientifique : voir bibliographie, « Prise de notes et apprentissage ».

Recommandé : ce que fait l'étudiant / ce que cela produit

Situation	Risque	Geste enseignant
Copier mot à mot.	Effet verbatim.	Demander mots-clés et liens logiques.

Situation	Risque	Geste enseignant
Photographier les slides.	Illusion de disponibilité.	Prévoir une activité de retraitement.
Annoter un squelette.	Dépendance au support.	Ajouter une reformulation personnelle.
Reformuler après le cours.	Travail invisible.	Rendre cette reprise attendue et courte.
Résumer avec IA.	Trace claire mais apprentissage incertain.	Demander comparaison, critique et transfert.

Recommandé : consignes anti-verbatim

Consignes simples à donner aux étudiants

Pendant la prise de notes, ne cherchez pas à tout écrire. Votre objectif est de produire une trace qui vous permettra de reconstruire le raisonnement.

1. Notez les **mots-clés**, pas toutes les phrases.
2. Notez les **liens logiques** : donc, parce que, en revanche, sous condition.
3. Notez les **points de bascule** : hypothèse, changement de modèle, erreur fréquente.
4. Ajoutez un **exemple personnel** ou une analogie.
5. Après le cours, complétez vos notes par une question : *qu'est-ce que je saurais expliquer sans support ?*

Pause réflexive

Dans votre cours, quelle trace étudiante vous paraît fiable aujourd'hui ? Que prouve-t-elle réellement ? Que ne prouve-t-elle pas encore ?

Micro-synthèse : Ce que les trois premières sections installent

À ce stade, trois idées se dégagent :

- l'accès au contenu ne garantit pas le traitement ;
- la trace produite ne garantit pas l'encodage ;
- une consigne apparemment simple peut engager des activités cognitives très différentes selon la manière dont elle est cadrée.

Le problème pédagogique n'est donc pas seulement de transmettre une information claire. Il est de concevoir les conditions dans lesquelles l'étudiant devra réellement la traiter, la stabiliser et la rendre mobilisable.

Charte IA de l'INSA Lyon

Ce passage éclaire le principe de primauté humaine : l'apprentissage se juge à l'activité cognitive réellement engagée, pas à la seule clarté du support.

2 - Déjouer les fausses évidences

L'illusion du support idéal : pourquoi le support compte-t-il moins que l'activité cognitive ?

● Essentiel ● Recommandé

Dans ce chapitre, vous allez :

Comprendre	Repérer	Agir
Pourquoi le support n'est jamais efficace ou problématique en soi.	Les usages qui favorisent la copie, l'accumulation ou l'illusion d'exhaustivité.	Associer chaque support à une consigne cognitive précise.

Essentiel : dépasser le faux débat

La comparaison entre notes manuscrites et notes numériques alimente souvent des positions tranchées : le papier serait plus profond, l'ordinateur plus distrayant, la tablette plus flexible. Ces différences existent parfois, mais elles peuvent masquer la question essentielle : quel type d'activité cognitive le support favorise-t-il ?

Le clavier peut encourager une transcription verbatim, parce qu'il permet d'écrire rapidement. Mais ce n'est pas le clavier en soi qui empêche d'apprendre : c'est l'usage qui court-circuite la sélection, l'organisation et la reformulation. Le manuscrit peut favoriser une prise de notes plus sélective, mais il peut aussi être inefficace si l'étudiant copie sans structure. La tablette peut faciliter l'annotation de schémas, notamment en résistance des matériaux, électronique ou mécanique, mais elle peut aussi devenir un simple outil d'accumulation.

Dans une perspective pédagogique, la question n'est donc pas : *faut-il autoriser ou interdire tel support ?* Elle devient : *quelles consignes, quels rythmes et quelles activités permettent de transformer l'information, quel que soit le support ?*

Recommandé : support, risque, usage fécond

Support	Risque	Geste enseignant
Papier	Notes peu réorganisables.	Prévoir des marges et une reprise.
Clavier	<u>Effet verbatim.</u>	Exiger mots-clés, liens et questions.
Tablette	Accumulation d'annotations.	Distinguer comprendre, compléter, corriger.
Diaporama fourni	Passivité.	Faire compléter les blancs conceptuels.
Transcription ou IA	Illusion d'exhaustivité.	Demander une synthèse personnelle critique.

Carte : choisir un support selon l'activité cognitive

Point de vigilance

Interdire un outil ne suffit pas à créer de l'engagement cognitif. Autoriser un outil ne suffit pas non plus à soutenir l'apprentissage. Le levier pédagogique se situe dans la consigne, le rythme, l'activité demandée et la vérification de ce qui a été compris.

À tester mentalement

Prenez une consigne que vous donnez souvent. Quelle activité cognitive supposez-vous qu'elle déclenche ? Quelle activité réelle pourrait-elle produire selon le support utilisé ?

Neuromythes et neuro-enchantement : pourquoi les méthodes « cerveau-compatibles » séduisent-elles autant ?

● Essentiel ● Approfondissement

Dans ce chapitre, vous allez :

Comprendre	Repérer	Agir
Comment un résultat scientifique partiel peut devenir une recette pédagogique.	Les promesses fondées sur les styles d'apprentissage, le cerveau gauche/droit ou l'argument d'autorité neuroscientifique.	Remplacer les étiquettes par des choix pédagogiques diversifiés, vérifiables et contextualisés.

Essentiel : neuromythes et neuro-enchantement

Les neuromythes sont des croyances pédagogiques qui prennent appui sur des éléments scientifiques simplifiés, déformés ou extrapolés. Ils séduisent parce qu'ils donnent des réponses simples à des situations complexes. Les styles d'apprentissage en sont un exemple classique : ils transforment des préférences ou des modalités sensorielles en profils stables censés déterminer la manière dont un étudiant apprendrait le mieux.

Note

Repère scientifique : voir bibliographie, « Neuromythes et neuro-éducation ».

Le neuro-enchantement désigne la crédibilité excessive accordée à un discours simplement parce qu'il mobilise le vocabulaire du cerveau, des images cérébrales ou des références neuroscientifiques. Dans un contexte d'injonction à l'innovation pédagogique, cette crédibilité est puissante. Elle donne l'impression de disposer enfin d'une méthode scientifiquement fondée pour résoudre des problèmes très concrets : hétérogénéité des étudiants, décrochage, motivation, réussite aux examens.

Pourtant, le danger est précisément là : un résultat scientifique descriptif peut devenir une prescription pédagogique abusive. Dire que le cerveau apprend par plasticité ne dit pas automatiquement comment organiser un cours. Dire que l'attention est limitée ne valide pas n'importe quelle activité courte. Dire

que le corps participe à la cognition ne signifie pas qu'un exercice corporel améliore mécaniquement les performances académiques.

Carte : cycle de formation d'un neuromythe

Tableau : Mythe, promesse, alternative rigoureuse

Mythe ou raccourci	Ce que cela promet	Ce que cela masque	Alternative pédagogique
Styles d'apprentissage	Adapter à chaque profil	Préférence $\neq$ efficacité	Diversifier les formats pour tous.
Cerveau gauche / cerveau droit	Classer les étudiants	Réseaux cérébraux complexes	Varier les tâches et stratégies.
Brain Gym scolaire	Améliorer mécaniquement les notes	Corps $\neq$ recette magique	Relier activité corporelle et objectif cognitif.
Images cérébrales	Prouver une méthode	Corrélation $\neq$ causalité	Examiner le niveau de preuve.
IA tuteur universel	Personnaliser automatiquement	Contexte et jugement absents	Encadrer, vérifier, contextualiser.

À retenir

Déconstruire un neuromythe ne signifie pas nier la diversité des étudiants. Cela signifie refuser de transformer cette diversité en étiquettes fixes ou en prescriptions non fondées.

La cognition incarnée : quand manipuler en TP aide-t-il vraiment à comprendre ?

● Recommandé

Dans ce chapitre, vous allez :

Comprendre	Repérer	Agir
Pourquoi manipuler ne suffit pas à apprendre.	Les TP où l'étudiant exécute sans hypothèse, interprétation ni transfert.	Relier geste, mesure, modèle, verbalisation et cas voisin.

Essentiel : cognition incarnée

La cognition incarnée remet en question l'idée selon laquelle apprendre serait seulement traiter mentalement des informations abstraites. Penser, comprendre et résoudre un problème mobilisent aussi le corps, les gestes, la perception, les objets, l'espace et l'environnement. En école d'ingénieurs, cette perspective est particulièrement féconde : un banc d'essai, une maquette, un prototype, une simulation interactive ou un FabLab peuvent aider les étudiants à relier un modèle théorique à une situation matérielle.

Mais l'activité corporelle ne suffit pas. Un TP très prescriptif peut rester cognitivement pauvre si l'étudiant suit un protocole sans formuler d'hypothèse, sans interpréter les écarts entre modèle et mesure, sans verbaliser ce que la manipulation lui permet de comprendre. À l'inverse, une activité de manipulation bien conçue peut soutenir l'apprentissage si elle oblige à articuler action, observation, modélisation et transfert.

La cognition incarnée invite donc à ne pas opposer théorie et pratique, mais à organiser leurs allers-retours. Le geste devient pédagogique lorsqu'il est relié à un concept, une hypothèse, une mesure, une erreur ou une décision.

Note

Repère scientifique : voir bibliographie, « Cognition incarnée, manipulation et transfert ».

Exemple : TP de mécanique

Dans un TP de mécanique, les étudiants appliquent un protocole sur un banc d'essai. Ils obtiennent les valeurs attendues, remplissent le tableau et concluent rapidement. Pourtant, lorsqu'on leur demande ce que la manipulation leur a appris sur le modèle, beaucoup répondent par une phrase générale. Le TP était matériel, mais pas encore pleinement incarné : l'action n'a pas été suffisamment reliée au raisonnement.

Checklist : un TP est-il cognitivement incarné ?

Question	Oui / Non	Amélioration possible
Les étudiants formulent-ils une hypothèse avant de manipuler ?		Ajouter une question prédictive.
Le protocole laisse-t-il une place à la décision ?		Introduire un choix de mesure ou de méthode.
Les écarts entre modèle et réel sont-ils discutés ?		Prévoir un temps d'interprétation.
Les gestes sont-ils reliés à des concepts ?		Demander une verbalisation après manipulation.
Le transfert vers un autre cas est-il demandé ?		Ajouter une situation voisine.
L'environnement matériel est-il utilisé comme ressource cognitive ?		Faire annoter, schématiser, comparer.

Carte : de la manipulation au transfert

Charte IA de l'INSA Lyon

Ce passage éclaire le principe d'esprit critique : une promesse pédagogique doit rester discutée à partir de preuves, de limites et d'usages observables.

3 - Enseigner à l'ère de l'IA

Métacognition et inhibition : et si l'erreur devenait une trace de raisonnement ?

● Essentiel ● Recommandé

Dans ce chapitre, vous allez :

Comprendre	Repérer	Agir
Pourquoi certaines erreurs révèlent une intuition plausible plutôt qu'un simple manque.	Les réponses trop rapides, les modèles appliqués hors contexte, les vérifications oubliées.	Transformer la correction en activité métacognitive et entraîner l'inhibition.

Essentiel : métacognition et inhibition

En sciences et en ingénierie, certaines erreurs ne viennent pas d'une absence totale de connaissances. Elles viennent d'une réponse intuitive qui semble plausible mais qui n'est pas adaptée à la situation. L'étudiant applique une règle trop vite, reconnaît une forme de problème déjà vue, confond deux modèles, oublie une condition d'application ou lance un calcul avant d'avoir interrogé les hypothèses.

L'inhibition cognitive désigne la capacité à suspendre une réponse spontanée pour engager un raisonnement plus contrôlé. La métacognition permet ensuite de prendre du recul sur sa propre démarche : qu'ai-je supposé ? pourquoi ai-je choisi cette méthode ? à quel moment mon raisonnement a-t-il bifurqué ? quelle vérification aurait pu m'alerter ?

Dans cette perspective, l'erreur n'est pas seulement un écart à sanctionner. Elle devient une trace de raisonnement. Elle révèle un automatisme, une surcharge, une illusion de maîtrise, une difficulté à inhiber ou un manque de stratégie de vérification. La correction peut alors devenir un moment d'apprentissage, à condition de ne pas se limiter à afficher la bonne réponse.

Note

Repère scientifique : voir bibliographie, « Métacognition, erreur et autorégulation ».

Recommandé : mécanique des fluides ou analyse de données

En mécanique des fluides, des étudiants appliquent une intuition issue de la mécanique classique alors que le problème exige de raisonner sur les conditions du modèle. En analyse de données, d'autres lancent un algorithme sans interroger la distribution ou la qualité des données. Dans les deux cas, la difficulté n'est pas seulement technique : elle concerne la capacité à ralentir, à questionner l'évidence et à inhiber une réponse automatique.

Recommandé : routine STOP pour entraîner l'inhibition

Routine de résolution avant calcul

S : Spontané : quelle réponse me vient immédiatement ?

T : Trompeur : pourquoi cette réponse pourrait-elle être piégeuse ?

O : Observables : quels indices du problème dois-je vérifier ?

P : Preuve : quelle justification minimale dois-je produire avant de calculer ?

Carte : analyser une erreur comme trace de raisonnement

Correction commentée

Lors d'une correction, demandez aux étudiants d'écrire : « L'erreur semblait plausible parce que... ». Cette simple phrase transforme la correction en activité métacognitive.

Pause réflexive

Quelle erreur fréquente dans votre discipline mérite d'être conservée, analysée et discutée plutôt que simplement corrigée ?

Micro-synthèse : Ce que les fausses évidences déplacent

Les supports, les TP, les cartes visuelles ou les outils numériques ne sont pas efficaces en eux-mêmes. Ils le deviennent lorsqu'ils obligent l'étudiant à effectuer une opération cognitive identifiable : comparer, expliquer, anticiper, corriger, transférer.

Cette idée prépare le passage à l'IA générative : l'enjeu n'est pas de savoir si l'outil est autorisé ou interdit, mais de vérifier s'il soutient l'activité cognitive ou s'il s'y substitue.

Transition

L'IA amplifie précisément les erreurs intuitives travaillées en 3.1 : elle rend plausible, fluide et rapidement exploitable une réponse que l'étudiant n'a pas toujours ralentie, vérifiée ou reconstruite. La désynchronisation cognitive devient alors le prolongement technologique d'un problème déjà cognitif : produire avant d'avoir contrôlé.

Désynchronisation cognitive : que se passe-t-il quand l'étudiant produit sans avoir appris ?

● Essentiel ● Recommandé

Dans ce chapitre, vous allez :

Comprendre	Repérer	Agir
Le risque de désynchronisation entre production externe et compréhension interne.	Les livrables fluides, corrects ou élégants que l'étudiant ne peut pas expliquer, adapter ou critiquer.	Demander des traces courtes de raisonnement, de comparaison et de transfert.

Essentiel : IA, externalisation cognitive et désynchronisation

L'IA générative transforme profondément les conditions de l'apprentissage, car elle ne se contente pas de donner accès à l'information. Elle peut sélectionner, reformuler, structurer, résumer, corriger, coder, comparer et argumenter. Autrement dit, elle prend en charge des opérations qui étaient auparavant réalisées par l'étudiant lui-même.

Cette externalisation peut être utile. Elle peut soutenir des étudiants allophones, aider à reformuler une explication, générer des exemples, rendre un contenu plus accessible ou servir de miroir critique. Mais elle introduit aussi un risque majeur : la désynchronisation cognitive. L'étudiant peut disposer d'une production externe de qualité : fiche, plan, code, résumé, correction : sans avoir réalisé l'activité cognitive interne correspondante.

Ce risque prolonge des phénomènes déjà observés avec la prise de notes passive, la relecture ou les supports complets. Mais l'IA change l'échelle et l'apparence du problème. Le rendu n'est plus seulement complet : il est fluide, structuré, argumenté, parfois meilleur que ce que l'étudiant aurait produit seul. L'illusion de maîtrise devient donc plus difficile à repérer.

Note

Pour aller plus loin : voir bibliographie, « IA, apprentissage et enseignement supérieur ».

Situation ESR

Un étudiant rend un code fonctionnel généré avec l'aide d'une IA. Le programme passe les tests de base. Mais en soutenance, l'étudiant ne sait pas expliquer pourquoi une boucle a été remplacée par une compréhension de liste, ni comment adapter le programme à un nouveau jeu de données. Le livrable est correct, mais la compétence reste incertaine.

Recommandé : production externe / compréhension interne

	Compréhension interne faible	Compréhension interne forte
Production externe faible	Difficulté visible : besoin d'accompagnement.	Idee comprise mais trace maladroite : besoin d'aide à la formalisation.

	Compréhension interne faible	Compréhension interne forte
Production externe forte	Zone à risque : <u>Désynchronisation cognitive,</u> IA ou copie possible.	Apprentissage robuste : l'étudiant peut expliquer, transférer, critiquer.

Carte : décider quand et comment autoriser l'IA

Outil : trois traces à demander lorsque l'IA est autorisée

Trace demandée	Fonction pédagogique	Exemple de consigne	Coût indicatif
Première hypothèse personnelle	Vérifier l'engagement avant IA	« Expliquez ce que vous pensiez faire avant d'interroger l'IA. »	Faible
Comparaison critique	Travailler la <u>métacognition</u>	« Identifiez ce que l'IA améliore, simplifie ou oublie. »	Moyen
Transfert à un cas voisin	Vérifier l'apprentissage réel	« Adaptez la solution à une situation légèrement différente. »	Moyen

Point de vigilance

Le risque principal n'est pas seulement la fraude. Il est que l'étudiant confonde **accès à une production de qualité** et **construction d'une compétence**.

Approfondissement : qu'est-ce qu'une preuve d'apprentissage ?

Une production réussie n'est pas nécessairement une preuve robuste d'apprentissage. Elle devient plus probante lorsqu'elle permet d'observer un raisonnement, un choix, une justification, une erreur corrigée ou un transfert.

L'objectif n'est pas d'augmenter la quantité de traces, mais d'améliorer leur **valeur inférentielle** : une trace courte mais bien choisie peut mieux renseigner sur l'apprentissage qu'un long dossier final.

Trace visible	Ce qu'elle prouve faiblement	Ce qu'elle prouve mieux si...
Fiche de synthèse	L'étudiant a accès au contenu ou à une reformulation correcte.	L'étudiant explique ses choix, hiérarchise les idées et justifie ce qu'il a écarté.
Code fonctionnel	Le résultat attendu est atteint.	L'étudiant adapte le code à un cas voisin, explique une erreur ou anticipe une limite.
Réponse IA critiquée	L'étudiant a utilisé l'outil et repéré des éléments visibles.	L'étudiant identifie les hypothèses, les angles morts, les sources manquantes et les risques d'erreur.
Erreur commentée	L'étudiant a tenté une résolution.	L'étudiant explicite le raisonnement plausible qui a conduit à l'erreur et propose une stratégie de correction.

Trace visible	Ce qu'elle prouve faiblement	Ce qu'elle prouve mieux si...
Explication orale courte	L'étudiant peut restituer un résultat.	L'étudiant reformule sans support, répond à une objection et relie la notion à une situation nouvelle.
Transfert à un cas voisin	L'étudiant reconnaît une similarité de surface.	L'étudiant explique ce qui change, ce qui reste invariant et pourquoi la méthode reste valable ou non.

Cette grille ne vise pas à multiplier les tâches d'évaluation, mais à mieux choisir les traces demandées. À l'ère de l'IA, la robustesse cognitive se repère moins dans la propreté d'un produit final que dans la capacité à expliquer, adapter, critiquer et transférer.

Pédagogie explicite : comment rendre l'apprentissage visible, guidé et vérifiable ?

● Recommandé

Dans ce chapitre, vous allez :

Comprendre	Repérer	Agir
Pourquoi expliciter les opérations attendues réduit les implicites sans diminuer l'exigence.	Les tâches où les étudiants doivent deviner seuls quoi faire mentalement.	Choisir quelques traces à forte valeur inférentielle et les intégrer sans alourdir le cours.

Essentiel : pédagogie explicite et inclusive

Une partie importante des difficultés étudiantes vient de l'implicite. Les enseignants attendent que les étudiants sachent prendre des notes, organiser leur travail, retravailler après le cours, utiliser les supports, identifier leurs erreurs, poser de bonnes questions à l'IA ou vérifier une réponse. Or ces compétences sont inégalement distribuées. Les laisser dans l'implicite renforce les écarts entre étudiants.

Une pédagogie explicite ne signifie pas simplifier les exigences. Elle consiste à rendre visibles les opérations attendues : comment sélectionner une information, comment construire une fiche, comment utiliser une IA sans déléguer le raisonnement, comment vérifier une réponse, comment préparer une évaluation, comment apprendre d'une erreur. Dans une perspective inclusive, ces explicitations bénéficient à tous, pas seulement aux étudiants identifiés comme en difficulté.

Recommandé : 8 repères pour enseigner à l'ère de l'IA

Charge cognitive

Question enseignante : Les étudiants peuvent-ils traiter ce que je présente ?

Geste pédagogique : Chunking, pauses, supports hiérarchisés.

Consolidation

Question enseignante : Quand vont-ils réactiver ?

Geste pédagogique : Quiz courts, rappel actif, espacement.

Prise de notes

Question enseignante : Savent-ils quoi noter et pourquoi ?

Geste pédagogique : Squelettes de cours, consignes, exemples.

Effet verbatim

Question enseignante : Copient-ils ou transforment-ils ?

Geste pédagogique : Reformulation, méthode Cornell, mots-clés.

Neuromythes

Question enseignante : Est-ce une preuve ou une croyance ?

Geste pédagogique : Vérification des sources, prudence sur les prescriptions.

Cognition incarnée

Question enseignante : Que permet la manipulation ?

Geste pédagogique : Hypothèse, mesure, verbalisation, transfert.

Inhibition

Question enseignante : Quelle intuition faut-il ralentir ?

Geste pédagogique : Questions pièges, routine STOP, think-aloud.

IA

Question enseignante : Que remplace ou soutient l'outil ?

Geste pédagogique : Trace de raisonnement, critique, cas voisin.

Recommandé : transformer une séance sans perdre l'exigence

Avant	Après
Cours dense + prise de notes libre	Cours découpé + pauses cognitives.
Support complet distribué seul	Support guidé + activité de retraitement.
IA autorisée sans consigne	IA utilisée pour comparer, critiquer, transférer.
Correction centrée sur la bonne réponse	Correction centrée sur l'erreur et la démarche.
TP protocolaire	TP avec hypothèse, mesure, verbalisation.
Évaluation du livrable final	Évaluation du raisonnement, du transfert et de la justification.

Carte : concevoir une séquence plus explicite

À expérimenter

Pour une prochaine séance, choisissez un seul levier : une pause cognitive, une consigne anti-verbatim, une trace d'usage de l'IA, une question piège, une verbalisation d'erreur ou un transfert à un cas voisin. L'objectif est de transformer progressivement les pratiques sans alourdir

l'ensemble du cours.

Ce que la neuro-éducation ne peut pas promettre

● Approfondissement

Dans ce chapitre, vous allez :

Comprendre	Repérer	Agir
Les limites de la neuro-éducation comme cadre d'aide à la décision.	Les promesses trop générales, les prescriptions universelles et les oublis du contexte.	Mettre la neuro-éducation en dialogue avec la didactique, l'évaluation, l'éthique et les conditions réelles d'enseignement.

Approfondissement : limites et controverses

La neuro-éducation ne peut pas promettre une méthode universelle d'enseignement. Elle ne peut pas garantir qu'une pratique fonctionnera dans tous les contextes. Elle ne peut pas réduire l'apprentissage à des mécanismes cérébraux isolés. Elle ne peut pas non plus résoudre seule les difficultés structurelles de l'enseignement supérieur : massification, hétérogénéité des publics, contraintes de temps, pression évaluative, équipements inégaux, injonctions à l'innovation.

Elle permet en revanche de mieux identifier certaines contraintes : Mémoire de travail limitée, rôle du rappel actif, importance de l'erreur, effets de la surcharge, illusion de maîtrise, nécessité de consolidation. Elle oblige aussi à poser des questions plus exigeantes : que valorise réellement l'évaluation ? que rend-on visible dans le travail étudiant ? que délègue-t-on à l'IA ? comment distingue-t-on performance, progression et robustesse cognitive ?

Approfondissement : permet / ne permet pas / oblige à discuter

La <u>neuro-éducation</u> permet de...	Elle ne permet pas de...	Elle oblige à discuter...
Identifier certaines contraintes cognitives.	Prescrire une méthode universelle.	La transposition laboratoire-classe.
Comprendre certaines erreurs.	Réduire l'étudiant à son cerveau.	Le rôle des émotions et du contexte social.
Concevoir des supports plus soutenant.	Garantir l'apprentissage.	Les preuves réelles d'apprentissage.
Interroger l'usage de l'IA.	Autoriser ou interdire mécaniquement.	La place du jugement enseignant.
Penser la <u>consolidation</u> .	Remplacer la didactique disciplinaire.	La valeur de l'effort, du transfert et de la progression.

Carte : La neuro-éducation en dialogue

Domaine mobilisé	Ce qu'il permet d'éclairer	Question pédagogique à se poser
Neurosciences cognitives	Attention, <u>mémoire de travail</u> , inhibition, <u>consolidation</u> .	La séance respecte-t-elle les limites de traitement des étudiants ?
Psychologie cognitive	Apprentissage, <u>métacognition</u> , <u>rappel actif</u> , <u>illusion de maîtrise</u> .	Les étudiants traitent-ils réellement l'information ou pensent-ils seulement l'avoir comprise ?
Sciences de l'éducation	Scénarios pédagogiques, explicitation, accompagnement, évaluation.	Les attendus, critères et stratégies sont-ils explicités ?
Didactique disciplinaire	Obstacles propres aux savoirs enseignés, raisonnements typiques, erreurs fréquentes.	Qu'est-ce qui est difficile dans cette notion, spécifiquement dans ma discipline ?
Sociologie de l'ESR	Inégalités de codes, conditions d'étude, rapport à l'évaluation, implicites institutionnels.	Tous les étudiants disposent-ils réellement des mêmes ressources pour réussir la tâche ?
Ergonomie des environnements	Supports, espaces, interfaces, rythme, charge matérielle et attentionnelle.	L'environnement facilite-t-il le traitement ou ajoute-t-il une surcharge inutile ?
Éthique de l'IA	Transparence, responsabilité, explicabilité, équité, dépendance aux outils.	L'usage de l'IA est-il explicite, justifiable et compatible avec les objectifs de formation ?

Controverses à garder ouvertes

IA et apprentissage

L'IA peut-elle devenir un outil de consolidation, ou risque-t-elle de renforcer l'illusion de maîtrise ? La réponse dépend moins de l'outil que du scénario pédagogique : moment d'usage, consigne, trace demandée, vérification, transfert.

Évaluation et robustesse cognitive

L'enseignement supérieur valorise souvent le livrable final, la réponse correcte ou la performance rapide. Or la robustesse cognitive suppose d'observer aussi la démarche, l'erreur, la justification, la progression et la capacité de transfert.

Égalité de traitement et équité d'apprentissage

Donner le même cours, les mêmes supports et les mêmes consignes à tous ne garantit pas que tous disposent des mêmes conditions d'apprentissage. Certains étudiants compensent par un effort invisible considérable. D'autres savent déjà utiliser les codes implicites de l'institution. Une pédagogie explicite peut réduire ces écarts sans diminuer l'exigence.

Principe associé Ce passage éclaire le principe de transparence : lorsque l'IA intervient, les démarches, erreurs, justifications et preuves d'apprentissage doivent rester visibles.

Ce que ce chapitre met en évidence

Un résultat correct ou bien présenté ne garantit pas que l'étudiant ait réalisé les opérations cognitives nécessaires à l'apprentissage.

Ce que la Charte demande de préserver

En formation, l'IAG doit être conçue comme un **appui à l'apprentissage et non comme un substitut**. Elle ne doit pas remplacer l'acquisition personnelle des connaissances et des compétences, et les modalités d'évaluation doivent permettre d'apprécier les compétences de l'étudiant.

Traduction pédagogique

Avant d'autoriser une délégation à l'IA, identifier ce que l'étudiant doit encore **récupérer, reformuler, expliquer, vérifier ou transférer lui-même**.

Repères : Charte IA INSA Lyon, §4.1 à 4.3.

Étude de cas : transformer un cours d'algorithmique

● Recommandé

Dans ce chapitre, vous allez :

Comprendre	Repérer	Agir
Comment les notions du chapitre se combinent dans un scénario réel.	Les points de fragilité d'un cours dense avec notes propres, IA et faible transfert.	Transformer progressivement la séance par des micro-ajustements ciblés.

Situation initiale

Dans un cours d'algorithmique, l'enseignante constate que les étudiants prennent beaucoup de notes et produisent des fiches de révision très propres. Plusieurs utilisent une IA pour résumer les séances et générer des exemples de code. Pourtant, en TD, ils peinent à expliquer pourquoi une structure de données est plus adaptée qu'une autre. Certains savent reproduire un exemple, mais échouent dès que le problème change légèrement.

Diagnostic

La difficulté ne relève pas uniquement d'un manque de travail. Plusieurs phénomènes se superposent : surcharge cognitive pendant le cours, prise de notes verbatim, externalisation de la synthèse vers l'IA, illusion de maîtrise liée aux fiches propres, manque de rappel actif et faible entraînement au transfert.

Transformation proposée

Avant le cours

Transformation : Mini-question de prérequis sur Moodle

Fonction cognitive : Réactivation.

Coût indicatif : Faible

Début du cours

Transformation : Carte de compréhension des notions du jour

Fonction cognitive : Orientation cognitive.

Coût indicatif : Faible

Pendant le cours

Transformation : Squelette de notes avec zones à compléter

Fonction cognitive : Réduction de la charge.

Coût indicatif : Moyen au départ

Toutes les 20 minutes

Transformation : Pause de reformulation

Fonction cognitive : Encodage.

Coût indicatif : Faible

Après un exemple de code

Transformation : Question « Pourquoi cette solution et pas une autre ? »

Fonction cognitive : Métacognition.

Coût indicatif : Faible

Usage IA

Transformation : Résumé IA à critiquer

Fonction cognitive : Détection des simplifications.

Coût indicatif : Moyen

TD suivant

Transformation : Problème voisin sans IA

Fonction cognitive : Transfert.

Coût indicatif : Moyen

Évaluation

Transformation : Explication orale courte d'un choix algorithmique

Fonction cognitive : Vérification de l'internalisation.

Coût indicatif : Moyen

Carte : transformer un cours dense en parcours vérifiable

Analyse commentée

La transformation ne consiste pas à supprimer l'IA ni à surcharger l'évaluation. Elle consiste à replacer l'IA dans une chaîne pédagogique où l'étudiant doit d'abord formuler, puis comparer, expliquer et transférer.

Fiche action : ce que je peux faire dès demain

● Recommandé

Trois transformations simples à tester dès demain

Micro-transformation	Ce que cela rend visible	Coût indicatif
Ajouter une pause cognitive de deux minutes dans une séance dense.	Ce qui est compris, flou ou à questionner.	Faible
Demander une trace de raisonnement avant ou après usage de l'IA.	L'hypothèse initiale, la comparaison critique ou l'adaptation.	Faible à moyen
Transformer une erreur fréquente en question métacognitive.	Le raisonnement plausible qui a conduit à l'erreur.	Faible

Principe de sobriété pédagogique : commencer par un seul changement, observer ce qu'il rend visible, puis décider s'il mérite d'être stabilisé dans le scénario.

Auto-positionnement final

Revenir à ses pratiques

Choisissez un cours, un TD, un TP, un projet ou une évaluation. Répondez aux questions suivantes.

1. Est-ce que je vérifie qu'une fiche claire déclenche un traitement actif, et pas seulement une impression d'apprentissage ?

Position actuelle : 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

Piste d'action : _____

2. Est-ce que j'enseigne explicitement la prise de notes comme compétence de tri, d'encodage et de reprise ?

Position actuelle : 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

Piste d'action : _____

3. Est-ce que j'encadre l'ordinateur comme outil de stockage et de production, au-delà du seul risque de distraction ?

Position actuelle : 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

Piste d'action : _____

4. Est-ce que l'IA soutient le travail de compréhension au lieu de le remplacer ?

Position actuelle : 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

Piste d'action : _____

5. Est-ce que j'analyse les erreurs comme traces de raisonnement, et pas seulement comme manques de connaissances ?

Position actuelle : 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

Piste d'action : _____

6. Est-ce que mes TP obligent à formuler une hypothèse, interpréter et transférer, plutôt qu'à seulement manipuler ?

Position actuelle : 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

Piste d'action : _____

7. Est-ce que j'utilise les neurosciences comme repères critiques, sans les Transformer en recettes pédagogiques ?

Position actuelle : 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

Piste d'action : _____

8. Est-ce que j'évite les profils d'apprentissage fixes et les neuromythes associés ?

Position actuelle : 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

Piste d'action : _____

9. Est-ce que je demande autre chose qu'une production propre pour inférer la compréhension ?

Position actuelle : 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

Piste d'action : _____

10. Est-ce que je distingue égalité de traitement et équité réelle d'apprentissage dans mes consignes ?

Position actuelle : 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

Piste d'action : _____

Boucler avec l'auto-test initial

Reprenez maintenant trois affirmations de l'auto-test initial. Pour chacune, indiquez si votre réponse a changé, pourquoi, et quelle conséquence cela pourrait avoir sur votre manière de concevoir un cours.

Conclusion

À l'ère de l'IA, l'enjeu de l'enseignement supérieur n'est plus seulement de rendre les contenus accessibles. Il est de concevoir des situations qui rendent l'apprentissage réel, visible et vérifiable. La neuro-éducation aide à penser cet enjeu à condition d'être mobilisée avec discernement : elle éclaire les contraintes de l'attention, de la mémoire, de la consolidation, de l'erreur ou de l'engagement cognitif, mais elle ne remplace ni la didactique, ni l'analyse des contextes, ni le jugement professionnel de l'enseignant.

Dans une école d'ingénieurs, cette réflexion prend une portée particulière. Former des ingénieurs ne consiste pas seulement à leur faire produire des réponses correctes, des codes fonctionnels ou des rapports bien structurés. Il s'agit de développer leur capacité à comprendre, vérifier, expliquer, transférer, résister aux intuitions trompeuses, apprendre de leurs erreurs et utiliser les outils numériques avec lucidité. Le véritable défi n'est donc pas d'empêcher les étudiants d'utiliser l'IA, mais de leur apprendre à ne pas confondre production assistée et compétence construite.

Ce qu'il faut retenir

1. Une trace claire ne prouve pas un apprentissage réel.
2. La prise de notes et l'usage de l'IA doivent être explicitement enseignés.
3. La neuro-éducation éclaire les pratiques, mais ne les prescrit pas mécaniquement.
4. L'erreur, la reformulation, le rappel actif et le transfert rendent l'apprentissage visible.
5. La robustesse cognitive devient un objectif majeur de formation à l'ère de l'IA.

Glossaire complet du chapitre

Ce glossaire rassemble l'ensemble des notions effectivement mobilisées dans le chapitre, avec leur définition courte et la question pédagogique associée.

Apprentissage construit

Définition courte : Transformation progressive d'une information en savoir mobilisable, explicable et transférable.

Question pédagogique associée : L'étudiant peut-il réutiliser ce savoir dans une situation nouvelle ?

Disponibilité du contenu

Définition courte : Accès matériel ou numérique à une information : support, fiche, correction, réponse IA, vidéo, code.

Question pédagogique associée : L'accès au contenu a-t-il donné lieu à un traitement actif ?

Production visible

Définition courte : Trace observable produite par l'étudiant : note, devoir, code, synthèse, schéma, exposé.

Question pédagogique associée : Cette trace renseigne-t-elle réellement sur le raisonnement construit ?

Preuve d'apprentissage

Définition courte : Indice permettant d'inférer qu'un apprentissage a eu lieu : justification, transfert, explication, correction d'erreur, comparaison.

Question pédagogique associée : Que prouve la production, et que ne prouve-t-elle pas encore ?

Activité pédagogique

Définition courte : Ce que l'enseignant demande, organise ou prescrit.

Question pédagogique associée : La consigne suffit-elle à provoquer l'activité mentale attendue ?

Activité cognitive

Définition courte : Ce que l'étudiant fait mentalement : sélectionner, comparer, inhiber, reformuler, justifier, transférer.

Question pédagogique associée : Quelle opération cognitive est réellement sollicitée ?

Engagement cognitif

Définition courte : Degré d'implication mentale dans une tâche d'apprentissage.

Question pédagogique associée : L'étudiant traite-t-il le contenu ou se contente-t-il de le traverser ?

Mémoire de travail

Définition courte : Système limité qui maintient et manipule temporairement les informations nécessaires à une tâche.

Question pédagogique associée : La tâche surcharge-t-elle inutilement l'étudiant ?

Charge cognitive

Définition courte : Effort mental imposé par une situation d'apprentissage.

Question pédagogique associée : La difficulté vient-elle du concept à apprendre ou de la manière dont la tâche est présentée ?

Consolidation

Définition courte : Stabilisation progressive des apprentissages dans le temps, grâce à la reprise, l'espacement et la mobilisation.

Question pédagogique associée : Le cours prévoit-il des occasions de réactivation ?

Effet verbatim

Définition courte : Tendance à recopier ou conserver la forme d'un contenu sans traitement personnel suffisant.

Question pédagogique associée : La prise de notes transforme-t-elle le contenu ou le duplique-t-elle ?

Métacognition

Définition courte : Capacité à se représenter, surveiller et réguler sa propre compréhension.

Question pédagogique associée : L'étudiant sait-il dire ce qu'il comprend, ce qu'il ne comprend pas et pourquoi ?

Inhibition cognitive

Définition courte : Capacité à suspendre une réponse intuitive mais inadéquate.

Question pédagogique associée : La tâche aide-t-elle à résister aux réponses trop rapides ?

Erreur féconde

Définition courte : Erreur utilisée comme trace de raisonnement à analyser, plutôt que comme simple échec.

Question pédagogique associée : L'erreur permet-elle de comprendre l'obstacle rencontré ?

Cognition incarnée

Définition courte : Idée selon laquelle l'apprentissage engage aussi le corps, l'action, l'espace et les interactions.

Question pédagogique associée : Le dispositif soutient-il l'attention, l'action et la manipulation signifiante ?

Neuromythe

Définition courte : Croyance pédagogique simplifiée ou fausement appuyée sur les neurosciences.

Question pédagogique associée : L'argument scientifique est-il suffisamment étayé ?

Robustesse cognitive

Définition courte : Capacité à expliquer, critiquer, adapter et transférer un savoir au-delà du cas travaillé.

Question pédagogique associée : L'étudiant peut-il tenir son raisonnement quand le contexte change ?

Pédagogie explicite

Définition courte : Démarche qui rend visibles les objectifs, les critères, les stratégies, les erreurs attendues et les attendus de raisonnement.

Question pédagogique associée : Les étudiants savent-ils ce qu'ils doivent apprendre à faire mentalement ?

Bibliographie indicative

Mémoire, charge cognitive et consolidation

- **Baddeley, A. D. (1996).** Exploring the central executive. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49A(1), 5-28.
- **Baddeley, A. D. (2000).** The episodic buffer : A new component of working memory ? *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417-423.
- **Cepeda, N. J., Pashler, H., Vul, E., Wixted, J. T., & Rohrer, D. (2006).** Distributed practice in verbal recall tasks : A review and quantitative synthesis. *Psychological Bulletin*, 132(3), 354-380.

Prise de notes et apprentissage

- **Beveridge, L., & Scott, G. G. (2025).** AI for good in HE ? Leveraging AI and GenAI for note-taking. *Journal of Inclusive Practice in Further and Higher Education*.
- **Mueller, P. A., & Oppenheimer, D. M. (2014).** The pen is mightier than the keyboard : Advantages of longhand over laptop note taking. *Psychological Science*, 25(6), 1159-1168.
- **Piolat, A., Olive, T., & Kellogg, R. T. (2005).** Cognitive effort during note taking. *Applied Cognitive Psychology*, 19(3), 291-312.

Neuromythes et neuro-éducation

- **Changeux, J.-P. (2002).** *L'homme neuronal*. Fayard.
- **Dehaene, S. (2018).** *Apprendre ! Les talents du cerveau, le défi des machines*. Odile Jacob.
- **OCDE. (2002).** *Comprendre le cerveau : Vers une nouvelle science de l'apprentissage*. Éditions de l'OCDE.
- **Torrijos-Muelas, M., González-Villora, S., & Bodoque-Osma, A. R. (2021).** The persistence of neuromyths in educational settings : A systematic review. *Frontiers in Psychology*, 11, 591923.

Métacognition, erreur et autorégulation

- **Houdé, O. (2014).** *Apprendre à résister*. Le Pommier.
- **Karlen, Y., Hirt, C. N., Jud, J., Rosenthal, A., & Eberli, T. D. (2023).** Teachers as learners and agents of self-regulated learning. *Teaching and Teacher Education*, 125, 104055.
- **Zimmerman, B. J. (2002).** Becoming a self-regulated learner : An overview. *Theory Into Practice*, 41(2), 64-70.

Cognition incarnée, manipulation et transfert

- **Varela, F., Thompson, E., & Rosch, E. (1991).** *The Embodied Mind : Cognitive Science and Human Experience*. MIT Press.
- **Barsalou, L. W. (2008).** Grounded cognition. *Annual Review of Psychology*, 59, 617-645.

- Kasneci, E., Sessler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., Gasser, U., Groh, G., Günnemann, S., Hüllermeier, E., Krusche, S., Kutyniok, G., Michaeli, T., Nerdel, C., Pfeffer, J., Poquet, O., Sailer, M., Schmidt, A., Seidel, T., Stadler, M., Weller, J., Kuhn, J., & Kasneci, G. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning and Individual Differences*, 103, 102274.
- Yan, L., Sha, L., Zhao, L., Li, Y., Martinez-Maldonado, R., Chen, G., Li, X., Jin, Y., & Gašević, D. (2024). Practical and ethical challenges of large language models in education : A systematic scoping review. *British Journal of Educational Technology*, 55(1), 90-112.

Chapitre 2 : Pourquoi l'IA semble comprendre ?

Opacité, fluidité générative, anthropomorphisme et dette cognitive

Pourquoi les IA génératives donnent-elles l'impression de comprendre, et comment concevoir des situations d'enseignement qui empêchent de confondre réponse plausible, performance visible et apprentissage réel ?

Ce chapitre prolonge le chapitre 1 en vous aidant à :

- Passer de la question “*comment apprend-on ?*” à la question “*qu'est-ce qui donne l'illusion d'avoir compris ?*” ;
- Relier mémoire de travail, effort cognitif, prise de notes et externalisation à l'usage des IA génératives ;
- Comprendre pourquoi la fluidité d'une réponse peut désarmer la vigilance critique ;
- Distinguer fonctionnement statistique, raisonnement apparent et compréhension humaine ;
- Repérer les risques de dette cognitive et de dette épistémique ;
- Transformer les évaluations pour rendre visibles le raisonnement, la justification, la correction et le transfert.

Repères essentiels

Ces sept notions permettent d’entrer dans le chapitre sans interrompre la progression. Le glossaire complet est proposé après la conclusion.

