



pasec
Programme d'analyse des systèmes
éducatifs de la confemen

**CADRE DE RÉFÉRENCE DES TESTS
PASEC2014
DE LECTURE ET DE MATHÉMATIQUES
DE FIN DE SCOLARITÉ PRIMAIRE**

Résumé

L'amélioration de la qualité des systèmes d'enseignement primaire est un objectif majeur des pays d'Afrique subsaharienne. L'évaluation PASEC2014 joue un rôle essentiel à cet égard : elle vise à mettre à la disposition des décideurs politiques des indicateurs pertinents, fiables et comparables dans l'espace et dans le temps afin d'apprécier le niveau de compétences des élèves en fin de scolarité primaire, dans les enseignements fondamentaux que sont les mathématiques et la lecture.

Les épreuves du PASEC s'intéressent plus particulièrement aux savoirs et savoir-faire indispensables aux élèves pour poursuivre avec succès leurs apprentissages dans l'enseignement secondaire ou professionnel, mais aussi aux capacités des élèves à mobiliser leurs compétences en lecture et en mathématiques pour comprendre, apprendre et s'intégrer au quotidien.

Le cadre de référence des tests PASEC de fin de scolarité primaire vise à documenter les orientations méthodologiques des épreuves PASEC de lecture et de mathématiques destinées à la dernière année du cycle primaire¹. De manière plus précise, il s'agira de : (i) cerner les principaux enjeux et défis liés à la qualité des apprentissages dans les pays membres de la CONFEMEN participant à l'évaluation PASEC2014 ; (ii) présenter les modèles théoriques sur lesquels les nouveaux tests PASEC se sont basés pour évaluer la lecture et les mathématiques ; (iii) définir de manière détaillée le référentiel de compétences sur lequel se basent les tests du PASEC ; (iv) présenter le design et le protocole de passation des tests.

Pour le premier cycle de son évaluation internationale PASEC2014, le PASEC propose un cadre méthodologique en phase avec les standards scientifiques internationaux en matière d'évaluation de la lecture et des mathématiques, et adapté aux contextes et aux enjeux spécifiques en fin de scolarité primaire des systèmes éducatifs des pays PASEC de la CONFEMEN.

¹ La dernière année du cycle primaire correspond dans les pays PASEC à 5 ou 6 ans de scolarité.

Table des matières

Liste des tableaux	Error! Bookmark not defined.
Liste des figures	Error! Bookmark not defined.
Liste des encadrés	Error! Bookmark not defined.
Contexte de développement des tests PASEC2014 de fin de scolarité primaire	6
Rappel des enjeux de scolarisation dans les pays de la CONFEMEN éligibles au PASEC	6
Démarche du PASEC pour le développement des tests de fin de scolarité primaire	7
Partie I : Présentation du cadre de référence du test PASEC2014 de lecture de fin de scolarité primaire.....	8
1. Présentation des références scientifiques et internationales du test PASEC de lecture	8
1.1 L'apprentissage de la lecture et ses principales difficultés	8
1.1.1 Facteurs liés au lecteur	9
1.1.2 Facteurs liés au texte.....	10
1.1.3 Facteurs liés au contexte.....	10
1.2 Contexte d'apprentissage de la lecture	11
1.3 Standards internationaux d'évaluation de la lecture	12
2. Domaines et compétences évalués en lecture dans le nouveau test PASEC de fin de scolarité primaire	14
3. Présentation des processus en décodage évalués dans le PASEC2014	17
4. Présentation des processus en compréhension de texte évalués dans le PASEC2014	17
4.1 Extraire des informations explicites	18
4.2 Réaliser des inférences logiques.....	19
4.3 Interpréter et combiner des informations	19
Partie 2 : Présentation du cadre de référence du test PASEC de mathématiques de fin de scolarité primaire...	21
1. Présentation des références scientifiques et internationales du test PASEC de mathématiques	21
1.1 L'apprentissage des mathématiques et ses principales difficultés.....	21
1.2 Standards internationaux de mesure des mathématiques	32
1.3 Curricula en fin de scolarité primaire des pays d'Afrique subsaharienne	33
2. Domaines et compétences évalués en mathématiques dans le nouveau test PASEC de fin de scolarité primaire	37
2.1 Domaines évalués en mathématiques	37
2.1.2 Compétences évaluées et exercices en mesure dans PASEC2014	39
2.1.3 Compétences évaluées et exercices en géométrie.....	40
2.2 Présentation des processus évalués en mathématiques.....	41
2.2.1 Connaître et comprendre	41
2.2.2 Appliquer.....	42
2.2.3 Raisonner.....	42
Partie 3 : Protocole des tests PASEC2014	43
1. Développement des tests PASEC2014	43
2. Spécifications des tests PASEC2014 de fin de scolarité primaire.....	44
2.1 Méthode des cahiers tournants.....	44
2.2 Organisation des items dans les tests PASEC2014.....	44
2.2 Caractéristiques des questions.....	46

Liste des tableaux

Tableau 1 : Poids des sous-domaines de lecture évalués dans le test PASEC2014

Tableau 2 : Supports et caractéristiques des textes présents dans le test de lecture de fin de scolarité

Tableau 2 : Caractéristiques des textes narratifs présents dans le test de lecture de fin de scolarité

Tableau 3 : Caractéristiques des textes informatifs et documentaires présents dans le test de lecture de fin de scolarité

Tableau 4 : Descriptif des tâches à réaliser dans le processus « décoder et reconnaître une information » du test de lecture de fin de scolarité

Tableau 5 : Poids des processus évalués et des supports de lecture en compréhension de texte dans l'évaluation PASEC2014

Tableau 6 : Descriptif des tâches à réaliser dans le processus « extraire une information » du test de lecture de fin de scolarité

Tableau 7 : Descriptif des tâches à réaliser dans le processus « réaliser des inférences logiques » du test de lecture de fin de scolarité

Tableau 8 : Descriptif des tâches à réaliser dans le processus « interpréter et combiner des informations » du test de lecture de fin de scolarité

Tableau 9 : Descriptif des compétences clés à atteindre en fin de cycle primaire en mathématiques (NTCM, 2009)

Tableau 10 : Descriptif des compétences présentes dans 10 pays d'Afrique membres de la CONFEMEN

Tableau 11 : Pourcentages et nombres d'items consacrés à chaque domaine dans le test de mathématiques de fin de primaire de l'évaluation PASEC2014

Tableau 12 : Pourcentages et nombres d'items consacrés à chaque processus dans le test de mathématiques de fin de cycle primaire de l'évaluation PASEC2014

Tableau 13 : Répartition des blocs d'items dans les livrets

Tableau 14 : Répartition des items de lecture dans les livrets en fonction du processus évalué

Tableau 15 : Répartition des items de mathématiques dans les livrets en fonction du processus évalué

Tableau 16 : Répartition des items de mathématiques dans les livrets en fonction du domaine évalué

Liste des figures

Figure 1 : Modèle théorique de compréhension de l'écrit (Giasson, 1997)

Figure 2 : Poids attribués aux différentes compétences dans les curricula des 14 pays étudiés par la CONFEMEN

Figure 3 : Moyenne du poids attribué aux différents domaines des mathématiques dans les curricula des 14 pays étudiés par la CONFEMEN

Liste des encadrés

Encadré 1 : Définition des sous-domaines de lecture évalués par le PASEC2014

Liste des sigles

ASPE

Service d'Analyse des Systèmes et des Pratiques d'Enseignement

APC

Approche par les compétences

CM1	Cours moyen 1 ^{ère} année
CP	Cours préparatoire
CONFEMEN	Conférence des Ministres de l'Éducation des États et Gouvernements de la Francophonie
EARL	Evaluation and Report Language
IALS	Institute of Advanced Legal Studies
IEA	International Association for the <i>Evaluation</i> of Educational Achievement
INSERM	Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale
LMTF	Learning Metrics Task Force
NCTM	National Council of Teachers of Mathematics
NRP	National Reading Panel.
OCDE	Organisation de Coopération et de Développement Économique
PASEC	Programme d'Analyse des Systèmes Éducatifs de la CONFEMEN
PIAAC	Programme for the International Assessment of Adult Competencies
PIRLS	Progress in International Reading Literacy Study
PISA	Programme International pour le Suivi des Acquis des élèves
QCM	Questionnaire à choix multiple
Unesco	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

Contexte de développement des tests PASEC2014 de fin de scolarité primaire

Rappel des enjeux de scolarisation dans les pays de la CONFEMEN éligibles au PASEC²

Au cours des deux dernières décennies, les pays d'Afrique subsaharienne³ ont orienté leurs politiques en matière d'éducation vers la généralisation d'un enseignement primaire gratuit et de qualité à tous les enfants.

Pour répondre à ce défi, l'adaptation des systèmes éducatifs a principalement été axée sur le développement de l'accès à l'école primaire en concentrant l'essentiel des moyens financiers à amélioration de l'offre éducative. Les pays d'Afrique subsaharienne accueillent maintenant deux fois plus d'enfants en première année du primaire qu'ils ne le faisaient il y a dix ans. Malgré cela, en 2010, seulement 77 % des enfants en âge de fréquenter l'enseignement primaire étaient scolarisés en Afrique subsaharienne (Unesco, 2012).

Dans le même temps, malgré des ressources éducatives en constante augmentation mais insuffisantes, l'afflux massif d'élèves dans le système éducatif primaire participe à fragiliser les ressources éducatives, les pratiques pédagogiques et les résultats des élèves.

Les efforts pour étendre l'espérance de scolarisation à 6 ans devront désormais être axés sur la réduction de certaines poches de disparités et d'inégalités entre les régions et les individus. Aujourd'hui, sur 10 élèves scolarisés en début de primaire, 4 abandonneront l'école et 6 achèveront le cycle primaire.

Dans les pays d'Afrique subsaharienne ayant participé aux évaluations PASEC sur la période 2006-2010, plus d'un élève sur deux en 5^e année du primaire n'atteint pas un niveau suffisant de connaissances dans les disciplines fondamentales de français et de mathématiques. Ces élèves ne seront pas en mesure de maîtriser les « fondamentaux » en lecture-écriture et en calcul qui leur permettront de poursuivre leurs études de manière satisfaisante et de s'intégrer dans la vie en société. Pour une bonne part de ces élèves, « l'école » s'arrêtera à la fin du cycle primaire sans que l'acquisition des compétences clés soit définitivement assurée.

C'est donc dans ce contexte spécifique, où le niveau de compétence des élèves et l'équité sont au cœur des défis des systèmes éducatifs, que s'inscrivent les évaluations PASEC.

² Les pays PASEC de la CONFEMEN correspondent aux pays de la francophonie adhérant à la CONFEMEN et éligibles au PASEC ; en 2014, ce sont environ 25 pays essentiellement situés en Afrique subsaharienne, en Afrique du Nord, dans l'océan Indien, au Moyen-Orient et en Asie du Sud-Est.

³ Les enjeux de scolarisation sont issus exclusivement du contexte des pays d'Afrique subsaharienne puisque les 10 pays participant au PASEC2014 sont issus de cette zone géographique.

Démarche du PASEC pour le développement des tests de fin de scolarité primaire

Les épreuves du PASEC de fin de scolarité primaire s'intéressent aux savoirs et savoir-faire en lecture et en mathématiques indispensables aux élèves pour poursuivre une éducation de qualité dans l'enseignement secondaire ou professionnel, mais aussi aux capacités des élèves à mobiliser leurs compétences pour comprendre, apprendre et s'intégrer dans des situations de leur environnement quotidien. La durée globale des tests est de 2 heures maximum par discipline et les tests comportent uniquement des questions à choix multiples (QCM).

Les items des tests ont été conçus en français⁴ par le centre international du PASEC et ont été validés par son Comité scientifique. Un comité d'experts du Centre de Recherche en Éducation de Nantes (EA 2661) de l'Université de Nantes et du Service d'Analyse des Systèmes et des Pratiques d'Enseignement (ASPE) de l'Université de Liège et les équipes nationales PASEC des 10 pays participant à la première évaluation internationale PASEC2014 ont contribué à la mise en place de ces instruments de mesure. Le développement des tests a suivi un processus scientifique conforme aux standards des évaluations internationales. La qualité des items a été pré-testée dans chacun des pays participants.

Les tests PASEC sont construits sur la base :

- i. de recherches scientifiques spécifiant les différents stades d'apprentissage de la lecture et des mathématiques ;
- ii. des niveaux de compétences en lecture et en mathématiques des élèves, du contexte des pays évalués et des domaines d'enseignements principaux en vigueur dans les programmes scolaires des pays ;
- iii. des standards de mesure⁵ en lecture et en mathématiques qui sont couramment utilisés au niveau international.

Au regard de ces spécificités, les tests PASEC n'évaluent pas spécifiquement le degré de maîtrise des curricula nationaux par les élèves mais contribuent à évaluer les capacités des élèves à atteindre des objectifs plus généraux – les compétences clés – en fin de scolarité primaire, basés sur un référentiel en lecture et en mathématiques commun, universel et adapté aux enjeux de l'école et des sociétés modernes.

Dès lors, l'évaluation PASEC doit être considérée comme une mesure externe, complémentaire aux évaluations nationales qui fixent leurs propres standards en fonction des objectifs spécifiques des systèmes éducatifs nationaux.

⁴ Langue source de conception des items.

⁵ Les standards internationaux de mesure font référence aux procédures de construction, d'administration et d'analyse des tests.

Partie I : Présentation du cadre de référence du test PASEC2014 de lecture de fin de scolarité primaire

I. Présentation des références scientifiques et internationales du test PASEC de lecture

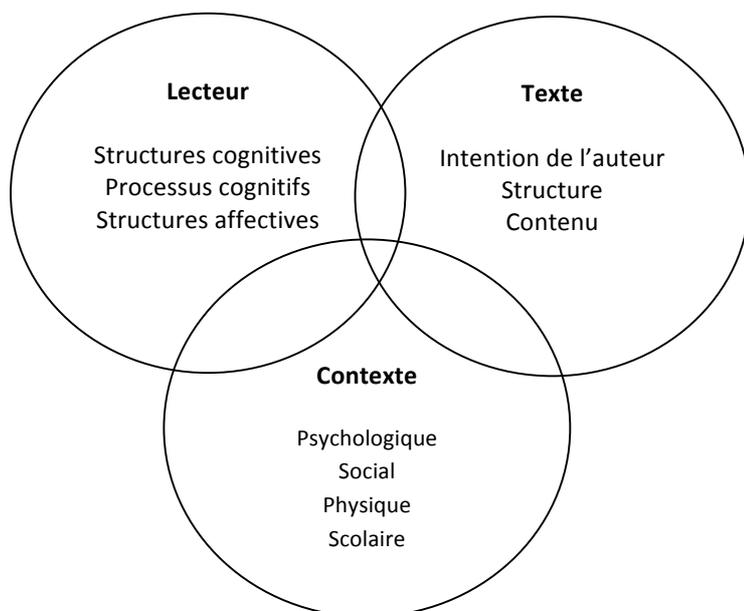
1.1 L'apprentissage de la lecture et ses principales difficultés

En général, l'enfant scolarisé commence à lire entre 5 et 7 ans en passant par différentes étapes dépendant du développement cognitif, moteur, langagier, social, affectif et sensoriel (Eduscol, 2014). Quel que soit leur milieu de vie, les enfants évoluent du niveau de non-lecteur (incapable de lire et comprendre des mots) à celui de lecteur débutant (peut lire quelques éléments et comprendre quelques informations) pour enfin atteindre le niveau de lecteur confirmé (peut lire la majorité ou la totalité des éléments comprendre plusieurs informations).

Les compétences de lecture se transforment et se perfectionnent tout au long de la scolarité primaire pour permettre à chaque élève, à la fin de ce parcours, de lire de façon autonome. En général, les enfants surmontent les difficultés liées à l'apprentissage de la lecture. Pour certains d'entre eux, toutefois, celles-ci peuvent s'accumuler et perturber tous les apprentissages : « les obstacles prévisibles semblent infranchissables et ces élèves passent de lecteur débutant à lecteur en difficulté... » (Giasson, 2012)

Les recherches sur la lecture et la compréhension (cf. les synthèses INSERM, National Reading Panel, Giasson) ont permis de cerner les mécanismes impliqués dans ces apprentissages et les difficultés rencontrées par les élèves dans la lecture et la production de sens. Globalement, le processus de lecture dépend de facteurs liés au lecteur, au texte et au contexte (Giasson, 1997).

Figure 1 : Modèle théorique de compréhension de l'écrit (Giasson, 1997)



Dans ce cadre, l'étude des difficultés des élèves en lecture et en compréhension doit dépasser le cadre traditionnel du seul niveau de compétence des élèves et considérer comme tout aussi déterminants le contexte dans lequel le lecteur lit et les caractéristiques du texte rencontré.

1.1.1 Facteurs liés au lecteur

Le lecteur doit mobiliser simultanément plusieurs aptitudes et attitudes cognitives et affectives pour lire et comprendre un texte. Le faible degré de maîtrise de ces processus est à la source des principales difficultés rencontrées par les élèves en lecture et en compréhension à l'école primaire.

- Les structures cognitives

Elles font référence aux connaissances linguistiques, textuelles et à la culture générale sur le monde. Les connaissances linguistiques renvoient ici aux compétences phonologiques en lien avec la langue et aux connaissances syntaxiques, sémantiques et pragmatiques. Les élèves renforcent ces connaissances avec la pratique de la lecture, le développement du vocabulaire et la pratique de l'oral. Les connaissances textuelles sollicitent des aptitudes pour comprendre le genre d'un texte, la ponctuation, les connecteurs, la cohésion des idées, etc. La connaissance du monde renvoie aux savoirs accumulés sur le thème d'un texte.

Ces dimensions sont également des facteurs qui peuvent être à la source des difficultés des élèves. En effet, les élèves peuvent rencontrer des obstacles sur des tâches faisant appel à des champs lexicaux nouveaux, à des structures syntaxiques inconnues et à des types de textes peu familiers. Par exemple, le manque de connaissances textuelles nuit à la compréhension des enchaînements entre les différents éléments du texte et donc de son organisation globale.

- Les processus cognitifs

Ils font référence aux capacités sollicitées pendant la lecture, à savoir les procédures de décodage, la compréhension d'une ou plusieurs informations dans un groupe de mots ou une phrase, la mise en relation d'informations entre des phrases et la compréhension globale d'un texte et, enfin, les processus métacognitifs ou les stratégies de contrôle, de régulation et d'évaluation de la lecture.

En fin de scolarité primaire, les élèves les plus faibles ont toujours des difficultés pour automatiser le décodage des mots et pour concentrer leur attention sur la compréhension de phrases et de texte. Pour ce type d'élèves, l'accès au sens explicite est limité et les informations perçues sont simples et isolées. Au fur et à mesure qu'ils progressent dans le cycle primaire, les lecteurs doivent parvenir à automatiser le plus possible les processus d'identification des mots.

Tous les lecteurs mobilisent alternativement deux mécanismes pour décoder et accéder au sens des mots et phrases : la voie d'assemblage et/ou la voie d'adressage (voir le cadre conceptuel des tests PASEC de début de scolarité primaire). Ces deux procédés sont mobilisés par les lecteurs en fonction de leur niveau en lecture, de la méthode de lecture enseignée en classe et de la familiarité des mots rencontrés. Sur le plan de l'enseignement, les différentes méthodes pédagogiques en vigueur dans les pays PASEC accordent une importance plus ou moins grande à chacun de ces deux mécanismes.

Plus un lecteur est compétent, plus sa lecture est fluide et plus il peut mettre en relation d'informations explicites et implicites dans un texte pour en apprécier les idées générales. Le lecteur est capable de dépasser la suite des mots lus et se construit une représentation du sens des phrases et du texte en prélevant des informations, en les combinant et en les mettant en relation avec ses expériences et ses connaissances antérieures.

Les processus métacognitifs font référence aux stratégies de contrôle et d'évaluation utilisées par les lecteurs pour réguler leur lecture et leur compréhension. Ici, les difficultés peuvent s'expliquer par une utilisation massive de la lecture mot à mot ou phrase par phrase au détriment d'une lecture intégrative avec connexion des informations. Par ailleurs, les élèves sont souvent peu outillés pour moduler leur vitesse de lecture : ralentir pour traiter un passage délicat, s'arrêter ou même revenir en arrière.

- Les structures affectives

Elles font référence aux attitudes générales du lecteur en face d'un texte, tels que le goût pour la lecture ou la confiance en soi pour lire. En effet, la position du lecteur par rapport à un texte peut conditionner ses compétences en lecture-compréhension.

L'étude de ces dimensions mérite une attention toute particulière dans les pays de l'évaluation PASEC puisque le faible accès à des supports écrits constitue un obstacle pour la pratique de la lecture et positionne la plupart des élèves dans un environnement nouveau lorsqu'ils apprennent à lire à l'école. Ces attitudes pourraient être à l'origine d'une partie des difficultés auxquelles les élèves sont confrontés pour lire.

1.1.2 Facteurs liés au texte

Les caractéristiques des textes, leur contenu, leur format et leur structure sont également impliqués dans le processus de lecture-compréhension. Ces facteurs peuvent être source de difficultés pour les élèves, qui se comportent différemment devant des textes en fonction de leur caractère plus ou moins familier.

Que ce soit à l'école ou en dehors du cadre scolaire, chaque élève est quotidiennement confronté à des informations écrites qu'il doit décrypter pour prendre une décision, étendre ses connaissances, se divertir, etc.

Les caractéristiques des supports écrits proposés dans les épreuves PASEC reflètent les différents formats de texte que les élèves sont amenés à étudier tout au long de leur scolarité primaire et à rencontrer dans la vie courante. L'accent est mis sur les textes informatifs et descriptifs, les documents (textes discontinus) et les textes littéraires.

De même, les thèmes proposés par les tests PASEC sont tirés de la vie scolaire et quotidienne des élèves de fin de scolarité primaire ; les textes et documents proposés sont en adéquation avec l'environnement de jeunes élèves issus de différentes zones géographiques et de différentes couches sociales.

Dans le contexte des pays PASEC, les difficultés rencontrées par les élèves avec certains types de texte pourraient en partie s'expliquer par le peu de contacts avec des livres ainsi que le manque de variété des supports écrits auxquels sont confrontés les élèves dans les classes et à la maison.

1.1.3 Facteurs liés au contexte

Le contexte est également une dimension déterminante dans l'acquisition du mécanisme de lecture et de compréhension. Le contexte fait ici référence aux conditions socioéconomiques, physiques et psychologiques des élèves et aux composantes liées aux conditions et pratiques d'enseignement.

Ces différentes dimensions sont appréhendées dans le protocole de l'évaluation PASEC⁶ au travers des questionnaires contextuels destinés aux élèves, aux enseignants, aux directeurs ainsi qu'à différents responsables des systèmes éducatifs dans les pays. Ces questionnaires permettent la collecte de données sur l'environnement scolaire et extrascolaire telles que les caractéristiques des curricula dans les pays, le genre des élèves, le statut des écoles, le niveau de formation académique, professionnel et continu des maîtres, leurs pratiques pédagogiques, etc.

Ces différents éléments sont mis en relation avec les résultats des élèves aux tests afin d'identifier les caractéristiques des systèmes éducatifs qui sont associées à de meilleures performances en lecture et en compréhension ainsi qu'à une plus grande équité en fin de scolarité primaire.

1.2 Contexte d'apprentissage de la lecture

Quels que soient les pays, les objectifs de lecture fixés dans les programmes scolaires du primaire visent le développement des compétences fondamentales afin que tous les élèves puissent lire et comprendre. Ces finalités, qui sont les mêmes sur le plan international⁷, impliquent que les élèves soient capables d'automatiser le décodage des mots et développent leur capacité à comprendre des phrases et des textes. En fin de primaire, il est attendu que tous les élèves soient capables de lire des textes pour identifier des informations explicites et implicites et pour en dégager le sens global.

Au fur et à mesure qu'ils progressent dans le cycle primaire, les élèves doivent passer progressivement du stade de non-lecteur, qui découvre l'écrit, à celui de lecteur débutant, qui décode et accède au sens de mots et phrases isolés, pour atteindre enfin le niveau de lecteur compétent et autonome, qui lit des textes pour comprendre et apprendre.

Ces objectifs sont partagés par tous les pays PASEC, qui s'engagent à transmettre à tous les élèves ces compétences clés en lecture. Toutefois, les moyens et méthodes mis en œuvre pour parvenir à ces objectifs diffèrent d'un pays à l'autre. Par exemple, il peut exister des différences au niveau de la planification de l'enseignement de la lecture au cours du cycle primaire, des méthodes d'enseignement de la lecture ou du dosage de la lecture et de la compréhension par rapport à d'autres domaines de la langue tels que la communication orale, la production écrite, etc. L'étude menée en 2008⁸ par la CONFEMEN sur des curricula officiels et implantés illustre ce phénomène et montre qu'il existe des variations importantes quant à l'importance attribuée à l'apprentissage des différentes composantes de la langue (lire, écrire, parler, écouter). Dans certains pays, les programmes sont essentiellement axés sur l'acquisition des normes linguistiques telles que la grammaire et l'orthographe, au détriment d'autres compétences telle la compréhension de texte.

De plus, il est commun d'observer un décalage plus ou moins important à l'intérieur des pays entre le programme scolaire officiel, les pratiques dans les classes et les compétences maîtrisées par les

⁶ Se référer au cadre de référence sur les questionnaires pour plus d'information.

⁷ Selon le *Learning Metrics Task Force – Brookings Institute/ISU* et le Socle commun de compétences pour un apprentissage tout au long de la vie et le développement durable en Afrique de l'Association pour le développement de l'éducation en Afrique (ADEA).

⁸ L'étude commanditée par la CONFEMEN sur les curricula officiels et implantés en Afrique a été menée en 2008 par l'INEADE et l'Université de Liège. Cette étude concerne 15 pays : le Sénégal, la Mauritanie, le Niger, le Bénin, le Cameroun, Madagascar, le Gabon, la Côte d'Ivoire, l'île Maurice, la République centrafricaine, le Togo, le Tchad, le Liban, le Burkina Faso et le Congo.

élèves. Ces variations pourraient être à l'origine des différences de performances en lecture au niveau des élèves et des pays.

À l'heure actuelle, dans les pays PASEC, un très grand nombre d'élèves rencontrent des difficultés en lecture dès le début du primaire. Ces difficultés s'accumulent au cours des années et fragilisent la progression des élèves et la qualité des enseignements dans les classes. Pour remédier à ces difficultés et accompagner adéquatement les élèves, le diagnostic doit être posé le plus tôt possible dans la scolarité.

Par ailleurs, les élèves des pays évalués par le PASEC évoluent dans des contextes essentiellement plurilingues, de tradition orale et à prédominance rurale ; une très large majorité d'entre eux entrent à l'école primaire sans avoir été confrontés auparavant à la langue d'enseignement, qui souvent n'est pas leur langue de socialisation, ni avoir suivi un enseignement préscolaire.

Dès lors, le temps d'apprentissage de la lecture est plus long dans les premières années scolaires et varie en fonction du rythme et des besoins des apprenants. En début d'apprentissage, l'attention des apprentis lecteurs étant principalement captée par des traitements de bas niveau, ces élèves ne disposent pas de ressources suffisantes pour conduire une activité de compréhension sur une ou plusieurs phrases, mais peuvent accéder au sens de mots isolés issus du champ lexical de base.

Le test de fin de scolarité primaire tient compte des particularités propres aux pays PASEC en ciblant la mesure des compétences clés en lecture et compréhension de texte et la mesure des compétences de lecture de bas niveau, telles que le décodage de mots isolés. Les résultats observés permettront d'identifier les principales difficultés des élèves pour lire et comprendre en fin de primaire.

Le test PASEC n'a pas pour objectif d'évaluer le degré de maîtrise des curricula nationaux par les élèves et doit être envisagé comme une mesure externe des compétences clés en lecture, complémentaire aux évaluations nationales qui fixent leurs propres standards en fonction d'objectifs spécifiques à leur système éducatif.

1.3 Standards internationaux d'évaluation de la lecture

Depuis la création des grands programmes internationaux d'évaluation – IEA⁹ (IEARL, IALS, PIRLS) et OCDE¹⁰ (PISA, PIAAC) –, les concepts, les notions et les référentiels d'évaluation de la lecture ont constamment évolué¹¹ pour suivre les dernières avancées scientifiques et répondre aux débats internationaux sur les compétences¹² en lecture. Actuellement, les protocoles d'évaluation de ces

⁹ Association internationale pour l'évaluation du rendement scolaire, enquêtes en lecture IEARL, IALS, PIRLS <http://www.iea.nl/>

¹⁰ Organisation de coopération et de développement économiques, enquête en lecture PISA, <http://www.oecd.org/pisa/pisaenfrancais.htm>

¹¹ Pour plus d'information sur l'évolution des concepts d'évaluation de la lecture dans les enquêtes internationales, se référer à D. Lafontaine, Quoi de neuf en littératie ? Regard sur trente ans d'évaluation de la lecture, dans L. Collès, J. L. Dufays, G. Fabry et C. Maeder (Dir.) (2001), *Didactique des langues romanes. Le développement de compétences chez l'apprenant*. Actes du colloque de Louvain-la-Neuve, janvier 2000, p. 67-82.

¹² Consulter les recommandations de la consultation internationale LMTF (Comité de réflexion sur la métrique de l'apprentissage) *Vers l'apprentissage universel : Recommandations du Comité de réflexion sur la métrique de l'apprentissage*. Montréal et Washington, D. C. : Institut de statistique de l'UNESCO et Centre pour l'éducation universelle de la Brookings Institution, 2013.

enquêtes sont principalement orientés vers la mesure du niveau de « littératie »¹³, qui est obtenue par la mesure des niveaux de compétence des élèves en compréhension de l'écrit¹⁴.

Le test PASEC de lecture a été développé pour apprécier le niveau de littératie dans les pays PASEC de la CONFEMEN. Il évalue les capacités des élèves à lire et à traiter des informations variées, capacités qui sont essentielles pour comprendre, apprendre et s'intégrer dans les diverses situations de leur environnement quotidien.

¹³ La littératie peut être définie comme « l'aptitude à comprendre et à utiliser les formes du langage écrit dont la société a besoin et/ou qui sont nécessaires à l'individu. Les jeunes lecteurs sont amenés à construire le sens de textes très variés. Ils lisent pour apprendre, pour s'intégrer dans une société où la lecture joue un rôle essentiel, et pour leur plaisir. » (Campbell *et al.*, 2000, p. 3).

¹⁴ Des compétences liées à l'expression orale ou à la production écrite sont également déterminantes pour apprécier le niveau de littératie ; toutefois, ces compétences ne sont pas mesurées actuellement par le PASEC.

2. Domaines et compétences évalués en lecture dans le nouveau test PASEC de fin de scolarité primaire

Le test de lecture du PASEC2014, en fin de cycle primaire, mesure les performances des élèves à des activités de décodage de mots et de phrases isolés et de compréhension de texte. L'évaluation des élèves dans ces deux domaines de la lecture permet de déterminer leur niveau de compétence et leurs principales difficultés pour lire et pour mobiliser leurs capacités dans le but de dégager le sens de mots, de phrases et de textes variés.

Encadré 1 : Définition des sous-domaines de lecture évalués par le PASEC2014

Décodage de mots et de phrases isolés : Le décodage est évalué à travers des situations de lecture portant sur la reconnaissance graphophonologique de mots et le déchiffrement du sens de mots et de phrases isolés. Le développement des compétences dans ce domaine permet aux élèves d'automatiser leur lecture pour accéder au sens des mots et des phrases et pour étendre leur vocabulaire.

Compréhension de textes : La compréhension de texte est évaluée à travers des situations de lecture de textes littéraires, informatifs et de documents desquels l'élève est amené à extraire, combiner et interpréter une ou plusieurs informations et réaliser des inférences simples. Le développement des compétences dans ce domaine permet aux élèves de lire en autonomie dans des situations quotidiennes variées pour développer leurs savoirs et participer à la vie en société.

Le test PASEC2014 ne mesure pas les autres domaines de la langue tels que la production écrite, la compréhension orale, l'expression orale et les outils (orthographe, grammaire, conjugaison, etc.) propres à chaque langue. Il accorde une place centrale à l'évaluation des compétences de lecture de textes informatifs et des documents. Les activités de décodage de mots et de phrases isolés ainsi que la lecture de textes littéraires occupent une place mineure dans le test, comme l'illustre le tableau ci-dessous.

Tableau 1 : Poids des sous-domaines de lecture évalués dans le test PASEC2014

Sous-domaines de lecture	Supports de lecture	Proportion dans le test
Décodage de mots et de phrases isolés	Images, mots et phrases isolés	26 %
Compréhension de textes	Textes littéraires	22 %
	Textes informatifs et documents	52 %

Décodage de mots et de phrases isolés

Dans ce sous-domaine, le test PASEC2014 évalue les élèves sur la lecture de mots et de phrases isolés, familiers et issus du champ lexical de base. Après la lecture des mots et des phrases, les élèves sont amenés à répondre à une question à choix multiples.

L'automatisation des tâches de décodage permet aux lecteurs de concentrer leurs efforts sur la compréhension.

Compréhension de textes littéraires et informatifs et de documents

En compréhension de texte, le test PASEC2014 permet d'apprécier le niveau de compétences des élèves pour comprendre : (i) des textes littéraires ; (ii) des textes informatifs et des documents.

Le test PASEC2014 permet d'apprécier le niveau de compétences des élèves à mobiliser les activités cognitives suivantes : extraire une information explicite, réaliser des inférences simples et interpréter et combiner des informations. Les processus cognitifs évalués pour chaque type de support sont présentés dans le point suivant.

L'interaction des différentes caractéristiques des textes avec le format des questions et les processus cognitifs à mobiliser conditionne le niveau de difficulté de la tâche. Après la lecture d'un texte, les élèves sont amenés à répondre à une série de questions à choix multiples¹⁵.

Comprendre des textes littéraires

Dans cette situation, les lecteurs sont confrontés à des événements, à des faits, à des personnages et à des actions situés dans des univers réels ou imaginaires. Les textes proposés ici (courts, moyens et longs) sont essentiellement des textes narratifs qui invitent les lecteurs à explorer de nouveaux univers et à s'appuyer sur des connaissances et expériences antérieures pour apprécier leur lecture, se divertir et donner du sens à ces textes. Cette dimension de la lecture prend son sens à l'école ou hors du champ scolaire, dans des contextes où les élèves lisent des histoires. La mise en parallèle d'univers réels et fictifs amène les jeunes lecteurs à distinguer les frontières et les nuances entre les deux univers et ainsi à mieux comprendre les réalités du monde concret qui les entoure.

Les textes sélectionnés mettent en scène un ou plusieurs personnages, qui peuvent dialoguer et qui sont impliqués dans des actions qui se succèdent chronologiquement ou qui, à un niveau plus complexe, sont dissociées dans le temps.

Pour ce type de support, les messages écrits sont des textes littéraires de 50 lignes maximum. Les caractéristiques des textes (longueur, organisation syntaxique, niveau de vocabulaire et temps des verbes) qui sont proposés se résument de la manière suivante :

Tableau 2 : Caractéristiques des textes narratifs présents dans le test de lecture de fin de scolarité

Types de support	Caractéristiques des textes
Textes narratifs (extraits de roman, contes...)	Longueur : texte court de 50 mots, texte moyen de 100 à 200 mots, texte long de 200 à

¹⁵ La production de l'écrit n'a pas été retenue dans le cadre de l'évaluation PASEC2014 pour des raisons de faisabilité technique ; les items sont exclusivement des questions à choix multiples.

	<p>300 mots.</p> <p>Syntaxe : plusieurs informations par phrase, connecteurs et ponctuations.</p> <p>Vocabulaire : courant et soutenu, notions nouvelles pour les élèves.</p> <p>Temps des verbes : présent, futur, passé composé, passé simple et imparfait.</p>
--	---

 *Comprendre des textes informatifs et des documents*

Dans cette situation de lecture, les élèves sont confrontés à des informations concrètes de la vie quotidienne (vie scolaire et vie sociale), comprises dans des textes de différentes longueurs qui peuvent être très structurés, tel un article scientifique, ou plus désorganisés, tel un plan d'orientation, ou encore mixant à la fois les deux styles, telle la notice d'utilisation d'un objet.

Par exemple, dans la vie courante, un élève en fin de scolarisation primaire (âgé d'environ 12 ans) est susceptible d'être confronté à une annonce publicitaire vantant l'offre d'un opérateur téléphonique. Dans cette situation, l'enfant mobilisera ses compétences de lecteur pour lire et comprendre les informations contenues dans le message, ainsi que ses connaissances extérieures pour apprécier le rapport coût-avantage de l'offre proposée, et éventuellement pourra demander plus de renseignements sur la publicité, en parler à un ami qui souhaite téléphoner ou encore bénéficier de l'offre à titre individuel. Cet exemple est donné pour montrer que chaque individu est constamment confronté à des messages écrits qu'il doit décrypter pour prendre une décision (lire pour agir) ou étendre ses connaissances (lire pour apprendre).

De même à l'école, en situation d'apprentissage, l'élève est constamment amené à lire, quelle que soit la matière enseignée, pour enrichir son vocabulaire ou bien résoudre un problème mathématique, par exemple.

Pour ce type de support, les messages écrits sont des textes informatifs ou des documents de 50 lignes maximum. Les caractéristiques des textes (longueur, organisation syntaxique, niveau de vocabulaire et temps des verbes) varient en fonction de leur nature.

Tableau 3 : Caractéristiques des textes informatifs et documentaires présents dans le test de lecture de fin de scolarité

Types de support	Caractéristiques des textes
Textes informatifs (manuels scolaires, dictionnaires, encyclopédies, articles scientifiques, notices d'utilisation...)	<p>Longueur : texte court de 50 mots, texte moyen de 100 à 200 mots, texte long de 200 à 300 mots.</p> <p>Syntaxe : plusieurs informations par phrase, connecteurs et ponctuations.</p> <p>Vocabulaire : courant et scientifique.</p> <p>Temps des verbes : présent, passé composé et imparfait.</p>
Documents (schémas explicatifs, affiches publicitaires, tableaux de données...)	<p>Longueur : texte discontinu court de moins de 100 mots</p> <p>Syntaxe : plusieurs informations par phrase,</p>

	connecteurs et ponctuations. Vocabulaire : courant et scientifique. Temps des verbes : présent, passé composé et imparfait.
--	---

3. Présentation des processus en décodage évalués dans le PASEC2014

L'évaluation du niveau de décodage permet d'apprécier la part des élèves qui en fin de scolarité primaire éprouvent de la difficulté avec des tâches de lecture de bas niveau. Ces apprentis lecteurs, qui concentrent leur attention sur l'identification de mots isolés, accèdent difficilement à la compréhension du texte.

La formulation de certaines tâches de décodage est inspirée par le test ECIM-E de Khomsi (1994) et permet d'identifier la nature des difficultés des élèves en décodage des mots : sémantique, orthographique ou graphémique.

Une autre partie des items vise à mesurer les capacités de décodage et évalue les lecteurs sur leur compréhension de mots de la vie quotidienne à l'aide d'associations mot/image et de la catégorisation de vocabulaire familier par champ lexical.

Tableau 4 : Descriptif des tâches à réaliser dans le processus « décoder et reconnaître une information » du test de lecture de fin de scolarité

Processus cognitif	Tâches à réaliser
Décoder et reconnaître une information	<ul style="list-style-type: none"> • Discriminer un pseudo-homophone • Discriminer un logatome • Discriminer un voisin orthographique • Associer un mot ou une phrase avec une image • Trouver le sens d'un mot ou d'une phrase • Catégoriser du vocabulaire familier

L'information à retrouver est explicite et concentrée dans une série de mots isolés ou dans une phrase courte et simple (1 à 10 mots).

4. Présentation des processus en compréhension de texte évalués dans le PASEC2014

Passé le stade de décodage, l'élève peut mobiliser ses capacités pour passer de la compréhension de groupes de mots isolés à la compréhension de plusieurs informations, de phrases et de textes pour identifier des informations et construire du sens.

Par exemple, dans la phrase « Le garçon écoute son maître avec ses camarades », le lecteur peut dégager plusieurs idées : l'individu est un jeune garçon, il est en classe avec ses camarades, ils

écoutent le maître, le maître parle.... Ainsi, pour tout lecteur, lire une phrase ou un texte passe par la décomposition de plusieurs idées explicites et implicites qu'il faut associer, interpréter et analyser selon ses connaissances générales et en fonction du contexte de la situation de lecture pour en dégager une ou plusieurs informations.

Dès lors, le lecteur accède au sens d'un message écrit en mobilisant plusieurs habiletés. Il peut, par ordre croissant du niveau de compétence, extraire une information explicite, réaliser des inférences simples, interpréter et combiner des informations et, enfin, analyser, évaluer des informations, donner leur opinion et argumenter sur un texte¹⁶.

Le lecteur s'appuie également sur ses propres connaissances et expériences pour appréhender la situation proposée. Par exemple, un lecteur qui connaît l'histoire des dinosaures sera plus à l'aise pour lire et comprendre le vocabulaire d'un texte sur les tyrannosaures qu'un lecteur qui n'a jamais entendu parler de ce sujet.

Dans le cadre du test PASEC, la difficulté d'une tâche dépend à la fois des caractéristiques du support écrit, du format de la question et des processus à mobiliser pour répondre à la question.

Le test PASEC permet de mesurer les habiletés des élèves à utiliser les processus suivants lors de la lecture de documents, de textes informatifs et de textes littéraires variés.

Tableau 5 : Poids des processus évalués et des supports de lecture en compréhension de texte dans l'évaluation PASEC2014

Poids des processus évalués dans PASEC2014	Poids des supports de lecture en compréhension de texte dans PASEC2014		
	Textes littéraires	Textes informatifs et documents	Total
• Extraire des informations explicites	17 %	35 %	52 %
• Réaliser des inférences simples	6 %	15 %	21 %
• Interpréter et combiner des informations	6 %	21 %	27 %
Total	29 %	71 %	100 %

Les caractéristiques et spécificités de chaque processus cognitif évalué sont décrites ci-dessous.

4.1 Extraire des informations explicites

Les lecteurs extraient des informations pour confirmer ou rejeter des hypothèses qui leur permettent de comprendre ce qu'ils lisent. Dans le cadre du test de compréhension de l'écrit, les élèves sont amenés à extraire des informations concrètes d'un message pour répondre à la question

¹⁶ Le processus qui consiste à analyser et à évaluer des informations (donner son opinion, argumenter, proposer une suite à une histoire...) n'est pas évalué par les tests PASEC2014 car les questions à choix multiples mesurant ces habiletés ont dysfonctionné lors de la phase d'évaluation des items organisée dans les 10 pays en 2013. En effet, les analyses menées révèlent que les élèves les plus performants aux tests choisissaient au hasard les réponses et n'étaient pas en mesure d'apprécier les nuances d'expression entre les différentes modalités de réponse proposées dans les QCM. Cette dimension est délicate à mesurer sans avoir recours à la production de l'écrit.

posée. L'information à retrouver est explicite et contenue dans des textes moyens et longs (texte moyen de 100 à 200 mots, texte long de 200 à 300 mots) ou dans des documents.

Tableau 6 : Descriptif des tâches à réaliser dans le processus « extraire une information » du test de lecture de fin de scolarité

Processus cognitif	Tâches à réaliser
Extraire des informations explicites	<ul style="list-style-type: none"> • Identifier les caractéristiques principales d'une histoire (thème, personnage, lieu...) à partir d'une information explicite • Extraire une information • Associer plusieurs idées concrètes

4.2 Réaliser des inférences logiques

Au fur et à mesure qu'un élève construit du sens par rapport à un texte, il est amené à nuancer davantage son analyse pour réaliser des inférences directes sur des informations explicites. À ce niveau, le lecteur perçoit des éléments qui lui permettent de construire du sens par déduction et raisonnement logique. Il met en relation plusieurs phrases et idées pour inférer localement le sens d'une phrase ou, à un niveau plus poussé, l'idée générale d'un paragraphe dans un texte moyen et long (texte moyen de 100 à 200 mots, texte long de 200 à 300 mots).

Tableau 7 : Descriptif des tâches à réaliser dans le processus « réaliser des inférences logiques » du test de lecture de fin de scolarité

Processus cognitif	Tâches à réaliser
Réaliser des inférences logiques	<ul style="list-style-type: none"> • Identifier la référence d'un pronom (inférence anaphorique) • Chercher les causes et les conséquences d'un événement (inférence causale, déductive) • Repérer l'idée générale d'un passage (inférence logique)

4.3 Interpréter et combiner des informations

Lorsqu'un élève est à l'aise pour associer des informations explicites à l'échelle d'une phrase ou d'un paragraphe de texte, il peut être en mesure d'interpréter des idées à un niveau plus global en associant plusieurs informations implicites tout en s'appuyant sur ses connaissances et expériences antérieures. À ce niveau, l'inférence que doit réaliser le lecteur est plus complexe et essentiellement fondée sur la mise en relation de plusieurs éléments situés dans plusieurs parties d'un texte moyen et long (texte moyen de 100 à 200 mots, texte long de 200 à 300 mots).

Tableau 8 : Descriptif des tâches à réaliser dans le processus « interpréter et combiner des informations » du test de lecture de fin de scolarité

Processus cognitif	Tâches à réaliser
Interpréter et combiner des informations	<ul style="list-style-type: none"> • Interpréter le sens d'une expression impliquant un vocabulaire soutenu ou d'un passage ou encore le thème d'un texte (inférence pragmatique) • Associer et combiner plusieurs informations situées dans différentes parties d'un texte • Associer et combiner plusieurs informations avec ses connaissances générales sur la situation

Partie 2 : Présentation du cadre de référence du test PASEC de mathématiques de fin de scolarité primaire

I. Présentation des références scientifiques et internationales du test PASEC de mathématiques

L'évaluation dès le cycle primaire des performances en mathématiques est primordiale car : i) la maîtrise des compétences de base en mathématiques est indispensable pour un grand nombre d'emplois et constitue la clé pour évoluer de manière satisfaisante dans des sociétés complexes basées sur les nouvelles technologies ; ii) les capacités de résolution de problèmes que les élèves développent grâce aux mathématiques sont indispensables dans d'autres domaines de la vie courante et du travail ; iii) les performances en mathématiques sont les meilleurs prédicteurs de la réussite dans toutes les disciplines scolaires, suivies par la capacité d'attention, les habiletés linguistiques et les habiletés motrices fines¹⁷.

Si les bases en numératie ne sont pas bien acquises au cycle primaire, les élèves auront de grandes difficultés à combler leur retard et ne pourront pas poursuivre leur apprentissage en mathématiques dans les années ultérieures¹⁸.

1.1 L'apprentissage des mathématiques et ses principales difficultés

Les mathématiques se décomposent en plusieurs sous-domaines comme l'arithmétique, la géométrie, l'analyse des données, les probabilités, etc. Les sous-domaines enseignés au cycle primaire sont l'arithmétique, la mesure, la géométrie et enfin l'analyse des données (les statistiques) et les probabilités. La communauté scientifique a établi, pour chacun de ces sous-domaines, les processus d'apprentissage sollicités, les compétences minimales à acquérir et les difficultés que l'élève peut rencontrer dans ces différents apprentissages. Ces différents aspects sont présentés ci-dessous.

1.1.1 L'arithmétique

L'arithmétique et l'algèbre sont considérées comme la « science des nombres » et font référence à l'étude des propriétés des entiers naturels, des nombres décimaux, des entiers relatifs (signe positif ou négatif des nombres) et des nombres rationnels (sous forme de fractions), et aux propriétés des opérations et équations sur ces nombres.

Deux dimensions interviennent dans la maîtrise de l'arithmétique en début d'apprentissage : une dimension analogique, très précoce, qui permet de traiter les quantités de manière approximative¹⁹, et une dimension symbolique, apprise à l'école, qui permet de traiter les quantités de manière précise par le biais de systèmes de symboles servant au calcul, au dénombrement, etc. (Fayol, 2002) Les individus vont et viennent entre leurs représentations analogiques et leurs connaissances des codes

¹⁷ Fayol, M. (2012). *L'acquisition du nombre*, Paris: PUF, collection QSJ.

¹⁸ Langrall, C. W., Mooney, E. S., Nishet, S. et Jones, G. S. (2008). Elementary Students' access to powerful mathematical ideas. Dans L. D. English et D. Kirshner (Éds.) *Handbook of international research in mathematics education* (2^e édition, pp. 109-135). New York, NY: Routledge.

¹⁹ L'approche analogique de l'arithmétique se base sur la perception de la taille relative des quantités, continues ou discrètes. Elle fait appel à des actions de type : ajouter, réunir, dissocier, enlever, partager. L'approche analogique fait référence au traitement intuitif des quantités : estimer, comparer de façon approximative des quantités continues (longueurs, surfaces, intensités sonores, etc.) ou discontinues (billets, jetons, fourmis, etc.).

arithmétiques (dimension symbolique) pour traiter l'information mathématique. Le passage de l'analogique au symbolique est lent et difficile.

Ces deux dimensions sont fondamentales et permettent d'écarter l'idée selon laquelle l'acquisition des nombres et du dénombrement seraient des apprentissages très simples pour l'enfant. En effet, les élèves peuvent éprouver beaucoup de difficulté à passer d'un mode analogique, de l'ordre des représentations, à un mode symbolique, plus abstrait et faisant appel à des codes, à la logique et au raisonnement. Il ne faut donc pas minimiser cette étape dans l'apprentissage de l'arithmétique, essentielle pour que les élèves puissent poursuivre leur cursus scolaire.

La plupart des élèves qui éprouvent des difficultés en mathématiques présentent des faiblesses sur le plan de l'abstraction en ce qui concerne les nombres symboliques, les nombres entiers, les relations entre les nombres et les opérations sur les nombres. Les points suivants décrivent les difficultés liées aux apprentissages en arithmétique que les élèves peuvent rencontrer, notamment en milieu et en fin de de scolarité primaire. Les difficultés liées aux apprentissages de début de scolarité primaire, comme l'acquisition de la chaîne verbale des nombres ou encore les processus de quantification et de dénombrement, ne sont pas détaillées dans le présent document car elles font l'objet d'une large description dans le cadre de référence des tests PASEC2014 de début de scolarité primaire, et ces apprentissages sont censés être acquis en fin de cycle primaire²⁰.

Difficultés liées à l'acquisition des outils arithmétiques (l'addition, la soustraction, la multiplication, la division)*Les modèles développementaux du calcul*

Les modèles traditionnels conçoivent le développement de l'arithmétique comme une succession de stades caractérisés chacun par un type de stratégie. Par exemple, les jeunes enfants de 6 et 7 ans utilisent la stratégie « tout compter », alors que les enfants plus âgés et les adultes utilisent la stratégie de récupération directe du résultat en mémoire (Groen et Parkman, 1972). Toutefois, cette conception est aujourd'hui largement abandonnée.

Selon Siegler (1996), les enfants disposent à tous les âges d'une gamme étendue de stratégies, même pour résoudre les opérations en apparence les plus simples. Se pose alors le problème de savoir comment est sélectionnée une stratégie particulière pour un problème donné. Toujours selon Siegler, le choix des stratégies est un processus qui s'accompagne de cinq phénomènes fondamentaux :

- la variabilité ;
- l'adaptabilité ;
- le changement ;
- les différences individuelles ;
- la généralisation.

La variabilité renvoie au fait que les individus utilisent une variété de stratégies, même pour résoudre des opérations similaires. Ce choix de stratégie est adaptatif : les individus tendent à utiliser la

²⁰ On notera tout de même que le test PASEC de fin de scolarité primaire comporte un petit nombre d'items sur les suites de nombres et sur l'association des symboles numérique aux nombres écrits en lettre (par exemple, « 3 » et « trois »). Ces items permettent de vérifier que les élèves sont à l'aise avec la désignation des nombres et leur manipulation, que ces nombres soient entiers, décimaux, placés dans une suite désordonnée, etc.

stratégie la plus efficace et la moins coûteuse pour un problème donné. Le processus de changement renvoie aux faits qu'au cours du développement, de nouvelles stratégies sont acquises que la fréquence d'utilisation des stratégies existantes se modifie, que celles qui sont utilisées deviennent toujours plus précises et rapides et, enfin, le choix parmi les stratégies disponibles est plus judicieux. Les différences individuelles sont par ailleurs considérables. Siegler (1988) a par exemple décrit des élèves qu'il qualifie de « perfectionnistes », qui ne recourent à la récupération en mémoire que lorsqu'ils sont sûrs du résultat, ce qui les conduit à utiliser fréquemment les procédures de comptage. Leurs performances ne sont cependant pas inférieures à celles des meilleurs élèves, qui se caractérisent par un recours extrêmement fréquent à la récupération en mémoire. Enfin, le choix de stratégie nécessite que soient généralisées aux problèmes et situations nouvelles les leçons tirées des expériences passées. Ainsi, le choix d'une stratégie pour résoudre un problème mathématique dépendrait du nombre de stratégies acquises, des expériences antérieures dans des situations équivalentes ou semblables ainsi que du coût de mise en œuvre de la stratégie et de sa vitesse d'exécution.

La stratégie considérée la plus efficace, c'est-à-dire la plus rapide et la plus sûre, est la récupération directe du résultat en mémoire. L'utilisation régulière des procédures de comptage pour résoudre un même problème ou une même opération conduirait à une association en mémoire à long terme du problème avec le résultat. Cependant, la récupération de ces faits numériques semble plus fréquente pour l'addition que pour la soustraction, qui demeurerait principalement résolue par des procédures de comptage (Barrouillet et Camos, 2003).

Il faut néanmoins relativiser l'idée selon laquelle seule la récupération en mémoire des résultats serait efficace. Par exemple, LeFevre, Sadesky, et Bisanz (1996) rapportent que les adultes résolvent 30 % des additions simples par des procédures algorithmiques de calcul. Il semble en outre que les stratégies utilisées par les enfants soient fortement influencées par l'environnement pédagogique et culturel et que le recours systématique à la récupération en mémoire dépende d'un apprentissage systématique des tables. Par exemple, Geary (1996) rapporte que les enfants chinois de CE2 s'avèrent extrêmement plus rapides que leurs homologues américains pour résoudre les additions. Il est apparu récemment que la différence entre enfants asiatiques et nord-américains ne tient pas seulement aux pratiques scolaires, mais à des différences culturelles quant à l'importance que les parents accordent aux acquisitions arithmétiques et à l'attention qu'ils portent aux progrès de leurs enfants (Campbell et Xue, 2001).

Les stratégies utilisées par les enfants ne dépendent pas seulement de l'environnement pédagogique mais aussi de leur compréhension des concepts et des procédures. La découverte, par les jeunes enfants, des procédures algorithmiques pour les additions simples ainsi que la maîtrise, par les élèves de l'école primaire, des algorithmes d'exécution d'opérations complexes sont largement déterminées par leurs connaissances conceptuelles sur les nombres, la notation positionnelle ou encore le sens et la nature des opérations (Fuson, 1990)²¹. Fuson et Kwon (1982) observaient que pratiquement tous les enfants coréens du cours élémentaire, dont les performances en exécution d'opérations sont excellentes, maîtrisaient aussi correctement la notation positionnelle²², comprenaient l'organisation

²¹ Voir également le cadre de référence des tests PASEC de début de scolarité primaire.

²² La notation positionnelle fait référence au fait que tous les nombres peuvent être classés par ordre de grandeur et qu'ils s'organisent les uns par rapport aux autres suivant les règles opératoires (la multiplication, l'addition, la soustraction ou la division). Par exemple, $50 = 5 \times 10$ ou $50 = 100 / 2$.

en base 10 des nombres²³ et étaient capables d'expliquer les procédures algorithmiques. Ces connaissances conceptuelles ont été observées dans d'autres pays asiatiques (Stevenson et Stigler, 1992). Parallèlement, les faibles performances des enfants nord-américains en exécution d'opérations s'accompagnent en réalité d'une fréquente incompréhension de la notation positionnelle (Fuson, 1990).

Il semble donc que les connaissances procédurales et conceptuelles soient étroitement liées. Dans une étude longitudinale au primaire, Hiebert et Wearne (1996) ont montré que les enfants dont la compréhension était la mieux développée au mois de décembre de la première année du primaire étaient ceux qui présentaient les habiletés procédurales les plus solides après quatre ans de scolarité primaire. Ainsi, les premiers apprentissages en mathématiques sont déterminants, et le lien entre les performances aux tests PASEC de début et de fin d'apprentissage au cycle primaire devrait permettre de vérifier si les pays qui ont les meilleurs résultats en début de cycle sont également les plus performants en fin de cycle.

Corrélativement à ce qui vient d'être énoncé, les études sur les enfants ayant des difficultés en mathématiques mettent en évidence de nombreux déficits cognitifs qui affectent le comptage et les procédures arithmétiques qui en découlent. Ces enfants n'ont pas accès à une variété importante de stratégies de calcul, dont la récupération des faits numériques en mémoire. Ces enfants présentent des faiblesses au niveau des connaissances conceptuelles et abstraites des mathématiques ainsi qu'une « mémoire de travail » défaillante.

Les enfants présentant des difficultés en mathématiques se distinguent des autres par l'utilisation de « procédures immatures », comme la stratégie « tout compter », pour effectuer des additions simples et par un taux plus élevé d'erreurs (Fayol, 2012). Ils recourent moins souvent à la récupération en mémoire des faits numériques et leurs récupérations sont plus souvent inexactes (Geary, Brown et Samaranayake, 1991). Le retard développemental dans l'acquisition des procédures semble résulter en partie d'une immaturité dans la maîtrise des concepts, notamment en ce qui concerne le dénombrement. Les difficultés de récupération en mémoire peuvent également provenir d'une faible capacité de mémorisation qui entrave les processus d'encodage et de mémorisation (McLean et Hitch, 1999).

Les difficultés liées aux opérations simples

Pour effectuer des additions ou soustractions simples, les enfants peuvent utiliser plusieurs stratégies : l'utilisation d'objets, le comptage sur les doigts, le comptage verbal, les décompositions et, enfin, la récupération directe en mémoire du résultat (Carpenter et Moser, 1983 ; Siegler, 1987).

La transition du comptage sur les doigts au comptage verbal est progressive et dépend principalement de la capacité de l'enfant à contrôler mentalement le déroulement du calcul et à conserver une trace de ce qui a déjà été et de ce qui reste à compter (l'apprentissage du calcul mental prend souvent une large place dans les curricula au cycle primaire).

En ce qui concerne les stratégies verbales, les enfants de la maternelle semblent utiliser le plus fréquemment la stratégie « tout compter » (INSERM, 2007). Par la suite, les élèves utilisent plusieurs

²³ C'est-à-dire que tous les nombres peuvent s'écrire sur la base des chiffres de 0 à 9.

des stratégies afin d'obtenir le bon résultat : effectuer une opération en comptant tout à partir du plus petit ou du plus grand nombre de l'opération (dans le cas d'une addition) ; donner le résultat de l'opération directement, sans compter, car le résultat de l'opération est déjà connu et mémorisé ; effectuer une opération à l'aide d'une autre opération dont le résultat est déjà connu et ajouter ou soustraire le chiffre supplémentaire à cette opération ; comparer deux quantités et retirer le nombre de la quantité d'arrivée pour atteindre la quantité de départ et vice versa. Les élèves qui continuent à utiliser des stratégies « immatures » pour des opérations impliquant des grands nombres (comme dessiner un ensemble de barres et en ajouter ou en effacer pour obtenir le résultat ou encore compter sur les doigts pour résoudre de simples additions ou soustractions) auront des difficultés à passer à des opérations plus complexes (Carpenter et Moser, 1984). Il est donc très important d'entraîner les élèves assez tôt, au cycle primaire, à utiliser des stratégies efficaces pour effectuer des opérations.

Contrairement aux additions et aux soustractions, les multiplications et les divisions ne semblent pas accessibles à l'arithmétique intuitive des enfants d'âge préscolaire. Il n'existe donc pas de développement spontané de procédures de comptage pour ces opérations. Ceci est probablement lié à une difficulté conceptuelle supérieure et au fait qu'il n'existe pas pour la multiplication et la division d'algorithme de calcul suffisamment fiable et rapide (Roussel, Barrouillet et Fayol, 2002). Les multiplications simples semblent principalement acquises par l'apprentissage par cœur des tables (Geary, 1994) et les résultats, récupérés directement en mémoire. La division a été la moins étudiée des quatre opérations. Les enfants semblent utiliser deux stratégies principales : la première consiste en une récupération des faits multiplicatifs associés (Campbell, 1997) tandis que la seconde s'appuie sur l'addition récursive du diviseur jusqu'à atteinte du dividende.

La faculté des élèves à calculer mentalement et leur connaissance des tables de multiplication et de division sont essentielles pour arriver à effectuer des opérations facilement et rapidement.

Les difficultés liées aux opérations complexes

Les opérations complexes sont des opérations reposant sur des nombres à plusieurs chiffres et dont l'exécution passe par des règles opératoires à plusieurs opérations (algorithmes de calcul). Les recherches dans ce domaine sont rares. La plupart des études se sont limitées à la description des erreurs les plus fréquemment commises par les enfants dans l'utilisation de la retenue, erreurs souvent appelées *bugs* (VanLehn, 1990). Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour identifier avec précision les difficultés que rencontrent les enfants, les déterminants de ces difficultés et les moyens d'y remédier. Résolution de problèmes Il existe différents types de problème qui font appel aux accroissements, aux diminutions, aux comparaisons et aux combinaisons (Fayol, 1991). On répertorie trois grands types de problèmes (Riley *et al.*, 1983) :

- les problèmes de changement qui concernent des situations de transformation dans le temps avec un état initial et un état final ;
- les problèmes de combinaison qui concernent des situations statiques sans changement dans le temps ;
- les problèmes de comparaison qui concernent des situations statiques mais intègrent les notions de « plus de/moins de ».

Ces différentes catégories de problèmes ne présentent pas les mêmes difficultés et sont donc réussies différemment par les élèves. Elles sont testées dans les évaluations PASEC afin de déterminer si les élèves ont plus de difficulté avec un type de problèmes donné.

Pour résoudre un problème, les élèves ont besoin de s'en faire une représentation, un schéma correspondant à l'organisation relationnelle des données, et de mettre en œuvre des procédures pertinentes. Pour cela, les élèves doivent disposer d'un schéma général appris à l'école, *Word Problem Schema* (Verschaffel, 1985), qui leur permet d'avoir une représentation générale des problèmes (représentation générale de l'énoncé du problème, processus d'interprétation pragmatique et sémantique). Si ce schéma général n'est pas bien appris par les élèves, ou ne fait référence qu'à des données abstraites et à de la vie réelle (Carpenter, 1983), cela peut entraîner des erreurs. Carpenter, Lindquist, Matthews et Silver (1983), en étudiant les caractéristiques des énoncés, ont démontré que la construction des schémas de résolution de problèmes chez les élèves était influencée par les pratiques enseignantes et par la formulation des énoncés proposés en classe. Si les schémas de résolution de problèmes abordés en classe sont totalement étrangers au monde réel, ou si l'on pousse les élèves à appliquer telle ou telle procédure de résolution sans bien comprendre le sens du problème, alors les schémas de résolution de problèmes deviennent une caricature d'eux-mêmes. C'est ces caricatures qui permettent d'expliquer l'apparition de comportements détachés du monde réel et de tout bon sens. Des travaux récents tentent de rétablir un contact entre monde scolaire et monde « de tous les jours » en présentant la résolution de problèmes comme une modélisation de situations réelles. Certains problèmes correspondent à des schémas directement utilisables par les élèves (Kintsch et Greeno, 1985), qu'ils ont en mémoire, et d'autres impliquent de construire un schéma propre à la situation (modèle de situation ou modèle mental, Devidal, 1997). Ainsi les problèmes impliquant un nouveau schéma rationnel sont plus complexes, ce qui peut entraîner une moindre réussite chez ces derniers (Thévenot *et al.*, 2004). Face à des problèmes complexes les élèves doivent comprendre une situation nouvelle, construire un modèle mathématique applicable aux données du problème, effectuer plusieurs opérations, interpréter et communiquer les résultats, et enfin vérifier les résultats. Trop souvent, les élèves ont tendance à sauter les premières étapes, réagissant à certains indices ou mots clés de l'énoncé, et appliquent de façon automatique une opération. On arrive alors à « une mise entre parenthèses du sens » (Verschaffel, Greer et De Corte, 2000). Ainsi, certains élèves peuvent échouer à résoudre des problèmes non pas par méconnaissance de la procédure mathématique à utiliser, mais par la difficulté à décoder l'énoncé du problème.

Une autre difficulté peut venir d'un manque de planification, étant donné que les élèves doivent coordonner plusieurs procédures pour résoudre dans un temps imparti un problème complexe (Schoenfeld, 1994).

Les différences de réussite entre élèves en résolution de problèmes peuvent également venir de la compétence des élèves en compréhension de texte (De Corte et Verschaffel, 1985 ; Cummins *et al.*, 1988). Certains textes, de par leur complexité syntaxique et lexicale, peuvent entraîner des difficultés supplémentaires. On ne peut donc pas séparer l'analyse des réponses des élèves en résolution de problèmes de leurs capacités en compréhension écrite.

➤ **Difficultés associées aux nombres décimaux et aux fractions**

Bolon (1993) rapporte les résultats d'une étude, menée en novembre 1991 auprès de 135 élèves de 6^e année, selon laquelle 65 des enfants ne savent pas placer $\frac{9}{4}$ sur une droite graduée de 0 à 3. Comme l'a montré Izorche (1977), ces difficultés sont loin d'être résolues au lycée. En outre, les erreurs observées ne sont pas dues au hasard mais sont reproductibles et persistantes, donc probablement le résultat de représentations et de conceptions non conformes. Ces conceptions erronées font obstacle à la poursuite des apprentissages.

Les difficultés que peuvent éprouver les élèves concernant les nombres décimaux sont d'origine didactique. En effet, l'école a eu tendance à associer les décimaux à des mesures et à les séparer du monde des fractions. Ceci a créé un certain nombre d'obstacles didactiques qui provoquent des erreurs caractéristiques telles que penser que 8,35 est plus petit que 8,257 puisque 35 est plus petit que 257 (Comiti et Neyret, 1979), ou qui permettent des écritures ambiguës comme $1,850 \text{ kg} = 1850 \text{ g}$, ce qui n'est vrai que si le nombre reste étroitement associé à l'unité de mesure. Étant donné les confusions possibles autour des nombres décimaux, il apparaît indispensable de les inclure dans le test PASEC.

Il est également à noter que certains chercheurs ont proposé des méthodes pédagogiques alternatives afin d'éviter aux élèves ce type de difficulté. Par exemple, Comiti et Neyret proposaient dès 1979 d'introduire les décimaux comme de nouveaux nombres qui présentent leur propre relation d'ordre telle qu'entre deux décimaux il soit toujours possible d'en intercaler un troisième, qui permettent une approximation des nombres réels et qui enfin constituent un outil dans les activités de mesure. Brousseau (1983) a pour sa part expérimenté une progression dans laquelle les décimaux sont présentés comme des rationnels (des fractions décimales), les décimaux-mesure étant introduits comme des fractions particulières qui permettent d'approcher les rationnels et pour lesquels les calculs sont plus simples.

Concernant les fractions, bien que les enfants aient de nombreuses occasions de les manipuler dans leur vie quotidienne (situations de partage), leur apprentissage est cependant très difficile pour la plupart d'entre eux (Clements et Del Campo, 1990). Diverses raisons ont été émises afin d'expliquer ces difficultés.

Tout d'abord, les toutes premières connaissances acquises par les enfants au sujet des fractions se basent quasi exclusivement sur les situations de partage (Watson, Campbell et Collis, 1999). Cette conception des fractions comme « la partie d'un tout » empêche les élèves de considérer les fractions comme des nombres. Cette utilisation d'un modèle inapproprié a des conséquences graves pour les apprentissages ultérieurs, comme l'exécution d'additions ou de multiplications de fractions. Une deuxième source possible de difficulté serait l'association faite par les enfants entre les fractions et des objets concrets, comme ils le faisaient pour l'apprentissage des nombres entiers. Par exemple, il est difficile de concevoir l'addition d'une demi-pomme et d'un tiers de chou et il est totalement impensable de multiplier un cinquième de pomme par trois quarts de tarte. Dans cette approche, les enfants doivent se détacher des représentations concrètes afin de concevoir les fractions comme des nombres.

Il est toutefois à noter que d'autres auteurs préconisent au contraire de conserver le lien existant entre les fractions et leurs diverses représentations concrètes. Ce serait en multipliant les représentations concrètes associées à chaque fraction que les enfants pourraient abstraire le concept de fraction (Streefland, 1997). Enfin, contrairement à ce qui est observé lors du comptage ou de l'exécution d'opérations simples, les enfants n'auraient pas une connaissance intuitive des fractions en tant que nombres ; cela les conduirait à appliquer aux fractions les connaissances informelles acquises sur les nombres entiers (Gallistel et Gelman, 1992).

En conclusion, les difficultés rencontrées par les enfants dans l'apprentissage des fractions peuvent être attribuées à la prédominance d'un modèle inapproprié, à l'utilisation trop fréquente de représentations concrètes, à la difficulté de concevoir les fractions comme des nombres ou à l'application sans réelle compréhension de procédures calculatoires.

I.1.2. Mesure, géométrie, analyse des données et probabilités

La recherche scientifique s'est peu penchée sur les difficultés que pouvaient rencontrer les élèves au cycle primaire en mesure, en géométrie, en analyse des données et en probabilités. Ces domaines occupent une place mineure dans les programmes, en particulier au primaire où l'analyse des données et les probabilités sont quasi inexistantes. La mesure et la géométrie

La mesure

Les difficultés des élèves en mesure sont étroitement liées aux difficultés arithmétiques de calcul, notamment en ce qui concerne les nombres décimaux et les fractions. La conversion des différentes unités de mesure pose également problème.

On pourra aussi retrouver des difficultés en mesure au niveau de la résolution de problèmes à cause de la prédominance, chez les élèves, du modèle de relation linéaire entre différentes grandeurs. Ce dernier point sera abordé de façon plus détaillée dans les questions relatives à la géométrie.

La géométrie

La capacité de reconnaissance des formes est essentielle à évaluer car elle fait partie des compétences de base pour l'apprentissage de l'algèbre²⁴ (Fennel, 2008). Cependant, il faut évaluer la reconnaissance des formes avec précaution car si la forme à identifier est différente de ce que les élèves ont l'habitude de voir dans leur environnement ou à l'école, ces derniers pourraient ne pas la reconnaître. Certains chercheurs ont testé les types d'erreurs que peuvent commettre les élèves lors de la reconnaissance des formes (Clements, 1999) ; le PASEC s'inspire de ces travaux pour la construction des items faisant référence à l'identification des formes géométriques en proposant la reconnaissance de formes dans plusieurs situations.

D'autre part, la connaissance des formules de calcul d'aire, de périmètre et de volume est essentielle dès le primaire pour résoudre des problèmes géométriques ; or celles-ci sont souvent mal acquises par les élèves et on retrouve ces lacunes au secondaire (De Bock, Van Dooren, Janssens et Verschaffel, 2008).

Au secondaire, on constate de nombreuses difficultés chez les élèves dans la résolution de problèmes géométriques liés à la conception linéaire ou proportionnelle des relations mathématiques. Ce type d'erreurs peut également se retrouver dans des problèmes géométriques ou des problèmes de mesure en fin de scolarité primaire. Par exemple, beaucoup d'élèves auront tendance à utiliser une relation linéaire entre la longueur et l'aire au lieu d'une relation quadratique dans des problèmes impliquant des carrés (De Bock, Van Dooren, Janssens et Verschaffel, 2008). Le modèle linéaire et proportionnel est souvent utilisé par les élèves de façon inconsciente et spontanée, comme si c'était une évidence (Fischbein, 1987). Ceci est sûrement dû à l'attention permanente accordée aux modèles linéaires dès le cycle primaire, qui fait que les élèves ont tendance à traiter chaque relation

²⁴ L'algèbre est une branche des mathématiques qui permet d'exprimer les propriétés des opérations et le traitement des équations et qui aboutit à l'étude des structures algébriques.

Le domaine d'application de l'algèbre s'étend des problèmes arithmétiques, qui traitent de nombres, à ceux de nature géométrique tels que la géométrie analytique de Descartes ou les nombres complexes. L'algèbre occupe ainsi une place charnière entre l'arithmétique et la géométrie, et permet d'étendre et d'unifier le domaine numérique.

entre des grandeurs de façon linéaire ou proportionnelle (Freudenthal, 1983). Ce phénomène est appelé « illusion de la linéarité ». Ainsi, il est fréquent de voir des élèves répondre incorrectement à la question : « Il faut 6 minutes pour cuire un œuf, combien de temps faut-il pour cuire 4 œufs en même temps ? » Ici, les élèves ont tendance à répondre 24 minutes au lieu de 6.

Il est intéressant de poser dans le test de fin de scolarité primaire quelques problèmes de mesure et de géométrie demandant des raisonnements non linéaires ou proportionnels car les élèves ont souvent des difficultés avec ce type de problèmes²⁵. Enfin, il est à noter que les difficultés que peuvent éprouver les élèves à se détacher du modèle mathématique linéaire posent également problème dans les domaines des probabilités, des statistiques (analyses de données) et de l'algèbre. L'analyse des données et les probabilités Les probabilités et l'analyse des données sont peu étudiées au cycle primaire et quasi inexistantes dans les curricula des pays du PASEC, notamment dans les pays d'Afrique francophone (cf. le paragraphe 1.3 concernant les curricula dans les pays évalués par le PASEC). Ainsi, ces deux domaines ne sont pas abordés dans le test PASEC, sauf pour certains items concernant l'analyse de graphiques et de plans qui sont associés à la géométrie. Au niveau international, de nombreux pays d'autres zones géographiques considèrent ces apprentissages comme essentiels au cycle primaire, même si les concepts y sont abordés de façon très élémentaire.

1.1.3. Synthèse des compétences clés à atteindre en mathématiques en fin de scolarité primaire

Le *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM, 2009) a identifié les compétences clés que les élèves doivent maîtriser en fin de scolarité primaire :

Tableau 9 : Descriptif des compétences clés à atteindre en fin de cycle primaire en mathématiques (NCTM, 2009)

<p>Arithmétique : nombres et opérations</p>	<p>Comprendre les nombres, leurs représentations et les relations entre les nombres et les systèmes numériques :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Comprendre la structure du système de nombres en base 10 et être en mesure de représenter et de comparer les nombres entiers et décimaux ; - Reconnaître les représentations équivalentes pour un même nombre et les générer en décomposant et en composant des numéros ; - Développer la compréhension des fractions en tant que parties d'un tout unitaire, comme des parties d'une collection, comme des emplacements sur des lignes numériques, comme des divisions de nombres entiers ; - Utiliser des modèles, des repères et des formes équivalentes pour juger de la taille des fractions ; - Reconnaître et générer des formes équivalentes de fractions couramment utilisées : les décimales, les pourcentages ;
--	--

²⁵ Si les élèves ont des difficultés à se détacher du modèle linéaire, il en va parfois de même pour les enseignants (Cramer, Post et Currier, 1983).

- Explorer les nombres inférieurs à 0.

Comprendre la signification des opérations et leurs relations :

- Connaître et comprendre les propriétés des quatre opérations : additionner, soustraire, multiplier et diviser (en fin de cycle primaire on insiste beaucoup plus sur les multiplications et les divisions) ;
- Reconnaître les relations entre les différentes opérations (la division est l'inverse de la multiplication, etc.) ;
- Choisir les bonnes opérations en tenant compte de la priorité des opérations.

Calculer de façon fluide et faire des estimations raisonnables :

- Développer l'aisance avec des combinaisons de chiffres de base pour la multiplication et la division et utiliser ces combinaisons afin de calculer mentalement et résoudre des problèmes ;
- Développer l'aisance à ajouter, à soustraire, à multiplier et à diviser des nombres entiers ;
- Développer et utiliser des stratégies pour estimer des résultats avec des nombres entiers, des fractions et des nombres décimaux et mettre en place des stratégies de vérification de ces résultats ;
- Choisir des méthodes et des outils appropriés pour résoudre des problèmes arithmétiques.

Mesure

Comprendre et connaître les caractéristiques mesurables de différents types d'objets (unités et procédés de mesure) :

- Comprendre et connaître les différentes unités de mesure (longueur, aire, masse, volume, angle, durée, monnaie, température) et savoir sélectionner le type d'unité approprié selon l'objet étudié et la situation ;
- Effectuer des conversions d'unités simples ;
- Savoir mesurer à l'aide d'instruments en prenant en compte l'incertitude liée à la mesure.

Appliquer les formules de calcul des différentes mesures de façon appropriée :

- Sélectionner et appliquer les formules appropriées pour mesurer la longueur, l'aire, le volume, la masse et les angles standards pour des objets tels que les triangles, les rectangles, les carrés, les parallélogrammes, les disques et les solides de forme rectangulaire ;
- Élaborer des stratégies pour estimer les périmètres, les surfaces et les volumes des formes irrégulières.

Géométrie

Analyser les caractéristiques et les propriétés des formes géométriques à deux et trois dimensions et développer des arguments mathématiques sur les relations géométriques :

- Connaître et comprendre les propriétés géométriques élémentaires des figures planes et des solides suivants : carré, rectangle, losange, parallélogramme, triangle, cercle, parallélépipède rectangle, cylindre, sphère et cube ;
- Connaître et comprendre les notions de parallèles, perpendiculaire, médiatrice, bissectrice et tangente ;
- Connaître, comprendre et appliquer les transformations : symétries, agrandissements et réductions ;
- Connaître, comprendre et appliquer des théorèmes de géométrie plane : somme des angles d'un triangle, inégalité triangulaire, théorème de Thalès (dans le triangle) et théorème de Pythagore.

Spécifier les positions d'objets et décrire les relations spatiales en utilisant la géométrie analytique et d'autres systèmes de représentation :

- Décrire la position et le mouvement en utilisant le vocabulaire de la géométrie ;
- Fabriquer et utiliser des systèmes de coordonnées pour spécifier des emplacements et décrire des itinéraires grâce à des plans ;
- Trouver la distance entre des points le long de lignes horizontales et verticales dans un système de coordonnées.

Utiliser la visualisation, le raisonnement spatial et la modélisation géométrique pour résoudre des problèmes :

- Construire et dessiner des objets géométriques ;
- Identifier et construire un objet en trois dimensions à partir des représentations bidimensionnelles de l'objet et inversement ;
- Utiliser des modèles géométriques pour résoudre des problèmes dans d'autres domaines des mathématiques tels que l'arithmétique et la mesure ;
- Reconnaître les concepts et les relations géométriques et les appliquer à d'autres disciplines et à des problèmes qui se posent dans la salle de classe ou dans la vie quotidienne.

Probabilités et analyse des données

Évaluer, inférer et faire des prédictions fondées sur des données :

- Discuter de la probabilité d'événements liés à l'expérience des élèves ;
- Réaliser et analyser des expériences liées au concept de hasard.
- Déterminer qualitativement des résultats et les lier aux concepts de résultats certains, de résultats possibles ou de résultats impossibles.
- Confronter des expériences pour en comparer les probabilités.
- Dénombrer les résultats d'une expérience aléatoire à l'aide de tableaux et de diagrammes pour être en mesure de les comparer.
- Comprendre que la mesure de la probabilité d'un événement peut être représentée par un nombre de 0 à 1.

Analyser des données :

- Apprendre à réaliser une enquête ou un sondage pour répondre à un questionnement.
- Réaliser une collecte de données à organiser au moyen de tableaux, de diagrammes à bandes horizontales ou verticales, etc.
- Être capable de calculer la moyenne arithmétique.

1.2 Standards internationaux de mesure des mathématiques

Les programmes d'évaluation de l'IEA (TIMMS)²⁶ et de l'OCDE (PISA) ont fait évoluer les concepts, notions et référentiels d'évaluation des mathématiques pour suivre les dernières avancées scientifiques et répondre aux débats internationaux sur les compétences²⁷. Actuellement, les protocoles d'évaluation de ces enquêtes sont principalement orientés vers la mesure du niveau de « numératie », qui est obtenue par la mesure des niveaux de connaissance et de compétence des élèves en mathématiques.

La numératie est reconnue comme une composante fondamentale des mathématiques à travers tous les curricula des différentes zones géographiques du monde. On peut la définir comme l'ensemble des connaissances et des compétences requises pour gérer efficacement les exigences relatives aux notions de calcul dans diverses situations. Elle implique la capacité à utiliser, dans un contexte donné, une combinaison de concepts mathématiques et de compétences couvrant l'ensemble de la discipline (numérique, spatiale, statistique et algébrique) et une façon de penser propre aux mathématiques,

²⁶ *Trends in International Mathematics and Science Study.*

²⁷ Consulter les recommandations de la consultation internationale LMTF (Comité de réflexion sur la métrique de l'apprentissage). 2013. *Vers l'apprentissage universel : Recommandations du Comité de réflexion sur la métrique de l'apprentissage.* Montréal et Washington, D. C. : Institut de statistique de l'UNESCO et Centre pour l'éducation universelle de la Brookings Institution.

impliquant des stratégies, des aptitudes de raisonnement et d'analyse et une certaine appréciation du contexte²⁸. Toutes ces composantes devraient, autant que faire se peut, être prises en compte dans l'élaboration et la définition d'un test d'évaluation des acquis en mathématiques, que ce soit au niveau des concepts et connaissances à tester, des difficultés présentes dans le test, des processus cognitifs et des stratégies que les élèves devront mobiliser, de la contextualisation des exercices, etc.

Les tests PASEC sont une mesure externe des systèmes éducatifs, et n'ont pas été développés pour mesurer le degré d'atteinte des objectifs spécifiques propres à chaque système éducatif, ni ceux d'une année scolaire en particulier.

Le test *PASEC2014* s'inspire également des standards internationaux décrivant les compétences à atteindre en fin de cycle primaire. Ainsi, le groupe spécial sur la métrique des apprentissages (en anglais *Learning Metrics Task Force*, ou LMTF) a publié en 2013 un rapport sur les compétences à atteindre tout au long de l'éducation de base. Ce rapport a été rédigé sur la base d'une consultation internationale auprès de chercheurs et d'institutions et présente les mêmes compétences de base à atteindre que celles énumérées par le *National Council of Teachers of Mathematics*.

1.3 Curricula en fin de scolarité primaire des pays d'Afrique subsaharienne

Si le test PASEC n'est pas conçu pour évaluer le degré de maîtrise des spécificités des curricula nationaux par les élèves, il est important d'examiner le contenu des curricula des pays évalués afin de s'assurer que le test PASEC n'est pas trop en décalage par rapport aux objectifs d'apprentissage qui y sont inscrits. L'examen des curricula est également important pour comprendre les résultats des élèves : par exemple, un pays qui accorde peu de temps à la résolution de problèmes dans ses curricula devrait présenter de moins bons résultats pour cette compétence.

Ainsi, d'après les curricula²⁹ d'un certain nombre de pays d'Afrique membres de la CONFEMEN, les compétences attendues en mathématiques sont les suivantes :

Tableau 10 : Descriptif des compétences présentes dans 10 pays d'Afrique membres de la CONFEMEN

Domaines	Objectifs et compétences	Contenus
----------	--------------------------	----------

²⁸ *Numeracy Education Strategy Development Conference*, 1997.

²⁹ Synthèse effectuée par le centre international du PASEC à partir des programmes officiels du Cameroun, du Congo, du Burundi, du Burkina Faso, du Bénin, de la Côte d'Ivoire, du Niger, du Sénégal, du Togo et du Tchad.

Arithmétique (nombres et opérations)	<ul style="list-style-type: none"> Effectuer des opérations sur les nombres entiers, les nombres décimaux, les nombres complexes, les fractions et les pourcentages ; Apprendre à raisonner et à résoudre des problèmes. <p>Les processus cognitifs utilisés sont : la connaissance des faits et des procédures, le développement du calcul mental, l'application des concepts et des formules, la résolution de problèmes et le raisonnement.</p>	<p>Construction des nombres entiers, des fractions et des décimaux ; addition, soustraction, multiplication et division des nombres entiers ; addition, soustraction et multiplication des fractions et des décimaux ; proportionnalité et partages inégaux ; chiffres romains (<i>pas dans tous les programmes</i>) ; élévation d'un nombre à une puissance (<i>pas dans tous les programmes</i>) ; pourcentages et règle de trois.</p>
Géométrie, données	<ul style="list-style-type: none"> Identifier et construire des objets géométriques (reconnaître, décrire, tracer, construire, compléter, développer, reconstituer). <p>Les processus cognitifs utilisés sont : la connaissance, l'application et le raisonnement.</p>	<p>Figures étudiées : Polygones, cercles et disques, cylindres, pyramides, cubes quadrilatères particuliers, hexagones réguliers, etc.</p> <p>Notions étudiées : hauteurs de tous les types de triangles, droites, segments, courbes, parallèles, perpendiculaires, médiatrices, bissectrices, tangentes, symétries, agrandissements et réductions.</p>
Mesure	<ul style="list-style-type: none"> Mesurer directement des grandeurs ou mesurer des grandeurs dans des problèmes de mesure ; Établir des relations et convertir les différentes unités de mesure (déterminer, traiter, utiliser, établir). <p>Les processus cognitifs utilisés sont : la connaissance, l'application et le raisonnement.</p>	<p>Unités de mesure : longueurs et surfaces (périmètres et aires des différents objets géométriques), masses, capacités, mesures agraires, angles, durées, volumes, monnaies (TVA, factures, taux d'intérêt, remises).</p>
Analyse des données³⁰	<ul style="list-style-type: none"> Lire et interpréter des données dans un tableau ou 	<p>Graphiques, tableaux de données.</p>

³⁰ ce domaine est étudié dans moins de 5 pays sur 10 et est très peu développé

un graphique

Les processus cognitifs utilisés sont : la lecture, la compréhension et l'interprétation d'une situation.

Les processus cognitifs les plus fréquemment abordés dans les curricula sont, dans l'ordre : la connaissance des faits et procédures, l'utilisation des concepts et des formules, la résolution de problèmes et le raisonnement. Les contenus ou domaines les plus importants sont la numération, la géométrie et la mesure.

Les résultats de l'analyse des programmes officiels de 6^e année rejoint ceux de l'étude effectuée par la CONFEMEN en 2008³¹ sur la 5^e année du primaire dans 15 pays de la CONFEMEN.

Figure 2 : Poids attribués aux différentes compétences dans les curricula des 14 pays étudiés par la CONFEMEN

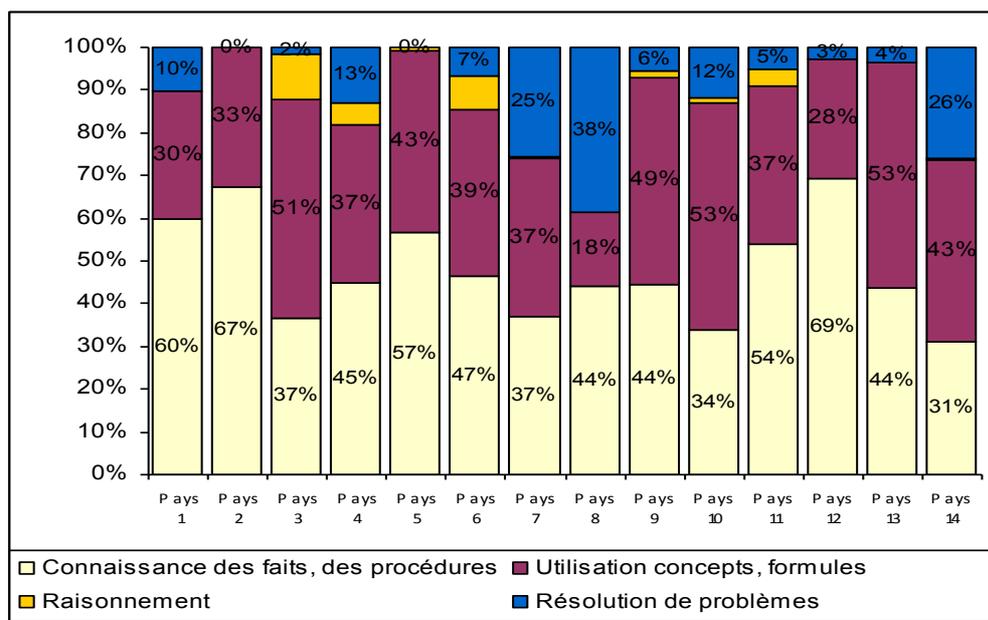
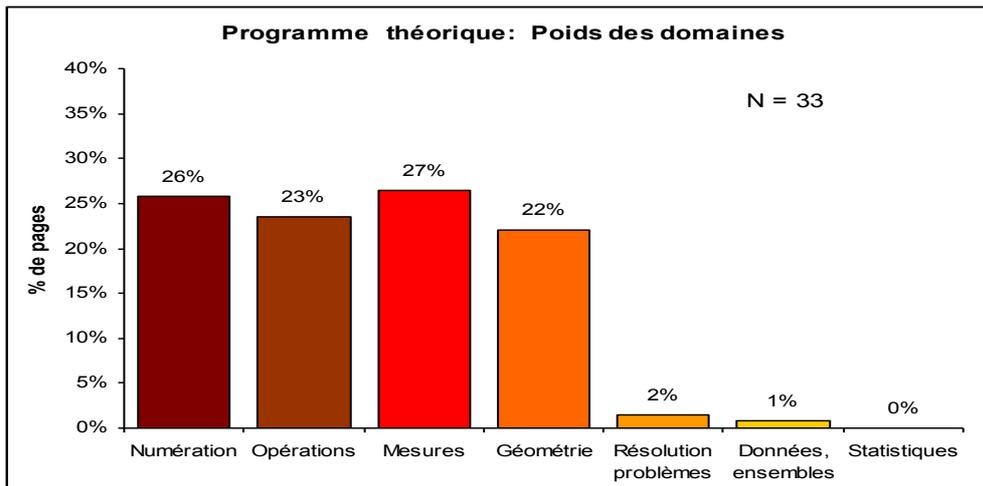


Figure 3 : Moyenne du poids attribué aux différents domaines des mathématiques dans les curricula des 14 pays étudiés par la CONFEMEN

³¹ L'étude commanditée par la CONFEMEN sur les curricula officiels et implantés en Afrique a été menée en 2008 par l'INEADE et l'Université de Liège. Cette étude concerne 15 pays : le Sénégal, la Mauritanie, le Niger, le Bénin, le Cameroun, Madagascar, le Gabon, la Côte d'Ivoire, l'île Maurice, le Togo, le Tchad, le Liban, le Burkina Faso et le Congo.



Comme on peut le voir dans la figure 1, dans certains pays, le raisonnement mathématique est peu maîtrisé et le processus « résolution de problèmes » n'est que peu enseigné. Or, la résolution de problèmes et le raisonnement sont reconnus par la communauté internationale et par les pédagogues comme des éléments indispensables des apprentissages et ne peuvent donc pas être négligés dans l'évaluation PASEC, même si leur poids reste faible dans le test. De même, on remarquera dans la figure 2 que les pays évalués par le PASEC accordent très peu d'importance aux statistiques et aux probabilités. Ces domaines ne sont pas représentés dans les tests PASEC. Il est également à noter que la qualité des curricula varie beaucoup d'un pays à l'autre et que ceux-ci sont plus ou moins récents. Ainsi, dans certains pays, on trouvera des curricula ayant plus de 15 ans et dans lesquels les priorités d'apprentissage et les compétences de base (prioritaires) à atteindre ne sont pas spécifiées ; en outre, le nombre de connaissances et de savoir-faire qui y sont décrits est très variable et les méthodes pédagogiques, peu explicites. Ces caractéristiques rendent certains curricula difficiles à utiliser et ne permettent pas à l'enseignant d'organiser ses cours en fonction de certains objectifs prioritaires.

2. Domaines et compétences évalués en mathématiques dans le nouveau test PASEC de fin de scolarité primaire

Les compétences évaluées par les tests PASEC ont été choisies afin de prendre en compte : (i) les compétences fondamentales en mathématiques reconnues par la communauté scientifique et les institutions internationales œuvrant dans le domaine de l'éducation ; (ii) les difficultés les plus courantes rencontrées par les élèves ; (iii) les curricula des pays évalués. Certaines compétences jugées secondaires, inexistantes dans les curricula ou entraînant de sérieuses difficultés dans le cadre des tests PASEC n'ont pas été reprises dans le test actuel³².

Le test PASEC de fin de scolarité est composé de différents domaines, comprenant chacun des contenus à maîtriser, et de différents processus cognitifs à mobiliser. Le résultat du test est reporté, à la suite de l'analyse psychométrique, sur une échelle de compétence qui classe les élèves en fonction de leur taux de réussite aux items et le niveau de difficulté de ces items.

Les différents processus évalués dans le test, comme « connaître », « appliquer » et « raisonner », ne sont pas hiérarchiquement associés aux différents niveaux de difficulté du test. Les analyses des résultats montrent que des items faisant intervenir le processus « connaître » peuvent présenter des niveaux de difficulté différents, en fonction des contenus ou des supports utilisés. Par exemple, un item de connaissance faisant intervenir des nombres entiers sera d'un niveau de difficulté plus faible qu'un item de connaissance portant sur les nombres décimaux.

2.1 Domaines évalués en mathématiques

Les domaines les plus représentés en fin de cycle primaire sont :

- l'arithmétique (nombres et opérations) ;
- la mesure ;
- la géométrie.

Ce sont donc ces trois domaines qui sont évalués dans le test PASEC.

Le test PASEC attribue à chaque domaine les poids suivants :

Tableau 11: Pourcentages et nombres d'items consacrés à chaque domaine dans le test de mathématiques de fin de primaire de l'évaluation PASEC2014

Domaine	Pourcentage d'items	Nombre d'items
Arithmétique (nombres et opérations) L'arithmétique est évaluée à travers des	46,9%	38

³² Par exemple, le PASEC ne teste pas encore l'utilisation des outils géométriques comme la règle, le compas ou l'équerre dans la construction des figures géométriques.

situations de reconnaissance, d'application et de résolution de problèmes portant sur des opérations, des nombres entiers, des nombres décimaux, des fractions, des pourcentages, des suites numériques et des tableaux de données.		
Mesure La mesure est évaluée à travers des situations de reconnaissance, d'application et de résolution de problèmes portant sur des notions de grandeur : longueur, masse, capacité, aire et périmètre.	35,8 %	29
Géométrie et espace La géométrie et l'espace sont évalués à travers des situations de reconnaissance des propriétés des formes géométriques à deux ou trois dimensions, des relations et des transformations géométriques, et des positions et des représentations spatiales.	17,3 %	14

2.1.1 Compétences évaluées et exercices en arithmétique dans PASEC2014 Dans ce domaine, le test mesure la compréhension de la notion de valeur, les représentations des nombres et de leur sens, les relations entre les nombres, la connaissance des quatre opérations et la compréhension de certains modèles et énoncés numériques (suites de nombres et expressions opératoires).

Les items du PASEC portent sur :

- les nombres entiers ;
- les fractions ;
- les nombres décimaux ;
- les opérations ;
- les énoncés et modèles numériques.

Les nombres entiers

Les items du test PASEC portant sur les nombres entiers mesurent la capacité des élèves à :

- connaître la valeur des nombres et les reconnaître sous différentes formes écrites : symboles, mots ;
- comparer et ordonner les nombres entiers ;
- calculer avec les nombres entiers en utilisant les quatre opérations (multiplier, diviser, additionner, soustraire) et estimer les résultats des calculs ;
- reconnaître les facteurs et les multiples d'un nombre ;
- résoudre des situations-problèmes faisant appel à différents contextes (vie courante, contexte scolaire, etc.) et faisant intervenir des connaissances liées à différents domaines des mathématiques (unités de mesure, monnaie, proportions simples, etc.).

Les fractions et les nombres décimaux

Les items du test PASEC portant sur les fractions et sur les nombres décimaux mesurent la capacité des élèves à :

- interpréter une fraction comme une partie d'une collection ;
- représenter une fraction par des nombres ;
- identifier, comparer et ordonner des fractions simples ;
- additionner, soustraire et multiplier des fractions simples ;
- identifier, comparer et ordonner des nombres décimaux ;
- additionner, soustraire et multiplier des nombres décimaux ;
- résoudre des problèmes faisant intervenir des fractions ou des nombres décimaux dans l'énoncé ou dans le processus de résolution du problème.

Les opérations

Les items du test PASEC portant sur les opérations mesurent la capacité des élèves à :

- connaître les règles et les propriétés de calcul des quatre opérations (additionner, diviser, multiplier, soustraire) et les appliquer avec des nombres entiers ou des nombres décimaux ;
- trouver le bon signe opératoire dans une phrase mathématique afin d'arriver au résultat donné ;
- choisir les bonnes opérations en tenant compte de la priorité des opérations ;
- choisir la bonne opération dans une situation-problème.

Les énoncés et modèles numériques

Les connaissances pré-algébriques interviennent également dans le test de mathématiques de 6^e année du PASEC. L'accent est mis sur les connaissances qui seront utiles aux élèves pour développer leur sens algébrique, à savoir les connaissances relatives aux équations simples sous forme d'énoncés numériques (suites d'opérations) ou sous formes de modèles. Les élèves devraient être en mesure de travailler avec des énoncés numériques pour trouver des nombres manquants, explorer des modèles numériques bien définis et identifier la relation mathématique qui régit le modèle.

Les items du test PASEC portant sur les phrases et modèles numériques mesurent la capacité des élèves à :

- trouver le nombre manquant ou le bon signe opératoire dans une phrase numérique ;
- interpréter une situation simple par une phrase numérique simple (une suite d'opérations) ;
- identifier la règle de calcul qui régit un modèle mathématique simple (par exemple dans une suite de nombres) ;
- trouver un ou plusieurs nombres manquants dans un modèle mathématique (par exemple dans une suite numérique).

2.1.2 Compétences évaluées et exercices en mesure dans PASEC2014

Les compétences évaluées en mesure sont les suivantes :

- Connaître les unités de mesure et leurs propriétés ;

- Connaître les différentes formules de calcul des mesures.

Les unités de mesure

Les items du test PASEC portant sur les unités de mesure évaluent la capacité des élèves à :

- Connaître l'unité de mesure des longueurs, de la masse, de l'aire (de la surface), du volume, des angles, de la durée et de la température ;
- Identifier et comparer des longueurs, des masses, des aires, des volumes, des angles et des durées ;
- Mesurer, estimer et donner des approximations de longueurs, de masses, d'aires, de durées, etc. ;
- Choisir les unités de mesure appropriées selon le contexte ;
- Attribuer les unités de mesure appropriées selon les figures géométriques ;
- Effectuer des conversions des mesures de longueur, de masse, de volume et de durée ;
- Lire l'heure sous toutes ses formes ;
- Placer les événements par rapport au temps (journée, semaine, mois, année).

Les formules de calcul des mesures

Les items du test PASEC portant sur les formules de calcul des mesures évaluent la capacité des élèves à :

- Connaître les formules de calcul des longueurs (périmètre et circonférence), des aires, des volumes et des angles pour les figures suivantes : les triangles, les rectangles, les carrés, les parallélogrammes, les disques et les solides de forme rectangulaire.

2.1.3 Compétences évaluées et exercices en géométrie

Les compétences évaluées en géométrie sont les suivantes :

- Connaître les figures géométriques à deux et trois dimensions et leurs propriétés ;
- Connaître les relations géométriques ;
- Connaître les positions d'objets, les relations spatiales et les différents systèmes de représentation spatiale.

Les figures géométriques à deux et trois dimensions et leurs propriétés

Les items du test PASEC portant sur les figures géométriques mesurent la capacité des élèves à :

- Connaître et comprendre les propriétés géométriques élémentaires des figures planes et des solides suivants : carré, rectangle, losange, parallélogramme, triangle, cercle, parallélépipède rectangle, cylindre, sphère et cube ;
- Connaître les notions de droites, de lignes, de courbes, de segments et de points.

Les relations géométriques

Les items du test PASEC portant sur les relations géométriques évaluent la capacité des élèves à :

- Connaître et comprendre les notions de parallèles, de perpendiculaire, de médiatrice, de bissectrice et de tangente ;
- Connaître et comprendre les transformations suivantes : symétries, agrandissements et réductions ;
- Connaître les théorèmes de géométrie plane : somme des angles d'un triangle, inégalité

triangulaire, théorème de Thalès (dans le triangle) et théorème de Pythagore.

Les positions d'objets, les relations spatiales et les différents systèmes de représentation spatiale

Les items du test PASEC portant sur les positions d'objets et les différents systèmes de représentation spatiale évaluent la capacité des élèves à :

- Décrire la position d'objets en utilisant le vocabulaire géométrique (droite, gauche, à côté de, etc.) ;
- Lire un plan et trouver la distance entre deux points ;
- Lire un graphique représentant une droite, un histogramme, etc. ;
- Lire un tableau de coordonnées.

2.2 Présentation des processus évalués en mathématiques

Les processus cognitifs font référence à l'ensemble des processus mentaux qui se rapportent à la fonction de connaissance tels que la mémoire, le langage, le raisonnement, l'apprentissage, la résolution de problèmes, la prise de décision, la perception ou l'attention.

D'après les pédagogues et la communauté scientifique internationale, les processus cognitifs auxquels les élèves font le plus appel au cycle primaire en mathématiques et qui occupent une place majeure dans les curricula, sont :

- la connaissance et la compréhension des faits mathématiques ;
- l'application des faits mathématiques ;
- le raisonnement.

Le PASEC attribue à chaque processus les poids suivants dans le test :

Tableau 12 : Pourcentages et nombres d'items consacrés à chaque processus dans le test de mathématiques de fin de cycle primaire de l'évaluation PASEC2014

Processus	Pourcentage d'items	Nombre d'items
Connaître et comprendre	40,7 %	33
Appliquer	39,5 %	32
Raisonner	19,8 %	16

2.2.1 Connaître et comprendre

Plus un élève a de connaissances en mathématiques et est familier avec les concepts mathématiques, plus il aura de facilité à utiliser les mathématiques et à raisonner dans ce domaine.

Certaines procédures de base, comme le calcul élémentaire, sont considérées comme des connaissances en fin de scolarité primaire car elles font appel à un processus routinier et intériorisé qui ne sollicite pas la mise en relation de plusieurs concepts.

Les processus « connaître » et « comprendre » font appel aux compétences suivantes dans le test PASEC :

- Se rappeler, mémoriser : se rappeler des définitions, de la terminologie, des propriétés des nombres, des règles opératoires, des propriétés géométriques et des notations, etc. ;
- Reconnaître : reconnaître les objets mathématiques (formes, nombres, expressions, quantités, unités de mesure, etc.) et les équivalences mathématiques (opérations équivalentes, nombres égaux à des fractions, etc.) ;

- Classer/ordonner : classer des formes, des nombres, des fractions, des opérations en fonction de leurs grandeurs ou de propriétés communes ;
- Extraire une information : savoir lire un graphique ou un tableau de données et récupérer une information explicite ;
- Calculer, convertir, mesurer : effectuer des opérations ou une combinaison d'opérations posées de façon explicite (« $143 + 178 = \dots$ »), calculer des aires ou des périmètres dans des situations posées de façon explicites (« Calculer le périmètre du rectangle suivant »), convertir des unités de mesure à partir d'une demande explicite, avec ou sans tableau de conversion (« Convertir 35 kilogrammes en grammes »), mesurer des surfaces, des périmètres, des grandeurs, etc., à l'aide des formules de calcul des mesures et selon des figures bien définies et connues (« Calculer l'aire du disque suivant »).

2.2.2 Appliquer

Le processus « appliquer » fait intervenir des outils mathématiques dans un contexte donné. Dans le test PASEC, ce processus fait appel aux compétences suivantes : sélectionner, modéliser, calculer, convertir, mesurer : choisir la bonne opération, formule de mesure, équation ou figure géométrique pour représenter une situation mathématique familière, courante et explicite, et calculer, mesurer et convertir tous types de nombres et d'unités de mesure.

2.2.3 Raisonner

Le processus « raisonner », en mathématiques, implique de mobiliser les cheminements logiques mis en œuvre dans certaines situations pour systématiser leur usage en fonction des types de situations rencontrés. Cela inclut un raisonnement intuitif et inductif basé sur des modèles et des schémas de régularité qui peuvent être utilisés pour aboutir à la résolution de problèmes courants (familiers ou routiniers) ou peu courants (non familiers). Le raisonnement implique de faire des déductions logiques fondées sur des hypothèses et des règles spécifiques, et de justifier les résultats obtenus.

Dans le test PASEC, le processus « raisonner » fait appel aux compétences suivantes :

- Analyser, inférer, interpréter : retranscrire un problème sous forme mathématique (opération, formule de mesure, etc.). Par exemple, les élèves devraient être capables de trouver un modèle ou un règle mathématique pour compléter une suite logique de nombres ;
- Combiner, synthétiser : combiner et établir des relations entre différentes procédures, connaissances ou formules mathématiques ;
- Justifier : justifier un résultat obtenu en communiquant les étapes du raisonnement suivi pour résoudre un problème (par exemple préciser la formule utilisée et déterminer les opérations nécessaires pour résoudre un problème) ;
- Résoudre un problème courant : sélectionner la bonne opération et trouver le résultat de cette opération ou utiliser la bonne formule de mesure dans un problème familier et courant (savoir calculer, convertir et mesurer dans des problèmes de routine) ;
- Résoudre des problèmes « nouveaux » : trouver le résultat de problèmes peu familiers, dans des contextes nouveaux ou faisant appel à plusieurs étapes et à plusieurs capacités : la capacité d'analyser le problème et de faire appel aux bonnes connaissances pour le résoudre, de combiner plusieurs types de connaissances, de sélectionner la ou les bonnes opérations et de calculer dans le bon ordre.

Partie 3 : Protocole des tests PASEC2014

I. Développement des tests PASEC2014

Les items des tests ont été conçus en français³³ par le centre international du PASEC et ont été validés par son Comité Scientifique. Un comité d'experts du Centre de recherche en Éducation de Nantes (EA 2661) de l'Université de Nantes et du service d'analyse des Systèmes et des Pratiques d'enseignement (ASPE) de l'Université de Liège de concert avec les équipes nationales PASEC des 10 pays participant à la première évaluation internationale PASEC2014, ont contribué à la mise en place de ces instruments de mesure. Le développement des tests a suivi un processus scientifique conforme aux standards des évaluations internationales. La qualité des items a été pré-testée dans chacun des pays participants.

La traduction et l'adaptation des tests dans d'autres langues que le français³⁴ ont été réalisées par un groupe de traducteurs experts³⁵ dans l'adaptation linguistique d'items dans des évaluations internationales. Le processus d'adaptation implique une traduction puis une vérification indépendante. Les tests ne sont pas traduits directement mais adaptés, de telle sorte que la nature de la question s'approche autant que possible de celle de la version source en français.

Les procédures de passation et le fonctionnement des items ont été testés en avril 2013 dans tous les pays participants auprès d'un échantillon réduit de 20 écoles. Cette phase a permis d'apprécier le fonctionnement global des tests et le fonctionnement individuel des items aux niveaux national et international. Les items défailants ont été identifiés sur la base des critères suivants : niveau de difficulté, capacité de discrimination, ajustement au modèle de réponse à l'item et qualité de la traduction le cas échéant.

Les items défailants ont été supprimés et les tests définitifs ont été validés en décembre 2013.

Au terme de l'évaluation PASEC2014, un échantillon d'items a été rendu public dans le rapport international pour illustrer les résultats des élèves.

Un nouveau lot d'items sera développé pour la seconde vague de l'évaluation internationale pour combler les items libérés.

Un échantillon d'items permettra d'établir une comparaison dans le temps des performances des élèves aux différentes évaluations PASEC.

³³ Langue source de conception des items.

³⁴ Pour le PASEC2014, le test a été adapté en anglais pour le sous-système anglophone camerounais.

³⁵ La société CAPSTAN a été mandatée pour réaliser l'adaptation des tests PASEC2014 en anglais.

2. Spécifications des tests PASEC2014 de fin de scolarité primaire

2.1 Méthode des cahiers tournants

Cette méthode, pratiquée par les principaux programmes internationaux d'évaluation des acquis des élèves, permet de diviser un test en plusieurs parties (blocs d'items) afin de faire passer un sous-ensemble du test, dans un livret, à une partie de l'échantillon des élèves. L'utilisation du modèle de réponse à l'item (IRT, pour *Item Response Theory*) permet de rapporter, sur une seule et même échelle et sous certaines contraintes, les performances obtenues avec différents livrets de contenus comparables. Des blocs d'items d'ancrage permettent de faire un lien entre tous les livrets, de placer tous les items du test sur une même échelle et de prédire le score des élèves aux items qui ne leur ont pas été soumis.

Chaque bloc d'items est conçu pour présenter le même niveau de difficulté et couvrir les mêmes domaines et processus. Les items sont répartis dans chaque bloc de manière à suivre une même progression de difficulté. Ainsi, les élèves enquêtés ne sont pas soumis à tous les items mais sont évalués sur des critères identiques, ce qui neutralise les effets liés à l'apprentissage et à la fatigabilité.

L'ordre de passation des blocs est organisé de façon à ce que chaque bloc d'items occupe tous les rangs d'un livret à l'autre, d'où l'appellation « cahiers tournants ».

La flexibilité des modèles IRT permet d'accroître considérablement le nombre d'items sans pour autant allonger la durée de passation des tests pour un élève donné. En effet, chaque élève ne doit répondre qu'à un sous-ensemble particulier de questions. L'augmentation du nombre d'items permet de garantir une meilleure validité de la mesure.

2.2 Organisation des items dans les tests PASEC2014

Le test complet de lecture est composé de 92 items répartis dans 4 blocs d'items distribués dans 4 livrets de test. Le test de mathématiques suit la même logique d'organisation et comprend 81 items.

Les items étant répartis dans des blocs de 23 à 20 items, eux même positionnés dans un des 4 livrets (livret A/B/C/D) selon la méthode des cahiers tournants.

Chacun des blocs est réparti deux fois dans les 4 livrets (Livret A/B/C/D). Les 8 blocs (4 blocs de lecture et 4 blocs de mathématiques) sont positionnés dans les 4 livrets de manière à ce que chaque bloc apparaisse une fois en début et une fois en fin de livret.

Tableau 13 : Répartition des blocs d'items dans les livrets

Livret A	Bloc 1 Lecture	Bloc 2 Lecture	Bloc 1 Mathématiques	Bloc 2 Mathématiques
Livret B	Bloc 2 Lecture	Bloc 3 Lecture	Bloc 2 Mathématiques	Bloc 3 Mathématiques
Livret C	Bloc 3 Lecture	Bloc 4 Lecture	Bloc 3 Mathématiques	Bloc 4 Mathématiques
Livret D	Bloc 4 Lecture	Bloc 1 Lecture	Bloc 4 Mathématiques	Bloc 1 Mathématiques

Selon cette répartition, chaque élève enquêté répond uniquement à 46 items en lecture et 40 items en mathématiques.

Les 4 livrets sont distribués aléatoirement dans chaque classe à 5 élèves maximum ; au total, 20 élèves maximum d'une même classe seront évalués dans une école.

Les items de lecture sont répartis dans chacun des blocs de manière à former des blocs sollicitant des niveaux de processus comparables et comportant des supports écrits de même nature :

Tableau 14 : Répartition des items de lecture dans les livrets en fonction du processus évalué

Processus cognitifs en lecture	Bloc 1	Bloc 2	Bloc 3	Bloc 4	Total général
Décoder et reconnaître une information	6	5	6	6	23
Extraire des informations explicites	8	10	9	9	36
Réaliser des inférences logiques	4	3	4	4	15
Interpréter et combiner des informations	5	5	4	4	18
Total général	23	23	23	23	92

En mathématiques, la répartition des items dans les blocs est la suivante :

Tableau 15 : Répartition des items de mathématiques dans les livrets en fonction du processus évalué

Processus cognitifs en mathématiques	Bloc 1	Bloc 2	Bloc 3	Bloc 4	Total général
Connaître	9	9	8	7	33
Appliquer	7	8	8	9	32
Raisonner	4	4	4	4	16
Total général	20	21	20	20	81

Tableau 16 : Répartition des items de mathématiques dans les livrets en fonction du domaine évalué

Domaines en mathématiques	Bloc 1	Bloc 2	Bloc 3	Bloc 4	Total général
Arithmétique (nombres et opérations)	3	5	3	3	14
Mesure	7	7	7	8	29
Géométrie	10	9	10	9	38
Total général	20	21	20	20	81

2.2 Caractéristiques des questions

Pour tous les items des tests, les élèves sont amenés à répondre à une question à choix multiple (QCM) proposant quatre modalités de réponse. Dans cette configuration, le degré de difficulté de la question est conditionné par les caractéristique du texte et les trois éléments suivants spécifiques à chaque question : (i) le type d'information à rechercher ; (i) le type d'appariement à réaliser ; (iii) la plausibilité des réponses.

(i) Le type d'information à rechercher

En lecture, plus l'information à extraire du texte est concrète et explicite, plus la tâche est jugée facile et nécessite la mobilisation de compétences de bas niveau en compréhension de l'écrit. Inversement, plus l'information à extraire du texte est abstraite et implicite, plus la tâche est jugée difficile et nécessite la mobilisation de compétences de haut niveau en compréhension de l'écrit. En mathématiques, plus le sujet abordé est complexe (par exemple, les fractions présentent plus de difficulté que les multiplications), plus l'item est considéré comme difficile. De même, dans le cas d'énoncés de problème, plus le problème est explicite et familier, plus l'item est facile.

(ii) Le type d'appariement à réaliser

Plus l'appariement demandé dans l'énoncé de la question pour les mathématiques ou dans le texte pour le français, est complexe et lourd, plus la tâche est jugée difficile. Par exemple, une question qui amène le lecteur à associer plusieurs informations implicites situées dans plusieurs paragraphes du texte pour inférer un propos et interpréter l'idée globale du texte est une tâche très complexe, tandis qu'une association directe et littérale (mot pour mot) entre la question et le texte est considérée comme une tâche facile. De même, en mathématiques, plus l'énoncé d'un problème est complexe et demande de l'analyse, plus l'item est difficile.

(iii) La plausibilité des réponses

Plus les modalités de réponse partagent des traits communs avec la bonne réponse, plus la tâche est jugée difficile, car la nuance entre les différentes réponses est délicate à apprécier. Inversement, plus la bonne réponse se détache des autres possibilités de réponse, ou lorsque ces dernières sont sans lien direct avec la question, plus l'item est facile.

Ces dimensions contribuent à la difficulté globale de la situation au même titre que le type de texte,

Toutes les questions des tests sont indépendantes les unes des autres. Par exemple, pour un même texte, la réponse à la première question ne conditionne pas la réussite à la deuxième question.

Le niveau de difficulté des questions sur chaque texte est progressif dans le test de lecture.

La taille des différentes modalités de réponse à une question (taille des phrases ou des mots) est la même afin de ne pas attirer l'attention de l'élève sur une modalité de réponse en particulier.

2.3 Administration des tests PASEC2014

Le centre international du PASEC attribue aléatoirement un ordre de passation des tests de lecture et de mathématiques dans les écoles de telle sorte que la moitié des écoles de l'échantillon commence par le test de lecture et l'autre moitié, par les mathématiques. Ce mécanisme permet de neutraliser au niveau national les effets liés à l'apprentissage et à la fatigabilité d'un test par rapport à l'autre.

Dans chaque école, 20 élèves maximum sont sélectionnés, de façon aléatoire, pour participer à l'enquête PASEC. La collecte de données dans l'école est assurée par un administrateur de test.

L'administration des tests de lecture et de mathématique s'effectue sur deux jours dans chaque école et a lieu uniquement en matinée. La durée des tests de lecture et de mathématiques est de 2 heures maximum chacun, avec une pause de 10 minutes après une heure.

Chaque session d'une heure de test correspond à un bloc d'items. Les blocs sont scellés par des autocollants de manière à ce que les élèves qui répondent aux questions d'un bloc ne puissent pas répondre par anticipation aux questions de l'autre bloc.

Le test est en passation libre, sans consignes spécifiques de l'administrateur de test, si ce n'est la passation de deux exemples en début de chaque session de test pour s'assurer que tous les élèves, même ceux qui étaient absents lors de la première session de test, comprennent qu'il existe, pour chaque question, une seule et unique bonne réponse à indiquer en cochant la case qui lui correspond.

Au cours du test, l'administrateur de test joue principalement un rôle de « relance » auprès des élèves bloqués sur un texte ou sur une question, et ne doit pas intervenir pour les aider dans la compréhension des textes et des questions. L'administrateur de test assure la gestion de l'épreuve en veillant à la bonne passation des deux blocs et à la pause dans le temps imparti.

BIBLIOGRAPHIE

- Barrouillet, P. et Camos, V. (2003). Savoirs et savoir-faire arithmétiques et leurs déficiences. Dans M. Kail et M. Fayol (Éds.) *Les sciences cognitives et l'école. La question des apprentissages* (pp. 307-351). Paris: PUF.
- Bolon, J. (1993). L'enseignement des décimaux à l'école élémentaire. « *Grand N* », 52, 49-79.
- Brousseau, G. (1983). Les obstacles épistémologiques et les problèmes en mathématiques. *Recherches en didactique des mathématiques*, 4(2), 165-198. Grenoble : La pensée sauvage.
- Bullock, M. et Gelman, R. (1977). *Numerical reasoning in young children: The ordering principle*. *Child Development*, 48, 427-434.
- Campbell, J. I. D. (1997). On the relation between skilled performance of simple division and multiplication. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 27(5), 791-802.
- Campbell, J. I. D. et Xue, Q. (2001). Cognitive arithmetic across cultures. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130(2), 299-315.
- Carmines, E. G. et Zeller, R. A. (1979). *Reliability and Validity Assessment*. Newbury Park, CA: Sage Publications.
- Carpenter, T. P., Franck, M. L. et Levi, L. (2003). *Thinking mathematically: integrating algebra and arithmetic in elementary school*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Carpenter, T. P., Hiebert, J. et Moser, J. M. (1981). Problem structure and first-grade children's initial solution processes for simple addition and subtraction problems. *Journal for Research in Mathematics Education*, 12, 27-39.
- Carpenter, T. P., Lindquist, M., Matthews, W. et Silver, E. (1983). Results of the third NAEP mathematics assessment: Secondary school. *Mathematics Teacher*, 76, 652-659.
- Carpenter, T. P. et Moser, J. (1983). The acquisition of addition and subtraction concepts. Dans R. Lesh et M. Landau (Éds.) *Acquisition of mathematics: Concepts and processes* (pp. 7-44). New York: Academic Press.
- Carpenter, T. P. et Moser, J. M. (1984). The acquisition of addition and subtraction concepts in grades one through three. *Journal for Research in Mathematics Education*, 15, 179-202.
- Case, R. et Okamoto, Y. (1996). The role of central conceptual structures in the development of children's thought. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 61(1-2, Serial No. 246).
- Clarke, B. (2008). Seeking the Grail: evaluating whether Australia's Coastcare Program achieved "meaningful" community participation. *Society and Natural Resources*, 21, 891-907.
- Clarke, B. et Shinn, M. (2004). A preliminary investigation into the identification and development of Early mathematics curriculum-based measurement. *School Psychology Review*, 33, 234-248.
- Clements, D. H. (2004). *Geometric and spatial thinking in early childhood education. Engaging young children in mathematics: standards for early childhood education*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Clements, D. H., Swaminathan, S., Hannibal, M. A. Z. et Sarama, J. (1999). Young children's concepts of shape. *Journal for Research in Mathematics Education*, 30(2), 192-212.
- Comiti, C. et Neyret, R. (1979). À propos des problèmes rencontrés lors de l'enseignement des décimaux en classe de cours moyen. « *Grand N* », 18, 5-20.
- CONFEMEN (2010). *Assises sur les réformes curriculaires : pour améliorer la qualité et la pertinence des apprentissages*. Brazzaville, Congo.

- Cummins, D. D., Kintsch, W., Reusser, K. et Weimer, R. (1988). The role of understanding in solving word problems. *Cognitive Psychology*, 20, 405-438.
- Curtis, M. (1980). Development of components of reading skills. *Journal of Educational Psychology*, 72, 656-669.
- De Corte, E. et Verschaffel, L. (1985). Beginning first graders' initial representation of arithmetic word problems. *Journal of Mathematical Behavior*, 4, 3-21.
- Del Campo, G. et Clements, M. A. (1990). Expanding the modes of communication in mathematics classrooms. *Journal for Mathematical Didaktik*, 11(1), 45-79.
- DeVellis, R. F. (2003). *Scale development: Theory and applications* (Second Edition). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Devidal, M., Fayol, M. et Barrouillet, P. (1997). Stratégies de lecture et résolution de problèmes arithmétiques. *L'Année Psychologique*, 97, 9-31.
- Dyson, B., Griffin, L. L. et Hastie, P. (2004). Sport education, tactical games, and cooperative learning: theoretical and pedagogical considerations. *Quest*, 56(2), 226-240.
- Fayol, M. (1991). Le résumé : un bilan provisoire des recherches de psychologie cognitive. Dans M. Charlot et A. Petitjean (Éds.) *Le résumé de texte*. Paris : Klincksieck.
- Fayol, M. (1992). Comprendre ce qu'on lit : De l'automatisme au contrôle. Dans M. Fayol et al. *Psychologie cognitive de la lecture*. Paris: PUF.
- Fayol, M. (2002). Langage et développement apprentissage de l'arithmétique cognitive. Dans J. Bideaud et H. Lehalle (Éds.) *Le développement des activités numériques* (pp. 151-173). Paris: Hermès.
- Fayol, M. (2012). *L'acquisition du nombre*. Paris: PUF, collection QSJ.
- Fennell, F. (2008). What algebra? When? *NCTM News Bulletin*, 44(6). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Fischbein, E. (1987). *Intuition in science and mathematics*. Dordrecht: Kluwer.
- Floyd, R. G., Hojniski, R. L. et Key, J. (2006). Preliminary evidence of technical adequacy of the Preschool Numeracy Indicators. *School Psychology Review*, 35, 627-644.
- Freudenthal, H. (1983). *Didactical Phenomenology of Mathematical Structures*. Dordrecht: D. Reidel.
- Fuchs, T. et Woessmann, L. (2004). "What Accounts for International Differences in Student Performance? A Re-examination using PISA Data", *Econometric Society 2004 Australasian Meetings*. Econometric Society, 274.
- Fuson, K. (1982). An Analysis of the Counting-On Procedure. Dans T. Carpenter, J. Moser et T. Romberg (Éds.) *Addition and-Subtraction: A Cognitive Perspective*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Fuson, K. C. (May 1990). Using a Base Ten Blocks Learning/Teaching approach for first and second grade. *Journal for Research in Mathematics Education*, 21(3), 180-205.
- Fuson, K. C. et Kwon, Y. (March 1992). Youngshin Korean Children's Single-digit Addition and Subtraction: Numbers Structured by Ten. *Journal for Research in Mathematics Education*, 23(2), 148-65.
- Gallistel, C. R. et Gelman, R. (1992). Preverbal and verbal counting and computation. *Cognition*, 44, 43-74.
- Geary, D. C. (1994). *Children's Mathematical Development: Research and Practical Applications*. Washington, DC: American Psychological Association.

- Geary, D. C. (1996). *Children's Mathematical Development*. Washington, DC: American Psychological Association.
- Geary, D. C., Brown, S. C. et Samaranayake, V. A. (1991). Cognitive addition: A short longitudinal study of strategy choice and speed-of-processing differences in normal and mathematically disabled children. *Developmental Psychology*, 27, 787-797.
- Gelman, R. et Gallistel, C. R. (1986). *The Child's Understanding of Number*. Cambridge, Mas: Harvard University Press.
- Ginsburg, H. P. et Russell, R. L. (1981). Social class and racial influences on early mathematical thinking. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 46 (6, Serial No. 193).
- Gombert, J. E. (1990). *Le développement métalinguistique*. Paris: Presses Universitaires de France.
- Gove, A. et Cvelich, P. (2010). *Early Reading: Igniting Education for All. A report by the Early Grade Learning Community of Practice*. Research Triangle Park, NC: Research Triangle Institute.
- Greenes, C. et Findell, C. (1999). Developing Students' Algebraic Reasoning Ability. Dans L. V. Stiff et F. R. Curcio (Éds.) *Developing Mathematical Reasoning in Grades K-12* (pp. 127-137). Reston, Virginia : National Council of Teachers of Mathematics.
- Groen, G. et Resnick, L. (1977). Can Pre-School Children Invent Addition Algorithms? *Journal of Educational Psychology*, 69, 645-52.
- Groen, G. J. et Parkman, J. M. (1972). A Chronometrie analysis of simple addition. *Psychological Review*, 79, 329-343.
- Guberman, S. R. (1999). Supportive environments for cognitive development : Illustrations from children mathematical activities outside of school. Dans A. Göncü (Éd.) *Children's engagement in the world: Socio-cultural perspectives* (pp.202-227). Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Hiebert, J. (1996). Instruction, Understanding, and Skill in Multidigit Addition and Subtraction. *Cognition and Instruction*, 4(3), 251-83.
- INSEE (2004). *Enquête Information et vie quotidienne : Les compétences des adultes à l'écrit, en calcul et en compréhension orale*.
- INSERM (2007). *Travaux de l'Expertise collective de l'INSERM : Dyslexie, dysorthographe, dyscalculie : Bilan des données scientifiques*. Paris.
- Izorche, M. L.. (1977). *Les réels en classe de seconde*, Mémoire de DEA, Université de Bordeaux I.
- Jordan, N. C., Hanich, L. B. et Kaplan, D. (2003). A longitudinal study of mathematical competencies in children with specific mathematics difficulties versus children with co-morbid mathematics and reading difficulties. *Child Development*, 74, 834-850.
- Kintsch, W. et Greeno, J. G. (1985). Understanding and solving word arithmetic problems. *Psychological Review*, 92(1), 109-129.
- Klein, A. et Starkey, P. (2004). *Scott Foresman – Addison Wesley Mathematics: Pre-K*. Glenview, IL: Pearson Scott Foresman.
- Langrall, C. W., Mooney, E. S., Nishet, S. et Jones, G. A. (2008). Elementary Students' access to powerful mathematical ideas. In L. D. English (Ed.), *Handbook of international research in mathematics education* (2nd ed.,). New York, NY: Routledge.
- LeFevre, J., Bisanz, J., Daley, K. E., Buffone, L., Greenham, S. L. et Sadesky, G. S. (1996). Multiple routes to solution of single-digit multiplication problems. *Journal of Experimental Psychology: General*, 125(3), 23.

- Mather, N. et Woodcock, R. W. (2001a). *Examiner's Manual. Woodcock-Johnson III Tests of Achievement*. Itasca, IL: Riverside Publishing.
- Mather, N. et Woodcock, R. W. (2001b). *Examiner's Manual. Woodcock-Johnson III Tests of Cognitive Abilities*. Itasca, IL: Riverside Publishing.
- McLean, J. et Hitch, G. J. (1999). Working memory impairments in children with specific arithmetic learning difficulties. *Experimental Child Psychology*, 74, 240-260.
- Miller, K. F. et Paredes D. R. (1996). On the shoulders of giants: cultural tools and mathematical development. Dans R. J. Sternberg et T. Ben-Zeev (éds). *The Nature of Mathematical Thinking* (pp. 83-117). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Morais, J., Bertelson, P., Cary, L. et Alegria, J. (1979). Does awareness of speech as a sequence of phones arise spontaneously? *Cognition*, 7, 323-331.
- Morais, J., Bertelson, P., Cary, L. et Alegria, J. (1986). Literacy training and speech segmentation. *Cognition*, 24, 45-64.
- National Early Literacy Panel (2006). *Synthesizing the scientific research on development of early literacy in young children*.
- National Reading Panel (2006). *Practical advice for teachers. Research literature on reading and its implications for reading instruction*.
- Nuerk, H.-C., Kaufmann, L., Zoppoth, S. et Willmes, K. (2004). On the development of the mental number line. More or less or never holistic with increasing age. *Developmental Psychology*, 40, 1199-1211.
- PASEC (2012). *Synthèse des résultats des évaluations diagnostiques du Programme d'Analyse des Systèmes Éducatifs de la CONFEMEN*. Dakar: CONFEMEN.
- Perfetti, C. A., Landi, N. et Oakhill, J. (2005). The acquisition of reading comprehension skill. Dans M. J. Snowling et C. Hulme (Éds.) *The science of reading: A handbook* (pp. 227-247). Oxford: Blackwell.
- Power, R. J. D. et Longuet-Higgins, H. C. (1978). Learning to count: A computational model of language acquisition. *Proceedings of the Royal Society (London, Series B)*, 200, 391-417.
- Riley, M. S., Greeno, J. G. et Heller, J. I. (1983). Development of children's problem-solving ability in arithmetic. Dans H. P. Ginsburg (Éd.) *The development of mathematical thinking*. New-York: Academic Press.
- Roussel, J. L., Fayol, M. et Barrouillet, P. (2002). Procedural vs. direct retrieval strategies in arithmetic: A comparison between additive and multiplicative problem solving. *European Journal of Cognitive Psychology*, 14, 61-104.
- Schoenfeld, A. H. (1994). Reflections on doing and teaching mathematics. Dans A. H. Schoenfeld (Éd.) *Mathematical Thinking and Problem Solving* (53-69). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Seymour, P. H. K., Aro, M. et Erskine, J. M. (2003). Foundation literacy acquisition in European orthographies. *British Journal of Psychology*, 94, 143-174.
- Siegler, R. S. (1987). The perils of averaging data over strategies: An example from children's addition. *Journal of Experimental Psychology: General*, 116, 250-264.
- Siegler, R. S. (1996). *Emerging minds: The process of change in children's thinking*. New York: Oxford University Press.
- Siegler, R. S. (2000). The rebirth of children's learning. *Child development*, 71, 26-35.

- Siegler, R. S. et Shrager, J. (1984). Strategy choices in addition and subtraction: How do children know what to do? Dans C. Sophian (Éd.) *The origins of cognitive skill* (pp. 229-293). Hillsdale, NJ : Erlbaum.
- Sprenger-Charolles, L. et Messaoud-Galoussi, S. (2009). *Review of research on reading acquisition and analyses of the main international reading assessment tools*, Report, IIEP-UNESCO.
- Stevenson, H. W. et Stigler, J. W. (1992). *The learning gap: Why our schools are failing and what we can learn from Japanese and Chinese education*. New York: Summit Books.
- Sticht, T. G. et James, J. H. (1984). Listening and reading. Dans P. H. Pearson (Éd.) *Handbook of reading research* (pp. 293-317). New York: Longman.
- Streefland, L. (1997). Charming Fractions or Fractions being Charmed, In P. Bryant & T. Nunes (Eds.), *Learning and Teaching Mathematics* (pp. 347-372). East Sussex: Psychology Press.
- Strickland, D. S. et Morrow, L. M. (1989). *Emerging Literacy: Young Children Learn to Read and Write*. Newark, Delaware: I.R.A.
- Suchaut, B. (2008). L'échec scolaire à l'école primaire : constat et réflexions. *Cahiers français*, 344, mai-juin 2008, 79-83.
- Thériault, J. (1995). *J'apprends à lire... aidez-moi !* Montréal: Logiques.
- Thévenot, M., Radi, M., Qninba, A. et Dakki, M. (2004). First proven breeding record of the Black-headed Gull *Larus ridibundus* in Africa. *Alauda*, 72, 1, 59-61.
- UNESCO (2012). *Rapport Éducation Pour Tous – Jeunes et compétences : l'éducation au travail, Partie I - Suivi des progrès accomplis vers la réalisation des objectifs de l'EPT*.
- Van Dooren, W., De Bock, D., Janssens, D. et Verschaffel, L. (2008). The linear imperative: An inventory and conceptual analysis of students' overuse of linearity. *Journal for Research in Mathematics Education*, 39(3), 311-342.
- VanLehn, K. (1990). Learning one subprocedure per lesson. Dans J. W. Shavlik et T. G. Dietterich (Éds.) *Readings in Machine Learning* (pp. 754-773). Palo Alto, CA: Morgan Kaufmann. (Reprinted from *Artificial Intelligence*, 31, 1-40, 1987).
- Verschaffel, L., Greer, B. et De Corte, E. (2000). *Making sense of word problems*. Lisse, Netherlands: Swets & Zeitlinger.
- Watson, J., Campbell, J. K. et Collis, K. F. (1999). The structural development of the concept of fraction by young children. *Journal of Structural Learning and Intelligent Systems*, 13(3-4), 171-193.
- Woodcock, R. et Johnson, M. (1977). *Woodcock-Johnson Psycho-educational Battery*. Allen, TX: DLM/Teaching Resources.
- Yovanoff, P., Duesbery, L., Alonzo, J. et Tindal, G. (2005). Grade-level invariance of a theoretical causal structure predicting reading comprehension with vocabulary and oral reading fluency. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 24, 4-12.

WEBOGRAPHIE

- Cramer, K., