



**Du triangle didactique à l'écosystème d'apprentissage
augmenté par l'intelligence artificielle :
Vers un nouveau paradigme éducatif**

Dr Abdesslam Khaled

Docteur en sciences de la vie (Biologie) ;

Expert en éducation et formation Fès

Maroc

Résumé

L'émergence de l'intelligence artificielle générative transforme les conditions dans lesquelles s'organisent l'enseignement et l'apprentissage. Cet article propose une relecture critique du triangle didactique afin d'examiner ses limites face à cette mutation. Une analyse conceptuelle de la littérature sur le triangle didactique, la médiation cognitive et l'IA conduit à distinguer l'IA comme médiateur technologique plutôt que comme simple quatrième pôle. Nous proposons ainsi un écosystème d'apprentissage centré sur l'apprenant, articulant enseignant, savoir, pairs et IA dans des environnements physique, social, culturel et numérique. Le modèle conduit à repenser les rôles, la formation des enseignants, l'évaluation et les politiques éducatives.

Mots-clés : triangle didactique ; intelligence artificielle ; écosystème d'apprentissage ; métacognition ; médiation cognitive ; ingénierie pédagogique



From the Didactic Triangle to the AI-Augmented Learning Ecosystem:

Toward a New Educational Paradigm

Abstract

The emergence of generative artificial intelligence is transforming the conditions in which teaching and learning are organized. This article critically rereads the didactic triangle in order to examine its limits in the face of this transformation. A conceptual analysis of literature on the didactic triangle, cognitive mediation and AI leads us to distinguish AI as a technological mediator rather than a simple fourth pole. We therefore propose a learner-centred learning ecosystem linking teacher, knowledge, peers and AI within physical, social, cultural and digital environments. The model invites a rethinking of roles, teacher education, assessment and educational policy.



1. Introduction

Depuis la fin des années 1980, le triangle didactique constitue l'un des schémas les plus mobilisés en sciences de l'éducation pour penser la situation d'enseignement-apprentissage. En reliant l'enseignant, l'apprenant et le savoir, ce modèle a permis de sortir d'une vision purement transmissive de l'éducation pour donner à voir trois processus distincts et complémentaires : enseigner, former et apprendre (Houssaye, 1988). Il a nourri plusieurs décennies de réflexion didactique et pédagogique, y compris dans le prolongement des travaux de Brousseau (1998) sur les situations didactiques et de Meirieu (1987) sur les conditions de l'apprentissage.

L'irruption de l'intelligence artificielle générative dans les pratiques éducatives, à partir du début des années 2020, bouleverse toutefois les équilibres sur lesquels repose ce modèle. Des systèmes capables de rechercher, d'expliquer, de produire des exercices, d'adapter un niveau de difficulté et de dialoguer avec l'apprenant occupent désormais une place que le triangle didactique n'avait pas prévue (Zawacki-Richter et al., 2019 ; Selwyn, 2019). Cette place n'est pas neutre : elle interroge la fonction historique de l'enseignant comme détenteur et passeur du savoir, et elle déplace la nature même de ce qu'apprendre veut dire.

Cet article part d'une intuition simple mais lourde de conséquences : ajouter l'intelligence artificielle comme un quatrième sommet au triangle didactique — obtenant ainsi un quadrilatère — ne suffit pas à rendre compte de la mutation en cours. Nous soutenons que l'intelligence artificielle n'est pas un sujet épistémique du même ordre que l'enseignant ou l'apprenant, ni un objet de savoir au sens où l'entendait le triangle classique, mais un système de médiation cognitive et technologique qui redistribue les rôles de l'ensemble des pôles préexistants. Nous soutenons par ailleurs que cette mutation ne peut être pensée isolément des environnements — physique, social, culturel et numérique — dans lesquels toute situation d'apprentissage est nécessairement inscrite.

L'objectif de cet article est double. Il s'agit, d'une part, de proposer une relecture critique du triangle didactique à la lumière de l'intelligence artificielle et, d'autre part, de formuler une proposition de modèle alternatif — celui d'un écosystème d'apprentissage centré sur l'apprenant — susceptible d'orienter tant la recherche en sciences de l'éducation que la conception de politiques et de dispositifs pédagogiques. Cette réflexion s'appuie sur une expérience de trente années dans la gestion pédagogique et



administrative d'établissements scolaires marocains, expérience qui a nourri l'ensemble de la démarche conceptuelle présentée ici.