Notion	Définition courte	Question pédagogique associée
<u>Anthropomorphisme</u>	Attribution à l’IA de propriétés humaines : comprendre, vouloir, penser, apprendre comme un humain.	Le vocabulaire utilisé brouille-t-il la différence entre machine et cognition humaine ?
<u>Boîte de verre</u>	Évaluation qui rend visibles produit, processus, propos et transfert.	Le raisonnement devient-il observable ?
<u>Boîte noire</u>	Évaluation centrée sur le produit final, sans accès au processus.	Que peut-on réellement inférer du livrable ?
<u>Chain-of-Thought</u>	Texte où un modèle affiche des étapes de raisonnement, sans garantie qu’elles reflètent le processus réellement effectué.	Ces étapes sont-elles une preuve de raisonnement ou une rationalisation post-hoc ?
<u>Clever Hans</u>	Effet par lequel un système semble raisonner alors qu’il réagit à des indices de surface.	L’IA réussit-elle pour les bonnes raisons ?
<u>Deep Learning</u>	Famille de modèles qui apprennent des représentations distribuées et hiérarchiques dans des espaces latents.	Le modèle fonctionne-t-il sans que son cheminement soit explicable ?
<u>Dette cognitive / dette épistémique</u>	Concepts définis dans l’atlas du chapitre 1 ; ils sont utilisés ici pour analyser les effets propres des IA génératives.	Le gain de production masque-t-il une perte de raisonnement, de sources ou de critères ?

Introduction

Le chapitre 1 a posé une distinction centrale :

- accéder à une information ne suffit pas ;
- produire une trace visible ne suffit pas ;
- comprendre suppose de justifier, corriger, transférer et superviser.

Le chapitre 2 applique ce repère à l'IA générative.

Ce que l'IA amplifie :

- une production fluide peut masquer un raisonnement absent ;
- une explication plausible peut donner une illusion de compréhension ;
- un devoir propre peut devenir une preuve fragile ;
- une erreur peut être formulée avec assurance.

Centre de gravité du chapitre : comprendre pourquoi l'IA semble comprendre, puis transformer cette analyse en critères pédagogiques observables.

Le parcours en trois mouvements

Mouvement	Intention pédagogique
1 - Opacité et fluidité générative	Comprendre pourquoi la performance étudiante devient opaque face aux modèles d'apprentissage profond.
2 - Effet <u>Clever Hans</u> et anthropomorphisme	Comprendre comment l'IA brouille les repères du raisonnement et de la compréhension.
3 - dette cognitive et externalisation	Identifier ce qui reste à apprendre quand on peut produire des résultats justes sans comprendre.

Activité : Auto-test de sensibilisation

Avant de lire : vos représentations de l'IA

Pour chaque affirmation, répondez spontanément : **plutôt vrai, plutôt faux, cela dépend, je ne sais pas.**

N°	Affirmation diagnostique	Votre réponse
1	Une IA qui explique clairement a probablement compris le sujet.	
2	Une chaîne de pensée détaillée est une preuve de raisonnement.	
3	Un devoir bien structuré atteste au moins d'une compréhension minimale.	
4	Le risque principal de l'IA est de produire des erreurs factuelles.	
5	L'IA peut aider les étudiants à apprendre si elle leur fait gagner du temps.	
6	La personnalisation par IA permet naturellement de mieux respecter les profils d'apprentissage.	
7	Un étudiant qui corrige une réponse IA apprend davantage qu'un étudiant qui l'utilise directement.	
8	Une production IA doit être évaluée surtout sur sa qualité finale.	
9	L'oral devient plus important pour vérifier la compréhension.	
10	La compétence centrale est de savoir superviser l'IA plutôt que seulement l'utiliser.	

À reprendre en fin de chapitre : quelles affirmations vous semblent désormais trop simples ? Pourquoi ?

1 - Opacité et fluidité générative : pourquoi la performance étudiante devient-elle opaque face aux modèles d'apprentissage profond ?

● Essentiel ● Approfondissement

Dans ce chapitre, vous allez :

Comprendre	Repérer	Agir
Pourquoi l'IA est passée d'un raisonnement explicite à une performance statistique opaque.	Les situations où un résultat correct ne permet plus d'inférer un raisonnement transparent.	Faire expliciter aux étudiants ce qui relève du résultat, de la méthode et de la justification.

Situation ESR

En algorithmique, un étudiant obtient un code fonctionnel grâce à une IA. Le programme tourne, le résultat est conforme, le rapport est clair. Mais lorsque l'enseignant demande d'expliquer la logique de la boucle ou d'adapter le code à une contrainte légèrement différente, l'étudiant hésite. La performance existe, mais la compréhension reste incertaine.

De l'explicabilité symbolique à l'opacité statistique

Le déplacement historique est simple à retenir : on passe de règles explicites à des régularités apprises.

Moment	Logique dominante	Effet pédagogique
IA symbolique	Règles formalisées.	Le raisonnement paraît retraçable.
Machine Learning	Régularités apprises dans les données.	La performance devient moins lisible.
Deep Learning	Représentations distribuées et latentes.	Le résultat peut être juste sans chemin transparent.

Pour l'enseignant, le point critique n'est donc pas seulement l'exactitude du résultat. C'est la possibilité d'inférer un raisonnement étudiant à partir d'un produit final.

Les modèles génératifs : cohérence textuelle et illusion de compréhension

Les modèles génératifs produisent des textes fluides, structurés et souvent convaincants. Cette qualité active chez le lecteur des indices habituellement associés à la compréhension.

Indice visible	Inférence tentante	Vérification nécessaire
Ton assuré.	Le concept est compris.	Faire expliquer sans reprendre le texte.
Plan cohérent.	Le raisonnement est maîtrisé.	Demander les critères de choix.
Vocabulaire expert.	L'expertise est construite.	Faire transférer à un cas voisin.

Le chapitre 2 prolonge donc le chapitre 1 : une production visible ne suffit pas. Avec l'IA, elle devient même plus difficile à interpréter.

Note

Repère scientifique : voir bibliographie, « Fonctionnement des modèles, opacité et illusion de compréhension ».

Essentiel : résultat correct $\neq$ raisonnement transparent

Ce que l'on observe	Ce que l'on ne peut pas encore conclure
Le texte est fluide.	L'étudiant ou l'IA comprend le concept.
Le code fonctionne.	La logique algorithmique est maîtrisée.
La démonstration semble cohérente.	Le cheminement est valide.
Le plan est structuré.	Les critères de hiérarchisation sont compris.
Le vocabulaire est expert.	L'expertise est réellement construite.

Point de vigilance : la qualité formelle du résultat devient un indice de plus en plus faible si elle n'est pas accompagnée d'une demande d'explicitation.

Carte : évolution de l'IA et déplacement pédagogique

Cette évolution ne signifie pas que les systèmes d'IA « raisonnent » de moins en moins. Elle montre surtout que, pour l'utilisateur, **le chemin qui conduit au résultat devient de moins en moins accessible**, tandis que la qualité apparente du résultat augmente.

Avec l'IA générative, le déplacement pédagogique devient donc majeur : il ne suffit plus d'évaluer ce qui est produit. Il faut aussi rendre visibles **la démarche, les choix, les vérifications et le raisonnement de l'étudiant**.

Approfondissement : chain-of-thought et raisonnement latent

Les chaînes de pensée textuelles donnent l'impression que le raisonnement du modèle devient visible. Pourtant, les ressources mobilisées soulignent que ces traces peuvent être des rationalisations post-hoc plutôt qu'une représentation fidèle des mécanismes internes. Cette prudence est importante pédagogiquement : demander à une IA de détailler ses étapes ne suffit pas à garantir que ces étapes correspondent au processus réel ayant produit la réponse.

Les recherches sur le raisonnement latent, les dynamiques internes des modèles et les world models rappellent que le débat scientifique reste ouvert. Il ne s'agit donc pas d'affirmer que les modèles ne font "que" répéter, ni de leur attribuer une compréhension humaine. L'enjeu pédagogique est plus précis : ne pas confondre un texte explicatif avec une preuve de compréhension.

Note

Pour aller plus loin : voir bibliographie, « Fonctionnement des modèles, opacité et illusion de compréhension ».

Charte IA de l'INSA Lyon

Ce passage éclaire le principe de transparence : un résultat correct ne suffit pas si le raisonnement, les sources et les limites restent invisibles.

Transition

Après l'opacité technique, le problème devient interprétatif : pourquoi attribuons-nous si vite de la compréhension à une sortie fluide ?

2 - Effet Clever Hans et anthropomorphisme : comment l'IA brouille-t-elle les repères du raisonnement et de la compréhension ?

● Essentiel ● Recommandé ● Approfondissement

Dans ce chapitre, vous allez :

Comprendre	Repérer	Agir
Comment la performance peut masquer une fracture du raisonnement.	Les indices de <u>Clever Hans</u> , d'illusion de fluidité et d'anthropomorphisme.	Concevoir des tâches qui obligent à tester le cheminement plutôt que le résultat seul.

Situation ESR

En thermodynamique, une IA produit une démonstration étape par étape. Le texte semble cohérent et convaincant. Mais une hypothèse physique est absurde. Si les étudiants ne disposent pas des critères conceptuels pour repérer l'erreur, la fluidité du texte peut renforcer une fausse compréhension au lieu de la corriger.

Note

Repère scientifique : voir bibliographie, « Anthropomorphisme, misconceptions et neuromythes ».

Carte : Clever Hans, illusion de raisonnement et anthropomorphisme

Illusion	Indice trompeur	Test pédagogique
<u>Clever Hans</u>	La réponse réussit grâce à des indices de surface.	Modifier la forme, le symbole ou le contexte.
<u>Illusion de raisonnement</u>	Le résultat final fait écran au processus.	Demander le point de rupture et une justification.
<u>Anthropomorphisme</u>	Le vocabulaire donne l'impression que l'IA comprend.	Reformuler en termes d'opérations : prédire, associer, générer, vérifier.

Essentiel : quatre confusions à éviter

Confusion	Pourquoi elle est problématique	Formulation plus rigoureuse
Fluidité = vérité	Un texte bien écrit peut être faux ou incomplet.	La fluidité doit être vérifiée.
Chaîne de pensée = raisonnement réel	Les étapes affichées peuvent être une rationalisation.	Le cheminement doit être testé.
Réponse correcte = compréhension	Le résultat peut masquer une démarche fragile.	La compréhension se vérifie par justification et transfert.
Personnalisation IA = pédagogie adaptée	L'adaptation automatique peut réactiver des neuromythes.	L'adaptation doit reposer sur des besoins observables et des objectifs explicites.

Carte : de la fluidité à l'illusion de compétence

Recommandé : activité “trouver le point de rupture”

Activité pédagogique

Fournissez aux étudiants une réponse IA apparemment solide, mais contenant une erreur conceptuelle, une hypothèse absurde, une généralisation abusive ou un raisonnement incomplet. Demandez-leur de répondre à quatre questions :

Question	Intention cognitive
Où le texte paraît-il crédible ?	Identifier les indices de fluidité.
Où le raisonnement commence-t-il à se fragiliser ?	Localiser le point de rupture.
Quelle connaissance disciplinaire permet de le voir ?	Réactiver les concepts.
Comment corriger sans simplement remplacer par une autre réponse IA ?	Reconstruire un raisonnement.

Approfondissement : misconceptions et post-vérité

Les misconception ne sont pas de simples lacunes. Elles sont souvent robustes, parce qu'elles donnent une forme simple, intuitive et disponible à des phénomènes complexes. Dans un contexte de post-vérité, où la frontière entre fait, opinion et croyance peut être brouillée, l'IA ajoute un effet d'autorité : elle produit rapidement une réponse plausible, formulée dans un style expert.

Cette situation rend nécessaire un travail explicite d'éducation à la vigilance épistémique : distinguer source, forme, preuve, raisonnement, consensus scientifique et hypothèse. L'enjeu n'est pas seulement d'apprendre à “vérifier l'IA”, mais d'apprendre à ne pas confondre crédibilité discursive et validité du savoir.

Charte IA de l'INSA Lyon

Ce passage éclaire le principe d'esprit critique : la fluidité d'une réponse doit être vérifiée avant d'être traitée comme une preuve de compréhension.

Transition

Une fois l'illusion repérée, la question pédagogique devient celle du coût différé : quelles opérations d'apprentissage disparaissent quand le résultat arrive trop vite ?

3 - Dette cognitive et externalisation : que reste-t-il à apprendre lorsque l'on peut produire des résultats justes sans comprendre ?

● Essentiel ● Recommandé ● Approfondissement

Dans ce chapitre, vous allez :

Comprendre	Repérer	Agir
Pourquoi l'IA peut améliorer la performance visible sans garantir l'apprentissage.	Les situations de dette cognitive, de dette épistémique et d'expertise fragile.	Réintroduire l'effort utile, la métacognition et l'évaluation du processus.

Situation ESR

Dans un projet Python, un étudiant utilise l'IA pour générer le code, corriger les erreurs, rédiger la documentation et expliquer le fonctionnement. Le livrable est complet. Mais lorsqu'on lui demande de modifier une contrainte, de corriger un bug ou de justifier un choix d'architecture, il ne sait pas reprendre la main. Le résultat était performant ; l'apprentissage, lui, reste fragile.

Externalisation cognitive et dette cognitive

Le chapitre 1 a posé l'atlas des risques : externalisation, désynchronisation, illusion de maîtrise, dette cognitive et dette épistémique. Le présent chapitre ne les redéfinit pas. Il ajoute une brique : l'IA général ne délègue plus seulement le stockage ou la mise en forme ; elle peut produire les signes visibles du raisonnement.

Repère de lecture. Le problème n'est pas l'aide elle-même, mais l'absence de reprise visible : hypothèse personnelle, vérification, correction, justification ou transfert.

Performance sans effort et expertise fragile

La distinction entre performance et apprentissage devient ici centrale. Une performance est un résultat immédiat et observable. Un apprentissage est une transformation durable, qui permet de réutiliser un savoir dans un contexte nouveau. Avec l'IA général, l'écart entre les deux peut s'élargir : l'étudiant peut produire une performance de haut niveau sans avoir construit l'apprentissage correspondant.

C’est ce qui conduit à la figure de l’expert fragile : une personne capable de présenter une solution crédible, mais dépendante de l’outil pour en reconstruire les fondements. Cette fragilité apparaît lorsque le contexte change, lorsqu’une erreur survient, lorsqu’un arbitrage est nécessaire ou lorsqu’il faut expliquer les limites du résultat.

Réintroduire l’effort utile

La réponse pédagogique ne consiste pas à interdire systématiquement l’IA. Elle consiste à réintroduire de l’effort là où cet effort est formateur. Cet effort n’est pas une difficulté punitive. Il s’agit d’une friction cognitive courte, ciblée, proportionnée et orientée vers la consolidation.

Quelques exemples : produire une première hypothèse avant d’utiliser l’IA ; comparer deux réponses ; corriger une réponse volontairement imparfaite ; expliquer ce que l’on accepte ou rejette ; transférer une solution à un cas voisin ; défendre oralement un choix.

Cette logique prolonge les notions du chapitre 1 : mémoire de travail, activité cognitive, métacognition, erreur féconde et pédagogie explicite. L’objectif n’est pas de rendre la tâche plus lourde, mais de préserver ce qui fait apprendre.

Note

Repère scientifique : voir bibliographie, « Dette cognitive, apprentissage, évaluation et supervision critique » ; « Continuité avec le chapitre 1 : apprentissage, charge cognitive, prise de notes, métacognition ».

Essentiel : cerveau d’abord, IA ensuite

Séquence	Consigne possible	Fonction pédagogique
Avant IA	Écrire une première hypothèse, même incomplète.	Activer les connaissances et situer l’obstacle.
Avec IA	Demander une comparaison, une objection ou une reformulation.	Utiliser l’outil comme mise à l’épreuve.
Après IA	Reformuler sans copier, justifier, transférer.	Vérifier l’appropriation réelle.
Sans IA à nouveau	Résoudre une variation courte.	Tester la robustesse.

Carte : de la production assistée à l’apprentissage robuste

Recommandé : stratégie 3P

La stratégie **Produit / Processus / Propos** permet de ne plus limiter l’évaluation au livrable final.

Dimension	Question	Exemple de trace
Produit	Qu’est-ce qui est rendu ?	Rapport, code, synthèse, solution.
Processus	Comment cela a-t-il été construit ?	Brouillon, journal, versions, prompts, corrections.

Dimension	Question	Exemple de trace
Propos	L'étudiant sait-il expliquer et justifier ?	Oral court, note réflexive, défense des choix.

Extension possible : ajouter le transfert. Une compétence devient robuste lorsque l'étudiant peut adapter ce qu'il a produit à une situation nouvelle.

Approfondissement : l'IA comme miroir cognitif

L'IA peut devenir un miroir cognitif lorsqu'elle est utilisée pour faire apparaître les limites d'un raisonnement. Dans cette configuration, elle ne sert pas à fournir directement la réponse, mais à créer une situation d'analyse : réponse imparfaite à corriger, raisonnement à auditer, hypothèse à discuter, analogie à tester.

Cette posture transforme le rôle de l'étudiant. Il n'est plus seulement utilisateur ou consommateur d'une réponse. Il devient superviseur critique : il examine la validité, les limites et les conditions de production du savoir.

Charte IA de l'INSA Lyon

Principe associé Ce passage éclaire le principe de supervision humaine : l'étudiant et l'enseignant doivent garder la main sur la validation, la justification et l'usage des productions d'IA.

Ce que ce chapitre met en évidence

Une réponse fluide, cohérente et convaincante peut contenir des erreurs, des biais ou des informations inventées.

Ce que la Charte demande de préserver

L'utilisateur doit exercer son esprit critique, vérifier les faits, chiffres, références et sources et demeure responsable de l'usage qu'il fait des résultats produits par l'IAG.

Traduction pédagogique

Ne pas demander seulement : « **la réponse est-elle bonne ?** », mais aussi : « **comment puis-je la vérifier, la contredire et justifier que je l'utilise ?** »

Repère : Charte IA INSA Lyon, §2.1.

● Essentiel

Objectif : décider comment encadrer l'usage de l'IA selon la valeur cognitive de la tâche.

Règle simple : plus la tâche est proche du cœur de l'apprentissage visé, plus l'usage de l'IA doit être précédé d'un effort autonome, accompagné d'une trace de processus et suivi d'une justification.

Étude de cas : transformer une évaluation de rapport assisté par IA

Situation initiale

Les étudiants doivent produire un rapport d'analyse sur un problème technique. L'IA est autorisée, mais aucune trace d'usage n'est demandée. Les rapports sont mieux rédigés qu'auparavant, plus homogènes et plus fluides. Pourtant, l'enseignant ne sait plus ce qui relève de la compréhension réelle des étudiants.

Diagnostic

Problème	Effet pédagogique
Le rapport est évalué comme produit final.	Risque de <u>boîte noire</u> .
L'usage de l'IA est invisible.	Impossible d'identifier la part de supervision.
Les étudiants ne justifient pas leurs choix.	La compétence reste inférée, non observée.
Aucune variation de contexte n'est demandée.	Le transfert n'est pas testé.

Transformation proposée

Avant	Après
Rapport final noté seul.	Rapport + note de processus + oral court.
IA autorisée sans trace.	IA autorisée avec description des usages.
Correction centrée sur la forme et la complétude.	Correction centrée sur validité, justification, limites.
Une seule situation traitée.	Variation courte pour tester le transfert.

Consigne possible

Vous pouvez utiliser une IA pour explorer des pistes, reformuler ou comparer des solutions. Vous devez cependant produire une première hypothèse personnelle avant usage, documenter ce que l'IA a apporté, indiquer ce que vous avez vérifié, expliquer ce que vous avez rejeté et justifier votre solution finale lors d'un échange oral court.

Grille d'évaluation rapide

Critère	Risque à repérer	Preuve robuste
Produit	Livrable cohérent mais peu défendu.	Limites, choix et contexte explicités.
Processus	Usage IA seulement déclaré.	Usage documenté, vérifié et discuté.
Propos	Explication partielle ou reprise du texte.	Justification claire sans support.
Correction	Sortie IA acceptée trop vite.	Point de rupture identifié et raisonnement reconstruit.
Transfert	Solution non adaptable.	Adaptation à une contrainte nouvelle.

Fiche action : ce que je peux faire dès demain

Intention	Action simple	Effet attendu
Préserver l'engagement initial	Demander une hypothèse personnelle avant l'IA.	Éviter la délégation immédiate.
Déjouer la fluidité	Faire annoter une réponse IA : fiable / douteux / à vérifier.	Réactiver la vigilance critique.
Rendre visible le processus	Demander "ce que j'ai gardé / modifié / rejeté".	Identifier la supervision réelle.
Tester la compréhension	Poser une variation courte à l'oral.	Vérifier le transfert.
Utiliser l'erreur	Fournir une réponse IA imparfaite à corriger.	Transformer l'IA en miroir cognitif.
Lutter contre les neuromythes	Interdire les justifications par "style d'apprentissage" sans preuve.	Renforcer la rigueur pédagogique.
Déplacer l'évaluation	Ajouter un critère de justification ou de processus.	Réduire la dépendance au produit final.

Auto-positionnement final

Se situer après le chapitre

Répondez de 1 à 4 : **1 = pas du tout, 2 = rarement, 3 = souvent, 4 = systématiquement.**

1. Est-ce que je distingue une explication claire produite par l'IA d'une compréhension réelle ?

Position actuelle : 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

Piste d'action : _____

2. Est-ce que je traite la Chain-of-Thought comme une trace à discuter, et non comme une preuve automatique de raisonnement ?

