

## CHARGE COGNITIVE ET APPRENTISSAGE DES DISCIPLINES NON LINGUISTIQUES ET DU FRANÇAIS EN CONTEXTE BILINGUE CAMEROUNAIS : ÉTAT DES LIEUX, ENJEUX ET PERSPECTIVES DIDACTIQUES

**Bernard NGALA NDZI**

École Normale Supérieure de l'Université de Maroua (Cameroun)

ORCID iD: 0009 - 0000 - 1324-562X

[ngalabendzi@gmail.com](mailto:ngalabendzi@gmail.com)

**Résumé :** Cette étude de type qualitatif et quantitatif interroge l'impact de la charge cognitive sur le processus d'enseignement-apprentissage des Disciplines Non Linguistiques (désormais DNL) et du français dans quelques établissements primaires et secondaires bilingues au Cameroun. En classe bilingue, les apprenants sont appelés à faire d'une pierre deux coups : apprendre simultanément les contenus disciplinaires et linguistiques. Cet apprentissage simultané engendre la surcharge de la mémoire de travail des apprenants et le ralentissement du processus d'enseignement-apprentissage. La présente étude qui s'est nourrie de la théorie de charge cognitive de Sweller (1988) interroge l'impact de la charge cognitive sur l'apprentissage des DNL et du français en classe bilingue. Il ressort de l'analyse des données que la charge cognitive freine le développement de la compréhension écrite et orale et de l'expression orale des apprenants en français. Quelques pistes didactiques sont explorées dans l'optique d'alléger la charge cognitive et de favoriser l'enseignement-apprentissage du français par le biais des DNL.

**Mots-clés :** Surcharge cognitive, enseignement bilingue, Disciplines non linguistiques

### COGNITIVE LOAD AND LEARNING OF NON-LINGUISTIC DISCIPLINES AND FRENCH IN A BILINGUAL CAMEROONIAN CONTEXT: CURRENT SITUATION, STAKES AND DIDACTIC PERSPECTIVES

**Abstract:** This qualitative and quantitative study investigates the impact of cognitive load on the teaching-learning process of Non-Linguistic Disciplines (NLD) and French in some bilingual primary and secondary schools in Cameroon. In a bilingual class, learners are called upon to shoot two birds with one stone: to simultaneously learn both language and subject contents. This simultaneous learning overloads learners' working memory and slows down the teaching-learning process. This study which draws on Sweller's cognitive load theory (1988) examines the impact of cognitive load on the learning of NLDs and French in bilingual education classrooms. Data analysis revealed that cognitive load hinders the development of learners' reading, listening and speaking skills in French. Some teaching techniques have been explored with a view to reducing cognitive load and fostering the teaching and learning of French through NLDs.

**Keywords:** Cognitive overload, bilingual education, non-linguistic disciplines

### Introduction

Le présent travail rend compte des résultats d'une enquête psycholinguistique et didactique que nous avons menée en 2014 et en 2022 respectivement auprès des élèves et enseignants des classes bilingues du Bilingual Grammar School Molyko Buea dans la Région du Sud-Ouest Cameroun, et des élèves et enseignants de quelques écoles primaires privées bilingues de la ville de Maroua, chef-lieu de la Région de l'Extrême-Nord du Cameroun. Si

l'un des bénéfices de l'enseignement bilingue selon Duverger (2009) est le développement des capacités cognitives des apprenants, force est de constater que la cognition, l'un des principes clés de l'EMILE (Enseignement d'une Matière par l'Intégration d'une Langue Étrangère) (Gajo, 2000 ; Gajo 2001 ; Gajo, 2006 ; Gajo, 2007 ; Gajo, 2008) présente beaucoup de défis cognitifs pour les apprenants des classes bilingues. À ce titre, la présente étude vise à interroger l'influence de la charge cognitive sur le processus d'enseignement-apprentissage des DNL et du français en classes bilingues. Dans un contexte bilingue où l'apprentissage simultané des contenus linguistiques et disciplinaires entraîne une surcharge de la mémoire de travail des apprenants (Roussel, 2019), la présente étude est sous-tendue par la question principale suivante : en quoi la charge cognitive impacte-t-elle le processus d'enseignement-apprentissage des DNL et du français en classes bilingues ? En guise de réponse, l'étude pose que la charge cognitive freine le développement de la compréhension écrite et orale et de l'expression orale en français chez les apprenants. Cette étude est divisée en cinq parties. La première partie est consacrée aux préalables conceptuels et théoriques. La deuxième partie examine la méthodologie du travail. La troisième partie présente les résultats de l'étude tandis que la quatrième partie discute des résultats de l'étude. Dans la cinquième partie, des pistes didactiques sont explorées visant l'allègement de la charge cognitive et l'amélioration de l'enseignement-apprentissage des DNL et des langues officielles.

### 1. Cadrage conceptuel et théorique

Quelques concepts en rapport avec ce travail méritent d'être circonscrits : théorie de la charge cognitive, mémoire de travail, discipline non linguistique et discours disciplinaire. En milieu scolaire, l'apprentissage exige des efforts cognitifs importants (Sweller, 1988, 1994, 2005, 2010, 2011, 2015 ; Sweller et al., 2011 ; Van Merriënboer et al., 2010 ; Chanquoy et al., 2007), notamment en langues étrangères. La charge cognitive désigne la quantité de ressources mentales mobilisées pour résoudre une tâche. Elle renvoie aux difficultés que rencontre l'apprenant pour traiter l'information ou comprendre une consigne relative à la tâche. Cette charge dépend de la tâche et de l'environnement (Chandler & Sweller, 1991 ; Tricot & Chanquoy, 1996 ; Paas, 1992 ; Halford, 1993). La théorie de la charge cognitive repose sur le rôle central de la mémoire de travail (MDT). Selon Anik de Ribaupierre (2016 :164), le rôle la MDT « consiste à conserver temporairement un certain nombre d'informations importantes ». La MDT assure un traitement « attentionnel ou contrôlé » de l'information (Anik de Ribaupierre, 2016 : 167). Sweller et al. (1990) distinguent charge intrinsèque, charge extrinsèque et charge pertinente. La charge intrinsèque dépend du nombre d'éléments et de leur interactivité (Sweller, 1994). La charge extrinsèque provient du matériel et des méthodes pédagogiques utilisées (Sweller, 1994, 2010 ; Duverger, 2009). La charge pertinente, quant à elle, correspond au travail mental utile à l'apprentissage (Sweller, 2011), leur somme formant la charge totale (Sweller et al., 1998). Dans l'enseignement bilingue, chaque Discipline Non Linguistique<sup>1</sup> (DNL) a son discours<sup>2</sup> qui lui est propre. La non-maîtrise de ce discours peut constituer une charge

<sup>1</sup> Par l'expression, « disciplines non linguistiques », abrégée en DNL, il faut entendre, selon Duverger (2009 :6), « les matières scolaires autres que les langues (les mathématiques, la biologie, etc.) » qui sont enseignées en langue étrangère dans le cadre d'un programme d'enseignement bilingue ».

<sup>2</sup> Par *discours*, il faut entendre avec Demarty-Warżée (2011 : 29), « un ensemble de messages, textes et documents - écrits, oraux, iconiques, sonores ou autres - qui s'échangent dans un domaine particulier. Au niveau des DNL, on parlera des « discours scientifiques » tant pour ceux des sciences humaines telles l'Histoire, l'Histoire de l'art, la Géographie, la Philosophie, ou ceux des sciences plus « dures » : Physique, Chimie, Biologie, Géologie, et, bien sûr, Mathématiques ».

cognitive intrinsèque voire un obstacle à l'accès aux contenus des DNL, une situation susceptible de freiner l'apprentissage et de conduire aux échecs scolaires (Demarty-Warzee, 2011 ; Teresina, 2012<sup>3</sup>).

## 2. Cadrage méthodologique

Le cadre méthodologique de ce travail s'est voulu quantitatif et qualitatif. Les données analysées dans le présent travail sont issues de deux terrains de recherche : les classes bilingues du Bilingual Grammar School Molyko (2014) et les écoles primaires privées bilingues dans la Région de l'Extrême-Nord (2022). Au cours de l'année scolaire 2014-2015, dans le cadre de notre thèse de Doctorat<sup>4</sup>, nous avons administré des questionnaires auprès des élèves et des enseignants des classes bilingues du Bilingual Grammar School Molyko-Buea (les classes de Quatrième et de Troisième bilingues) et mené des entretiens avec eux, dans l'optique d'identifier les difficultés que rencontrent les élèves dans l'enseignement-apprentissage des DNL. Aussi avons-nous procédé à l'observation des cours de DNL et des cours de français. Au total, nous avons enregistré 50 cours dont 10 cours de mathématiques en 4<sup>e</sup> Bilingue et 7 en 3<sup>e</sup> Bilingue, 6 cours de SVT en 4<sup>e</sup> Bilingue et 4 en 3<sup>e</sup> Bilingue, 6 cours de PCT en 4<sup>e</sup> Bilingue et 2 en 3<sup>e</sup> Bilingue, 5 cours d'informatique en 4<sup>e</sup> Bilingue et 2 en 3<sup>e</sup> Bilingue, 4 cours de FLE en 4<sup>e</sup> Bilingue et 4 en 3<sup>e</sup> Bilingue. La plupart des cours ont été observés et enregistrés en classe de 4<sup>e</sup> Bilingue. Ce choix n'était pas anodin. En effet, étant donné que la classe de 4<sup>e</sup> Bilingue marque l'entrée dans l'enseignement bilingue, nous avons voulu nous concentrer sur les DNL de cette classe afin de mieux étudier et apprécier les comportements langagiers des apprenants-débutants qui découvrent, pour la première fois, les réalités discursives liées à l'apprentissage des DNL en langue étrangère. Au total, nous avons observé 10 professeurs de DNL dont 2 professeurs par classe et par DNL.

Au cours de l'année scolaire 2022-2023, nous avons observé et enregistré des cours et mené des entretiens avec les maîtres et les maitresses de quelques établissements<sup>5</sup> primaires privés bilingues<sup>6</sup> de la ville de Maroua, Chef-lieu de la Région de l'Extrême-Nord. Au total, nous avons observé 20 cours de DNL<sup>7</sup> dont 10 cours en classe de Cours Élémentaires Première Année (CE1) et 10 en classe de Cours Élémentaires Deuxième Année (CE2). Lors de l'observation des cours, la problématique a d'abord porté sur l'impact de la charge cognitive sur le processus d'enseignement-apprentissage de DNL et du français. Les enseignants ont été invités à se prononcer sur l'impact de la gestion simultanée de l'enseignement des DNL en deux langues et du temps de cours sur le processus d'enseignement-apprentissage. Aussi les élèves ont-ils été interrogés sur les difficultés

<sup>3</sup> Teresina (2012) pose que dans l'enseignement bilingue, le discours des disciplines est très déterminant pour la compréhension des DNL. En contexte bilingue, « l'objet et les outils d'apprentissage sont la langue spécifique d'un domaine de connaissance, CALP (Cognitive Academic Language Proficiency, qui est plus complexe par rapport à la langue de la communication puisqu'elle implique des processus cognitifs de haut niveau, qui ne sont pas supportés par le contexte de la communication face ». Teresina (2012 :143).

<sup>4</sup> Thèse de Doctorat en langue et linguistique françaises (option : didactique du français) soutenue le 18 novembre 2018 à l'Université de Buea au Cameroun.

<sup>5</sup> École Maternelle et Primaire Bilingue FATIA, et Complexe Bilingue Laïc La Référence de Dougoi.

<sup>6</sup> Ces écoles primaires privées bilingues pratiquent l'immersion précoce totale. L'immersion totale consiste à plonger l'apprenant totalement dans la L2 sans aucun recours à la L1 durant sa scolarité (Calvé, 1992). Elle est dite précoce si elle commence dès la maternelle. Dans ces écoles, toutes les DNL sont enseignées en français et en anglais à partir de la Maternelle. Chaque classe compte deux maîtres : l'un qui enseigne les DNL en anglais et l'autre qui enseigne les mêmes DNL en français, une sorte de macro-alternance (Duverger, 2009).

<sup>7</sup> Nous avons observé des cours dans les DNL ayant un coût cognitif important (Duverger, 2009) à l'instar de Mathématiques et Sciences et Technologie.

auxquelles ils font face dans la compréhension de DNL et dans leur expression écrite et orale en français. Après l'observation et l'enregistrement des cours de DNL, nous avons procédé à la phase de transcription selon les principes de l'analyse conversationnelle. En vue d'une bonne lecture des données, nous avons adapté et utilisé les conventions de transcription de Gajo (2001) :

<meso>	Phonétique
.. ... (2'')	Pauses plus ou moins longues
:	Allongement de la syllabe
/ \	Intonation montante et descendante
dé -	Interruption
MANger	Emphatisation
(Manger ?)	Transcription incertaine
XXX	Segment incompréhensible
&	Enchaînement rapide
<i>Je chante</i>	Traduction
En	Enseignant
E	Enquêteur

(Source : Gajo, 2001 : 19)

### 3.Présentation des résultats

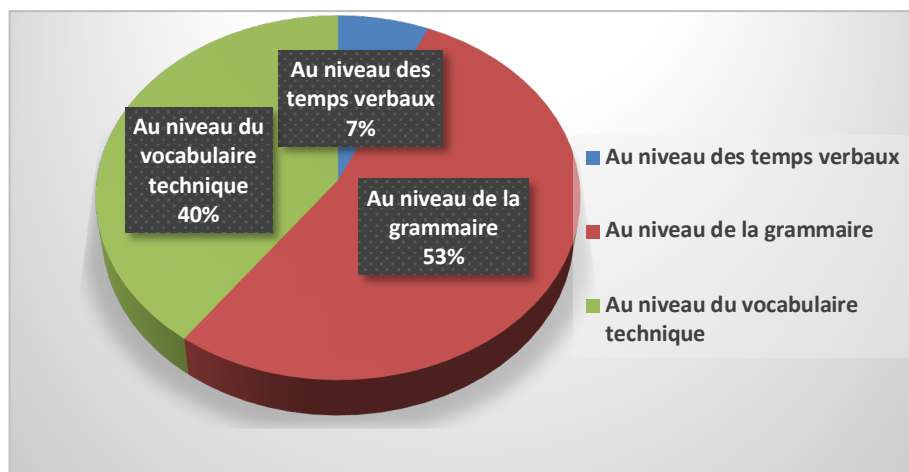
Cette sous-section présente les résultats de l'étude sur trois axes majeurs : l'impact de la langue cognitivo-académique (1), de la mauvaise gestion du temps scolaire (2) et du rythme accéléré de la macro-alternance (3) sur la surcharge de la MDT des apprenants.

