Le NeuroSocioConstructivisme Connectif (NSCC)

Un cadre théorique pour guider l'intégration de l'intelligence artificielle dans l'innovation pédagogique

Adel NEHDI

Inspecteur général des écoles préparatoires et des lycées (retraité depuis 2025), Tunisie

Email : adel@nehdi.net

تطوير طرائق التدريس و تجديد المقاربات البيداغوجية باستعمال الذكاء الاصطناعي

Développement des méthodes d'enseignement et renouvellement des approches pédagogiques en utilisant l'intelligence artificielle

1. Résumé

Alors que l'intelligence artificielle (IA) transforme profondément le paysage éducatif, les enseignants et décideurs manquent souvent de cadres théoriques solides pour guider son intégration pédagogique. Comment utiliser l'IA pour innover dans nos approches d'enseignement sans compromettre les processus fondamentaux d'apprentissage ? Cette contribution propose le NeuroSocioConstructivisme Connectif (**NSCC**), **une théorie potentielle d'apprentissage holistique**, issue à la fois d'une expérience professionnelle approfondie et de travaux de recherche universitaires, comme cadre de référence pour répondre à ce défi.

Le NSCC propose que l'apprentissage mobilise essentiellement trois dimensions que l'IA peut soit enrichir, soit fragiliser selon ses modalités d'usage : la construction individuelle des connaissances (constructivisme), les interactions sociales (socioconstructivisme), et les connexions avec les environnements numériques (connectivisme). Le préfixe "neuro" rappelle que ces processus reposent sur le fonctionnement cérébral, tandis que le terme "connectif" met en évidence l'importance des liens dans la mémoire cognitive.

Dans une perspective d'intégration raisonnée de l'IA, les recherches récentes en neurosciences montrent qu'une utilisation inadéquate de l'IA peut entraver les processus de mémorisation et d'apprentissage profond. Le NSCC permet ainsi de préciser les conditions d'utilisation de l'IA selon trois axes complémentaires :

1. Pourquoi : soutenir la personnalisation et l'accès à l'information, sans se substituer à la réflexion.

2. Comment : concevoir des interactions avec l'IA respectant la charge cognitive et favorisant la création de connexions neuronales ; par exemple en privilégiant des systèmes qui questionnent plutôt que de fournir directement des réponses.
3. Quand : intervenir à des moments pédagogiques stratégiques, notamment lors des phases d'exploration et de synthèse, tout en évitant celles de récupération des connaissances, essentielles au renforcement des connexions neuronales.

Dans cette perspective, le NSCC guide le développement de pratiques pédagogiques innovantes où l'IA est mobilisée pour favoriser l'engagement actif des apprenants, la collaboration entre pairs, le développement de l'esprit critique face aux réseaux d'information, ainsi que la prise de conscience des mécanismes cognitifs impliqués dans l'apprentissage.

Ancré dans la neuro-pédagogie et la neuro-didactique, le NSCC offre ainsi un cadre opérationnel pour la formation des enseignants à une intégration éclairée de l'IA et pour concevoir des technologies éducatives véritablement au service de l'apprentissage humain.

2. Introduction

L'intelligence artificielle transforme profondément le paysage éducatif en introduisant de nouveaux outils capables de générer du contenu, d'adapter les parcours d'apprentissage et d'assister les enseignants. Cette transformation rapide soulève une problématique essentielle : comment intégrer l'IA sans compromettre les mécanismes fondamentaux de l'apprentissage humain ?

Dans de nombreux contextes, l'usage de l'IA tend à remplacer l'effort cognitif de l'apprenant, ce qui peut affaiblir la mémorisation et la compréhension profonde. Ce constat met en évidence l'absence d'un cadre théorique structuré permettant de guider les pratiques pédagogiques.

Cette étude vise à proposer un cadre théorique structuré permettant d'orienter l'intégration pédagogique de l'IA tout en préservant les mécanismes fondamentaux de l'apprentissage.

Le présent travail s'appuie à la fois sur des fondements scientifiques et sur plusieurs décennies d'expérience dans l'inspection pédagogique. Il propose le modèle NSCC comme une réponse à ce besoin.

3. Cadre théorique

Le présent cadre théorique s'appuie sur une articulation complémentaire de plusieurs approches majeures de l'apprentissage, permettant d'éclairer les fondements du modèle proposé et de situer l'intégration de l'intelligence artificielle dans une perspective pédagogique structurée.

1 - Constructivisme (Construction individuelle des connaissances)

L'apprentissage est un processus actif de construction des connaissances (Piaget). L'apprenant doit être engagé.