Position actuelle : 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

Piste d'action : _____

3. Est-ce que je vérifie qu'un devoir bien structuré correspond à une compréhension minimale observable ?

Position actuelle : 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

Piste d'action : _____

4. Est-ce que je regarde aussi les illusions de raisonnement, au-delà des seules erreurs factuelles ?

Position actuelle : 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

Piste d'action : _____

5. Est-ce que le gain de temps offert par l'IA préserve un effort cognitif utile ?

Position actuelle : 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

Piste d'action : _____

6. Est-ce que j'évite de confondre personnalisation algorithmique et respect réel des besoins d'apprentissage ?

Position actuelle : 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

Piste d'action : _____

7. Est-ce que je fais corriger ou discuter une réponse IA pour transformer l'usage en apprentissage ?

Position actuelle : 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

Piste d'action : _____

8. Est-ce que l'évaluation porte sur le processus et la justification, pas seulement sur la qualité finale ?

Position actuelle : 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

Piste d'action : _____

9. Est-ce que je prévois une vérification orale ou située lorsque le livrable peut être assisté par IA ?

Position actuelle : 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

Piste d'action : _____

10. Est-ce que je forme explicitement les étudiants à superviser l'IA, et pas seulement à l'utiliser ?

Position actuelle : 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

Piste d'action : _____

Lecture par dimensions

Vous pouvez aussi relire vos réponses par grands axes.

Dimension	Questions concernées	Ce que cela permet d'observer
Compréhension du fonctionnement de l'IA	2, 3	Votre capacité à expliciter la différence entre traitement statistique, langage fluide et compréhension humaine.
Préservation de l'effort cognitif	1, 5, 9	Votre attention aux moments où l'étudiant doit encore chercher, hésiter, formuler, corriger et structurer par lui-même.
Supervision critique de l'IA	4, 6, 10	Votre capacité à transformer l'IA en objet d'analyse plutôt qu'en simple outil de production.
Évaluation de l'apprentissage réel	7, 10	Votre manière de rendre visibles les processus cognitifs, les justifications et le transfert.
Vigilance épistémique et neuromythes	3, 8	Votre capacité à éviter les formulations ou usages qui renforcent des croyances erronées sur le cerveau, l'intelligence ou l'apprentissage.

Interprétation pédagogique

Un score élevé ne signifie pas qu'il faut complexifier toutes les activités ou tout évaluer à l'oral. Il indique plutôt que vous accordez une place importante à ce qui devient décisif avec l'IA : la capacité de l'étudiant à expliquer, vérifier, corriger, transférer et assumer une production.

À l'inverse, un score faible ne signifie pas que vos pratiques sont inadaptées. Il signale surtout que certaines dimensions restent probablement implicites. Or, avec l'IA générative, ce qui reste implicite devient fragile : l'effort cognitif peut être contourné, le raisonnement peut être masqué par la fluidité du rendu, et la compétence peut être confondue avec la qualité apparente du livrable.

L'objectif n'est donc pas d'interdire l'IA, mais de mieux organiser les conditions dans lesquelles elle peut soutenir l'apprentissage sans remplacer les opérations mentales formatrices.

Pour passer à l'action

Choisissez une seule question pour laquelle vous avez répondu **1** ou **2**.

Transformez-la en micro-ajustement pédagogique pour votre prochain cours.

La distinction entre production et apprentissage

Ajustement simple possible : Ajouter une question : "Qu'avez-vous compris que vous ne saviez pas faire avant ?"

L'explication du fonctionnement des IA

Ajustement simple possible : Prévoir cinq minutes pour rappeler qu'un LLM prédit des formes linguistiques probables, sans comprendre comme un humain.

La trace du processus

Ajustement simple possible : Demander une courte note : “ce que j’ai demandé à l’IA / ce que j’ai gardé / ce que j’ai rejeté / ce que j’ai vérifié”.

La réflexion avant IA

Ajustement simple possible : Imposer un brouillon individuel ou une hypothèse initiale avant toute consultation de l’outil.

L’analyse critique de réponses IA

Ajustement simple possible : Donner une réponse générée volontairement imparfaite et demander aux étudiants d’identifier le point de rupture.

L’évaluation du transfert

Ajustement simple possible : Modifier une variable du problème et demander à l’étudiant d’adapter sa réponse.

La vigilance sur les neuromythes

Ajustement simple possible : Repérer une formulation du type “l’IA comprend”, “l’IA apprend comme un cerveau”, “adapté au profil visuel/auditif” et la reformuler.

La boîte de verre

Ajustement simple possible : Ajouter un critère d’évaluation sur la justification, le processus ou la reprise critique.

À retenir

Ce positionnement ne mesure pas votre niveau de maîtrise technique de l’IA. Il mesure plutôt votre capacité à maintenir visibles les conditions de l’apprentissage : effort utile, raisonnement, explicitation, vérification, transfert et responsabilité.

Dans un contexte où l’IA peut produire vite et bien, la question centrale devient : **qu’est-ce que l’étudiant a réellement construit, compris et rendu transférable ?**

Conclusion

L'IA générative ne rend pas l'apprentissage obsolète. Elle rend au contraire plus visible ce qui ne peut pas être réduit à la simple production de réponses plausibles : comprendre, justifier, corriger, transférer, arbitrer et assumer.

Le chapitre 1 montrait que l'apprentissage suppose un traitement actif, une gestion de la charge cognitive, une consolidation et une métacognition. Le chapitre 2 montre que l'IA peut brouiller ces repères en produisant des traces de raisonnement sans garantir le raisonnement lui-même. La réponse pédagogique n'est donc pas d'opposer usage et non-usage de l'IA, mais d'organiser les conditions d'un usage qui maintient l'activité cognitive.

Dans un monde où produire devient facile, l'enseignement supérieur ne peut plus s'appuyer uniquement sur le livrable final. Il doit rendre visible le processus, interroger les critères de validité, réintroduire l'effort utile, former à la vigilance épistémique et évaluer la robustesse.

Former à l'ère de l'IA, ce n'est pas seulement apprendre à mieux utiliser un outil. C'est apprendre à ne pas confondre fluidité et compréhension, performance et apprentissage, réponse plausible et savoir construit.

Glossaire complet du chapitre

Ce glossaire rassemble l'ensemble des notions effectivement mobilisées dans le chapitre, avec leur définition courte et la question pédagogique associée.

Anthropomorphisme

Définition courte : Attribution à l'IA de propriétés humaines : comprendre, vouloir, penser, apprendre comme un humain.

Question pédagogique associée : Le vocabulaire utilisé brouille-t-il la différence entre machine et cognition humaine ?

Boîte de verre

Définition courte : Évaluation qui rend visibles produit, processus, propos et transfert.

Question pédagogique associée : Le raisonnement devient-il observable ?

Boîte noire

Définition courte : Évaluation centrée sur le produit final, sans accès au processus.

Question pédagogique associée : Que peut-on réellement inférer du livrable ?

Chain-of-Thought

Définition courte : Texte où un modèle affiche des étapes de raisonnement, sans garantie qu'elles reflètent le processus réellement effectué.

Question pédagogique associée : Ces étapes sont-elles une preuve de raisonnement ou une rationalisation post-hoc ?

Clever Hans

Définition courte : Effet par lequel un système semble raisonner alors qu'il réagit à des indices de surface.

Question pédagogique associée : L'IA réussit-elle pour les bonnes raisons ?

Deep Learning

Définition courte : Famille de modèles qui apprennent des représentations distribuées et hiérarchiques dans des espaces latents.

Question pédagogique associée : Le modèle fonctionne-t-il sans que son cheminement soit explicable ?

Dette cognitive / dette épistémique

Définition courte : Concepts définis dans l'atlas du chapitre 1 ; ils sont utilisés ici pour analyser les effets propres des IA génératives.

Question pédagogique associée : Le gain de production masque-t-il une perte de raisonnement, de sources ou de critères ?

Espace latent

Définition courte : Représentation interne distribuée, abstraite et difficilement interprétable.

Question pédagogique associée : Ce qui produit la réponse est-il visible et vérifiable ?

Expert fragile

Définition courte : Étudiant ou professionnel capable de produire un livrable crédible mais incapable d'en justifier les fondements.

Question pédagogique associée : Que se passe-t-il lorsque l'outil échoue ou que le contexte change ?

IA symbolique

Définition courte : Approche historique de l'IA fondée sur des règles explicites et manipulables.

Question pédagogique associée : Le raisonnement peut-il être retracé ?

Illusion de fluidité

Définition courte : Confusion entre facilité de lecture, cohérence formelle et maîtrise réelle.

Question pédagogique associée : Le texte semble-t-il fiable parce qu'il est bien formulé ?

Illusion de raisonnement

Définition courte : Impression qu'un raisonnement valide a été produit alors que le processus peut être fragile, incomplet ou contourné.

Question pédagogique associée : La réponse correcte masque-t-elle une fracture du raisonnement ?

Machine Learning

Définition courte : Approche où le système apprend des régularités à partir de données plutôt que de règles programmées.

Question pédagogique associée : La performance observable repose-t-elle sur une règle comprise ou sur une régularité apprise ?

Misconception

Définition courte : Croyance erronée ou simplifiée, résistante à la simple correction informative.

Question pédagogique associée : L'IA donne-t-elle une nouvelle légitimité à une idée fausse ?

Neuromythe

Définition courte : Croyance pédagogique infondée ou simplifiée sur le cerveau et l'apprentissage.

Question pédagogique associée : L'IA renforce-t-elle des catégories douteuses comme les styles d'apprentissage ?

Pattern matching

Définition courte : Appariement de formes ou de régularités statistiques.

Question pédagogique associée : La réponse vient-elle d'un raisonnement ou d'une reconnaissance de motifs ?

Raisonnement latent

Définition courte : Hypothèse selon laquelle une partie du traitement des modèles se joue dans les états internes plutôt que dans les explications textuelles.

Question pédagogique associée : La chaîne de pensée affichée est-elle fidèle au traitement réel ?

Supervision critique

Définition courte : Capacité à piloter, vérifier, corriger et contextualiser une production IA.

Question pédagogique associée : L'étudiant reprend-il la main sur le raisonnement ?

Token

Définition courte : Unité de texte prédite par le modèle : caractère, morceau de mot, mot ou séquence.

Question pédagogique associée : L'étudiant sait-il que le modèle prédit des formes plutôt qu'il ne comprend des concepts ?

Transformer

Définition courte : Architecture fondée sur des mécanismes d'attention, centrale dans les grands modèles de langage contemporains.

Question pédagogique associée : La cohérence du texte produit est-elle confondue avec une compréhension ?

World Models / JEPA

Définition courte : Orientation de recherche visant à construire des représentations plus stables des dynamiques du réel.

Question pédagogique associée : Le modèle dispose-t-il d'un ancrage causal ou seulement linguistique ?

Bibliographie indicative

Cette bibliographie reprend exclusivement les références présentes dans les ressources fournies pour le chapitre 2 et les références de continuité mobilisées dans le chapitre 1 lorsque les notions sont explicitement prolongées.

Continuité avec le chapitre 1 : apprentissage, charge cognitive, prise de notes, métacognition

- **Baddeley, A. D. (1996).** Exploring the central executive. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49A(1), 5-28.
- **Baddeley, A. D. (2000).** The episodic buffer : A new component of working memory ? *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417-423.
- **Beveridge, L., & Scott, G. G. (2025).** AI for good in HE ? Leveraging AI and GenAI for note-taking. *Journal of Inclusive Practice in Further and Higher Education*.
- **Mueller, P. A., & Oppenheimer, D. M. (2014).** The pen is mightier than the keyboard : Advantages of longhand over laptop note taking. *Psychological Science*, 25(6), 1159-1168.
- **Piolat, A., Olive, T., & Kellogg, R. T. (2005).** Cognitive effort during note taking. *Applied Cognitive Psychology*, 19(3), 291-312.
- **Zimmerman, B. J. (2002).** Becoming a self-regulated learner : An overview. *Theory Into Practice*, 41(2), 64-70.

Fonctionnement des modèles, opacité et illusion de compréhension

- **Arcuschin, I., Janiak, J., et al. (2025).** Chain-of-thought reasoning in the wild is not always faithful. *arXiv preprint arXiv:2503.08679*.
- **Beger, C., Yi, R., et al., & Mitchell, M. (2026).** Do AI models perform human-like abstract reasoning across modalities ? *arXiv preprint arXiv:2510.02125v4*.
- **Belcamino, V., Attolino, N., Capitanelli, A., & Mastrogiovanni, F. (2025).** On the generalization gap in LLM planning : Tests and verifier-reward RL. *arXiv preprint arXiv:2601.14456v1*.
- **Bender, E. M., Gebru, T., et al. (2021).** On the dangers of stochastic parrots : Can language models be too big ? *Proceedings of the 2021 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency (FAccT)*, 610-623.
- **Bricken, T., Templeton, A., et al. (2023).** Towards monosemanticity : Decomposing language models with dictionary learning. *Transformer Circuits Thread*.
- **Chollet, F. (2019).** On the measure of intelligence. *arXiv preprint arXiv:1911.01547*.
- **Chollet, F., Knoop, M., et al. (2026).** ARC Prize 2025 : Technical Report. *arXiv preprint arXiv:2601.10904*.
- **Havlik, V. (2025).** Why are LLMs' abilities emergent ? *arXiv preprint arXiv:2508.04401*.
- **Helff, L., Härle, R., et al. (2026).** ActivationReasoning : Logical reasoning in latent activation spaces. *arXiv preprint arXiv:2510.18184v3*.
- **Ma, J., Zhan, R., Li, Y., Sun, D., Chan, H. P., Chao, L. S., & Wong, D. F. (2025).** VisAidMath : Benchmarking visual-aided mathematical reasoning. *Proceedings of the 39th Conference on Neural Information Processing Systems (NeurIPS 2025, Workshop VLM4RWD)*. *arXiv:2410.22995v2*.

- **Mallat, S. (2016).** Understanding deep convolutional networks. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 374(2071).
- **Maes, L., Le Lidec, Q., et al., & LeCun, Y. (2026).** LeWorldModel : Stable end-to-end joint-embedding predictive architecture from pixels. *arXiv preprint arXiv:2603.19312*.
- **Mitchell, M., & Krakauer, D. C. (2023).** The debate over understanding in AI's large language models. *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*, 120(13).
- **Shanahan, M., McDonell, K., & Reynolds, L. (2023).** Role play with large language models. *Nature*, 623(7987), 493-498.
- **Stevenson, C. E., Pafford, A., et al., & Mitchell, M. (2026).** Can large language models generalize analogy solving like children can? *Transactions of the Association for Computational Linguistics (TACL)*, 14, 612-626.
- **Su, Z., Xia, P., Guo, H., Liu, Z., Ma, Y., Qu, X., Liu, J., Li, Y., Zeng, K., Yang, Z., et al. (2025).** Thinking with images for multimodal reasoning : Foundations, methods, and future frontiers. *arXiv preprint arXiv:2506.23918*.
- **Tudor, A. R., Zeng, Y., Wang, H., Arias, J., & Gupta, G. (2025).** Building trustworthy AI by addressing its 16+2 desiderata with goal-directed commonsense reasoning. *arXiv preprint arXiv:2506.12667v2*.
- **Vaswani, A., et al. (2017).** Attention is all you need. *Advances in Neural Information Processing Systems*.
- **Wang, W. (2026).** LLM reasoning is latent, not the chain of thought. *arXiv preprint arXiv:2604.15726*.

Anthropomorphisme, misconceptions et neuromythes

- **Aktaş, B. E., Temel, Z., & Kumova, F. (2025).** The factual and ontological roots of psychological misconceptions : A study on university students in İstanbul.
- **Corbett, B., & Tangen, J. M. (2025).** AI tutors vs. tenacious myths : Evidence from personalised dialogue interventions in education. *Computers in Human Behavior*.
- **Korkos, Y. O. (2023).** Post-truth era in the modern world : Origins and causes [ЕПОХА ПОСТПРАВДИ У СУЧАСНОМУ СВІТІ : ВИТОКИ ТА ПРИЧИНИ].
- **Liang, Y., Wilson, C., & Yuile, A. L. (2025).** Folk theories of language and the brain : Public beliefs about speech, bilingualism, and neural function. Preprint.
- **Lilienfeld, S. O., Lynn, S. J., Ruscio, J., & Beyerstein, B. L. (2010).** *50 great myths of popular psychology : Shattering widespread myths and misconceptions about human behavior*. Wiley-Blackwell.
- **Tunga, Y., Celik, B., & Cagiltay, K. (2025).** Educational myths among teachers : Prevalence and refutational intervention for belief change. *Humanities and Social Sciences Communications*, 12(1). <https://doi.org/10.1057/s41599-025-05470-y>

Dette cognitive, apprentissage, évaluation et supervision critique

- **Achuthan, K. (2025).** Artificial intelligence and learner autonomy : A meta-analysis of self-regulated and self-directed learning. *Frontiers in Education*, 10, 1738751. <https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1738751>
- **Codère, M., & Erny, E. (2025).** L'évaluation des compétences avec l'IA. Communication présentée au colloque ROC 2025.

- **Djieufack, E. B., & Paquelin, D. (2025).** Agentivité étudiante à l'ère des outils d'IA générative : nouvelles perspectives d'autonomisation aux cycles supérieurs. *Actes du colloque ROC 2025*, 71-74.
- **Duplice, J. (2025).** Generation and L2 vocabulary learning : A classroom action study on the efficacy of the generation desirable difficulty in learning L2 vocabulary. *Vocabulary Learning and Instruction*, 14(1), 102482.
- **Fan, Y., et al. (2024).** Beware of metacognitive laziness : Effects of generative artificial intelligence on learning motivation, processes, and performance. *British Journal of Educational Technology*, 56(2), 489-530.
- **Goldmeier, G., & Mota, R. (2026).** Metacognition and pedagogy in the era of artificial intelligence. *Qeios*.
- **Hadwin, A. F., Järvelä, S., & Miller, M. (2023).** Self-regulated learning in the digital era. *Computers in Human Behavior*, 142, 107678.
- **Kosmyna, N., Hauptmann, E., et al., & Maes, P. (2025).** Your brain on ChatGPT : Accumulation of cognitive debt when using an AI assistant for essay writing task. *arXiv preprint arXiv:2506.08872*.
- **Kumar, S., et al. (2026).** Fluency illusion : A review on influence of ChatGPT in classroom settings. *Information*, 17(3), 299.
- **Lodge, J. M., & Loble, L. (2026).** Artificial intelligence, cognitive offloading and implications for education. University of Technology Sydney.
- **Maynard, A. D. (2026).** The AI Cognitive Trojan Horse : How large language models may bypass human epistemic vigilance. *arXiv preprint arXiv:2601.07085*.
- **Nathaniel, J., et al. (2026).** An experimental study of structured generative AI integration to mitigate pedagogical, cognitive, and ethical barriers in programming education. *Frontiers in Computer Science*, 8, 1789829.
- **Roediger, H. L., & Butler, A. C. (2011).** The critical role of retrieval practice in long-term retention. *Trends in Cognitive Sciences*, 15(1), 20-27.
- **Sankaranarayanan, S. (2026).** Mitigating “epistemic debt” in generative AI-scaffolded novice programming using metacognitive scripts. In *Proceedings of the 13th ACM Conference on Learning at Scale (L@S '26)*. ACM.
- **Soderstrom, N. C., & Bjork, R. A. (2015).** Learning versus performance : An integrative review. *Perspectives on Psychological Science*, 10(2), 176-199.
- **Tomisu, H., et al. (2025).** The cognitive mirror : A framework for AI-powered metacognition and self-regulated learning. *Frontiers in Education*, 10, 1697554.
- **Viana, et al. (2026).** Fluency illusion in AI-mediated learning. *Information*, 17(3), 299.
- **Yan, L., et al. (2025).** Distinguishing performance gains from learning when using generative AI. *Nature Reviews Psychology*, 4(7), 435-436.
- **Webjeje (2025).** L'intelligence artificielle dans l'éducation : État des lieux technique, éthique et pédagogique à l'horizon 2026. <https://webjeje.eu/>

Chapitre 3 : Quand l'accès remplace le savoir

Écologie de l'attention, Surconfiance informationnelle et Preuve de compétence

Comment former des étudiants à ne pas confondre accès immédiat, production fluide et savoir réellement approprié dans un environnement d'abondance numérique et d'IA générative ?

Ce chapitre prolonge les chapitres 1 et 2 en vous aidant à :

- Passer de la question « *comment l'étudiant apprend-il ?* » à la question « *comment sait-il qu'il sait ?* » ;
- Relier charge cognitive, prise de notes, externalisation et IA à la difficulté de juger sa propre compréhension ;
- Comprendre pourquoi l'abondance d'informations déplace la rareté vers l'attention, le tri et le temps de traitement ;
- Repérer les illusions de compétence produites par la fluidité d'accès, la familiarité et la répétition ;
- Concevoir des activités qui réintroduisent de la récupération, de l'explication, du doute et du transfert ;
- Utiliser l'approche par compétences pour évaluer la mobilisation située, le jugement et la responsabilité plutôt que le seul produit final.

Repères essentiels

Ces sept notions permettent d'entrer dans le chapitre sans interrompre la progression. Le glossaire complet est proposé après la conclusion.

Notion	Définition courte	Question pédagogique associée
<u>Abondance</u> <u>numérique</u>	Situation dans laquelle les informations, sources, réponses et supports sont massivement disponibles.	Les étudiants apprennent-ils à filtrer, hiérarchiser et rejeter, ou seulement à accéder ?
<u>Infobésité</u>	Saturation informationnelle qui dépasse les capacités de traitement, d'attention et de décision.	La quantité de ressources aide-t-elle ou surcharge-t-elle la tâche ?
<u>Économie</u> <u>de</u> <u>l'attention</u>	Idée selon laquelle l'attention devient une ressource rare lorsque l'information est abondante.	Qu'est-ce qui capte, disperse ou soutient l'attention des étudiants ?
<u>Écologie</u> <u>de</u> <u>l'attention</u>	Organisation pédagogique qui protège des temps et espaces de concentration, d'exploration et de recul critique.	Le scénario prévoit-il des moments de traitement lent et soutenu ?
<u>Mémoire</u> <u>transactive</u>	Répartition du savoir entre le sujet, les autres et les artefacts qui permettent de retrouver ou produire l'information.	L'étudiant sait-il ce qu'il maîtrise et ce qu'il délègue ?
<u>Fluidité de</u> <u>recherche</u>	Facilité subjective avec laquelle une information est retrouvée en ligne.	La facilité d'accès est-elle confondue avec une compétence interne ?
<u>Fluidité de</u> <u>production</u>	Facilité avec laquelle un texte, un code, un plan ou une synthèse peut être généré.	La qualité formelle du rendu masque-t-elle une compréhension fragile ?