#### 3.1 Charge cognitive intrinsèque : quand la langue cognitivo-académique bloque la compréhension des DNL

À partir des questionnaires et du guide d'entretien, nous avons posé les questions suivantes aux enquêtés<sup>8</sup> : Avez-vous des difficultés liées à la langue d'enseignement pour comprendre les cours de mathématiques. À quel niveau se situent vos difficultés liées à la langue d'enseignement pour comprendre les cours de mathématiques et d'autres matières ? Après l'analyse des données, 47% des élèves ont déclaré avoir assez de problèmes de compréhension tandis que 53 % d'entre eux ont un peu de problèmes de compréhension. Il ressort aussi de l'enquête que les difficultés se font ressentir avec acuité au niveau de la grammaire<sup>9</sup>(53%) et au niveau du vocabulaire technique (40%). (Fig. 1)

<sup>8</sup> Des élèves des classes bilingues du Bilingual Grammar School Molyko Buea.

<sup>9</sup>Selon Heini-Marja et al (2009 :28), la grammaire joue un rôle important dans le développement des compétences linguistiques des élèves en classes bilingue. Les professeurs de langue et de DNL gagneraient à collaborer pour une meilleure didactique de la grammaire : « ... la grammaire fondée sur le sens et la grammaire fondée sur les formes sont utiles et peuvent être appliquées à l'enseignement EMILE. En termes d'enseignement disciplinaire, l'approche nécessite une connaissance de la langue en tant que système et elle englobe les aspects formels. En termes d'enseignement formel de la langue, on peut accorder plus d'attention aux textes spécifiques à la discipline et à leurs caractéristiques dans la classe de langue. Si l'enseignant de langue et celui de la discipline travaillent ensemble sur une unité intégrée, les deux approches peuvent utilement être combinées ».



(Fig. 1) Diagnostic des niveaux de difficultés linguistiques liées à la compréhension des cours de DNL

Sources : Notre enquête de terrain, 2014

Plusieurs réponses enregistrées mettent en relief l'impact négatif de la langue cognitivo-académique sur la compréhension des cours de DNL. Les problèmes sont d'ordre morphosyntaxique. Sur le plan lexical, les apprenants ont des difficultés pour manier le vocabulaire scientifique. Élève 1 (code pour besoin d'anonymat) interrogé dit ne pas comprendre le discours mathématique en français : « Je ne comprends pas les théorèmes, les définitions et les explications du professeur. Les activités géométriques. Je ne sais pas comment démontrer. Les mots en mathématiques. Les mots comme bissectrice, les définitions, les démonstrations. Comment utiliser les propriétés dans les démonstrations » (Élève 1, sexe féminin, classe de 4<sup>e</sup> bilingue, BGS Molyko-Buea, communication personnelle, 2014).

Sur le plan syntaxique, les élèves ont du mal à rédiger un discours démonstratif cohérent en mathématiques, à l'aide de connecteurs logiques comme le témoignent les propos de cet autre élève de la classe de 4<sup>e</sup> : « Ce sont les mots scientifiques qui dérangent. XXX certains calculs. - Les définitions. Je n'arrive pas souvent à définir les mots. Il y a certains mots que je n'arrive pas à comprendre. Les propriétés sont difficiles puis qu'il faut les retenir dans la composition. Il y a les mots comme *car, donc, or, ...* Je ne sais pas comment les utiliser pour démontrer XXX. Je crois que c'est tout »<sup>10</sup>. Contrairement aux déclarations des élèves dans les questionnaires selon lesquelles ils ont un peu de difficultés (53%) pour comprendre les cours de mathématiques, l'observation des classes et l'analyse des bandes vidéo et sonores ont permis de constater que ces élèves éprouvent d'énormes difficultés pour comprendre et utiliser des termes techniques en mathématiques comme en témoigne cet extrait d'une leçon de mathématiques :

<sup>10</sup> Interview réalisée en avril 2014

## « VOUS NE COMPRENEZ PAS LE FRANÇAIS ! »

1. **Ens** Dans un cercle ( $C$ ), un angle inscrit a pour mesure la moitié de l'angle, la moitié de la mesure de l'angle au centre associé. Qui comprend ça ? Qui comprend ça ? Est-ce que mathématiquement on peut écrire ça ?
2. **Élève** Oui Monsieur / (*Un élève va au tableau pour écrire l'énoncé en langage mathématique*)
3. **Ens** Réactions ! / Est-ce que vous voyez ce qu'il a écrit ? C'est juste ? Quand tu mets BAC, ça signifie quoi ? Les mathématiques, c'est être attentif/. Il faut observer, être prêt à noter toutes les insuffisances. Mes BAC = Mes BOC/2. Voilà donc ! / Attention ! / **IL FAUT COMPRENDRE LE FRANÇAIS**/ Même l'anglais c'est la même chose.
4. **Élèves** La **LANGUE** est capitale / XXX Il faut comprendre cette littérature mathématiquement parlant. J'aurais pu écrire tout simplement ceci mais je pensais que vous comprenez le français. C'est pourquoi je l'ai mis comme ça. Voilà le langage mathématique. / Mais comme vous ne comprenez pas le français. Désormais, nous allons le faire en mathématiques tout simplement, n'est-ce pas ?
5. **Élèves** Non-Monsieur

**Sources : Notre enquête de terrain, 2014**

Nous sommes ici dans une leçon de géométrie portant sur la démonstration. Dans le tour de parole 1, l'enseignant vient d'écrire la propriété au tableau dans un langage naturel. Il demande aux élèves de montrer qu'ils ont compris la propriété en la traduisant en langage mathématique. En 3, l'enseignant se rend compte que l'élève désigné pour écrire mathématiquement la propriété ne l'a pas comprise dans le langage naturel. En 4, l'enseignant fait un diagnostic du problème : la charge cognitive intriquée liée à la langue cognitivo-académique. Les problèmes de compréhension auxquels les élèves font face ne sont pas d'ordre mathématique seulement ; ils sont d'ordre linguistique. Les élèves ne comprennent pas le français des mathématiques.

**3.2 Charge cognitive intrinsèque : quand la langue cognitivo-académique freine la compréhension écrite en L2**

De l'observation des cours de mathématiques, il ressort que les apprenants ont des difficultés de lecture du discours mathématique. Ils n'arrivent pas à prélever de façon pertinente et de présenter de manière compréhensible et utilisable par d'autres, des données numériques et algébriques adéquates dans des textes mathématiques. Ces problèmes de lecture des textes mathématiques sont d'autant plus sérieux que dans l'enseignement-apprentissage des mathématiques, la prise d'information est fondamentale car cet enseignement sollicite les activités de lecture de textes de problèmes de la part des élèves (Laborde, 1982). Un professeur de mathématiques souligne l'importance de la lecture dans l'apprentissage des mathématiques :

## SACHEZ LIRE !

**1Ens.** Bon. Dans vos livres, allez à la page 134. Lisez ce qui est écrit à la page 134 (*Un élève désigné est en train de lire l'énoncé à la page indiquée*). C'est ça, oui, continuez. Tu n'as pas le livre ? J'ai dit la page 134. Tu viens faire quoi ici ! C'est ce qui est écrit là-bas ? (*L'élève lit mal l'énoncé de problème*). Tu ne sais pas lire ? C'est ce qui est dans ton livre ? Fais-le voir. C'est « et » ! C'est-à-dire, même lire, vous ne pouvez pas. Tu vois quelque chose, tu imagines. Qui sait lire là ? Qui sait lire ? (*Un autre élève est désigné pour lire l'énoncé*)

**2Élèv :** (*Ledit élève lit l'énoncé, cette fois-ci à la satisfaction du professeur*)

**3Ens.** Oui, très bien. **SACHEZ lire !** Quand vous ne pouvez pas lire, ça signifie que vous ne pouvez pas apprendre. C'est ça la grosse difficulté en mathématiques parce qu'il faut lire, comprendre et appliquer. A et B étant deux nombres. Condition d'existence de A et !