Rôle de l'IA : Personnalisation des parcours

2 - Socioconstructivisme (Interactions sociales et co-construction)

Les interactions sociales jouent un rôle fondamental dans la construction du savoir (Vygotsky).

Rôle de l'IA : Collaboration médiée par l'IA

3 - Connectivisme (Connexions externes et internes)

Dans le NSCC, le connectivisme s'articule autour de deux dimensions complémentaires : des connexions externes, liées à la capacité de l'apprenant à naviguer dans des réseaux de connaissances et à interagir avec diverses sources et communautés (Siemens), et des connexions internes, correspondant à l'établissement de multiples liens entre les concepts au niveau cérébral. Cette multiplicité de connexions favorise la flexibilité cognitive et la consolidation durable des apprentissages.

Rôle de l'IA : Coordination intelligente et guidage adaptatif dans les réseaux d'information externes, tout en stimulant l'établissement de connexions internes multiples (par des questionnements variés, des analogies et des mises en relation entre concepts).

4 - Neurosciences cognitives (Fondements cérébraux de l'apprentissage)

Les travaux en neurosciences cognitives ont identifié un ensemble de mécanismes fondamentaux qui sous-tendent l'apprentissage. Stanislas Dehaene a notamment mis en lumière quatre piliers essentiels : l'attention (capacité à sélectionner l'information pertinente), l'engagement actif (qui correspond ici à la mobilisation volontaire), le retour sur erreur (feed-back correctif) et la consolidation (automatisation et ancrage mémoriel). À ces mécanismes s'ajoutent d'autres processus complémentaires issus de la recherche contemporaine : la mémoire de travail, la récupération active, la neuroplasticité (capacité du cerveau à créer de nouvelles connexions tout au long de la vie), la métacognition, la motivation et les circuits de récompense, la transformation (transfert des apprentissages à de nouveaux contextes), ainsi que la gestion des émotions.

Rôle de l'IA : Elle soutient ces mécanismes en automatisant les tâches procédurales afin de libérer la mémoire de travail, en diversifiant les activités pour stimuler la plasticité, en guidant la métacognition et en favorisant la consolidation par des rappels actifs et un espacement des révisions, tout en s'adaptant au rythme de l'apprenant.

Pour approfondir :

- ✓ Constructivisme : https://inspecteur.info/th/constructivisme.html
- ✓ Socioconstructivisme : https://inspecteur.info/th/socioconstructivisme.html
- ✓ Connectivisme : https://inspecteur.info/th/connectivisme.html
- ✓ NSCC : https://inspecteur.info/th/nehdi.html

4. Le modèle NSCC : Un cadre pour définir le rôle de l'IA dans l'apprentissage

Le NSCC est un modèle intégratif qui considère l'apprentissage comme le résultat de l'interaction entre :

- ✓ Dimension individuelle
- ✓ Dimension sociale
- ✓ Dimension connectée
- ✓ Dimension neurocognitive

Le NeuroSocioConstructivisme Connectif (**NSCC**) repose sur quatre piliers complémentaires. Chacun éclaire une facette essentielle de l'apprentissage et permet de préciser le rôle que l'intelligence artificielle peut jouer sans jamais se substituer aux mécanismes cognitifs fondamentaux.

Pilier	Fondement	Rôle de l'IA
Constructivisme	L'apprenant construit activement ses connaissances à partir de ses expériences et de ses conceptions préexistantes.	**Personnalisation des parcours de l'apprentissage** : l'IA propose des activités adaptées au niveau, aux erreurs et aux progrès de chaque apprenant, tout en le maintenant acteur de sa réflexion.
Socioconstructivisme	L'apprentissage est enrichi par les interactions sociales notamment à travers les échanges, les débats et la co-construction du sens.	**Médiation des interactions** : l'IA facilite le travail collaboratif (regroupement des apprenants, structuration des échanges, rétroaction entre pairs), sans se substituer à la dynamique des interactions humaines.
Connectivisme	Connexions externes (navigation dans les réseaux d'information) + connexions internes (multiples voies neuronales entre concepts).	**Activation des connexions cognitives** : Coordination du réseau externe et stimulation des connexions internes (par la mise en relation de connaissances, le transfert analogique et la diversification des situations d'apprentissage).
Neurosciences cognitives	L'apprentissage dépend de mécanismes cérébraux fondamentaux : attention, mémoire de travail, consolidation, récupération active, neuroplasticité, métacognition, motivation, gestion des émotions. 	**Soutien des mécanismes cognitifs** : l'IA allège la charge de la mémoire de travail en automatisant certaines tâches procédurales (par exemple, le calcul préalable à l'interprétation d'un tableau Excel), stimule la récupération active (questionnements espacés) et respecte les temps de consolidation en évitant d'intervenir durant les phases de repos nécessaires. Elle favorise ainsi la plasticité cérébrale et le transfert des apprentissages, tout en assurant un guidage métacognitif, un maintien de l'engagement et une prise en compte des rythmes émotionnels.

Ce tableau présente les quatre piliers qui structurent le NSCC, leurs fondements théoriques respectifs, et les rôles que l'intelligence artificielle peut jouer pour les soutenir sans s'y substituer.

Ainsi, le NSCC ne se contente pas d'empiler des théories ; il fournit un cadre opérationnel pour intégrer l'IA de manière raisonnée, c'est-à-dire en soutien des processus naturels d'apprentissage, et non en substitution. Cette approche permet de répondre à la question centrale de cette recherche : comment innover avec l'IA sans compromettre les fondamentaux de l'apprentissage ?

Exemple détaillé : un scénario intégrant les quatre piliers

Prenons l'exemple d'un cours sur le changement climatique.

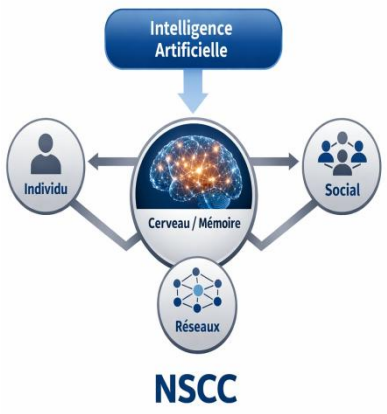
- ✓ **Constructivisme** : Chaque élève utilise un assistant IA (tel que ChatGPT) pour explorer une question personnelle : "Quels sont les impacts du réchauffement dans ma région ?" L'IA fournit des données, mais l'élève doit rédiger sa propre synthèse.
- ✓ **Socioconstructivisme** : Les élèves partagent leurs synthèses en petits groupes. Un outil collaboratif assisté par IA (comme une version de Padlet enrichie) regroupe les idées similaires et met en lumière les points de divergence. Le groupe discute, argumente et produit une affiche commune.
- ✓ **Connectivisme** : Les élèves utilisent un moteur de recherche assisté par IA (ex. Perplexity), pour chercher des études récentes, des infographies et des vidéos. L'IA leur propose un premier tri, mais ils doivent évaluer la fiabilité des sources et organiser les informations en réseau de concepts.
- ✓ **Neurosciences cognitives** : Après la recherche d'informations, l'IA adapte le rythme de restitution des données sur le climat pour ne pas surcharger la mémoire de travail (par exemple, en présentant les impacts par catégories : environnementaux, économiques, sociaux). Elle propose des questions métacognitives liées au contenu : "Quelle stratégie as-tu utilisée pour sélectionner les informations sur ta région ?", "Pourquoi as-tu choisi cet impact plutôt qu'un autre ?". Par ailleurs, elle peut signaler à l'enseignant des indicateurs de fatigue (temps de réponse long, taux d'erreur dans la synthèse) afin d'ajuster l'activité. Enfin, pour soutenir la consolidation des connaissances sur le changement climatique, l'enseignant utilise des applications de révision espacée programmant des rappels sur les concepts clés. à intervalles croissants (1 jour, 3 jours, 7 jours), renforçant ainsi les connexions neuronales.

Conditions d'une intégration réussie

L'analyse des pratiques de terrain met en évidence trois conditions essentielles à une intégration efficace de l'IA :

- ✓ Formation des enseignants : ils doivent comprendre non seulement le fonctionnement technique des outils, mais aussi leur impact cognitif (charge mentale, récupération active, etc.).
- ✓ Autonomie de l'élève : l'IA est un médiateur, pas un substitut. L'élève doit garder le contrôle du raisonnement et du jugement critique.
- ✓ Temps de consolidation protégés : aucun outil IA ne doit empiéter sur les phases de repos, de sommeil ou de récupération active nécessaires à la mémorisation durable.

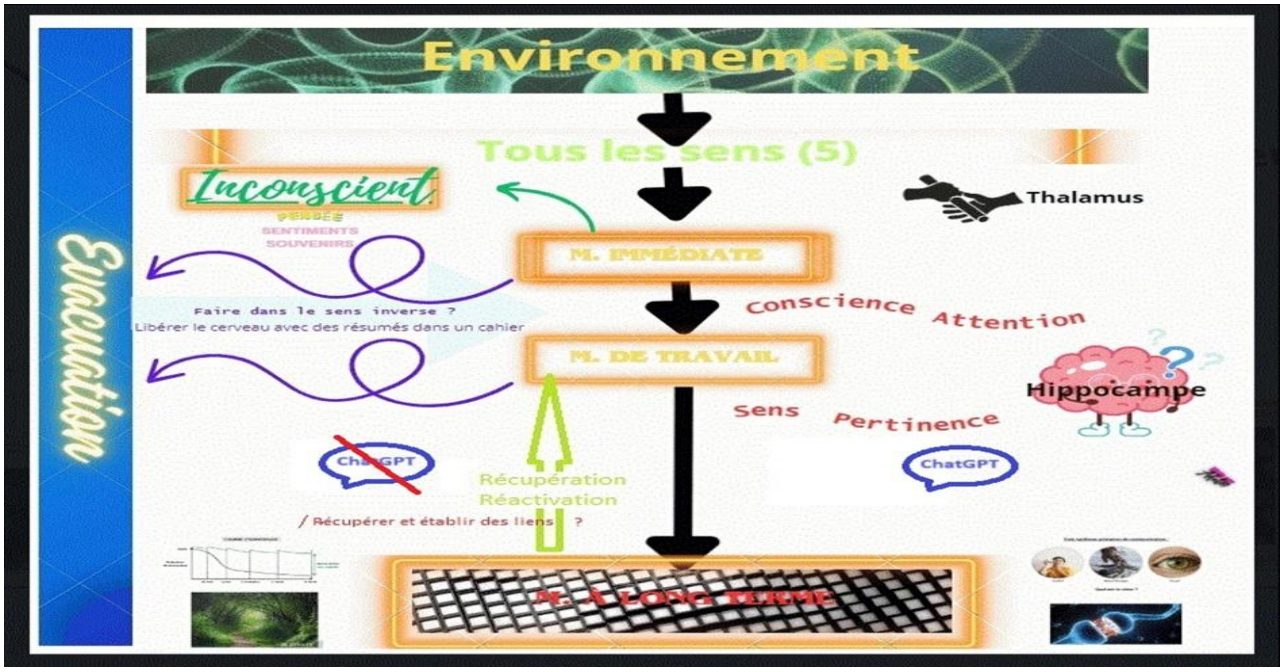
Figure 1 : Schéma du modèle NSCC

<table>
<tr>
<td>
</td>
<td>Note. Ce schéma illustre l'articulation des quatre piliers du NeuroSocioConstructivisme Connectif (NSCC). Le cerveau (neuro) occupe une position centrale, rappelant que tous les processus d'apprentissage, qu'ils soient individuels (constructivisme), sociaux (socioconstructivisme) ou en réseau (connectivisme), sont sous-tendus par le fonctionnement cérébral. L'intelligence artificielle, placée au-dessus, agit comme un soutien transversal qui accompagne et potentialise chacun des piliers sans se substituer aux mécanismes cognitifs fondamentaux.</td>
</tr>
</table>

Ce schéma peut être interprété comme suit :

Le cerveau est au centre (neuro)	L'individu construit (constructivisme)	Le social enrichit (socioconstructivisme)
Les réseaux étendent (externe) et consolident (interne) (connectivisme)	L'IA agit comme médiateur et non substitut	L'enseignant guide, l'IA questionne, adapte et stimule

Figure 2 : Schéma du processus neurocognitif de l'apprentissage dans le modèle NSCC et intégration raisonnée de l'IA



Note : Ce schéma met en évidence la dynamique du traitement de l'information, de la perception sensorielle à la consolidation en mémoire à long terme, en intégrant les dimensions cognitives et sociales ainsi que les conditions d'une utilisation raisonnée de l'IA selon le modèle NSCC, ChatGPT étant présenté à titre d'exemple.

5. Intégration de l'IA selon le NSCC

L'intégration de l'intelligence artificielle dans les processus d'apprentissage nécessite une approche réfléchie et encadrée. Le modèle NSCC propose de structurer cette intégration autour de trois dimensions complémentaires qui sont : le pourquoi, le comment et le quand, afin de garantir une utilisation pédagogique efficace sans compromettre les processus cognitifs fondamentaux.

Finalités (Pourquoi)

- ✓ Personnalisation : adapter les parcours d'apprentissage aux besoins, au rythme et au niveau de chaque apprenant afin de favoriser un engagement actif.
- ✓ Accès rapide à l'information : faciliter l'accès à des ressources variées et actualisées, tout en soutenant la recherche autonome.
- ✓ Soutien à la créativité : stimuler la production d'idées, l'exploration et l'innovation à travers des interactions enrichissantes avec l'IA.

Modalités (Comment)

L'IA doit être utilisée comme :

- ✓ guide (questionnement) : Au lieu de répondre, orienter l'apprenant par des questions stimulantes.
- ✓ stimulateur cognitif : encourager la réflexion, l'analyse et la mise en relation des connaissances.
- ✓ outil adaptatif : proposer des contenus et des activités ajustés en fonction des performances et des progrès de l'apprenant.

Temporalités (Quand)

Dans une perspective NSCC, la temporalité d'usage de l'IA constitue un facteur clé, influençant positivement ou négativement les processus de construction et de consolidation des connaissances.

Moments favorables :

- ✓ Exploration : soutenir la découverte de nouveaux concepts et l'ouverture à différentes perspectives.
- ✓ Compréhension initiale : accompagner la première appropriation des notions en facilitant l'accès à des explications variées.
- ✓ Synthèse : aider à organiser, structurer et résumer les connaissances acquises.

Moments critiques :

- ✓ Mémorisation : éviter une dépendance à l'IA afin de préserver l'effort cognitif nécessaire à l'ancrage des connaissances.
- ✓ Récupération : ne pas utiliser l'IA lors des phases de rappel pour renforcer les connexions neuronales.
- ✓ Consolidation personnelle (ou auto-évaluation) : privilégier une réflexion autonome afin de favoriser l'appropriation durable des savoirs.

6. Applications pédagogiques

Sur le plan pédagogique, le modèle NSCC se traduit par des dispositifs hybrides articulant usage de l'IA et activité cognitive autonome. Par exemple, l'apprenant peut explorer un contenu à l'aide d'un outil d'IA, puis reformuler, expliquer ou résoudre un problème sans assistance afin de consolider ses apprentissages. Ces dispositifs favorisent également les interactions entre pairs (discussion, confrontation des idées) et la médiation de l'enseignant, garantissant ainsi un équilibre entre soutien technologique et engagement cognitif.

7. Conclusion

Le NeuroSocioConstructivisme Connectif (NSCC) constitue un cadre théorique innovant pour penser l'intégration de l'intelligence artificielle en éducation. En articulant les apports du constructivisme, du socioconstructivisme, du connectivisme et des neurosciences cognitives, il permet de concilier innovation technologique et respect des mécanismes fondamentaux de l'apprentissage.

Ce modèle offre ainsi une alternative aux approches technocentrées, en plaçant les processus cognitifs, métacognitifs et sociaux au cœur de l'acte d'apprendre. Il contribue à prévenir les risques liés à une utilisation non régulée de l'IA, tout en valorisant son potentiel comme outil d'accompagnement et de médiation.

Cependant, le NSCC nécessite encore d'être consolidé par des expérimentations empiriques à grande échelle, permettant de valider ses effets et préciser ses conditions d'efficacité dans des contextes éducatifs variés.

Ce modèle ouvre des perspectives prometteuses pour la formation des enseignants et la conception de dispositifs pédagogiques intelligents invitant à repenser les pratiques éducatives dans une approche équilibrée, critique et éclairée de l'intelligence artificielle, au service d'un apprentissage durable, significatif et humainement ancré.

Parmi les prolongements de cette recherche, l'étude du rôle de l'intelligence émotionnelle (capacité à percevoir, comprendre et réguler ses émotions, constituant un levier essentiel de la réussite scolaire) dans l'apprentissage assisté par l'IA, et de la manière dont le NSCC pourrait l'intégrer, constitue une perspective prometteuse.

8. Références

- ✓ Dehaene, S. (2018). Apprendre ! Les talents du cerveau, le défi des machines. Odile Jacob.
- ✓ Nehdi, A. (2024). Le NeuroSocioConstructivisme Connectif (NSCC). Inspecteur.info. Consulté le 29 mars 2026, sur https://inspecteur.info/th/nehdi.html
- ✓ Piaget, J. (1973). La construction du réel chez l'enfant. Delachaux et Niestlé.
- ✓ Siemens, G. (2005). Connectivism: A learning theory for the digital age. International Journal of Instructional Technology and Distance Learning, *2*(1), 3–10.
- ✓ Vygotsky, L. S. (1978). Mind in society: The development of higher psychological processes. Harvard University Press.