Introduction

Les chapitres 1 et 2 ont installé deux repères :

- **repère cognitif** : apprendre, c'est traiter, relier, consolider, reformuler et transférer ;
- **repère épistémique** : une production fluide ne prouve pas que le raisonnement a été construit.

Le chapitre 3 déplace le regard vers l'environnement informationnel. L'IA générative s'inscrit dans une transformation plus large : l'information devient abondante, tandis que l'attention, le tri et la vérification deviennent rares.

Le paradoxe à travailler :

- plus les contenus sont accessibles, plus l'illusion de savoir devient probable ;
- plus les réponses sont fluides, plus la surconfiance informationnelle augmente ;
- plus la production est rapide, plus l'évaluation du seul produit final devient fragile.

Centre de gravité du chapitre : déjouer les illusions produites par l'abondance numérique en réintroduisant vigilance, métacognition et preuve de compétence.

Continuité avec les chapitres 1 et 2

Acquis précédents	Prolongement dans le chapitre 3
L'apprentissage suppose un traitement actif, pas seulement un accès au contenu.	L' <u>abondance numérique</u> rend le traitement actif plus nécessaire, car le problème devient de filtrer, évaluer et intégrer.
La mémoire de travail est limitée et sensible à la surcharge.	L' <u>infobésité</u> surcharge la sélection, la comparaison et la décision avant même que le raisonnement disciplinaire commence.
La prise de notes peut devenir verbatim si elle ne transforme pas le contenu.	La synthèse IA peut devenir un verbatim augmenté : une forme propre, rapide et externe qui dispense de retraiter.
L' <u>externalisation cognitive</u> peut soutenir ou court-circuiter l'apprentissage.	La <u>mémoire transactive</u> numérique oblige à distinguer ce qui est su, ce qui est localisable et ce qui est seulement généré.
L'IA peut produire l'apparence du raisonnement sans garantir la compréhension.	La fluidité d'accès et de production peut créer une <u>surconfiance</u> : l'étudiant croit savoir parce que la réponse vient facilement.

Acquis précédents	Prolongement dans le chapitre 3
Les preuves d'apprentissage doivent rendre visibles justification, correction et transfert.	Les <u>preuve de compétence</u> doivent aussi montrer la <u>calibration métacognitive</u> , la <u>vigilance épistémique</u> et l' <u>usage discerné des ressources externes</u> .

Le parcours en trois mouvements

Mouvement	Intention pédagogique
1 - <u>écologie de l'attention et infobésité</u>	Comprendre comment s'adapter au passage de la rareté de l'information à la rareté de l'attention.
2 - <u>Surconfiance et calibration métacognitive</u>	Comprendre quand la <u>fluidité de recherche</u> fait illusion sur le niveau de maîtrise réel.
3 - <u>preuve de compétence et difficultés désirables</u>	Déjouer l' <u>illusion de savoir</u> par des situations de mobilisation complexes.

Activité : Auto-test de sensibilisation

Avant de lire : vos représentations de l'accès au savoir

Pour chaque affirmation, répondez spontanément : **plutôt vrai, plutôt faux, cela dépend, je ne sais pas.**

N°	Affirmation diagnostique	Votre réponse
1	Plus les étudiants ont accès à des ressources, plus ils peuvent apprendre en autonomie.	
2	La difficulté principale est de trouver l'information fiable.	
3	Une synthèse claire aide nécessairement à comprendre.	
4	Si un étudiant retrouve rapidement une information, il peut l'utiliser efficacement.	
5	La répétition d'une idée dans plusieurs sources renforce sa crédibilité.	
6	Une réponse produite avec IA peut être évaluée si elle est correcte et bien argumentée.	
7	Demander aux étudiants de chercher avant de leur donner la réponse est toujours préférable.	
8	Introduire une difficulté volontaire dans une tâche risque surtout de les décourager.	
9	Un oral court permet de mieux vérifier l'appropriation qu'un rendu écrit seul.	
10	La compétence se mesure par la capacité à mobiliser des ressources avec discernement.	

À reprendre en fin de chapitre : quelles affirmations vous semblent désormais trop rapides ? Quel indice vous permet de distinguer accès, familiarité et maîtrise ?

1 - Écologie de l'attention et infobésité : comment s'adapter au passage de la rareté de l'information à la rareté de l'attention ?

● Essentiel ● Approfondissement

Dans ce chapitre, vous allez :

Comprendre	Repérer	Agir
Pourquoi l'abondance numérique déplace la contrainte pédagogique vers l'attention, le tri et le temps de traitement.	Les situations où trop de ressources dispersent,aturent ou fragilisent le jugement.	Concevoir des tâches de filtrage, de hiérarchisation et d'appropriation plutôt que de simple recherche.

Situation ESR

Dans un module de sciences de l'ingénieur, l'enseignant met à disposition le diaporama, un polycopié, des vidéos, des annales corrigées, une liste de sites et plusieurs prompts conseillés pour interroger une IA. Les étudiants déclarent avoir "tout ce qu'il faut". Pourtant, lors du TD, beaucoup hésitent à choisir une méthode, citent des fragments de sources sans les hiérarchiser et peinent à expliquer pourquoi une solution est plus pertinente qu'une autre.

L'accès ne résout pas le problème de l'apprentissage

L'abondance numérique déplace la difficulté. Le problème n'est plus seulement d'obtenir une ressource, mais de décider quoi en faire.

Ce qui devient facile	Ce qui devient difficile	Geste pédagogique
Trouver un texte, une vidéo, une réponse IA.	Sélectionner et hiérarchiser.	Limiter et justifier les sources.
Obtenir une synthèse claire.	Évaluer son statut et ses limites.	Comparer avec le cours et les preuves.
Reformuler rapidement.	Savoir ce que l'on maîtrise réellement.	Demander une explication sans support.

L'abondance ne supprime pas la charge cognitive. Elle la déplace vers le filtrage, la vigilance et la calibration métacognitive.

Repère scientifique : voir bibliographie, « Abondance numérique, attention et mémoire transactive ».

Infobésité : quand le surplus empêche de penser

L'infobésité ne désigne pas seulement la présence de beaucoup d'informations. Elle désigne une situation dans laquelle le volume, la vitesse et l'hétérogénéité des sollicitations dépassent la capacité de traitement disponible. Dans ce contexte, l'étudiant peut avoir accès à de nombreuses ressources sans disposer des critères pour les organiser.

Trois effets pédagogiques sont fréquents :

Effet	Manifestation observable	Risque pour l'apprentissage
Fragmentation attentionnelle	L'étudiant passe rapidement d'une source à l'autre.	Il accumule des indices sans construire de modèle mental stable.
Fatigue décisionnelle	L'étudiant ne sait plus quelle ressource privilégier.	Il choisit par facilité, popularité ou ordre d'apparition.
Traitement de surface	L'étudiant reconnaît des formulations familières.	Il confond familiarité et compréhension.

Mémoire transactive : savoir, retrouver, déléguer

Le chapitre 1 a déjà défini l'externalisation cognitive. Ici, l'enjeu se déplace : dans un environnement d'abondance, l'étudiant doit apprendre à distinguer trois positions.

Repère de lecture. L'abondance numérique n'est formatrice que si l'étudiant sait ce qu'il maîtrise, ce qu'il localise, ce qu'il délègue et ce qu'il doit vérifier.

Essentiel : accès, ressource, savoir

Niveau	Ce que l'étudiant peut faire	Ce que cela ne prouve pas encore
Accès	Trouver une ressource, une réponse ou un exemple.	Qu'il sait la sélectionner ou l'évaluer.
Repérage	Identifier un passage pertinent.	Qu'il comprend son statut, ses limites ou son contexte.
Reformulation	Redire l'idée dans ses mots.	Qu'il peut la mobiliser dans une situation nouvelle.
Appropriation	Expliquer, justifier, comparer et transférer.	Rien n'est jamais totalement garanti, mais l'inférence devient plus robuste.

Point clé : plus l'accès devient facile, plus la pédagogie doit expliciter les opérations qui transforment l'information en savoir mobilisable.

Carte : abondance numérique et déplacement des contraintes

Approfondissement : écologie de l'attention

L'économie de l'attention rappelle que l'information abondante produit mécaniquement une concurrence pour l'attention. Une écologie de l'attention déplace la réponse pédagogique : il ne s'agit pas seulement de demander aux étudiants d'être concentrés, mais de concevoir des environnements où la concentration devient possible.

Cela peut passer par des temps sans écran, des ressources limitées mais justifiées, une consigne de tri, une pause de reformulation, un débat sur la validité des sources ou une activité où l'étudiant doit expliciter pourquoi il ignore certaines informations. L'objectif n'est pas de raréfier artificiellement le savoir, mais de protéger le temps de traitement qui permet au savoir de devenir personnellement mobilisable.

Charte IA de l'INSA Lyon

Ce passage éclaire le principe d'esprit critique : l'accès abondant aux ressources suppose de trier, hiérarchiser et vérifier avant de conclure.

Transition

L'abondance ne produit pas seulement de la surcharge. Elle produit aussi de la confiance mal calibrée : parce que l'information vient vite, elle paraît maîtrisée.

2 - Surconfiance et calibration métacognitive : quand la fluidité de recherche fait-elle illusion sur le niveau de maîtrise réel ?

● Essentiel ● Transformer sa pratique ● Approfondissement

Dans ce chapitre, vous allez :

Comprendre	Repérer	Agir
Comment la facilité d'accès, la familiarité et la répétition deviennent des signaux trompeurs de maîtrise.	Les moments où l'étudiant confond "je l'ai vu", "je l'ai retrouvé" et "je sais l'expliquer".	Introduire des tâches de <u>calibration métacognitive</u> , de rappel, d'explication et de comparaison.

Situation ESR

Avant un contrôle, des étudiants révisent avec une IA qui leur produit des fiches synthétiques et des quiz corrigés. Ils déclarent se sentir prêts : les notions paraissent claires, les exemples sont familiers, les réponses du quiz sont reconnues rapidement. Le jour de l'évaluation, la difficulté apparaît dès qu'il faut résoudre un problème légèrement différent ou expliquer un mécanisme sans support.

La fluidité comme signal métacognitif

La fluidité de traitement désigne l'expérience subjective de facilité : un texte se lit bien, une réponse arrive vite, une explication paraît claire, une notion semble familière. Cette expérience influence les jugements de savoir. Ce qui est facile à traiter est plus facilement jugé vrai, maîtrisé ou compris.

Dans les environnements numériques, cette fluidité devient plus intense. Les moteurs de recherche affichent des réponses immédiates. Les plateformes recommandent des contenus proches. L'IA produit une synthèse structurée en langage naturel. L'étudiant peut donc éprouver une facilité réelle, mais l'attribuer à sa propre compétence plutôt qu'à l'environnement qui a réduit l'effort.

Ce point prolonge le chapitre 2 : la fluidité d'une réponse IA n'est pas seulement un problème de fiabilité externe. Elle devient un problème de métacognition interne. L'étudiant peut mal évaluer ce qu'il sait parce que l'outil lui donne les signes ordinaires de la compréhension : cohérence, rapidité, vocabulaire pertinent, enchaînement logique.

Familiarité, répétition et illusion de profondeur

La répétition renforce la familiarité. Une idée vue plusieurs fois, dans plusieurs formulations ou plusieurs supports, peut sembler plus solide. Pourtant, la familiarité n'est pas la compréhension. Elle peut même stabiliser une illusion : l'étudiant reconnaît la forme, mais ne sait pas reconstruire l'explication.

L'illusion de profondeur explicative rend ce phénomène particulièrement visible. On croit comprendre un mécanisme tant que l'on n'a pas à l'expliquer précisément. Le passage à l'explication révèle alors les lacunes : liens causaux manquants, vocabulaire approximatif, étapes sautées, conditions d'application mal identifiées.

L'IA peut amplifier cette illusion parce qu'elle fournit directement des explications complètes. L'étudiant lit, reconnaît, acquiesce, puis croit avoir compris. Mais tant qu'il n'a pas récupéré l'information de mémoire, reformulé le mécanisme, identifié ses incertitudes et appliqué l'idée à un cas voisin, l'appropriation reste incertaine.

Note

Pour aller plus loin : Benjamin, Bjork & Schwartz ; Roediger & Karpicke. Voir bibliographie, « Fluidité, illusion de savoir et métacognition ».

Performance immédiate et apprentissage durable

Une idée centrale des travaux sur l'apprentissage est que performance et apprentissage ne coïncident pas toujours. Une tâche facilitée peut améliorer la réussite immédiate sans produire une mémorisation durable. À l'inverse, certaines difficultés ralentissent l'exécution, mais soutiennent la consolidation : récupération active, espacement, entrelacement, variation de contexte, verbalisation des choix.

Dans un contexte d'IA, cette distinction devient décisive. Si l'outil supprime trop tôt l'effort de recherche, d'hypothèse ou de justification, il peut améliorer le rendu tout en fragilisant l'apprentissage. Mais si l'outil est utilisé après une première tentative, comme support de comparaison, de critique ou de feedback, il peut devenir un levier de métacognition.

Note

Repère scientifique : voir bibliographie, « Difficultés désirables, apprentissage durable et évaluation ».

Essentiel : quatre confusions à déjouer

Confusion	Formulation fréquente	Réponse pédagogique
Accessible = su	“Je saurai le retrouver.”	Demander une récupération sans support.
Fluide = compris	“C’est clair quand je le lis.”	Demander une explication en étapes.
Familier = maîtrisé	“Je l’ai déjà vu plusieurs fois.”	Proposer un cas nouveau ou inversé.
Produit = compétence	“Le rendu est bon.”	Vérifier les choix, les limites et le transfert.

Carte : de la fluidité à la surconfiance informationnelle

Recommandé : activité “je sais / je retrouve / je dois vérifier”

Activité pédagogique

Donnez aux étudiants une notion centrale du cours et demandez trois colonnes avant toute consultation de ressources ou d'IA.

Colonne	Ce que l'étudiant écrit	Fonction cognitive
Je sais sans aide	Définition, schéma, procédure ou exemple reconstruit de mémoire.	Récupération active.
Je peux retrouver	Source, formule, norme, documentation ou prompt utile.	<u>Mémoire transactive</u> <u>consciente.</u>
Je dois vérifier	Point incertain, condition d'application, limite ou source à contrôler.	<u>Vigilance épistémique.</u>

Après consultation des ressources, demandez une ligne de calibration : **ce que je croyais savoir / ce que j'ai confirmé / ce que j'ai corrigé.**

Approfondissement : disfluidité productive

Introduire une disfluidité ne signifie pas rendre la tâche inutilement pénible. Il s'agit de créer une friction courte et ciblée qui empêche la confusion entre reconnaissance et compréhension. Par exemple : attendre vingt secondes avant de consulter une réponse, écrire une hypothèse personnelle, expliquer un mécanisme sans support, résoudre un cas voisin, ou comparer deux réponses contradictoires.

Cette friction est productive si elle sert explicitement l'objectif d'apprentissage. Elle devient contre-productive si elle ajoute une difficulté administrative, technique ou opaque qui ne contribue pas au raisonnement. Le critère de conception reste donc le même que dans le chapitre 1 : distinguer l'effort cognitif utile de la surcharge inutile.

Charte IA de l'INSA Lyon

Ce passage éclaire le principe de primauté humaine : apprendre demande une calibration personnelle, pas seulement un accès rapide à une réponse disponible.

Transition

Si la fluidité crée une illusion de savoir, la réponse pédagogique ne peut pas être seulement de vérifier plus. Elle consiste à construire des situations où l'étudiant doit mobiliser, expliquer et transférer.

3 - Preuves de compétence et difficultés désirables : comment déjouer l'illusion de savoir par des situations de mobilisation complexes ?

● Essentiel ● Recommandé ● Approfondissement

Dans ce chapitre, vous allez :

Comprendre	Repérer	Agir
Pourquoi l'approche par compétences devient un cadre robuste quand produire devient facile.	Les évaluations trop centrées sur le produit final ou la restitution fluide.	Construire des preuves de mobilisation, de jugement, de transfert et de responsabilité.

Situation ESR

Dans un projet de programmation, les étudiants doivent produire une application fonctionnelle et un court rapport technique. L'IA est autorisée. Plusieurs livrables sont satisfaisants, mais l'enseignant ne sait plus exactement ce qu'il évalue : la compétence de conception, la capacité de correction, la qualité du prompt, l'intégration d'un code généré, ou la simple conformité du produit final.

Pourquoi le produit final ne suffit plus

Lorsque produire était coûteux, le produit final constituait souvent un indice raisonnable de maîtrise. Rédiger un texte argumenté, produire un code fonctionnel ou structurer une analyse supposait généralement d'avoir réalisé une part importante du raisonnement. L'IA générative rend ce lien moins fiable. Un étudiant peut produire un livrable correct avec une appropriation partielle, tandis qu'un autre peut mobiliser l'IA de manière exigeante, critique et réellement formatrice.

Le problème n'est pas moral, mais évaluatif : l'indicateur mesure-t-il encore ce qu'il prétend mesurer ? Si l'objectif est la compétence, il faut observer au delà de la conformité du résultat. Il faut rendre visibles les ressources mobilisées, les choix, les arbitrages, les vérifications, les corrections, les limites et le transfert.

Cette logique prolonge le chapitre 2 sur la "boîte de verre". Le chapitre 3 en précise la colonne vertébrale : l'approche par compétences. Une compétence n'est pas seulement un stock de connaissances. C'est un savoir-agir situé, mobilisant des ressources internes et externes pour traiter une situation complexe avec discernement.

Approche par compétences : mobiliser avec discernement

L'approche par compétences permet d'éviter deux impasses. La première consisterait à interdire les outils pour préserver une image ancienne de la maîtrise. La seconde consisterait à accepter toute production assistée comme preuve suffisante. Entre les deux, la compétence se définit par une mobilisation située : savoir quoi utiliser, quand, pourquoi, avec quelles limites et sous quelle responsabilité.

Dans un environnement outillé, les ressources externes font partie de l'action professionnelle. Un ingénieur mobilise des normes, de la documentation, des logiciels, des collègues, des bibliothèques, des modèles et parfois des IA. **Mais il reste responsable de l'interprétation, de la décision et des conséquences. C'est cette responsabilité qui doit devenir observable en formation.**

Carte : construire une preuve de compétence

Mobilisation des ressources

Étape(s) de la carte : 2

Trace possible : Liste commentée des ressources internes, externes et IA.

Question d'évaluation : Les ressources sont-elles choisies ou seulement empilées ?

Jugement

Étape(s) de la carte : 3 et 6

Trace possible : Justification d'un choix, d'un compromis ou d'un rejet.

Question d'évaluation : L'étudiant sait-il pourquoi cette option est préférable ?

Vigilance épistémique

Étape(s) de la carte : 7

Trace possible : Vérification de source, test, contradiction, limite identifiée.

Question d'évaluation : La validité est-elle contrôlée ou seulement supposée ?

Métacognition

Étape(s) de la carte : 5

Trace possible : Auto-évaluation : certain, incertain, à consolider.

Question d'évaluation : L'étudiant calibre-t-il correctement son niveau ?

Correction

Étape(s) de la carte : 5

Trace possible : Version initiale, erreurs repérées, modifications argumentées.

Question d'évaluation : L'étudiant apprend-il de l'écart entre réponse et critère ?

Transfert

Étape(s) de la carte : 8

Trace possible : Variation de contexte ou contrainte nouvelle.

Question d'évaluation : La compétence tient-elle quand la situation change ?

Responsabilité

Étape(s) de la carte : 9

Trace possible : Explicitation des risques et limites de la solution.

Question d'évaluation : L'étudiant peut-il assumer la production finale ?

Recommandé : scénario "cerveau d'abord, IA ensuite"

Mode d'emploi du scénario. Pour éviter que l'étudiant ne délègue l'intégralité de sa réflexion à l'outil dès le début d'une tâche, ce protocole en six étapes impose un ordre de passage strict : l'effort intellectuel précède l'assistance numérique.

Étape	Consigne	Fonction pédagogique
1. Hypothèse personnelle	Produire une première réponse, un schéma ou une stratégie sans IA.	Préserver la récupération et l'engagement initial.
2. Consultation outillée	Interroger l'IA ou les ressources selon une question explicite.	Utiliser l'outil comme ressource, non comme substitut.
3. Comparaison critique	Repérer accords, écarts, oublis, simplifications et erreurs.	Activer la <u>vigilance épistémique</u> .
4. Révision argumentée	Modifier la réponse en justifiant ce qui est conservé ou rejeté.	Rendre visible la supervision.
5. Transfert court	Adapter à une contrainte ou un cas voisin.	Vérifier l'appropriation.
6. Calibration	Indiquer ce qui est maîtrisé, incertain, à revoir.	Ajuster la <u>métacognition</u> .

Pourquoi inverser l'ordre habituel ?

Le réflexe spontané des étudiants est d'interroger l'IA avant de structurer leur propre pensée, ce qui déclenche l'illusion de maîtrise. Ce scénario garantit que l'outil vient **nourrir et corriger** un raisonnement déjà engagé, et non s'y substituer.

Approfondissement : difficultés désirables et justice pédagogique

Les difficultés désirables doivent être pensées avec prudence. Une difficulté est désirable lorsqu'elle renforce l'apprentissage durable : récupération, espacement, variation, justification, comparaison. Elle ne l'est pas lorsqu'elle augmente seulement la charge matérielle, l'anxiété, l'implicite ou l'inégalité d'accès aux codes académiques.