1.1. Positionnement épistémologique et démarche méthodologique

Le présent travail relève d'une démarche conceptuelle et théorique. Il ne cherche pas à mesurer un effet de l'intelligence artificielle sur les apprentissages à partir d'un dispositif expérimental, mais à interroger la pertinence d'un modèle de représentation de la situation éducative. Ce choix est cohérent avec la nature de la question posée : lorsque les conditions d'accès au savoir, les médiations disponibles et les environnements d'apprentissage se transforment, il devient nécessaire d'examiner les catégories conceptuelles utilisées pour décrire la relation pédagogique.

La démarche comporte trois opérations complémentaires. La première consiste à revenir aux fondements du triangle didactique et aux prolongements qui ont contribué à déplacer l'analyse de la simple transmission vers la construction des apprentissages. La deuxième consiste à confronter ce cadre aux propriétés éducatives attribuées aux systèmes d'intelligence artificielle générative dans la littérature récente. La troisième consiste à élaborer, à partir de cette confrontation, une proposition de modèle écosystémique et à en discuter la portée, les conditions d'usage et les limites.

Le corpus mobilisé est constitué principalement de travaux théoriques et de synthèse portant sur la didactique, la pédagogie, la médiation, l'intelligence artificielle en éducation et les transformations des pratiques d'enseignement. Les travaux de Houssaye, Brousseau, Meirieu et Vygotski permettent de situer la problématique dans l'histoire des modèles de la relation pédagogique. Les travaux plus récents sur les grands modèles de langage et l'IA générative permettent d'actualiser cette réflexion. Kasneci et al. (2023), Tlili et al. (2023) et Lo (2023) montrent notamment que les outils conversationnels peuvent soutenir certaines activités d'enseignement et d'apprentissage tout en introduisant des problèmes de fiabilité, d'évaluation, d'intégrité académique et de formation. Les recommandations de l'UNESCO (Miao et Holmes, 2023) prolongent cette réflexion sur les plans de l'équité, de la protection des données, de l'agentivité humaine et de la conception pédagogique.

Cette démarche ne prétend pas établir une validation empirique du modèle proposé. Elle vise plutôt à formuler une construction théorique explicite, susceptible d'être soumise ultérieurement à des investigations empiriques dans des contextes éducatifs différents. La distinction entre proposition conceptuelle et résultat empirique est



essentielle : le modèle présenté ici constitue une hypothèse de structuration de la situation d'apprentissage, et non un modèle dont l'efficacité aurait déjà été démontrée expérimentalement.

2. Le triangle didactique classique : genèse et fondements théoriques

2.1 Un modèle fondateur des sciences de l'éducation

Le triangle pédagogique proposé par Houssaye (1988) relie trois pôles — le savoir, l'enseignant et l'apprenant — et fait apparaître, entre chaque paire de pôles, un processus dominant : la relation enseignant-savoir correspond au processus « enseigner », la relation enseignant-apprenant au processus « former », et la relation apprenant-savoir au processus « apprendre ». Cette schématisation a eu le mérite de montrer qu'aucune situation pédagogique ne peut privilégier simultanément les trois relations avec la même intensité : en insister sur l'une revient nécessairement à placer le troisième pôle en position de « mort du système », c'est-à-dire de relative mise à l'écart.

Ce modèle a été enrichi par les travaux de Brousseau (1998) sur la théorie des situations didactiques, qui insistent sur le fait que le savoir ne se transmet pas mais se construit à travers des situations spécifiquement conçues pour provoquer l'apprentissage, ainsi que par les réflexions de Meirieu (1987) sur les conditions pédagogiques permettant à l'apprenant de s'approprier effectivement les contenus enseignés. Ensemble, ces apports ont installé une conception de l'éducation centrée sur l'idée que le savoir est principalement détenu, sélectionné et transmis par l'enseignant, avant d'être construit ou approprié par l'apprenant.