(Sources : Notre enquête de terrain, 2014)

La lecture des énoncés de problèmes étant une compétence inhérente à la compréhension du discours mathématique, le professeur demande aux élèves de lire un énoncé de problème dans le tour de parole 1. En 2, Un élève désigné lit mal l'énoncé de problème. Dans le tour de parole 3, l'enseignant attire l'attention des élèves sur l'importance de la lecture en mathématiques<sup>11</sup>. La compétence de compréhension écrite est d'autant plus importante en classes bilingue qu'elle permet l'accès au sens des contenus disciplinaires. À cet effet, Heini-Marja Järvinen et al, (2009) posent que

« Lire pour s'informer et apprendre est sans aucun doute l'objectif principal de l'apprenant. Les raisons qui motiveront la lecture détermineront le choix de stratégies qui seront mises en œuvre au moment où le texte sera abordé. On peut lire afin de comprendre : - l'information globale – une information particulière – une information détaillée – l'implicite du discours, etc. » (Heini-Marja Järvinen et al. 2009 : 52)

### 3.3 Charge cognitive intrinsèque : quand la langue cognitivo-académique freine l'expression orale en L2

L'observation des cours a aussi permis de constater que les élèves ont non seulement des problèmes de compréhension mais des problèmes de production en L2 pour réaliser une compétence mathématique à savoir présenter et communiquer ses points de vue ou ses résultats. C'est-à-dire, présenter leurs propres calculs, transformations, constructions et argumentations. Ce problème freine le flux des interactions comme l'illustre cet extrait :

<sup>11</sup>Bauer & Varga (2016 : 151, cités plus haut) soulignent le rôle vital de la MDT dans la compréhension écrite. Si la MDT est surchargée, comme c'est le cas ici par la langue cognitivo-académique, elle ne peut plus aider à la codification des mots, à l'interprétation et à l'intégration du sens avec les informations conservées dans la MLT. D'où les difficultés qu'éprouvent les apprenants pour lire en L2.

**NE VOUS ATTACHEZ PAS !**

1. **Ens.** L'angle BAC est un angle inscrit interceptant l'arc BC. Nous avons également l'angle BOC. L'angle BOC est un angle au centre interceptant l'arc BC xxx chacun voit ça ? Vous voyez que les angles interceptent le même arc et on va établir la relation entre les deux angles tout à l'heure. La relation sera par rapport à quoi ? Qu'est-ce qui permet d'établir la différence entre deux angles ? Comparer deux angles ça peut être par rapport à quoi ?
2. **Élèv** La distance entre les deux angles (*L'élève donne une mauvaise réponse*)
3. **Ens.** La distance entre les deux angles c'est par rapport à quoi ? Si nous parlons de comparaison de deux angles il faudra penser à quoi ? C'est des gens qui vont composer demain ça ? Quand on vous pose une question, dites ce que vous avez dans la tête. **NE VOUS ATTACHEZ PAS ! VOUS VOUS ATTACHEZ ! Si** vous savez quelque chose, dites-le ! **VOUS VOUS BLOQUEZ !** C'est quand vous dites qu'on vous dira oui c'est vrai ou non c'est faux. Vous avez peur de quoi ? Si tu as quelque chose à dire, dis-le/ Tu ne peux pas lever le doigt et avoir peur/**IL FAUT PARLER/ LIBÉREZ-VOUS/ VOUS VOUS ATTACHEZ/** (*Silence dans la salle. L'enseignant est déçu par le silence des élèves face à ses interrogations*).

(Sources : Notre enquête de terrain, 2014)

Dans le tour de parole 1, l'enseignant interroge les élèves sur un vocabulaire technique et attend une réponse. Cette attente est longue car les élèves, réduits au silence, n'arrivent pas communiquer et présenter leurs connaissances. En 2, un élève donne une mauvaise réponse. Ce qui provoque des répliques de l'enseignant dans les tours de parole 3. Ses sollicitations étant infructueuses, l'enseignant poursuit ses explications en 3. Cet extrait met en exergue l'impact de la complexité du discours des disciplines (charge cognitive intrinsèque) sur le processus d'enseignement-apprentissage des DNL. L'expression orale voire l'interaction entre l'enseignant et les apprenants autour du savoir disciplinaire est inhibée par l'écran de la langue cognitivo- académique des DNL. Le problème de production orale dans les DNL auquel les apprenants font face est assez préjudiciable pour le processus d'enseignement-apprentissage des DNL et des langues en classes bilingues ou les apprenant sont appelés à discuter des contenus des DNL entre eux et les enseignants. Heini-Marja Järvinen *et al.* (2009) reviennent sur l'utilité de communiquer à l'oral en classes bilingues :

« Utiliser la langue pour communiquer des contenus signifiants développe aussi bien l'apprentissage linguistique que celui de la discipline. Un enseignement EMILE favorise un style d'enseignement interactif : les étudiants ont plus d'opportunités d'interagir verbalement avec l'enseignant ou avec leurs copains en utilisant la L2. Toutefois, comme la langue de travail n'est pas la langue maternelle des apprenants, il est nécessaire de leur fournir un certain nombre d'occasions de discuter des contenus entre eux et avec l'enseignant : négociation du sens. C'est ainsi que les malentendus sont levés et que les apprenants comme l'enseignant peuvent vérifier si ce qui a été appris l'a été correctement. : (Heini-Marja Järvinen *et al.*, 2009 : 40)

### **3.4 Apprentissage des DNL et charge cognitive intrinsèque : quand la mauvaise gestion du temps scolaire surcharge la MDT**

Dans les classes bilingues observées dans les établissements primaires privés bilingues au Cameroun, la mauvaise gestion du temps scolaire est responsable de la

surcharge de la MDT des apprenants. Les emplois de temps ne tiennent pas compte du coût cognitif des DNL. Des entretiens menés avec les instituteurs ou les institutrices, il ressort que des DNL à haut coût cognitif nécessitant beaucoup de concentration comme les mathématiques sont très souvent placées dans l'après-midi, une plage horaire tardive défavorable pour la concentration des apprenants comme le témoigne MTR 1 (MTR pour maître ou maîtresse, un code utilisé pour besoin d'anonymat) :

« ... si vous enseignez des matières en français, vous serez peut-être obligé d'enseigner dans l'après-midi alors que le meilleur moment pour enseigner certaines matières comme les mathématiques est le matin. Il peut arriver que vous commenciez votre journée en retard et que vous commenciez à introduire des leçons de mathématiques et d'autres matières qui nécessitent de la concentration. Dans l'après-midi, les apprenants ne retiennent pas bien les connaissances... ils ne saisissent pas bien les leçons ». (MTR 1, Cours Élémentaire (CE), 4 ans d'expérience en classe bilingue, communication personnelle, mai 2022).

Un autre facteur responsable de la surcharge de la MDT des apprenants est le temps réduit imparti à l'enseignement-apprentissage des DNL en classes bilingues où est pratiqué un type de macro-alternance : un enseignant, une langue. Deux enseignants se répartissant l'enseignement par demi-journées, dont l'un enseigne toutes les DNL en français (50 %) et l'autre en anglais (50 %) (Gajo et Steffen, 2015). La conséquence logique du temps réduit est la course contre la montre à laquelle se livrent les enseignants, un rythme de travail qui influe négativement sur le processus d'enseignement-apprentissage comme le souligne MTR 2 :

« Le maître qui enseigne en français travaille pendant trois heures et le maître qui enseigne en anglais pendant trois heures. Ce temps est tellement insuffisant parce que c'est tout le programme francophone et tout le programme anglophone qui se font dans les écoles monolingues en six (6) heures chacun. Le temps imparti pour les activités de la journée est très réduit. Les apprenants n'arrivent pas à prendre les résumés de leçons rapidement. Pressés, nous n'attendons pas que tous ces élèves achèvent les exercices. Nous corrigeons donc pour ceux qui ont vite fini et nous demandons aux autres de prendre les corrections. Le temps est un véritable problème dans les classes bilingues... nous nous précipitons<sup>12</sup> sur les leçons. Parfois, je n'approfondis pas vraiment le contenu des leçons. Je me précipite pour finir les leçons. Lorsque nous donnons des cours aux apprenants, ils ne sont pas en mesure de tout copier. Les élèves n'assimilent pas vraiment tous les contenus de chaque leçon parce que nous avons du mal à respecter le temps réduit imparti. Cela rend la charge de travail stressante pour l'apprenant ». (MTR 2, Cours Élémentaire (CE), 6 ans d'expérience en classe bilingue, communication personnelle, mai 2022).

À part la mauvaise gestion du temps scolaire qui entraîne la surcharge de la MDT, l'interactivité de la macro-alternance de type un enseignant, une langue, charrie un coût cognitif important pour les apprenants des DNL.

---

<sup>12</sup> Selon HAZTT (2004), le rythme d'apprentissage est une importante variable à considérer dans une classe bilingue. Un rythme accéléré comme c'est le cas observé dans cette étude est susceptible de dépasser les capacités cognitives des apprenants et peut entraîner la surcharge de la MDT.

### **3.5 Apprentissage des DNL et charge cognitive intrinsèque : quand le rythme de la macro-alternance surcharge la MDT**

Dans les pratiques de classes observées, nous avons identifié une macro-alternance de type un enseignant – une langue. La macro-alternance s'organise selon une répartition de l'enseignement des DNL entre deux enseignants par demi-journées : l'un enseigne les DNL en français (50 %) et l'autre en français (50 %) (Gajo, 2009d). Chaque jour, les deux enseignants se répartissent trois heures d'enseignement en alternance matin et après-midi. Les enseignements se déroulent en continu comme le confirme MTR 3 :

« Il y'a deux enseignants dans chaque classe : l'un francophone et l'autre anglophone. Généralement, nous effectuons les mêmes heures de cours et l'emploi de temps prévoit que le lundi, le mercredi et le vendredi, l'enseignant en anglais commence en matinée de 7h30min à 10h30 et le maître qui enseigne en français continue de 11h à 12h. Donc, je passe mes enseignements pendant trois heures de temps et mon collègue également (Cours Préparatoire (CP), 5 ans d'expérience en classe bilingue, communication personnelle, mai 2022).

De entretiens menés avec les maîtres et les maîtresses des classes bilingues, il ressort que la macro-alternance est porteuse de la surcharge cognitive chez les apprenants. Elle se manifeste chez les apprenants à travers la fatigue comme l'illustrent ces propos de MTR 4

« Le programme prévoit six (6) disciplines en français et six (6) ou sept (7) en anglais par jour. En tant qu'enseignant en français, parfois j'arrive à enseigner toutes les disciplines prévues pour la journée, parfois non. En fait, le système bilingue est une bonne chose. Mais il rend la charge de travail très stressante pour l'enfant dans la mesure où tout le programme que l'enfant doit connaître est donné en français et en anglais. Je pense que l'enfant reçoit plus que ce qu'il est censé recevoir. Parfois, ils se sentent stressés et ont envie de dormir. Ils n'ont pas le temps de se reposer (Cours Préparatoire (CP), 7 ans d'expérience en classe bilingue, communication personnelle, mai 2022).

La charge cognitive influe négativement sur la compétence de production écrite des élèves. Ces derniers, sous le coup du rythme accéléré des cours, n'arrivent pas à bien recopier leurs leçons, comme le confirment ces propos de MTR 5 :

« Les élèves copient des leçons et sont fatigués, ce qui se manifeste à travers leur main d'écriture. Ils passent des matières en anglais aux matières en français. Lorsque les enfants rentrent à la maison, ils sont très fatigués. Même lorsque vous voulez leur enseigner, ils ne répondent pas parce que leur cerveau est saturé de cours de français et d'anglais. Ils ne se concentrent plus. Quelqu'un comme moi, je ne leur donne pas de cours le soir parce qu'ils sont déjà trop chargés » (Cours Préparatoire (CP), 3 ans d'expérience en classe bilingue, communication personnelle, mai 2022).

Les entretiens menés auprès des maîtres et maîtresses ont permis la mise en évidence d'un rythme d'enseignement et d'apprentissage trop accéléré dans les pratiques de classes. En raison du temps d'enseignement-apprentissage des DNL relativement réduit, les maîtres et maîtresses, contraints par le contexte la macro-alternance entre les DNL en anglais et en français, disent être dans l'obligation d'accélérer les enseignements, une approche méthodologique qui favorise, selon MTR 6, la surcharge de la MDT chez les apprenants :

« Le temps alloué à l'enseignement dans les deux systèmes est court. Parfois, je n'approfondis pas vraiment le contenu des leçons. Je me précipite sur les leçons. Nous n'enseignons pas si bien aux étudiants pour qu'ils puissent s'intégrer dans la société. Nous essayons simplement de compléter nos programmes pour que les apprenants puissent répondre aux questions et passer les examens. Les apprenants n'apprennent pas vraiment tous les contenus de chaque leçon parce que nous avons du mal à respecter le temps imparti... Les élèves copient des leçons et sont fatigués, ce qui se manifeste à travers leur main d'écriture. Parfois, ils se sentent stressés et ont envie de dormir. Ils n'ont pas le temps de se reposer » (Cours Élémentaire, (CE), 8 ans d'expérience en classe bilingue, communication personnelle, avril 2022).

#### 4. Discussion des résultats et des perspectives didactiques

Les résultats de l'étude démontrent que la langue cognitivo-académique joue un rôle central dans la survenue de la charge cognitive intrinsèque chez les apprenants. Selon les résultats obtenus, les difficultés des élèves ne relèvent pas uniquement de la complexité mathématique, mais de la langue académique des disciplines : vocabulaire technique, connecteurs logiques, et la morphosyntaxe du discours démonstratif. Ces résultats corroborent la distinction faite par Cummins (Cummins, 1979 et Cummins, 2000) entre BICS (Basic Interpersonal Communicative Skills) et CALP (Cognitive Academic Language Proficiency). Selon Cummins, Les élèves peuvent posséder des compétences conversationnelles en français ou en anglais tout en éprouvant de sérieuses difficultés face à la langue académique des mathématiques. Les résultats rejoignent également les conclusions des travaux de Sweller (Sweller 1988 et Sweller 2010) sur la théorie de la charge cognitive selon lesquelles les obstacles linguistiques augmentent la charge intrinsèque de la tâche. Lorsque la compréhension du langage naturel précède la formalisation mathématique, l'élève doit mobiliser simultanément le traitement linguistique, l'abstraction conceptuelle, la formalisation symbolique. La double tâche qui consiste à apprendre la langue en apprenant la discipline rejoint ce que Sweller (2010) décrit comme une situation où l'interactivité des éléments surcharge la mémoire de travail (MDT).

Par ailleurs, les résultats de cette étude corroborent le modèle des 4C de Do Coyle (2007) : Content, Communication, Cognition, Culture dans le contexte de l'EMILE. Selon Do Coyle (2007), si le volet « Communication » n'est pas didactisée de manière explicite, la communication devient un obstacle aux opérations cognitives (Cognition) et à l'accès aux contenus disciplinaires (Content). Dans le contexte bilingue camerounais, la langue académique n'est pas suffisamment enseignée. Les difficultés de lecture des énoncés mathématiques observées dans cette étude corroborent les travaux de Raymond (1995) relativement à la pluralité des registres sémiotiques en mathématiques. Selon Raymond (1995), pour comprendre un problème mathématique, l'apprenant doit passer du registre linguistique au registre symbolique ou graphique. En contexte bilingue, ce passage est médiatisé par une L2 non maîtrisée, ce qui accroît la charge cognitive. De plus, comme le soulignent Marsh (2002) et Coyle et al. (2010), la compréhension écrite joue un rôle stratégique en classe : lire, c'est accéder au savoir disciplinaire et simultanément développer la langue académique. Les données de l'étude montrent cependant que la lecture devient un obstacle. Cette situation est révélatrice d'une absence d'échafaudage linguistique (Bruner, 1983) adapté aux DNL.

#### 4.1. Pour un allègement de la charge cognitive en classes bilingues

Que peuvent faire les maîtres et maîtresses des DNL pour réduire la charge cognitive chez les apprenants des classes bilingues ? Comment enseigner les DNL d'une manière à réduire la charge cognitive chez les apprenants ? Dans la perspective de la réduction du poids de la charge cognitive des élèves qui sont appelés à apprendre une langue étrangère en apprenant une DNL, la didactisation de l'alternance des langues et la mutualisation des pratiques pédagogiques entre les professeurs de DNL et ceux de langue (anglais et français) sont envisageables.

#### 4.2. L'alternance des langues dans l'enseignement-apprentissage des DNL et réduction de la charge cognitive

Nous suggérons, avec Duverger (2009), trois types d'alternance codique en interrelation que le professeur de DNL peut favoriser en classe bilingue : *La macro-alternance, la micro-alternance et la méso-alternance*. La macro-alternance fait l'objet d'une préparation à l'avance. Ici, le professeur de DNL choisit les thèmes qu'il traitera majoritairement en L2 ou en L1. Duverger (2009 : 155) pose que la macro-alternance « régule le rythme, la répartition globale des deux langues au niveau des programmes, des unités didactiques, des contenus, des séquences d'enseignement ». Programmée à l'avance, elle se décide en fonction de critères clairement définis ». Deux possibilités de la mise en œuvre de la macro-alternance existent.

D'une part, un seul professeur de DNL peut mettre en œuvre la macro-alternance. Comme le souligne Duverger, cette démarche est avantageuse car elle peut être organisée facilement au sein de l'établissement. Toutefois, elle suppose que l'unique professeur de DNL fasse preuve de bilinguisme et de compétences interculturelles pouvant lui permettre d'entrer dans la culture scolaire et méthodologique de l'autre langue (Duverger, 2009, p.96). À titre d'exemple, l'unique professeur de mathématiques en classe de 3<sup>e</sup> bilingues peut opérer une macro-alternance pour l'enseignement des activités géométriques et numériques. Il peut choisir les chapitres du programme à couvrir en français ou en anglais. D'autre part, deux professeurs, par exemple, de *chimie* et de *Chemistry* peuvent mettre en œuvre la macro-alternance, l'un enseignant en L1, l'autre enseignant en L2. Dans les classes bilingues du Bilingual Grammar Molyko, une collaboration permanente entre le professeur de chimie intervenant en français et le professeur de *Chemistry* intervenant en anglais dans le sous-système anglophone peut déboucher sur une macro-alternance. Pour ce faire, les deux professeurs doivent faire preuve d'un sens élevé de coordination et de collaboration. Les deux professeurs peuvent s'entendre sur quels chapitres du programme à couvrir en français ou en anglais. Sur la mise en place d'une macro-alternance impliquant deux professeurs de DNL, un professeur de mathématiques interviewé pense que la macro-alternance permettrait d'alléger les programmes scolaires de deux sous-systèmes scolaires, d'éviter le surmenage des élèves<sup>13</sup> et de gagner non seulement en temps mais surtout en pratiques langagières dans les deux langues d'apprentissage.

Le professeur de DNL peut aussi avoir recours à la micro-alternance. Contrairement à la macro-alternance qui fait l'objet d'une préparation à l'avance, la micro-alternance est « non programmable et conjoncturelle » (Duverger, 2009, p. 4). Caractérisée par un recours

---

<sup>13</sup> Dans les classes bilingues, en dépit du temps très réduit, les élèves sont soumis à l'apprentissage de toutes les matières scolaires en anglais et en français. Par exemple, les mêmes chapitres couverts en anglais en *Chemistry* sont couverts en français en *chimie*, une situation didactique qui entraîne inéluctablement la surcharge de la MdT des apprenants.

ponctuel à l'autre langue lors du déroulement d'un cours dispensé et structuré majoritairement dans l'une des deux langues en présence, la micro-alternance exige une parfaite maîtrise de la L2 par le professeur de DNL. Voici une simulation d'une micro-alternance dans un cours de chimie portant sur la matière et sa constitution.

Enfin, le professeur de DNL peut pratiquer la méso-alternance. Aussi appelée alternance séquentielle, la méso-alternance se définit comme un changement de code « opéré par le professeur pendant le cours, de manière raisonnée, réfléchie, volontaire, sous forme de séquences successives dans la perspective de favoriser chez les élèves la mise en œuvre des processus d'apprentissage » (Duverger, 2007b ; Duverger, 2009, p. 99 ». La méso-alternance permet non seulement d'enrichir les contenus disciplinaires mais de stimuler l'esprit de concentration, de curiosité, d'attention et la capacité de mémorisation des concepts chez l'apprenant. Dans la méso-alternance, les langues jouent des rôles respectifs lors d'une unité didactique. La langue majoritaire (L2) peut servir de langue d'organisation et de structuration de l'unité didactique tandis que la langue minoritaire (L1) interviendra dans les introductions ou dans les conclusions, les résumés, les synthèses ou dans l'introduction du chapitre.

#### ***4.3. La mutualisation des pratiques pédagogiques entre professeurs de langue et ceux de DNL***

L'articulation entre les cours de DNL et ceux de langue constitue une caractéristique essentielle de l'enseignement bilingue. Comment les professeurs de DNL et de langues peuvent-ils mutualiser leurs pratiques pédagogiques à l'effet d'éviter la surcharge de la MDT des apprenants et de favoriser un meilleur apprentissage des DNL et des langues officielles ? Après l'analyse des besoins langagiers et des données authentiques, les enseignants de français et d'anglais et ceux de DNL peuvent procéder à l'élaboration des propositions d'interventions pédagogiques. Nous proposons, avec Duverger (2005), une méthodologie d'intervention qui vise une collaboration en binôme et en doublette ou en coprésence.

##### *-Collaboration en binôme*

La collaboration en binôme peut se faire en amont et en aval des unités didactiques. En amont des cours de DNL, les professeurs de français ou d'anglais pourront travailler avec les élèves sur des documents authentiques sélectionnés de concert avec leurs collègues de DNL. Ils aborderont le lexique plus ou moins spécialisé de la DNL concernée mais aussi et surtout les types de discours et les pratiques langagières propres à cette DNL. En aval, les professeurs de français ou d'anglais pourront travailler avec leurs collègues DNL pour évaluer les productions écrites des élèves.

##### *-Collaboration en doublette*

Pour ce qui de la collaboration en doublette ou en coprésence, l'enseignant de chimie, par exemple, peuvent planifier des séquences didactiques où ils sont présents dans la salle de classe, une fois par mois pour présenter au groupe-classe l'étude d'un sujet. Inversement, le professeur de *Chemistry* et celui d'anglais peuvent planifier des séquences didactiques où ils sont présents dans la salle de classe, une fois par mois pour présenter au groupe-classe l'étude d'un sujet. Cette collaboration se décline en trois temps : La première séquence se déroule avec le professeur de chimie et ses élèves : lecture individuelle de l'expérience chimique portant (Fig. 2)<sup>14</sup>, par exemple, sur les moyens de séparation des

<sup>14</sup> C'est nous qui encerclons les mots techniques mis en relief dans le texte.

constituants d'un mélange ; La deuxième séquence consistera pour le professeur de français et les élèves à travailler, à partir du même document sur l'expérience chimique, les opérations discursives propres à la DNL :

- Travail lexical sur les nominalisations à base verbale : Exemples : *décantation, filtration, centrifugation, etc.*
- Travail lexical sur la formation des mots par suffixation : Exemples : *centrifugeuses, écrémeuses*
- Travail sur la conjugaison : L'utilisation de l'impératif présent pour présenter ou décrire une expérience ou pour donner les consignes d'une expérience. Le troisième temps consistera en une ou plusieurs séquences avec le professeur de chimie dont l'objectif sera de récapituler les techniques de séparation des constituants d'un mélange.

**Comment séparer les différents constituants d'un mélange ?**

- Dans les usines de décorticage de café, le triage à la main permet de séparer les mauvais grains des bons.
- Pour avoir du sable « fin », le maçon procède par tamisage du sable « rivière ». Le tamis permet de séparer des grains de sable plus fins de ceux de dimension plus grande. Le tamisage est aussi utilisé dans la cuisine lorsqu'une ménagère veut séparer la farine de maïs des morceaux plus grands qui n'ont pas pu être écrasés.
- Prélevons de l'eau boueuse d'un marigot dans un cristalliseur. Laissons reposer le liquide trouble quelques instants. On constate que les particules les plus lourdes tombent dans le fond. Ce procédé de séparation est appelé **décantation**. La décantation ne permet pas toujours d'éliminer rapidement toutes les particules en suspension. Certaines tombent très lentement tandis que d'autres, trop légères, restent en suspension.
- Si nous voulons rendre cette eau limpide, il faut compléter la décantation par la **filtration**. Au laboratoire, on utilise le papier filtre. Laissons couler l'eau décantée le long d'un agitateur tenu obliquement au-dessus d'un entonnoir muni d'un papier filtre. (fig. 2). On observe que le papier filtre se recouvre d'une boue : c'est le résidu ; un liquide limpide s'écoule dans le verre à pied : c'est le filtrat.

À l'échelle industrielle, la filtration se fait à l'aide de grandes épaisseurs de sable.

La décantation et la filtration sont des procédés de séparation surtout utilisés dans le cas des suspensions, c'est-à-dire des mélanges hétérogènes solides-liquides.

- La **centrifugation** est une autre technique de séparation des suspensions. Elle accélère la décantation du mélange en utilisant un rapide mouvement de rotation, provoquant ainsi le dépôt de particules en suspension dans le liquide. Les centrifugeuses sont couramment employées dans les écrémeuses pour séparer rapidement la crème du petit-lait.

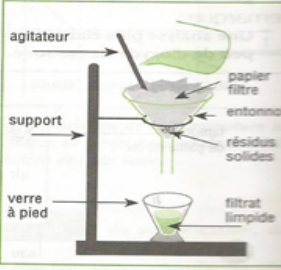


Fig. 2 La filtration.

**Fig. 2. Exploitation du document authentique à des fins linguistiques**

Sources : Nazaire *et al.* (2005). *Sciences physiques et technologie*, 4<sup>e</sup>, p. 35

Comme le souligne Duverger (2009), la collaboration en binôme ou en coprésence est profitable pour les élèves. Le travail effectué sur le lexique des DNL permet de réduire la surcharge de MDT des apprenants. Le travail linguistique facilite l'accès des apprenants aux contenus disciplinaires : l'écran que présente la langue cognitivo-académique est brisé par l'entraînement linguistique. Aussi la collaboration permet-elle aux apprenants de travailler explicitement et parallèlement la L2 et la DNL de manière intégrée. Ils sont motivés car ils trouvent le lien entre l'apprentissage de la langue et l'apprentissage de la DNL. Pour ce qui est de deux enseignants, ils en tirent des bénéfices mutuels. Le professeur de FLE reçoit une plus-value à son enseignement. Le professeur de DNL, quant à lui, affine

sa connaissance de la langue propre à sa discipline. Les deux acteurs tissent « un partenariat pédagogique gagnant-gagnant » (Duverger, 2003 : 109).

### Conclusion

Il a été question dans ce travail d'évaluer l'impact de la charge cognitive sur le processus d'enseignement-apprentissage des DNL et du français en classes bilingues. Dans le contexte d'enseignement bilingue, apprendre une langue étrangère ou seconde en apprenant des DNL nécessite de la part des apprenants la mobilisation des ressources cognitives importantes. Il s'agit pour eux de relever un défi à la fois linguistique et disciplinaire : briser la barrière que présente la langue cognitivo-académique et apprendre les DNL en langue étrangère. Ce défi linguistico-disciplinaire entraîne inéluctablement la surcharge de la MDT des apprenants. Dans ce travail, nous avons identifié deux types de charge cognitive chez les apprenants : le rythme d'apprentissage accéléré en raison du temps d'enseignement-apprentissage réduit (charge cognitive extrinsèque) et la complexité de la tâche qui consiste à apprendre simultanément deux types de connaissance secondaires - langue étrangère en tant qu'objet et véhicule des apprentissages et les contenus disciplinaires (charge intrinsèque). À partir de l'observation des cours dans les classes bilingues et des entretiens menés avec élèves et enseignants, cette étude a questionné l'impact de la charge cognitive sur le processus d'enseignement-apprentissage des DNL et du français. Les données analysées révèlent que la charge cognitive inhibe non seulement le développement des compétences de compréhension écrite et orale en français chez les apprenants mais celui de l'expression orale. Les apprenants observés ont du mal à lire, à comprendre les DNL, et à s'exprimer oralement dans les DNL en français. Pour réduire le poids de la charge cognitive et faciliter l'apprentissage des DNL et du français, deux approches méthodologiques ont été envisagées : la didactisation de l'alternance codique (macro alternance, micro alternance et méso-alternance) et la mutualisation des pratiques pédagogiques entre professeurs de DNL et ceux du français, à travers la mise en œuvre d'une collaboration en binôme et en co-présence.

### Références bibliographiques

- Bauer, P. & Varga, N. (2016). Les neurosciences cognitives du développement de la mémoire : implications pour les sciences de l'éducation. In Tardif, E. (éd.) *Neurosciences et cognition, Perspectives pour les sciences de l'éducation*, P. 166, Bruxelles : De Boeck Supérieur.
- Chanquoy, L & al. (2007). *La charge cognitive : théorie et applications*. Paris: Armand Colin
- Clark, R. & al. (2006). *Efficiency in learning: Evidence-based guidelines to manage cognitive load*. San Francisco: Pfeiffer.
- Cooper, G. (1998). *Research into Cognitive Load Theory and Instructional Design*. UNSW: Australia
- Coyle, D. & al. (2010). *CLIL, Content and Language Integrated Learning*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Coyle, D. (2007). *Content and language integrated learning: Towards a connected research agenda for CLIL pedagogies*. *International Journal of Bilingual Education and Bilingualism*, 10(5), 543–562. <https://doi.org/10.2167/beb459.0>
- Coyle, D., Hood, P., & Marsh, D. (2010). *CLIL: Content and language integrated learning*. Cambridge University Press

- Cummins, J. (1979). Linguistic interdependence and the educational development of bilingual children. *Review of Educational Research*, 49(2), 222–251. <https://doi.org/10.3102/00346543049002222>
- Cummins, J. (2000). Language, power, and pedagogy: Bilingual children in the crossfire (pp. 1–338). *Multilingual Matters*.
- De Ribaupierre, A. (2016). Mémoire de travail, développement cognitif de performances scolaires. In Tardif, E. (éd.) *Neurosciences et cognition, Perspectives pour les sciences de l'éducation*, P. 166, Bruxelles : De Boeck Supérieur.
- Demarty-Warzee, J. (2011). Les discours de disciplines. In Duverger, J. (éd.) *Le Professeur de Discipline Non linguistique : Statuts, fonctions, pratiques pédagogiques*. Paris : ADEB, PP. 29-41.
- Duverger, J. (2007a). Professeur bilingue de DNL, un nouveau métier ? *Le Français dans le Monde*, février, pp. 30-31.
- Duverger, J. (2007c). Didactiser l'alternance en cours de DNL. *Tréma*, no.28, pp. 34-40.
- Duverger, J. (2009). L'enseignement en classe bilingue. Paris : Hachette.
- Gajo, L. (2000). Enseignement bilingue, didactique des langues et des disciplines : une expérience valdôtaine. In P. Martinez et S. Pekarek (eds.) *Didactique et contact de langues, Notions en question*, pp. 201-215.
- Gajo, L. (2001). *Immersion, Bilinguisme et Interaction en classe*. Paris : Éditions Didier.
- Gajo, L. (2006). Types de savoirs dans l'enseignement bilingue : problématique, opacité, densité. *Éducation et sociétés plurilingues*, no20, 2006, pp. 75–87.
- Gajo, L. (2007a). Enseignement d'une DNL en langue étrangère : de la clarification à la conceptualisation. *Tréma*, septembre, n° 28, p. 37-48.
- Gajo, L. (2007b). Enseignement d'une DNL en langue étrangère : de la clarification à la conceptualisation. *Tréma*, septembre, n° 28, p. 37-48.
- Gajo, L. (2009a). De la DNL à la DNL : principes de classe et formation des enseignants. *Les Langues modernes*, décembre 2009, n° 4, p. 15-24.
- Gajo, L. (2009b). Construction intégrée des savoirs linguistiques et disciplinaires dans l'enseignement bilingue. In J. Peter, J. & R. Leimer (éds.), *Enseignement bilingue – Dix ans de maturité bilingue : contextes, expériences, défis*, WBZ, Forum CPS, pp. 67-80.
- Gajo, L. (2009c). L'enseignement bilingue : les langues dans les disciplines. *Babylonia*, no. 2, pp. 51-54
- Gathercole, S. & al. (2004). Working memory skills and educational attainment: evidence from National curriculum Assessments at seven years of age. *Applied Cognitive Psychology*, 18(1), 1-16
- Gathercole, S. & Pickering, S-J. (2000). Working memory deficits in children with low achievements in the national curriculum at seven years of age. *British Journal of Educational Psychology*, 70 (2),177-194.
- Halliday, M. (1994). *An introduction to functional grammar* (2nd. ed). London : Edward Arnold.
- Hazette, P. (2004). EMILE (Enseignement de matières par l'intégration d'une langue étrangère). In Bya, N., & Chohey-Paquet, M. (red.) *CLIL (Content and Language Integrated Learning / Enseignement de matières par l'intégration*, PP. 6.
- Heini-Marja, J. & al. (2009). *La composante langagière dans l'enseignement des DNL*, Turku : LICI, University of Turku.
- Laborde, C. (1982). *Écriture symbolique et langue naturelle, deux codes en interaction dans l'enseignement mathématique*. Thèse d'État, Université Joseph Fourier Grenoble I.

- Marsh, D. (2002). CLIL/EMILE – *The European dimension: Actions, trends and foresight potential*. European Commission
- Pollock, Ed. & al. (2002). “Assimilating complex information” In *Learning and Instruction*, 12, PP. 61-86.
- Roussel, S. & al. (2016). Is learning content and a second language simultaneously a good idea? *Proceedings of the 9th International Cognitive Load Theory Conference*, Bochum, 22-24 June.
- Roussel, S. (2019). Apprendre un contenu disciplinaire en langue étrangère : enjeux politiques, théoriques et pratiques pour l’internationalisation des formations dans l’enseignement supérieur. *Recherches et pratiques pédagogiques en langues de spécialité*, Vol. 38 (consulté le 08 février 2023)
- Stern, H.H (1983). *Fundamental Concepts of Language Teaching*. Oxford: Oxford University Press
- Sweller, J. & al. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, 10, PP. 251-295.
- Sweller, J. & al. (2011). *Cognitive load theory*. New York: Springer.
- Sweller, J. & al. (1990). Cognitive load as a factor in the structuring of technical material. *Journal of Experimental Psychology: General*, 119, PP. 176-192
- Sweller, J. & Chandler, P. (1991). Evidence for cognitive load theory. *Cognition and Instruction*, 8, PP. 351-362
- Sweller, J. & Chandler, P. (1994). Why some material is difficult to learn. *Cognition and Instruction*. 12, PP. 185-233.
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12, PP. 257-285.
- Sweller, J. (1994). Cognitive load theory learning difficulty, and instructional design, *Learning and Instruction*, 4, 295-312.
- Sweller, J. (2005). Implications of cognitive load theory for multimedia learning. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning*, PP. 19-30.
- Sweller, J. (2010). Element interactivity and intrinsic, extraneous, and germane cognitive load. *Educational Psychology Review*, 22(2), 123–138. <https://doi.org/10.1007/s10648-010-9128-5>
- Sweller, J. (2011). Cognitive load theory. In Mestre, j. & Ross, B. (Eds.), *The psychology of learning and motivation: Cognition in education* (Vol. 55, pp. 37-76). Oxford: Academic Press.
- Sweller, J. (2015). In academe, what is learned, and how is it learned? *Current Directions in Psychological Science*, 24(3), PP. 190-194.
- Tanguy, F. (2011). *Effets du Guidage sur l'apprentissage de connaissances primaires et de connaissances secondaires*. Thèse de doctorat en psychologie, Université Bordeaux 2
- Tardif, E. & Doudin, P-A. (2016). *Neurosciences et cognition, Perspectives pour les sciences de l'éducation*, Bruxelles : De Boeck Supérieur.
- Teresina, B. (2012). Intégrer compétences cognitives et communicatives dans CLIL/EMILE. *Synergies Italie* n° 8, PP. 144-148
- Tricot, A. & Chanquoy, L. (1996). La charge mentale, "vertu dormitive" ou concept opérationnel ? Introduction. In Tricot, A. & Chanquoy, L. (Eds.), *La charge mentale. Psychologie Française*, 41 (4), PP. 313-318.
- Tricot, A. (1998). Charge cognitive et apprentissage. Une présentation des travaux de John Sweller. *Revue de psychologie de l'éducation*, 1, PP. 37-64.

Van Merriënboer, J. & Sweller, J. (2010). Cognitive load theory in health professional education: design principles and strategies. *Medical education*, 44, PP. 85-93.