Dans une pédagogie inclusive, la friction doit être explicite : les étudiants doivent comprendre pourquoi on leur demande de chercher avant de consulter, d'expliquer avant de corriger, ou de transférer avant de conclure. **La difficulté devient alors un levier de professionnalisation plutôt qu'un obstacle caché.**

Pour aller plus loin : Bjork & Bjork ; Soderstrom & Bjork ; Roediger & Karpicke.

Principe associé Ce passage éclaire le principe de traçabilité : une compétence doit pouvoir être reliée à des choix, des critères, des vérifications et des transferts.

Ce que ce chapitre met en évidence

Lorsque l'information et les productions deviennent facilement accessibles, le produit final ne suffit plus toujours à démontrer ce que l'étudiant sait réellement mobiliser.

Ce que la Charte demande de préserver

Les enseignants sont invités à ajuster les modalités d'évaluation afin que soient évaluées **les compétences de l'étudiant et non celles d'une autre intelligence**. L'utilisation d'une IAG doit en outre être documentée lorsqu'elle intervient dans un travail universitaire.

Traduction pédagogique

Rendre visibles la **justification, la vérification, les corrections, le transfert et les conditions d'usage de l'IA**, plutôt que d'évaluer uniquement le livrable final.

Repères : Charte IA INSA Lyon, §2.2 et §4.2-4.3.

● Essentiel

Objectif : décider quand l'accès, la recherche ou l'IA soutiennent l'apprentissage, et quand ils risquent de créer une illusion de compétence.

Objectif	Risque	Trace à demander
Découvrir un domaine.	Confondre panorama et maîtrise.	Carte des questions ouvertes.
Comprendre un mécanisme.	Prendre la clarté pour de l'appropriation.	Explication en étapes sans support.
Résoudre un problème.	Déléguer trop tôt.	Hypothèse initiale puis comparaison.
Vérifier une information.	Confondre popularité et validation.	Source, preuve, limite.
Produire un livrable.	Évaluer seulement le produit final.	Journal de décisions.
Évaluer une compétence.	Rendre le processus invisible.	Justification, oral court, transfert.

Étude de cas : transformer une recherche documentaire assistée par IA

Situation initiale

Dans un enseignement d'innovation, les étudiants doivent produire une note de synthèse sur un enjeu sociotechnique : sobriété numérique, IA en santé, cybersécurité ou transition énergétique. Les consignes autorisent les ressources en ligne et l'IA. Les notes rendues sont structurées, bien écrites et souvent convaincantes, mais les références sont inégales, les controverses peu discutées et les étudiants peinent à distinguer fait établi, opinion experte, hypothèse et recommandation.

Diagnostic

Le problème n'est pas que les étudiants aient utilisé des outils numériques. Le problème est que la tâche évalue surtout la capacité à produire une synthèse fluide. Elle rend peu visibles les opérations décisives : choix des sources, critères de crédibilité, traitement des contradictions, formulation des incertitudes, limites du raisonnement et appropriation personnelle.

La situation cumule trois risques du chapitre :

Risque	Indice observable	Effet possible
<u>Infobésité</u>	Beaucoup de sources citées, peu hiérarchisées.	Empilement au lieu d'argumentation.
<u>Surconfiance informationnelle</u>	Ton affirmatif, peu de zones d'incertitude.	Familiarité confondue avec compréhension.
Produit final fragile	Note bien rédigée mais défense orale faible.	Compétence difficile à inférer.

Transformation proposée

Moment	Risque	Transformation
Avant la recherche	Recherche sans orientation.	Formuler trois questions et une hypothèse initiale.
Recherche	Accumulation de sources.	Limiter à cinq sources justifiées.
Usage IA	Synthèse acceptée trop vite.	Produire une synthèse contradictoire à critiquer.
Traitement	Statuts mélangés.	Classer fait, interprétation, hypothèse, recommandation.

Moment	Risque	Transformation
Rédaction	Conclusion trop assurée.	Ajouter “ce que nous ne pouvons pas conclure”.
Transfert	Compétence locale.	Appliquer la grille à une controverse voisine.

Grille d'évaluation rapide

Critère	Risque à repérer	Preuve robuste
Sélection	Sources nombreuses mais peu justifiées.	Sources hiérarchisées selon des critères explicites.
Vigilance	Vérification faible.	Incertitudes et statuts des affirmations distingués.
Usage IA	Usage seulement déclaratif.	Usage documenté, critiqué et intégré.
Appropriation	Répétition de la synthèse.	Explication, nuance et réponse aux objections.
Transfert	Grille non adaptable.	Mobilisation autonome dans une situation nouvelle.

Fiche action : ce que je peux faire dès demain

Intention	Action simple	Effet attendu
Réduire l' <u>infobésité</u>	Limiter volontairement le nombre de ressources et demander leur justification.	Passer de l'accumulation au tri.
Préserver l'engagement initial	Demander une hypothèse personnelle avant recherche ou IA.	Éviter la délégation immédiate.
Calibrer la compréhension	Faire compléter "je sais / je retrouve / je dois vérifier".	Distinguer savoir interne et ressource externe.
Déjouer la fluidité	Demander une explication sans support après lecture d'une synthèse.	Tester l'appropriation réelle.
Installer une <u>vigilance épistémique</u>	Faire classer les affirmations selon leur statut : fait, hypothèse, interprétation, recommandation.	Développer le jugement critique.
Rendre visible la compétence	Ajouter une justification, une correction ou un transfert court.	Ne plus dépendre du seul produit final.
Utiliser l'IA comme miroir	Comparer une réponse IA à une première réponse étudiante.	Transformer l'écart en apprentissage.

Auto-positionnement final

Se situer après le chapitre

Répondez de 1 à 4 : **1 = pas du tout, 2 = rarement, 3 = souvent, 4 = systématiquement.**

1. Est-ce que je distingue accès aux ressources et autonomie réelle d'apprentissage ?

Position actuelle : 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

Piste d'action : _____

2. Est-ce que je fais travailler le tri et la hiérarchisation, au-delà de la recherche d'une information fiable ?

Position actuelle : 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

Piste d'action : _____

3. Est-ce que je vérifie qu'une synthèse claire a été comprise, et pas seulement reconnue comme claire ?

Position actuelle : 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

Piste d'action : _____

4. Est-ce que je teste la capacité à utiliser une information retrouvée rapidement dans une situation nouvelle ?

Position actuelle : 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

Piste d'action : _____

5. Est-ce que je fais discuter la répétition d'une idée dans plusieurs sources comme indice insuffisant de crédibilité ?

Position actuelle : 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

Piste d'action : _____

6. Est-ce que j'évalue une production assistée par IA par ses choix, vérifications et justifications, pas seulement par son exactitude ?

Position actuelle : 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

Piste d'action : _____

7. Est-ce que je calibre les difficultés demandées, au lieu de supposer que chercher avant de recevoir la réponse est toujours préférable ?

Position actuelle : 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

Piste d'action : _____

8. Est-ce que j'explique pourquoi certaines difficultés désirables soutiennent l'apprentissage sans décourager inutilement ?

Position actuelle : 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

Piste d'action : _____

9. Est-ce que j'utilise des oraux courts ou des défenses rapides pour vérifier l'appropriation ?

Position actuelle : 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

Piste d'action : _____

10. Est-ce que je mesure la compétence par la mobilisation discernée de ressources, et pas seulement par le produit final ?

Position actuelle : 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

Piste d'action : _____

Lecture par dimensions

Dimension	Questions concernées	Ce que cela permet d'observer
Gestion de l'abondance	1, 2, 3	Votre capacité à transformer l'accès en tri et en hiérarchisation.
<u>Métacognition</u>	4, 5, 6	Votre attention à la calibration entre sentiment de savoir et maîtrise réelle.
Usage critique de l'IA	7, 9	Votre capacité à faire de l'IA un objet de vérification et de discussion.
<u>Approche par compétences</u>	8, 10	Votre manière de rendre visibles mobilisation, jugement, transfert et responsabilité.

Pour passer à l'action

Choisissez une question pour laquelle vous avez répondu **1** ou **2**.

Transformez-la en micro-ajustement pédagogique pour votre prochain cours.

Si votre point faible est...	Ajustement simple possible
L'abondance de ressources	Supprimer deux ressources et demander aux étudiants de justifier l'usage des restantes.
La distinction accès / savoir	Ajouter une récupération sans support avant la correction.
<u>La vigilance épistémique</u>	Demander une colonne "source / preuve / limite".
<u>La calibration métacognitive</u>	Faire écrire "ce que je croyais savoir / ce que j'ai corrigé".
L'usage de l'IA	Imposer une hypothèse personnelle avant toute requête.
<u>La preuve de compétence</u>	Ajouter un transfert court ou une défense orale de deux minutes.

À retenir

Ce positionnement ne mesure pas votre maîtrise technique des outils numériques. Il mesure votre capacité à protéger les conditions de l'apprentissage dans un environnement où l'accès, la synthèse et la production deviennent très faciles.

Conclusion

Le chapitre 1 montrait que l'apprentissage suppose une activité cognitive réelle : attention, encodage, consolidation, erreur, reformulation et transfert. Le chapitre 2 montrait que l'IA générative brouille les preuves ordinaires de compréhension en produisant des réponses fluides et plausibles. Le chapitre 3 prolonge ces deux acquis en montrant que **le problème ne commence pas avec l'IA : il s'enracine dans une transformation plus large du rapport au savoir.**

Dans un environnement d'abondance numérique, l'accès n'est plus le principal indicateur de réussite. L'étudiant peut trouver, générer, répéter et reformuler sans nécessairement avoir intégré. La rareté se déplace vers l'attention soutenue, la vigilance épistémique, la calibration métacognitive et la capacité à mobiliser des ressources avec discernement.

La réponse pédagogique ne consiste donc ni à raréfier artificiellement l'information, ni à célébrer la fluidité des outils. Elle consiste à concevoir des situations où l'étudiant doit sélectionner, vérifier, expliquer, corriger, transférer et assumer. **C'est précisément là que l'approche par compétences devient centrale : elle permet de dépasser le produit final pour observer la mobilisation située des ressources, le jugement professionnel et la responsabilité.**

Former à l'ère de l'IA, c'est apprendre aux étudiants à vivre dans l'abondance sans se laisser gouverner par elle. C'est leur apprendre à distinguer ce qui est disponible, ce qui est familier, ce qui est produit, et ce qui est réellement compris.

Ce qu'il faut retenir

1. L'abondance d'information déplace la rareté vers l'attention, le tri et le temps de traitement.
2. La fluidité d'accès ou de production peut devenir un signal trompeur de compétence.
3. La métacognition doit être enseignée : savoir dire ce que l'on sait, retrouve, vérifie ou ignore.
4. L'IA peut soutenir l'apprentissage si elle intervient dans une chaîne de comparaison, de critique et de transfert.
5. L'approche par compétences aide à évaluer la mobilisation située, le jugement et la responsabilité plutôt que le seul livrable.

Glossaire complet du chapitre

Ce glossaire rassemble l'ensemble des notions effectivement mobilisées dans le chapitre, avec leur définition courte et la question pédagogique associée.

Abondance numérique

Définition courte : Situation dans laquelle les informations, sources, réponses et supports sont massivement disponibles.

Question pédagogique associée : Les étudiants apprennent-ils à filtrer, hiérarchiser et rejeter, ou seulement à accéder ?

Infobésité

Définition courte : Saturation informationnelle qui dépasse les capacités de traitement, d'attention et de décision.

Question pédagogique associée : La quantité de ressources aide-t-elle ou surcharge-t-elle la tâche ?

Économie de l'attention

Définition courte : Idée selon laquelle l'attention devient une ressource rare lorsque l'information est abondante.

Question pédagogique associée : Qu'est-ce qui capte, disperse ou soutient l'attention des étudiants ?

Écologie de l'attention

Définition courte : Organisation pédagogique qui protège des temps et espaces de concentration, d'exploration et de recul critique.

Question pédagogique associée : Le scénario prévoit-il des moments de traitement lent et soutenu ?

Mémoire transactive

Définition courte : Répartition du savoir entre le sujet, les autres et les artefacts qui permettent de retrouver ou produire l'information.

Question pédagogique associée : L'étudiant sait-il ce qu'il maîtrise et ce qu'il délègue ?

Fluidité de recherche

Définition courte : Facilité subjective avec laquelle une information est retrouvée en ligne.

Question pédagogique associée : La facilité d'accès est-elle confondue avec une compétence interne ?

Fluidité de production

Définition courte : Facilité avec laquelle un texte, un code, un plan ou une synthèse peut être généré.

Question pédagogique associée : La qualité formelle du rendu masque-t-elle une compréhension fragile ?

Illusion de savoir

Définition courte : Surestimation de sa propre maîtrise parce qu'un contenu paraît familier, accessible ou facile à reformuler.

Question pédagogique associée : L'étudiant peut-il expliquer sans support ce qu'il pense savoir ?

Illusion de profondeur explicative

Définition courte : Tendance à croire comprendre un mécanisme jusqu'au moment où l'on doit l'expliquer précisément.

Question pédagogique associée : La tâche oblige-t-elle à expliciter les relations causales ou seulement à reconnaître un résultat ?

Surconfiance informationnelle

Définition courte : Confiance excessive dans sa compréhension, nourrie par la fluidité d'accès, la répétition ou la familiarité.

Question pédagogique associée : Les étudiants calibrent-ils correctement leur niveau de maîtrise ?

Vigilance épistémique

Définition courte : Capacité à interroger la source, la preuve, le contexte, les critères de validité et les limites d'une information.

Question pédagogique associée : Comment les étudiants distinguent-ils crédibilité apparente et validité réelle ?

Calibration métacognitive

Définition courte : Ajustement entre ce que l'étudiant croit savoir et ce qu'il peut réellement expliquer, vérifier ou transférer.

Question pédagogique associée : L'étudiant sait-il identifier ses incertitudes et ses zones fragiles ?

Difficultés désirables

Définition courte : Contraintes qui ralentissent la performance immédiate mais soutiennent l'apprentissage durable.

Question pédagogique associée : Quelle friction productive peut-on introduire sans décourager ?

Pratique de récupération

Définition courte : Activité consistant à rappeler ou reconstruire un savoir sans le relire immédiatement.

Question pédagogique associée : Les étudiants doivent-ils récupérer l'information avant de la consulter ?

Approche par compétences

Définition courte : Cadre centré sur la mobilisation pertinente de ressources dans une situation complexe et contextualisée.

Question pédagogique associée : L'évaluation observe-t-elle l'action située, les choix et le transfert ?

Preuve de compétence

Définition courte : Indice observable permettant d'inférer une mobilisation robuste : justification, arbitrage, correction, transfert, responsabilité.

Question pédagogique associée : Que prouve le livrable, et que faut-il encore rendre visible ?

Bibliographie indicative

Abondance numérique, attention et mémoire transactive

- **Boullier, D. (2014).** Médiologie des régimes d'attention. Dans Y. Citton (dir.), *L'économie de l'attention. Nouvel horizon du capitalisme ?* La Découverte.
- **Citton, Y. (2014).** *Pour une écologie de l'attention.* Seuil.
- **Fisher, M., Mariani, C., & Keil, F. C. (2021).** People mistake the internet's knowledge for their own. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(43). <https://doi.org/10.1073/pnas.2105061118>
- **Sahut, G. (2017).** L'enseignement de l'évaluation critique de l'information numérique : vers une prise en compte des pratiques informationnelles juvéniles ? *tic&société*, 11(1), 223-248.
- **Sahut, G., & Tricot, A. (2018).** Wikipedia : an opportunity to rethink the links between sources' credibility, trust and authority. *First Monday*, 22(11).
- **Sparrow, B., Liu, J., & Wegner, D. M. (2011).** Google effects on memory : Cognitive consequences of having information at our fingertips. *Science*, 333(6043), 776-778.
- **Storm, B. C. (2019).** Thoughts on the digital expansion of the mind and the effects of using the Internet on memory and cognition. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 8(1), 29-32.
- **Tricot, A., Lemarié, J., & Sahut, G. (2016).** *Le document : communication et mémoire.* De Boeck Supérieur.
- **Wegner, D. M. (1987).** Transactive memory : A contemporary analysis of the group mind. In B. Mullen & G. R. Goethals (Eds.), *Theories of group behavior* (pp. 185-208). Springer.

Fluidité, illusion de savoir et métacognition

- **Arango, J. (2019).** The illusion of explanatory depth. Jorge Arango. <https://jarango.com/2019/02/06/the-illusion-of-explanatory-depth/>
- **Barr, N., Pennycook, G., Stolz, J. A., & Fugelsang, J. A. (2015).** The brain in your pocket : Evidence that smartphones are used to supplant thinking. *Computers in Human Behavior*, 48, 473-480. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.02.012>
- **Benjamin, A. S., Bjork, R. A., & Schwartz, B. L. (1998).** The mismeasure of memory : When retrieval fluency is misleading as a metamnemonic index. *Journal of Experimental Psychology : General*, 127(1), 55-68.
- **Fisher, M., Goddu, M. K., & Keil, F. C. (2015).** Searching for explanations : How the Internet inflates estimates of internal knowledge. *Journal of Experimental Psychology : General*, 144(3), 674-687.
- **Hamilton, K. A., & Qi, L. (2023).** Search fluency mistaken for understanding : Ease of information retrieval from the Internet inflates internal knowledge confidence. *Social Media + Society*, 9(3), 1-12. <https://doi.org/10.1177/20563051231195547>
- **Reber, R., & Schwarz, N. (1999).** Effects of perceptual fluency on judgments of truth. *Consciousness and Cognition*, 8(3), 338-342.
- **Rozenblit, L., & Keil, F. C. (2002).** The misunderstood limits of folk science : An illusion of explanatory depth. *Cognitive Science*, 26(5), 521-562.

- **Speckmann, F., & Unkelbach, C. (2024).** Illusions of knowledge due to mere repetition. *Cognition*, 247, Article 105791. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2024.105791>
- **Unkelbach, C., & Rom, S. C. (2017).** A referential theory of the repetition-induced truth effect. *Cognition*, 160, 110-126.

Difficultés désirables, apprentissage durable et évaluation

- **Bjork, E. L., & Bjork, R. A. (2014).** Making things hard on yourself, but in a good way : Creating desirable difficulties to enhance learning. In M. A. Gernsbacher & J. Pomerantz (Eds.), *Psychology and the real world* (2nd ed., pp. 59-68). Worth Publishers.
- **Bjork, E. L., & Bjork, R. A. (2023).** Introducing desirable difficulties into practice and instruction : Obstacles and opportunities. Society for the Teaching of Psychology.
- **Bjork, R. A., & Bjork, E. L. (1992).** A new theory of disuse and an old theory of stimulus fluctuation. In A. Healy, S. Kosslyn, & R. Shiffrin (Eds.), *From learning processes to cognitive processes* (Vol. 2, pp. 35-67). Erlbaum.
- **Kapur, M. (2022).** Productive failure. In C. E. Overson et al. (Eds.), *In their own words*. Society for the Teaching of Psychology.
- **Roediger, H. L., III, & Karpicke, J. D. (2006).** Test-enhanced learning : Taking memory tests improves long-term retention. *Psychological Science*, 17, 249-255.
- **Soderstrom, N. C., & Bjork, R. A. (2015).** Learning versus performance : An integrative review. *Perspectives on Psychological Science*, 10(2), 176-199.

IA générative, vigilance et approche par compétences

- **Gerlich, M. (2025).** Cognitive offloading or cognitive overload : How AI alters the mental architecture of coping. *Journal of Cognitive Psychology* (preprint).
- **Tresgots, N. (2025).** L'usage de l'intelligence artificielle générative au lycée : entre émancipation et reproduction sociale. *Distances et médiations des savoirs*.
- **Yan, L., et al. (2025).** Distinguishing performance gains from learning when using generative AI. *Nature Reviews Psychology*, 4(7), 435-436.

Chapitre 4 : Former des sujets ou optimiser des performances ?

Subjectivation, gouvernement algorithmique, réversibilité et jugement professionnel

Comment intégrer l'IA dans l'enseignement supérieur sans réduire l'étudiant à une unité de performance pilotable, et sans renoncer à former des sujets capables de jugement, d'autonomie et de responsabilité ?

Ce chapitre prolonge les trois précédents chapitres en vous aidant à :

- Passer de la question *comment apprend-on avec l'IA ?* à la question *pour quoi forme-t-on avec l'IA ?* ;
- Relier activité cognitive, illusion de compréhension, dette cognitive et preuves de compétence aux finalités de l'enseignement supérieur ;
- Distinguer autonomie intellectuelle et autonomie procédurale pilotée par des indicateurs ;
- Repérer les risques de datafication, de profilage, de redlining numérique et d'hétéronomie douce ;
- Analyser une innovation technologique à partir de critères pédagogiques, éthiques, institutionnels et architecturaux ;
- Intégrer la souveraineté des données et les modèles open-source locaux dans les arbitrages ;
- Construire des arbitrages : quand dire oui, quand dire non, et comment rendre ce choix pédagogiquement défendable.

Repères essentiels

Ces sept notions permettent d'entrer dans le chapitre sans interrompre la progression. Le glossaire complet est proposé après la conclusion.

Notion	Définition courte	Question pédagogique associée
<u>Finalités éducatives</u>	Raisons profondes pour lesquelles on enseigne : former, qualifier, émanciper, socialiser, rendre capable d'agir.	Quel humain voulons-nous former avec ou malgré l'IA ?
<u>Performance</u>	Résultat visible, mesurable ou comparatif d'une activité.	La <u>performance</u> observée renseigne-t-elle vraiment sur l'apprentissage ou la compétence ?
<u>Optimisation</u>	Recherche d'une amélioration mesurable : temps, score, taux de réussite, complétion, productivité.	Ce qui est optimisé correspond-il à ce qui est éducativement important ?
<u>Sujet apprenant</u>	Étudiant reconnu comme personne capable de sens, de choix, de doute, d'interprétation et de responsabilité.	Le dispositif laisse-t-il une place à la parole, au jugement et à l'initiative ?
<u>Subjectivation</u>	Processus par lequel l'étudiant advient comme sujet singulier, capable d'agir et de répondre dans un monde commun.	L'activité forme-t-elle seulement des compétences ou aussi une position de sujet ?
<u>Learnification</u>	Réduction de l'éducation à des apprentissages individualisés, mesurables et pilotables, au détriment des finalités politiques et existentielles.	Parle-t-on encore d'éducation ou seulement de gestion de l'apprentissage ?
<u>Autonomie procédurale</u>	Capacité à gérer ses tâches, suivre des objectifs, optimiser son temps et répondre à des indicateurs.	L'étudiant devient-il plus libre ou seulement plus efficace dans un cadre prescrit ?

Introduction

Les chapitres précédents ont construit une progression :

- 1 : distinguer accès au contenu et apprentissage construit ;
- 2 : repérer l'apparence de raisonnement produite par l'IA générative ;
- 3 : déjouer les illusions liées à l'abondance numérique.

Le chapitre 4 franchit une étape supplémentaire : il ne demande plus seulement comment éviter les illusions d'apprentissage, mais quelle finalité éducative préserver lorsque l'IA promet d'optimiser les performances.

Il déplace donc légèrement le regard. Jusqu'ici, l'analyse portait principalement sur l'IA générative comme outil de production, d'assistance ou de raisonnement apparent. Mais l'IA s'invite aussi, de manière plus diffuse, dans les outils professionnels et étudiants : plateformes pédagogiques, tableaux de bord, recommandations, assistants intégrés, outils de suivi ou systèmes d'aide à la décision. La question n'est alors plus seulement : *que produit l'IA ?* Elle devient aussi : *cet outil fondé sur un fonctionnement IA est-il utile ? Apporte-t-il une réelle plus-value pédagogique ? Que transforme-t-il dans les choix, les responsabilités et les marges d'autonomie ?* Ce changement d'échelle et de type d'IA oblige à interroger non seulement les usages visibles, mais aussi les logiques de pilotage incorporées dans les environnements de travail et d'apprentissage.

Les dispositifs concernés :

- tableaux de bord ;
- recommandations ;
- agents conversationnels ;
- learning analytics ;
- plateformes adaptatives ;
- architectures de choix.

Ils peuvent aider, mais ils peuvent aussi réorganiser la pédagogie autour de ce qui est mesurable, prédictible et standardisable.

Centre de gravité du chapitre : déplacer l'analyse de l'outil vers les finalités éducatives : autonomie, subjectivation, capabilités, responsabilité, jugement professionnel et capacité de dire non.

Note

Repère scientifique : voir bibliographie, « Finalités éducatives, humanisme et subjectivation ».

Continuité avec les chapitres 1, 2 et 3

Acquis précédents	Prolongement dans le chapitre 4
Une activité pédagogique ne garantit pas une activité cognitive.	Un dispositif technologique ne garantit pas une finalité éducative.
Une production visible ne prouve pas toujours une compréhension.	Une performance mesurée ne prouve pas toujours une formation du sujet.
L'IA peut produire une illusion de raisonnement.	Les plateformes peuvent produire une illusion de pilotage pédagogique.
L'abondance numérique exige vigilance épistémique et métacognition.	Le gouvernement algorithmique exige vigilance institutionnelle, éthique et politique.
Les preuves de compétence doivent montrer justification et transfert.	Les preuves de formation doivent aussi montrer autonomie, jugement, responsabilité et capacité de désaccord.
L'approche par compétences valorise la mobilisation située de ressources.	L'approche par les capacités demande si les étudiants disposent réellement du pouvoir d'apprendre, d'agir et de contester.

Le parcours en trois mouvements

Mouvement	Intention pédagogique
1 - Finalités éducatives et subjectivation	Décider si l'on forme des sujets apprenants ou si l'on optimise des indicateurs de performance.
2 - Gouvernement algorithmique et hétéronomie	Comprendre comment l'autonomie des étudiants est pilotée par la datafication et les nudges.
3 - Jugement professionnel et réversibilité	Choisir et innover pédagogiquement à l'ère de l'IA sans subir la technologie.

Activité : Auto-test de sensibilisation

Avant de lire : vos représentations de l'IA éducative

Pour chaque affirmation, répondez spontanément : **plutôt vrai, plutôt faux, cela dépend, je ne sais pas.**

N°	Affirmation diagnostique	Votre réponse
1	Un outil qui améliore les performances des étudiants améliore nécessairement la formation.	
2	La personnalisation algorithmique rend les étudiants plus autonomes.	
3	Les tableaux de bord aident surtout les enseignants à mieux accompagner.	
4	Les données d'apprentissage donnent une vision plus objective de la progression.	
5	L'IA est centrée humain dès lors qu'elle est utile aux étudiants.	
6	Dire non à un outil peut être un choix pédagogique légitime.	
7	Une recommandation algorithmique reste neutre tant que l'étudiant est libre de ne pas la suivre.	
8	Les outils gratuits sont peu risqués s'ils font gagner du temps.	
9	Former des ingénieurs suppose aussi de former leur capacité de désaccord et de responsabilité.	
10	Le jugement professionnel enseignant ne peut pas être entièrement remplacé par un système adaptatif.	

À reprendre en fin de chapitre : quelles affirmations vous semblent désormais trop simples ? Quelles finalités éducatives étaient implicites dans vos premières réponses ?

1 - Finalités éducatives et subjectivation : devons-nous former des sujets apprenants ou optimiser des indicateurs de performance ?

● Essentiel ● Approfondissement

Dans ce chapitre, vous allez :

Comprendre	Repérer	Agir
Pourquoi la question de l'IA est d'abord une question de <u>finalités éducatives</u> .	Les moments où la <u>performance mesurable</u> remplace silencieusement la formation du sujet.	Reformuler une décision technologique en termes de finalités, pas seulement d'efficacité.

Situation ESR

Un établissement souhaite déployer une plateforme d'IA pour améliorer la réussite étudiante. Le tableau de bord promet de repérer les étudiants à risque, recommander des ressources, automatiser des rappels et mesurer la progression. Les indicateurs sont clairs, les graphiques convaincants, les gains annoncés importants. Mais une question reste peu discutée : quelles dimensions de la formation deviennent invisibles si l'on ne regarde que ce qui se mesure facilement ?

Quand la question technique devient éducative

Une technologie éducative n'est jamais seulement un moyen. Elle transporte une représentation de l'apprentissage, de l'étudiant et de ce qui mérite d'être mesuré.

Question technique	Question éducative réelle	Risque si elle reste implicite
Quel outil choisir ?	Quelle finalité voulons-nous servir ?	Confondre innovation et formation.
Quelles données suivre ?	Que devient invisible ?	Réduire l'étudiant à un indicateur.
Que peut-on automatiser ?	Quelle compétence faut-il protéger ?	Supprimer l'effort formateur.

Ce déplacement prolonge les chapitres précédents : la fluidité d'une production pouvait masquer une compréhension fragile ; la clarté d'un indicateur peut masquer une formation incomplète.

Les quatre piliers de Delors à l'épreuve de l'IA

Le rapport Delors (1996) proposait quatre piliers : apprendre à connaître, apprendre à faire, apprendre à vivre ensemble, apprendre à être. Ils retrouvent une actualité forte à l'ère de l'IA.

Pilier	Tension introduite par l'IA	Exigence pédagogique
Apprendre à connaître	L'accès et la synthèse automatisée peuvent remplacer l'enquête.	Maintenir la recherche, la vérification et la construction de sens.
Apprendre à faire	L'outil peut produire à la place de l'étudiant.	Distinguer assistance, automatisation et compétence autonome.
Apprendre à vivre ensemble	La personnalisation peut isoler les trajectoires.	Préserver la coopération, la confrontation des points de vue et la construction de repères communs.
Apprendre à être	Le profilage et la recommandation peuvent orienter les conduites.	Former jugement, responsabilité, sensibilité et <u>autonomie</u> .

Ces piliers empêchent une lecture purement instrumentale de l'IA. Ils rappellent que l'éducation ne vise pas seulement l'efficacité individuelle. Elle vise aussi la construction d'un sujet capable de vivre, penser et agir dans un monde commun.

Dewey et Freire : l'IA comme enquête ou comme dépôt

Chez Dewey, l'apprentissage se construit par l'expérience, l'enquête et la reconstruction active. **Une IA peut soutenir cette logique si elle devient un élément d'un environnement d'investigation : simuler, proposer des hypothèses, fournir des contre-exemples, aider à tester une idée. Elle devient problématique lorsqu'elle ferme l'enquête en livrant une réponse prémâchée.**

Chez Freire, la critique du modèle bancaire de l'éducation aide à comprendre un autre risque. Si l'IA dépose des contenus structurés dans l'esprit de l'étudiant, **si l'étudiant consomme une réponse sans la questionner, alors l'outil réactive une pédagogie de la réception passive. À l'inverse, l'IA peut devenir objet de dialogue critique : pourquoi cette réponse ? depuis quelles sources ? avec quelles omissions ? au service de quelle vision du monde ?**

Le point commun est clair : **l'IA n'est émancipatrice que si elle maintient les étudiants dans une position d'enquêteurs, d'interprètes et de co-auteurs.** Elle cesse de l'être lorsqu'elle réduit leur activité à sélectionner, valider ou optimiser des réponses déjà configurées.

Essentiel : performance, compétence, subjectivation

Niveau	Ce que l'on observe	Ce qui reste à vérifier
<u>Performance</u>	Score, rendu, rapidité, complétion, conformité.	Le résultat correspond-il à une compréhension durable ?

Niveau	Ce que l'on observe	Ce qui reste à vérifier
Compétence	Mobilisation située de ressources, justification, transfert.	L'étudiant peut-il agir avec discernement dans un contexte nouveau ?
<u>Subjectivation</u>	Prise de position, responsabilité, capacité de dire je, nous ou non.	L'étudiant devient-il auteur de son rapport au savoir et à la technique ?

Point clé : l'IA peut améliorer la performance sans former le sujet. Une pédagogie exigeante doit donc demander : qu'est-ce qui progresse vraiment ?

Carte : performance visible et formation du sujet

Approfondissement : capacités et liberté réelle

L'approche par les capacités déplace la question de l'accès vers celle de la conversion réelle. Deux étudiants peuvent avoir accès au même outil IA sans disposer des mêmes possibilités d'en faire un usage émancipateur. L'un saura cadrer une question, contester une réponse, vérifier une source et défendre un choix. L'autre suivra la recommandation faute de critères, de temps, de confiance ou de capital scolaire.

Note

Repère scientifique : voir bibliographie, « Capacités, autonomie et justice ».

Une IA éducative réellement centrée humain ne se définit donc pas seulement par son ergonomie ou sa performance. Elle doit augmenter les libertés réelles d'apprendre, de comprendre, de choisir, de coopérer et de contester.

Charte IA de l'INSA Lyon

Ce passage éclaire le principe de primauté humaine : le choix d'un outil doit rester subordonné aux finalités éducatives, non à la seule performance mesurable.

Transition

Une fois les finalités posées, il faut regarder ce que les dispositifs font aux conduites : **certaines aides soutiennent l'autonomie, d'autres la pilotent sans le dire.**

2 - Gouvernement algorithmique et hétéronomie : comment l'autonomie des étudiants est-elle pilotée par la datafication et les nudges ?

● Essentiel ● Approfondissement

Dans ce chapitre, vous allez :

Comprendre	Repérer	Agir
Pourquoi la personnalisation et les tableaux de bord peuvent soutenir ou réduire l'autonomie.	Les situations où l'étudiant devient réactif à des métriques plutôt qu'auteur de ses choix.	Introduire des moments de recul, de contestation et de justification face aux recommandations.

Situation ESR

Sur la page d'accueil d'un cours en ligne, un étudiant découvre un tableau de bord personnalisé : une barre de progression indique son pourcentage d'avancement, des notifications colorées rappellent les « tâches urgentes à valider » avant minuit, et un algorithme lui suggère automatiquement les chapitres à réviser en priorité selon ses derniers quiz.

Pour l'équipe pédagogique, un tel dispositif est particulièrement tentant car il promet de remédier à l'hétérogénéité des amphis et de maintenir l'engagement des étudiants sans alourdir la charge d'accompagnement individuel.

Pour l'équipe pédagogique, le système est un outil précieux de pilotage qui réduit le décrochage. Mais du côté des étudiants, le rapport au savoir se transforme imperceptiblement : on ne choisit plus un parcours par curiosité intellectuelle ou par identification d'une difficulté personnelle, on « coche les cases » vertes dictées par l'interface pour maximiser son score. Le dispositif organise efficacement le flux de travail, mais il commence à remplacer le choix de l'étudiant par l'optimisation d'un parcours standardisé..

L'ambiguïté de l'autonomie

L'autonomie est un mot consensuel. Tout le monde souhaite former des étudiants autonomes. Mais les dispositifs d'IA éducative peuvent déplacer son sens. Dans une perspective forte, l'autonomie désigne une capacité de jugement : prendre distance, interpréter, décider, argumenter, résister à une pression ou assumer une incertitude. Dans une perspective plus procédurale, elle désigne la capacité à se gérer efficacement : suivre des objectifs, respecter un rythme, corriger ses écarts, optimiser ses indicateurs.

Ces deux formes ne sont pas équivalentes. **Un étudiant peut devenir très efficace dans un environnement piloté sans développer une autonomie intellectuelle robuste.** Il peut suivre les alertes, remplir les attendus, valider les étapes et améliorer ses scores, tout en perdant progressivement l'habitude de se demander : pourquoi cette tâche ? selon quels critères ? au service de quel apprentissage ? puis-je choisir autrement ?

L'enjeu n'est pas d'opposer guidage et autonomie. Tout apprentissage a besoin de guidage. **L'enjeu est de distinguer le guidage qui rend capable d'agir de celui qui rend dépendant d'un pilotage invisible.**

Gouvernement algorithmique et perte progressive d'autonomie

Le gouvernement algorithmique n'agit pas nécessairement par contrainte. Il agit souvent par l'organisation de l'environnement : ce qui est recommandé, mis en avant, notifié, comparé, rendu urgent ou valorisé. L'étudiant reste libre en apparence, mais ses choix s'effectuent dans une architecture déjà orientée.

Note

Repère scientifique : voir bibliographie, « Datafication, gouvernement algorithmique et EdTech critique ».

Les nudges éducatifs peuvent être utiles : rappeler une échéance, suggérer une ressource, encourager une reprise espacée, signaler une baisse d'activité. **Mais ils deviennent problématiques lorsqu'ils installent une norme invisible du bon étudiant :** connecté, réactif, régulier, mesurable, disponible, continuellement améliorable.

Cette perte progressive d'autonomie est d'autant plus difficile à repérer qu'elle prend la forme de l'aide. Plus l'interface est fluide et facilite les choix, moins l'étudiant peut percevoir la manière dont elle oriente son raisonnement. **Le chapitre 3 montrait que la fluidité peut produire une illusion de savoir ; ici, elle peut aussi produire une illusion d'autonomie.**

Datafication et redlining numérique

Les learning analytics transforment des comportements en données : clics, temps passé, rythme de connexion, complétion, erreurs, trajectoires, comparaisons. Ces données peuvent aider à repérer certains besoins. Mais elles peuvent aussi produire des profils qui orientent le regard pédagogique avant même la rencontre avec l'étudiant.

Le risque de redlining numérique apparaît lorsque ces profils limitent les opportunités : recommandations plus pauvres, attentes réduites, surveillance accrue, catégorisation durable, trajectoires prédictives. **L'étudiant n'est plus seulement accompagné à partir de ses traces ; il peut être enfermé par elles.**

Ce point est particulièrement sensible dans l'enseignement supérieur. **Une pédagogie équitable ne consiste pas à donner le même outil à tous. Elle consiste à vérifier si chaque étudiant dispose des capabilités nécessaires pour convertir cet outil en pouvoir réel d'apprendre.**

Note

Pour aller plus loin : voir bibliographie, « Capabilités, autonomie et justice » ; « Datafication, gouvernement algorithmique et EdTech critique ».

Essentiel : autonomie forte et autonomie appauvrie

Autonomie procédurale	Autonomie intellectuelle
Suivre un parcours recommandé.	Comprendre et discuter le parcours proposé.
Optimiser ses scores.	Interpréter ce que les scores montrent et ne montrent pas.
Répondre aux notifications.	Décider quand une notification est pertinente ou non.
Utiliser efficacement l'IA.	Cadrer, vérifier, limiter ou refuser l'IA.
Gérer son temps selon les indicateurs.	Relier son effort à un projet de compréhension et d'action.

Point clé : un étudiant bien piloté n'est pas nécessairement un étudiant autonome. L'autonomie éducative suppose la possibilité de comprendre, d'interpréter et parfois de désobéir à la recommandation.

Carte : du guidage utile au pilotage invisible

Approfondissement : IA générative et pilotage de la pensée

Les systèmes adaptatifs pilotaient surtout les parcours : ordre des exercices, rappels, progression. Les IA génératives interviennent plus directement sur la production symbolique : formulation d'une idée, structuration d'un argument, ton, style, plan, problématisation, synthèse.

Le seuil est important. Le risque n'est plus seulement que l'étudiant suive un parcours recommandé. Il peut aussi reprendre une manière de penser, d'argumenter ou d'écrire statistiquement probable. La vigilance porte alors sur l'homogénéisation des voix, la réduction de la conflictualité, l'appauvrissement des questions et la délégation de l'arbitrage intellectuel.

Un usage formatif doit donc prévoir un retrait progressif de l'assistance : l'IA comme échafaudage temporaire, non comme prothèse permanente.

Charte IA de l'INSA Lyon

Ce passage éclaire le principe de transparence : les recommandations, scores et profils doivent pouvoir être discutés, contestés et replacés dans un jugement pédagogique.

Transition

Le diagnostic institutionnel appelle un critère d'action : **un outil acceptable doit pouvoir être discuté, limité, remplacé ou retiré sans détruire la situation pédagogique.**

3 - Jugement professionnel et réversibilité : comment choisir et innover pédagogiquement à l'ère de l'IA sans subir la technologie ?

● Essentiel ● Recommandé ● Approfondissement

Dans ce chapitre, vous allez :

Comprendre	Repérer	Agir
Pourquoi choisir un outil est un acte de <u>jugement professionnel</u> , pas une simple mise à jour technique.	Les pièges de l'innovation : effet de mode, empilement, promesses, biais de mesurabilité.	Utiliser une grille d'arbitrage pour adopter, adapter, limiter ou refuser un outil.

Situation ESR

Un nouvel outil IA est recommandé dans une formation. Il promet de gagner du temps, personnaliser les feedbacks et améliorer l'engagement. Plusieurs collègues l'adoptent rapidement. D'autres hésitent, mais se sentent en retard. La discussion porte surtout sur les fonctionnalités. Peu de temps est consacré à la question pédagogique : quel problème précis l'outil résout-il, et à quel coût ?

Le sentiment de retard technologique

L'accélération des outils crée une pression particulière sur les enseignants. Chaque semaine semble apporter une nouvelle plateforme, un nouveau modèle, une nouvelle fonctionnalité ou une nouvelle injonction à innover. Cette situation peut produire une confusion : ne pas adopter immédiatement un outil serait être en retard pédagogiquement.

Or le retard technologique n'est pas nécessairement un retard pédagogique. Enseigner suppose de choisir en fonction d'un public, d'une discipline, d'une finalité, d'une contrainte et d'un effet attendu. **La compétence centrale n'est donc pas de tout tester, mais de discerner ce qui sert réellement l'apprentissage.**

Les pièges ordinaires de l'innovation

Plusieurs pièges reviennent lorsque la décision part de l'outil plutôt que du problème pédagogique.

Piège	Forme observable	Question à poser
Solutionnisme	L'outil est présenté comme réponse à un problème humain complexe.	Le problème relève-t-il vraiment d'un outil ?
Effet de mode	Adoption parce que l'outil symbolise la modernité.	Quelle preuve locale de pertinence avons-nous ?
Empilement	Multiplication des plateformes et interfaces.	Quel coût attentionnel pour les étudiants ?
Biais de mesurabilité	Les clics, connexions ou scores guident la décision.	Que ne mesurons-nous pas ?
Décharge cognitive excessive	L'outil fait à la place de l'étudiant.	Quelle compétence risque de ne plus être exercée ?
Dépendance	Quitter l'outil devient coûteux ou impossible.	Le choix est-il réversible ?

IA : soutien utile ou substitution problématique ?

L'IA est pertinente lorsqu'elle soutient le travail intellectuel sans le remplacer durablement : reformuler une consigne, proposer des variantes, soutenir l'accessibilité linguistique, fournir un feedback intermédiaire, générer un contre-exemple, aider à comparer des pistes.

Elle devient problématique lorsqu'elle prend en charge les opérations que la formation vise justement à développer : problématiser, hiérarchiser, argumenter, interpréter, décider, assumer une responsabilité. Dans ce cas, le gain immédiat peut produire une dette cognitive, épistémique ou politique : on gagne du temps, mais on perd l'occasion de former le jugement.

Souveraineté des données : l'alternative technique à ne pas oublier

Pour un public d'ingénierie, la critique des plateformes ne suffit pas. Si l'on dénonce l'hétéronomie algorithmique, il faut aussi ouvrir l'espace des choix techniques : modèles open-source exécutés localement, serveurs institutionnels, solutions hors-ligne, anonymisation, cloisonnement des usages ou architecture hybride.

Note

Repère scientifique : voir bibliographie, « IA, éthique, apprentissage et jugement professionnel ».

Option technique	Intérêt pédagogique	Point de vigilance
Modèle local hors-ligne	Tester, comparer, prototyper sans exposer de données étudiantes.	<u>Performance</u> variable, maintenance, compétences matérielles.
Serveur institutionnel	Mutualiser un cadre maîtrisé pour des usages récurrents.	Gouvernance, coûts, mises à jour, responsabilité.

Option technique	Intérêt pédagogique	Point de vigilance
Plateforme externe	Accès rapide à des modèles performants et ergonomiques.	Données, dépendance, opacité, conditions contractuelles.
<u>Architecture hybride</u>	Adapter le niveau de risque à la tâche.	Exiger une cartographie claire des usages.

! Repère de décision

Plus les données sont sensibles ou pédagogiquement situées, plus l'option locale, institutionnelle ou hors-ligne doit être étudiée avant de recourir à une plateforme externe.

Essentiel : sept questions avant d'adopter un outil

Question	Pourquoi elle compte
Quel problème précis voulons-nous résoudre ?	Éviter de choisir un outil avant d'avoir formulé le besoin.
Quelle <u>activité cognitive</u> voulons-nous soutenir ?	Relier l'outil à l'apprentissage, pas seulement à la production.
Quelle <u>finalité éducative</u> est en jeu ?	Vérifier que l'efficacité ne remplace pas le sens.
Quels coûts cachés apparaissent ?	Données, dépendance, surcharge, inégalités, maintenance.
Qu'est-ce qui doit rester humain ?	Protéger relation, interprétation, jugement et responsabilité.
Quelle architecture protège le mieux les données ?	Comparer plateforme externe, serveur institutionnel, modèle local ou non-usage.
Comment sortir de l'outil si nécessaire ?	Préserver la réversibilité et l' <u>autonomie</u> institutionnelle.

Carte : décider sans subir

Recommandé : grille d'arbitrage rapide

Critère	Risque	Décision
Problème pédagogique clairement nommé.	Outil choisi par effet de mode.	Expérimenter seulement si le besoin est réel.
<u>Activité cognitive</u> identifiée.	Automatisation d'un effort utile.	Protéger la compétence centrale.
Données nécessaires et proportionnées.	Collecte excessive.	Minimiser ou refuser l'usage.
Alternative simple comparée.	Dépendance inutile.	Préférer l'option la plus réversible.

Critère	Risque	Décision
Bilan prévu après expérimentation.	Innovation sans retour critique.	Stabiliser, limiter ou retirer.

Approfondissement : dire non comme compétence professionnelle

Dire non à un outil ne signifie pas refuser l'innovation. Cela peut être une décision professionnelle rigoureuse lorsque l'outil ne correspond pas aux finalités, augmente la surcharge, fragilise les données, réduit l'autonomie, renforce des inégalités ou remplace une activité cognitive centrale.

Note

Repère scientifique : voir bibliographie, « IA, éthique, apprentissage et jugement professionnel ».

Dans un contexte saturé de promesses, le jugement enseignant consiste aussi à protéger les conditions de l'apprentissage : temps long, relation, erreur, doute, confrontation, coopération et parole singulière. Choisir, c'est parfois retirer.

● Essentiel

Objectif : relier toute décision d'usage de l'IA à une finalité explicite, une activité cognitive identifiable et un niveau de risque acceptable.

Promesse de l'outil	Risque	Décision possible
Gain de temps.	Effort formateur supprimé.	Automatiser seulement le périphérique.
Personnalisation.	Trajectoires isolées.	Préserver des moments collectifs.
Feedback automatique.	Correction sans compréhension.	Garder le jugement humain final.
Détection des risques.	Profil enfermant.	Interdire la décision automatique seule.
Données sensibles.	Perte de souveraineté.	Privilégier modèle local, serveur maîtrisé ou non-usage.
Évaluation facilitée.	Raisonnement invisible.	Passer en <u>boîte de verre</u> .

Charte IA de l'INSA Lyon

Ce passage éclaire le principe de souveraineté et de réversibilité : un outil doit pouvoir être limité, remplacé ou refusé sans affaiblir la situation pédagogique.

Étude de cas : déployer un tableau de bord sans réduire les étudiants à des profils

Situation initiale

Une équipe pédagogique souhaite utiliser un tableau de bord pour repérer les étudiants en difficulté dans un module exigeant. L'outil agrège connexions, rendus, résultats aux quiz et temps passé. Il classe les étudiants en trois catégories : faible risque, risque moyen, risque élevé. L'intention est d'aider plus tôt. Mais l'équipe s'interroge : comment éviter que le profil devienne une étiquette ?

Diagnostic

Le tableau de bord peut soutenir l'accompagnement, mais il ne doit pas devenir une vérité pédagogique. Les données captent certains comportements, pas l'ensemble d'une situation d'apprentissage. Elles peuvent signaler, mais pas expliquer seules.

Risque	Indice observable	Effet possible
Biais de mesurabilité	Les données disponibles deviennent les critères principaux.	Ce qui ne se mesure pas disparaît du jugement.
Étiquetage	Le statut "à risque" suit l'étudiant.	Réduction des attentes ou surveillance accrue.
<u>Hétéronomie douce</u>	L'étudiant suit les alertes sans comprendre.	Régulation externe plutôt qu' <u>autonomie</u> .
<u>Redlining numérique</u>	Les recommandations varient selon le profil.	Opportunités différenciées et reproduction d'inégalités.

Transformation proposée

Moment	Risque	Transformation
Avant déploiement	Finalité implicite.	Définir : accompagner, non classer.
Paramétrage	Collecte trop large.	Limiter aux données nécessaires.
Lecture des données	Score pris comme vérité.	Croiser avec un échange humain.
Retour étudiant	Prescription subie.	Présenter comme support de dialogue.
Action pédagogique	Trajectoire imposée.	Proposer plusieurs options d'aide.

Moment	Risque	Transformation
Bilan	Effets réels inconnus.	Vérifier réussite, confiance, surcharge et équité.

Grille d'évaluation rapide

Critère	Risque à repérer	Preuve robuste
Finalité	Outil adopté pour moderniser ou surveiller.	Finalité discutée avec critères éthiques.
Données	Collecte large et peu justifiée.	Données minimisées et contextualisées.
Jugement humain	Score déclenchant automatiquement l'action.	Dialogue interprétatif avec l'étudiant.
<u>Autonomie</u>	Recommandations suivies passivement.	Possibilité d'adapter, refuser ou proposer.
Équité	Profils qui différencient les attentes.	<u>Capabilités</u> réelles renforcées.

Fiche action : ce que je peux faire dès demain

Reposer les finalités

Action simple : Ajouter à toute décision IA : “pour former quoi ?”

Effet attendu : Éviter l’adoption par effet de mode.

Distinguer performance et formation

Action simple : Demander ce qu’un indicateur ne montre pas.

Effet attendu : Réduire le biais de mesurabilité.

Préserver l’autonomie

Action simple : Faire justifier une recommandation suivie ou refusée.

Effet attendu : Développer le jugement.

Limiter la datafication

Action simple : Ne collecter que les données nécessaires à une action pédagogique explicite.

Effet attendu : Protéger les étudiants du profilage inutile.

Intégrer la souveraineté des données

Action simple : Comparer plateforme externe, serveur institutionnel et modèle local hors-ligne.

Effet attendu : Transformer la critique des plateformes en choix d’architecture.

Encadrer la personnalisation

Action simple : Prévoir un moment collectif de débat ou de coopération.

Effet attendu : Préserver le monde commun.

Protéger le rôle enseignant

Action simple : Utiliser les tableaux de bord comme signaux, jamais comme décisions automatiques.

Effet attendu : Maintenir le jugement professionnel.

Choisir sans subir

Action simple : Tester un outil à petite échelle avec une date de bilan.

Effet attendu : Garder la réversibilité.

Auto-positionnement final

Se situer après le chapitre

Répondez de 1 à 4 : **1 = pas du tout**, **2 = rarement**, **3 = souvent**, **4 = systématiquement**.

1. Est-ce que je distingue amélioration de performance et amélioration réelle de la formation ?

Position actuelle : 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

Piste d'action : _____

2. Est-ce que je vérifie que la personnalisation algorithmique renforce l'autonomie plutôt que le pilotage ?

Position actuelle : 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

Piste d'action : _____

3. Est-ce que j'interroge ce que les tableaux de bord rendent visible, mais aussi ce qu'ils masquent ?

Position actuelle : 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

Piste d'action : _____

4. Est-ce que je traite les données d'apprentissage comme des signaux discutables, et non comme une mesure objective complète ?

Position actuelle : 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

Piste d'action : _____

5. Est-ce que je définis ce que signifie « centré humain » avant de juger un outil utile ?

Position actuelle : 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

Piste d'action : _____

6. Est-ce que je considère le refus d'un outil comme un choix pédagogique légitime quand les finalités l'exigent ?

Position actuelle : 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

Piste d'action : _____

7. Est-ce que je vérifie qu'une recommandation algorithmique laisse un choix réel, explicite et contestable ?

Position actuelle : 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

Piste d'action : _____

8. Est-ce que j'analyse les risques des outils gratuits : données, dépendance, souveraineté et coûts cachés ?

Position actuelle : 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

Piste d'action : _____

9. Est-ce que je forme explicitement la capacité de désaccord, de responsabilité et d'arbitrage des étudiants ?

Position actuelle : 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

Piste d'action : _____

10. Est-ce que je protège le jugement professionnel enseignant face aux systèmes adaptatifs ?

Position actuelle : 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐

Piste d'action : _____

Lecture par dimensions

Dimension	Questions concernées	Ce que cela permet d'observer
Finalités éducatives	1, 2, 9	Votre capacité à relier IA, compétence, subjectivation et capacités.
Vigilance technologique	3, 4, 10	Votre attention aux coûts cachés, aux données et aux effets réels.
Autonomie étudiante	5, 6	Votre manière de préserver jugement, contestation et choix réel.
Jugement professionnel	7, 8	Votre capacité à adopter, limiter ou refuser selon les finalités.

Pour passer à l'action

Choisissez une question pour laquelle vous avez répondu **1** ou **2**.

Transformez-la en micro-ajustement pédagogique pour votre prochain cours.

Si votre point faible est...	Ajustement simple possible
La formulation des finalités	Ajouter une phrase dans la consigne : “cet outil est utilisé pour...”
La distinction performance / formation	Compléter un indicateur par une trace qualitative : justification, oral, transfert.
Les coûts cachés	Faire une mini-revue : données collectées, dépendance, surcharge, alternative simple.
L'autonomie face aux recommandations	Demander “je suis / j'adapte / je refuse, parce que...”
La décision de refus	Documenter un non-usage comme choix pédagogique explicite.
L'évaluation des effets	Prévoir un bilan avec étudiants après deux semaines d'expérimentation.

À retenir

Ce positionnement ne mesure pas votre maîtrise technique des IA. Il mesure votre capacité à garder la main sur les finalités éducatives : former des sujets capables de jugement, et non seulement optimiser des performances visibles.

Conclusion

Les chapitres 1 à 3 ont montré que l'IA transforme les conditions de l'apprentissage : elle facilite l'accès, produit des traces fluides, brouille les preuves de compréhension et oblige à renforcer la métacognition, la vigilance épistémique et les preuves de compétence. Le chapitre 1.4 montre que cette transformation est aussi politique et institutionnelle : elle touche aux finalités mêmes de l'enseignement supérieur.

Une IA éducative peut soutenir l'apprentissage si elle reste subordonnée à des finalités humaines : comprendre, enquêter, coopérer, juger, créer, assumer, contester. Elle devient problématique lorsqu'elle impose silencieusement ses propres critères : performance, fluidité, prédiction, conformité, optimisation.

Former à l'ère de l'IA ne consiste donc pas seulement à apprendre à bien utiliser les outils. Cela consiste à former des sujets capables de décider quand les utiliser, comment les limiter, pourquoi les contester et ce qui doit rester humain dans l'acte d'apprendre.

Dans une école d'ingénieurs, cet enjeu est central. Les futurs professionnels ne devront pas seulement manipuler des systèmes complexes ; ils devront décider des finalités auxquelles ces systèmes doivent être subordonnés. L'enseignement supérieur ne peut donc pas se contenter d'optimiser des performances. Il doit former des sujets capables de jugement, de responsabilité et, lorsque cela est nécessaire, de dire non.

Ce qu'il faut retenir

1. L'IA éducative pose d'abord une question de finalités, pas seulement d'outillage.
2. Une performance mesurable ne suffit pas à prouver une formation du sujet.
3. La personnalisation peut soutenir l'autonomie ou produire un pilotage invisible.
4. Les données d'apprentissage doivent rester des signaux discutables, non des vérités pédagogiques.
5. Choisir, limiter ou refuser un outil relève du jugement professionnel enseignant.

Glossaire complet du chapitre

Ce glossaire rassemble l'ensemble des notions effectivement mobilisées dans le chapitre, avec leur définition courte et la question pédagogique associée.

Finalités éducatives

Définition courte : Raisons profondes pour lesquelles on enseigne : former, qualifier, émanciper, socialiser, rendre capable d'agir.

Question pédagogique associée : Quel humain voulons-nous former avec ou malgré l'IA ?

Performance

Définition courte : Résultat visible, mesurable ou comparatif d'une activité.

Question pédagogique associée : La performance observée renseigne-t-elle vraiment sur l'apprentissage ou la compétence ?

Optimisation

Définition courte : Recherche d'une amélioration mesurable : temps, score, taux de réussite, complétion, productivité.

Question pédagogique associée : Ce qui est optimisé correspond-il à ce qui est éducativement important ?

Sujet apprenant

Définition courte : Étudiant reconnu comme personne capable de sens, de choix, de doute, d'interprétation et de responsabilité.

Question pédagogique associée : Le dispositif laisse-t-il une place à la parole, au jugement et à l'initiative ?

Subjectivation

Définition courte : Processus par lequel l'étudiant advient comme sujet singulier, capable d'agir et de répondre dans un monde commun.

Question pédagogique associée : L'activité forme-t-elle seulement des compétences ou aussi une position de sujet ?

Learnification

Définition courte : Réduction de l'éducation à des apprentissages individualisés, mesurables et pilotables, au détriment des finalités politiques et existentielles.

Question pédagogique associée : Parle-t-on encore d'éducation ou seulement de gestion de l'apprentissage ?

Autonomie procédurale

Définition courte : Capacité à gérer ses tâches, suivre des objectifs, optimiser son temps et répondre à des indicateurs.

Question pédagogique associée : L'étudiant devient-il plus libre ou seulement plus efficace dans un cadre prescrit ?

Autonomie intellectuelle

Définition courte : Capacité à juger, questionner, résister, interpréter et assumer une décision.

Question pédagogique associée : L'étudiant peut-il dire pourquoi il suit ou refuse une recommandation ?

Capabilités

Définition courte : Libertés réelles de transformer des ressources en possibilités effectives d'apprendre, comprendre et agir.

Question pédagogique associée : L'accès à l'outil se convertit-il réellement en pouvoir d'apprendre ?

Datafication

Définition courte : Transformation des comportements en données mesurables, comparables et exploitables.

Question pédagogique associée : Qu'est-ce qui devient visible, invisible ou réducteur dans les données collectées ?

Souveraineté des données

Définition courte : Capacité à choisir où les données circulent, qui les traite, selon quelles garanties et avec quelle réversibilité.

Question pédagogique associée : Les données étudiantes sortent-elles du cadre institutionnel sans nécessité pédagogique ?

Modèle open-source local

Définition courte : Modèle exécuté sur une machine ou une infrastructure maîtrisée, sans envoi systématique des données vers une plateforme externe.

Question pédagogique associée : Une alternative hors-ligne ou institutionnelle est-elle possible pour l'usage visé ?

Architecture hybride

Définition courte : Combinaison raisonnée entre outils locaux, services institutionnels et plateformes externes selon les niveaux de risque.

Question pédagogique associée : Quel niveau d'ouverture est acceptable pour ce type de tâche et de données ?

Gouvernement algorithmique

Définition courte : Orientation des conduites par des systèmes de scores, recommandations, notifications ou tableaux de bord.

Question pédagogique associée : Qui pilote réellement les choix de l'étudiant ?

Nudge

Définition courte : Architecture de choix qui oriente un comportement sans contrainte explicite.

Question pédagogique associée : La recommandation soutient-elle l'autonomie ou normalise-t-elle la conduite ?

Hétéronomie douce

Définition courte : Perte progressive d'autonomie sous une forme fluide, ergonomique et apparemment aidante.

Question pédagogique associée : L'assistance devient-elle direction invisible ?

Redlining numérique

Définition courte : Risque de catégorisation différenciée des étudiants à partir de profils de données qui limitent leurs opportunités.

Question pédagogique associée : Les traces numériques ouvrent-elles ou ferment-elles des possibles ?

Jugement professionnel

Définition courte : Capacité enseignante à arbitrer en situation, au regard des finalités, des publics, des contraintes et des effets.

Question pédagogique associée : L'outil soutient-il le jugement ou tend-il à s'y substituer ?

Bibliographie indicative

Finalités éducatives, humanisme et subjectivation

- Barrios-Tao, H., Díaz, V., & Guerra, Y. M. (2021). Purposes of education along with artificial intelligence developments. *Cadernos de Pesquisa*, 51, e07767.
- Biesta, G. (2009). Good education in an age of measurement : On the need to reconnect with the question of purpose in education. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 21(1), 33-46.
- Biesta, G. J. J. (2010). *Good education in an age of measurement : Ethics, politics, democracy*. Routledge.
- Biesta, G. J. J. (2022). *World-centred education : A view for the present*. Routledge.
- Biesta, G. (2023). *Outline of a theory of teaching : What teaching is, what it is for, how it works, and why it requires artistry*. Routledge.
- Burnett, N. (2008). The Delors Report : A guide towards education for all. *European Journal of Education*, 43(2), 181-187.
- Del Fabbro, O. (2022). How to teach machines in artificial intelligence ? Technical education in John Dewey, Gilbert Simondon and Machine Learning. *Education and Culture*, 37(2), 24-41.
- Freire, P. (1968/1970). *Pedagogy of the Oppressed*. Continuum.

Capabilités, autonomie et justice

- Baehr, J. (2011). *The inquiring mind : On intellectual virtues and virtue epistemology*. Oxford University Press.
- Fricker, M. (2007). *Epistemic injustice : Power and the ethics of knowing*. Oxford University Press.
- Nussbaum, M. C. (2011). *Creating capabilities : The human development approach*. Harvard University Press.
- Robeyns, I. (2011). The capability approach. In E. N. Zalta (Ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*.
- Schweiger, G. (2025). The capability approach as a normative foundation for social work with socially disadvantaged children and youth. *Social Sciences*, 14(6), 326.
- Sen, A. (1999). *Development as Freedom*. Oxford University Press.
- Varghese, J. (2025). The impact of artificial intelligence on critical thinking, epistemic curiosity and epistemic autonomy in the context of education. *Symposion*, 12(2), 309-326.

Datafication, gouvernement algorithmique et EdTech critique

- Ball, S. J. (2003). The teacher's soul and the terrors of performativity. *Journal of Education Policy*, 18(2), 215-228.
- Holmes, W., & Porayska-Pomsta, K. (Eds.). (2023). *The ethics of AI in education : Practices, challenges, and debates*. Routledge.

- **Holmes, W., & Tuomi, I. (2022).** State of the art and practice in AI in education. *European Journal of Education*, 57(4), 542-570.
- **Kucirkova, N., & Leaton Gray, S. (2023).** Beyond personalization : Embracing democratic learning within artificially intelligent systems. *Educational Theory*, 73(4), 469-489.
- **Sadin, É. (2018).** *L'intelligence artificielle ou l'enjeu du siècle : anatomie d'un antihumanisme radical*. L'Échappée.
- **Selwyn, N. (2014).** *Distrusting educational technology : Critical questions for changing times*. Routledge.
- **Thaler, R. H., & Sunstein, C. R. (2008).** *Nudge : Improving decisions about health, wealth, and happiness*. Yale University Press.
- **Tschaepe, M. D. (2021).** Data without democracy : The cruel optimism of education technology and assessment. *Education and Culture*, 37(1), 7-24.
- **Watters, A. (2021).** *Teaching machines : The history of personalized learning*. MIT Press.
- **Williamson, B. (2017).** *Big Data in Education : The digital future of learning, policy and practice*. Sage.
- **Williamson, B. (2021).** Making markets through digital platforms : Pearson, edu-business, and the (e)valuation of higher education. *Critical Studies in Education*, 62(1), 50-66.

IA, éthique, apprentissage et jugement professionnel

- **Azeez, G. K., & Rana, V. (2025).** Human-centred education in the age of artificial intelligence. AIEOU, University of Oxford.
- **Deng, R., Jiang, M., Yu, X., Lu, Y., & Liu, S. (2025).** Does ChatGPT enhance student learning ? A systematic review and meta-analysis of experimental studies. *Computers & Education*, 227.
- **European Parliament. (2026).** Artificial intelligence in classrooms : Ethical dimensions. Briefing PE 784.573.
- **Floridi, L., & Cowls, J. (2019).** A unified framework of five principles for AI in society. *Harvard Data Science Review*, 1(1).
- **Gerlich, M. (2025).** Cognitive offloading or cognitive overload : How AI alters the mental architecture of coping. *Journal of Cognitive Psychology* (preprint).
- **Higher Education Authority. (2025).** *Generative AI in higher education teaching & learning : Evidence for the HEA's national policy framework*. Dublin.
- **Hummel, S. (2025).** Ethical and responsible AI in education : Situated ethics for democratic learning. *Education Sciences*, 15(12), 1594.
- **Risko, E. F., & Gilbert, S. J. (2016).** Cognitive offloading. *Trends in Cognitive Sciences*, 20(9), 676-688.
- **UNESCO. (2021).** *Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence*. UNESCO Publishing.
- **Université de Montréal. (2018).** *Montréal Declaration for a Responsible Development of Artificial Intelligence*.
- **Voicu, C.-G. (2026).** Algorithmic mediation, learner agency, and cognitive autonomy in AI-enhanced online learning environments. *Revista de Pedagogie Digitala*, 5(1), 12-21.
- **Woo, C. W. H., & Lim, T. (2025).** The promise of learner subjectification in authentic learning : A critical discourse analysis of learner agency in EdTech masterplans. *Policy Futures in Education*.