2.2 Les limites d'un modèle éprouvé par les mutations contemporaines

Ce cadre, aussi robuste soit-il, repose sur des présupposés que les mutations technologiques et sociales récentes fragilisent. Le triangle didactique suppose en effet une relative rareté et une relative centralisation de l'accès au savoir : l'enseignant occupe une position privilégiée parce qu'il détient, organise et hiérarchise une information à laquelle l'apprenant n'a pas d'accès direct ou autonome. Or cette condition n'est plus pleinement vérifiée depuis l'essor d'Internet, et elle l'est encore moins depuis la diffusion de l'intelligence artificielle générative, capable de produire à la demande des explications, des exercices et des corrections personnalisées.

Par ailleurs, le triangle didactique, dans sa forme originelle, représente une relation relativement abstraite entre trois pôles, sans intégrer explicitement les environnements physiques, sociaux et culturels dans lesquels toute situation d'apprentissage prend place.



Cette abstraction, utile pour isoler les processus fondamentaux de la relation pédagogique, devient une limite dès lors que l'on cherche à comprendre pourquoi des dispositifs pédagogiquement équivalents produisent des effets très différents selon les contextes dans lesquels ils sont déployés.

2.3. Le renouvellement de la problématique à l'ère de l'IA générative

Les travaux récents sur l'intelligence artificielle générative confirment que la question éducative ne se réduit pas à celle de l'introduction d'un nouvel outil numérique. Les grands modèles de langage peuvent produire des explications, proposer des exemples, générer des activités, reformuler un contenu et dialoguer avec l'utilisateur. Cette polyvalence explique leur potentiel pédagogique, mais elle rend également plus complexe la distinction entre production d'information, compréhension et apprentissage effectif.

Kasneci et al. (2023) soulignent ainsi simultanément les possibilités offertes par les grands modèles de langage et les risques liés à leur usage éducatif, notamment les erreurs, les biais, les questions d'équité et la nécessité d'un usage responsable. Tlili et al. (2023), à partir du cas de ChatGPT, mettent en évidence la tension entre opportunités pédagogiques et risques liés à l'évaluation, à l'intégrité académique et à la dépendance aux outils. De son côté, Lo (2023), dans une revue rapide de la littérature, montre que les performances de ChatGPT varient selon les domaines et que les établissements doivent réexaminer leurs modalités d'évaluation ainsi que la formation des enseignants et des apprenants.

Ces résultats convergent vers une idée importante pour la présente réflexion : l'IA générative modifie la distribution des fonctions cognitives au sein de la situation éducative. Certaines opérations qui pouvaient auparavant être considérées comme fortement dépendantes de l'intervention humaine — recherche d'information, première formulation, génération d'exemples, feedback immédiat — peuvent désormais être partiellement externalisées vers un système algorithmique. Cette externalisation ne signifie cependant pas que l'apprenant apprend automatiquement. Elle déplace au contraire le problème vers la capacité à questionner la réponse, évaluer sa pertinence, vérifier ses sources, comparer plusieurs propositions et décider de ce qui peut être retenu.



La question centrale devient alors moins « comment utiliser l'IA pour enseigner ? » que « comment organiser une situation dans laquelle l'IA contribue à l'apprentissage sans se substituer aux opérations intellectuelles qui fondent l'autonomie de l'apprenant ? ». Cette reformulation justifie le passage d'une logique d'outil à une logique d'écosystème. Elle permet également de rapprocher la réflexion sur l'IA de celle qui porte depuis longtemps sur les environnements d'apprentissage, la médiation sociale et la métacognition.

3. L'intelligence artificielle : un nouvel acteur cognitif dans la relation éducative

3.1 Ce que l'intelligence artificielle change concrètement

L'intelligence artificielle générative introduit, au sein de la situation éducative, un médiateur cognitif capable de rechercher et d'organiser de l'information, d'expliquer un même concept de plusieurs manières différentes, de produire des exercices et des situations-problèmes, d'adapter le niveau de difficulté proposé à l'apprenant, de fournir un retour immédiat, de dialoguer avec l'apprenant et de l'aider à produire, simuler, comparer et expérimenter (Zawacki-Richter et al., 2019). Cette diversité de fonctions place l'intelligence artificielle en position de rivaliser, sur le plan strictement informationnel, avec certaines des fonctions traditionnellement dévolues à l'enseignant.

Il en résulte que le rapport entre l'apprenant et le savoir n'est plus nécessairement médiatisé en priorité par l'enseignant. Ce constat, en apparence technique, a une portée considérable : il touche au cœur même de la légitimité fonctionnelle de l'enseignant telle que le triangle didactique la définissait. Mais un second constat, plus profond encore, doit être formulé : l'intelligence artificielle ne transforme pas seulement la manière d'apprendre, elle transforme la nature de ce que signifie savoir. Longtemps, maîtriser un savoir a largement signifié pouvoir le restituer et l'utiliser dans des contextes balisés. Dans un environnement où l'information et son traitement immédiat sont largement automatisables, la maîtrise effective d'un savoir suppose désormais, et de manière beaucoup plus centrale, de savoir questionner, chercher, vérifier, interpréter, critiquer, mettre en relation, décider et créer.

3.2 Un acteur d'un ordre différent : la médiation plutôt que le sujet

Il serait cependant réducteur de traiter l'intelligence artificielle comme un simple quatrième sommet ajouté au triangle didactique, aboutissant à un quadrilatère « enseignant – apprenant – savoir – intelligence artificielle ». Une telle représentation, si elle a le mérite de la simplicité, occulte une différence de nature essentielle. L'enseignant



est un sujet, porteur d'une intentionnalité pédagogique et d'une responsabilité éthique. L'apprenant est également un sujet, engagé dans un processus de construction personnelle. Le savoir est un objet, ou plus précisément un construit épistémique, résultat d'une élaboration scientifique, culturelle et sociale. L'intelligence artificielle, quant à elle, ne relève d'aucune de ces catégories : elle constitue un système de médiation cognitive et technologique, sans intentionnalité propre ni responsabilité au sens où l'entend l'éthique de l'enseignement.

Cette distinction rejoint, dans une certaine mesure, la notion vygotskienne de médiation par les outils, selon laquelle le développement cognitif de l'individu s'opère toujours à travers des instruments — matériels ou symboliques — qui transforment la relation du sujet à l'objet de connaissance (Vygotski, 1934/1985). L'intelligence artificielle peut ainsi être conceptualisée comme un outil médiateur d'un type nouveau, dont la spécificité tient à sa capacité d'interaction dialogique, d'adaptation et de génération de contenus originaux, ce qui la distingue des outils médiateurs antérieurs (manuel scolaire, tableau, calculatrice). Nous proposons en conséquence de parler, non pas d'un quadrilatère, mais d'un triangle didactique augmenté par l'intelligence artificielle, formulation qui préserve la spécificité des trois pôles classiques tout en reconnaissant le rôle transformateur du nouveau médiateur.

4. Au-delà du quadrilatère : penser un écosystème d'apprentissage

4.1 L'insuffisance de la représentation géométrique

Si la notion de triangle augmenté permet de rendre compte de l'irruption de l'intelligence artificielle, elle demeure insuffisante dès lors que l'on prend au sérieux le fait que l'apprentissage ne se produit jamais dans le vide. Toute situation d'apprentissage est en effet inscrite dans un environnement physique — architecture de l'établissement, configuration de la salle de classe, mobilier, qualité de la lumière et du son, disponibilité d'espaces de travail collectif, accès à des laboratoires, à une bibliothèque et à des équipements numériques — et dans un environnement social — relations entre pairs, relation enseignant-apprenant, climat scolaire, implication de la famille, culture de l'établissement, sentiment d'appartenance, sécurité psychologique, dynamiques de coopération ou de compétition.

À ces deux environnements s'ajoute désormais un troisième, dont l'importance croît rapidement : l'environnement informationnel et numérique, constitué par Internet, les réseaux sociaux, les plateformes éducatives, les ressources numériques et l'intelligence



artificielle générative elle-même, qui façonne l'univers informationnel quotidien de l'apprenant bien au-delà du cadre scolaire (UNESCO, 2021). Ignorer ces environnements revient à priver le modèle didactique de sa capacité à expliquer pourquoi des situations pédagogiques en apparence identiques produisent des résultats très différents d'un contexte à l'autre.

4.2 D'une géométrie des relations à une écologie de l'apprentissage

Nous proposons en conséquence de substituer à la représentation triangulaire ou quadrilatérale un modèle écosystémique, dans lequel l'apprenant occupe une position centrale et non plus un sommet parmi d'autres. Autour de lui gravitent quatre pôles principaux — l'enseignant, le savoir, l'intelligence artificielle et les pairs ou le groupe — l'ensemble étant plongé dans trois environnements englobants : l'environnement physique, l'environnement numérique et l'environnement social et culturel. Ce déplacement n'est pas seulement esthétique ou illustratif : il correspond à un changement de paradigme, où l'on passe d'une géométrie des relations, qui isole des processus, à une écologie de l'apprentissage, qui rend compte des interdépendances multiples entre l'apprenant et l'ensemble des ressources, humaines et non humaines, qui structurent son développement cognitif.

Ce déplacement conceptuel rejoint des travaux antérieurs en sciences de l'éducation qui ont, chacun à leur manière, cherché à dépasser les limites d'une représentation strictement triadique de la situation pédagogique, qu'il s'agisse des approches systémiques de l'éducation ou des travaux sur l'écologie de l'apprentissage inspirés des théories de l'apprentissage situé. L'apport spécifique de la présente proposition réside dans l'intégration explicite de l'intelligence artificielle comme pôle à part entière de cet écosystème, aux côtés de l'enseignant, du savoir et des pairs.

5. La reconfiguration des rôles au sein de l'écosystème d'apprentissage

5.1 L'enseignant : de la transmission à l'architecture des apprentissages

Dans le modèle traditionnel, l'enseignant est principalement celui qui possède, organise et transmet le savoir. À mesure que l'intelligence artificielle devient capable de remplir une partie croissante de cette fonction de transmission, la valeur ajoutée spécifique de l'enseignant se déplace nécessairement. Il devient davantage architecte des situations d'apprentissage, concepteur de dispositifs, régulateur des interactions entre l'apprenant et les différentes ressources de l'écosystème, évaluateur, garant de la validité



des contenus mobilisés et accompagnateur du développement intellectuel et éthique de l'apprenant.

Cette évolution ne doit pas être interprétée comme une dévalorisation de la fonction enseignante, mais au contraire comme un déplacement de sa valeur pédagogique : plus l'intelligence artificielle devient capable de transmettre efficacement de l'information, plus la contribution spécifique de l'enseignant se concentre sur la construction de l'intelligence de l'apprenant, entendue au sens large — capacité de raisonnement, de discernement et de jugement — plutôt que sur la seule production de réussites aux évaluations. Cette réorientation rejoint les analyses de Selwyn (2019), pour qui l'automatisation croissante de certaines tâches d'enseignement rend d'autant plus nécessaire la dimension proprement humaine, relationnelle et éthique de l'acte éducatif.

5.2 L'apprenant : vers l'autonomie cognitive et métacognitive

Dans le triangle traditionnel, l'apprenant est essentiellement celui qui apprend, au sens où il reçoit et s'approprie un savoir organisé par un tiers. Dans l'écosystème augmenté par l'intelligence artificielle, il doit progressivement devenir celui qui questionne, explore, confronte, vérifie, construit, produit et réfléchit sur son propre processus d'apprentissage. L'enjeu central devient alors l'autonomie cognitive, entendue comme la capacité à mobiliser de manière critique et réflexive les ressources disponibles — humaines, documentaires et artificielles — pour construire une compréhension personnelle et transférable.

Cette exigence rejoint la place centrale accordée à la métacognition dans la littérature contemporaine en sciences de l'éducation, mais elle prend, dans le contexte de l'intelligence artificielle, une acuité particulière. Une question se pose désormais avec une force renouvelée : si l'intelligence artificielle peut penser avec l'apprenant, comment aider ce dernier à penser malgré l'intelligence artificielle, avec elle, et au-delà d'elle ? Cette interrogation pourrait, selon nous, devenir l'un des fondements de la pédagogie du XXI^e siècle.

5.3 Le savoir : d'un contenu à un système de compétences

La troisième reconfiguration concerne la notion même de savoir. Celle-ci ne peut plus être réduite à un contenu à mémoriser puis à restituer. Elle doit être pensée comme un système articulant des connaissances, des méthodes, des sources, une capacité de vérification, un raisonnement, un esprit critique, une capacité de transfert et une capacité de création. Il en résulte un déplacement de la question évaluative elle-même :



demander « que sait l'apprenant ? » devient insuffisant ; il convient désormais de demander ce que l'apprenant sait faire avec ce qu'il sait, comment il sait qu'il le sait, comment il vérifie ce qu'il ignore encore, et comment il mobilise les outils disponibles, y compris l'intelligence artificielle, pour approfondir son apprentissage.

6. Vers un modèle intégré : l'écosystème didactique de l'ère de l'intelligence artificielle

En synthèse des analyses précédentes, nous proposons de représenter la situation éducative contemporaine non plus comme un triangle, mais comme un écosystème didactique organisé de la manière suivante. Au centre de ce modèle se trouve l'apprenant. Autour de lui gravitent quatre pôles principaux : l'enseignant, le savoir, l'intelligence artificielle, et les pairs ou le groupe. L'ensemble est plongé dans trois environnements englobants : l'environnement physique, l'environnement numérique, et l'environnement social et culturel.

Entre ces différents éléments ne circulent pas seulement des relations statiques, mais des flux dynamiques, que l'on peut schématiser comme suit : information, interaction, expérience, retour, réflexion, construction, création. Ces flux traduisent le caractère processuel et continuellement recomposé de l'apprentissage au sein de cet écosystème, par opposition à la relative stabilité des relations figées que représentait le triangle didactique classique.

Ce déplacement conceptuel invite à reformuler la question fondatrice de la pédagogie. Il ne s'agit plus seulement de se demander comment enseigner un savoir à l'apprenant, mais comment organiser un environnement dans lequel l'apprenant peut construire son intelligence, développer ses compétences, apprendre à apprendre et devenir progressivement capable de se gouverner intellectuellement. Dans cette perspective, l'intelligence artificielle cesse d'être le sujet principal du modèle pour devenir l'un des éléments qui obligent à repenser l'ensemble du modèle éducatif. Le triangle didactique conserve alors sa pertinence, non plus comme représentation exhaustive de la situation éducative, mais comme cellule élémentaire d'un modèle plus vaste : l'écosystème éducatif.

6.1. Une proposition théorique à distinguer d'un modèle technocentré

Le modèle proposé ne doit pas être interprété comme une théorie de l'IA appliquée à l'éducation. Son point de départ est inverse : c'est la transformation de la situation éducative qui oblige à reconsidérer la place de l'IA. Cette distinction est importante



pour éviter un glissement technocentré dans lequel l'outil deviendrait le centre de la réflexion pédagogique.

Dans l'écosystème proposé, l'apprenant reste le centre organisateur de l'activité d'apprentissage. L'enseignant conserve une fonction de conception, de régulation, d'interprétation et de responsabilité. Le savoir demeure une construction épistémique qui doit pouvoir être discutée, vérifiée et contextualisée. Les pairs introduisent la dimension sociale de la construction des connaissances. L'IA apporte des possibilités supplémentaires de médiation, de simulation, de feedback et de production. Aucun de ces éléments ne peut cependant être considéré isolément.

Cette organisation conduit à distinguer trois niveaux. Le premier est celui des ressources : personnes, documents, outils numériques, environnements et systèmes d'IA. Le deuxième est celui des interactions : questionnement, dialogue, coopération, confrontation, feedback et régulation. Le troisième est celui de l'activité cognitive de l'apprenant : comprendre, vérifier, interpréter, transférer, argumenter et créer. La valeur éducative de l'IA ne réside donc pas dans sa seule capacité à produire une réponse, mais dans la qualité des interactions et des opérations cognitives que son utilisation permet ou empêche.

Cette distinction offre également une nouvelle lecture de l'évaluation. Si une partie de la production textuelle ou informationnelle peut être assistée par l'IA, l'évaluation doit davantage porter sur les processus de raisonnement, la justification des choix, la capacité de vérification, la mobilisation des connaissances dans des situations nouvelles et la réflexion métacognitive. L'UNESCO (Miao et Holmes, 2023) souligne précisément la nécessité de réfléchir à long terme aux contenus, aux méthodes et aux modalités d'évaluation dans un contexte où l'IA générative devient disponible.

6.2. Les conditions de validité du modèle

La première condition est pédagogique : l'usage de l'IA doit être subordonné à une intention d'apprentissage explicite. Une technologie disponible n'est pas, par elle-même, une innovation pédagogique. L'outil n'acquiert une valeur éducative que lorsqu'il s'insère dans une situation pensée en fonction d'un objectif, d'un niveau d'apprenant, d'une activité cognitive et d'un dispositif de régulation.

La deuxième condition est cognitive : l'apprenant doit conserver une activité intellectuelle irréductible à la simple réception d'une réponse. Il doit être conduit à formuler des hypothèses, demander des justifications, comparer des sources, détecter des



incohérences et reformuler avec ses propres connaissances. La compétence numérique doit ainsi être articulée à une compétence critique et métacognitive.

La troisième condition est éthique et institutionnelle. Les établissements doivent définir des règles relatives à la protection des données, à l'intégrité académique, à la transparence de l'usage des outils et à l'équité d'accès. L'approche humaniste défendue par l'UNESCO (Miao et Holmes, 2023) conduit à considérer l'agentivité humaine, l'inclusion et la diversité culturelle et linguistique comme des principes structurants, et non comme des éléments périphériques.

La quatrième condition est contextuelle. Un écosystème d'apprentissage ne peut être identique partout. La qualité des infrastructures, la culture de l'établissement, la formation des enseignants, les ressources familiales, l'accès au numérique et les caractéristiques socioculturelles influencent la manière dont l'IA peut être intégrée. Cette dimension constitue précisément l'un des arguments en faveur du dépassement du triangle : le modèle doit pouvoir rendre compte de l'interdépendance entre les processus pédagogiques et leur environnement.

6.3. Une hypothèse de recherche à soumettre à l'épreuve empirique

Le modèle présenté permet enfin de dégager plusieurs hypothèses susceptibles d'être étudiées empiriquement. On peut notamment supposer que l'usage guidé de l'IA, lorsqu'il est intégré à des activités de vérification, d'argumentation et de métacognition, favorise davantage l'autonomie cognitive qu'un usage centré sur la réception de réponses. On peut également examiner si la reconfiguration du rôle enseignant vers la conception et la régulation des apprentissages modifie les pratiques d'évaluation et les formes d'accompagnement.

Une seconde piste concerne les inégalités. L'écosystème peut produire des effets différenciés selon les conditions d'accès aux équipements, aux réseaux, aux compétences numériques et à l'accompagnement humain. L'étude empirique devra donc éviter de considérer « l'IA » comme une variable isolée et prendre en compte l'ensemble des composantes du système.

Enfin, le modèle pourrait être testé dans des contextes scolaires contrastés, notamment entre établissements disposant de ressources numériques importantes et établissements confrontés à des contraintes matérielles. Une telle comparaison permettrait de déterminer si les dimensions physique, sociale et culturelle proposées ici possèdent une véritable valeur explicative ou si elles doivent être redéfinies.



7. Implications pour la formation des enseignants et les politiques éducatives

Ce déplacement de paradigme a des implications concrètes pour la formation initiale et continue des enseignants. Si la valeur ajoutée de l'enseignant se déplace de la transmission vers l'architecture des apprentissages et l'accompagnement métacognitif, la formation professionnelle doit accorder une place croissante à l'ingénierie pédagogique, à la conception de situations d'apprentissage intégrant les outils d'intelligence artificielle, à l'évaluation critique de la fiabilité des contenus produits par ces outils, et à l'accompagnement du développement de l'autonomie cognitive des apprenants.

Sur le plan des politiques éducatives, ce modèle invite les établissements et les autorités éducatives à ne plus penser l'intégration de l'intelligence artificielle comme une simple question d'équipement technologique, mais comme une transformation systémique touchant simultanément l'organisation des espaces physiques, la culture sociale des établissements, la formation des personnels, les référentiels de compétences et les modalités d'évaluation. À cet égard, les recommandations de l'UNESCO (2021) en matière d'intelligence artificielle et d'éducation rejoignent l'analyse développée ici, en insistant sur la nécessité d'une approche centrée sur l'humain et sur le développement des capacités critiques des apprenants plutôt que sur la seule performance technique des outils.

8. Limites et enjeux critiques

Le modèle proposé dans cet article appelle plusieurs réserves. Premièrement, le risque d'une dépendance cognitive excessive à l'égard de l'intelligence artificielle ne peut être écarté : un usage mal accompagné de ces outils peut affaiblir, plutôt que renforcer, l'autonomie intellectuelle qu'ils sont censés favoriser, en particulier lorsque l'apprenant se contente de recevoir des réponses sans engager le travail de vérification et de mise en relation qui fonde véritablement l'apprentissage.

Deuxièmement, l'intégration de l'intelligence artificielle dans l'écosystème éducatif est susceptible d'accentuer les inégalités existantes, en fonction de l'accès inégal aux équipements, à une connexion Internet stable et à un accompagnement adulte compétent, ce qui pose la question, plus large, de la fracture numérique et de son incidence sur l'équité éducative. Troisièmement, les biais algorithmiques susceptibles d'affecter les contenus produits par les systèmes d'intelligence artificielle imposent le maintien d'une fonction de garant de la validité, qui demeure une prérogative essentielle de l'enseignant au sein du modèle proposé.



Enfin, le modèle écosystémique proposé demeure, à ce stade, une proposition conceptuelle qui gagnerait à être confrontée à des données empiriques issues de terrains éducatifs variés, afin d'évaluer sa capacité descriptive et sa fécondité pour la conception de dispositifs pédagogiques concrets. Cette confrontation empirique constitue l'un des prolongements naturels du présent article.

9. Conclusion et perspectives de recherche

Cet article a proposé une relecture du triangle didactique à la lumière de l'irruption de l'intelligence artificielle générative dans les pratiques éducatives. Nous avons montré que l'intelligence artificielle ne peut être adéquatement représentée comme un simple quatrième sommet ajouté aux trois pôles classiques, dans la mesure où elle relève d'un ordre différent, celui de la médiation cognitive et non celui du sujet épistémique. Nous avons ensuite montré que cette mutation technologique, conjuguée à la nécessité de prendre en compte les environnements physique, social, culturel et numérique dans lesquels s'inscrit toute situation d'apprentissage, appelle un dépassement de la représentation triangulaire au profit d'un modèle écosystémique centré sur l'apprenant.

Ce déplacement conceptuel entraîne une redéfinition substantielle des rôles traditionnellement attribués à l'enseignant, à l'apprenant et au savoir, et il appelle des transformations correspondantes dans la formation des enseignants et dans la conception des politiques éducatives. Les perspectives de recherche ouvertes par ce travail incluent la validation empirique du modèle écosystémique proposé, l'étude de ses conditions de mise en œuvre dans des contextes éducatifs contrastés, notamment dans les pays du Sud confrontés à des enjeux spécifiques d'équité numérique, ainsi que l'élaboration d'outils d'évaluation adaptés à une conception du savoir centrée sur les compétences plutôt que sur la seule restitution de contenus.

En définitive, l'enjeu que cet article a cherché à mettre en évidence dépasse la seule question technologique. Il touche à la définition même de la mission de l'école contemporaine, qui ne saurait plus se limiter à la transmission de contenus, mais doit assumer la responsabilité de construire, chez chaque apprenant, les conditions d'un développement intellectuel et humain durable, dans un environnement désormais profondément transformé par l'intelligence artificielle.



Références bibliographiques

- Brousseau Guy, Théorie des situations didactiques, Grenoble, La Pensée Sauvage, 1998.
- Houssaye Jean, Le triangle pédagogique : théorie et pratiques de l'éducation scolaire, Berne, Peter Lang, 1988.
- Kasneci Enkelejda et al., « ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education », Learning and Individual Differences, 2023, vol. 103, n° 102274.
- Lo Chung Kwan, « What Is the Impact of ChatGPT on Education? A Rapid Review of the Literature », Education Sciences, 2023, vol. 13, n° 4, article 410.
- Meirieu Philippe, Apprendre... oui, mais comment, Paris, ESF éditeur, 1987.
- Miao Fengchun et Holmes Wayne, Guidance for generative AI in education and research, Paris, UNESCO, 2023, 44 p.
- Selwyn Neil, Should Robots Replace Teachers? AI and the Future of Education, Cambridge, Polity Press, 2019.
- Tlili Ahmed, Shehata Boulus, Adarkwah Michael Agyemang et al., « What if the devil is my guardian angel: ChatGPT as a case study of using chatbots in education », Smart Learning Environments, 2023, vol. 10, n° 15.
- UNESCO, Intelligence artificielle et éducation : guide à l'intention des décideurs politiques, Paris, UNESCO, 2021.
- Vygotski Lev S., Pensée et langage, traduction de Françoise Sève, Paris, Éditions Sociales, 1985 [1934].
- Zawacki-Richter Olaf, Marín Victoria I., Bond Melissa et Gouverneur Franziska, « Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators? », International Journal of Educational Technology in Higher Education, 2019, vol. 16, n° 39.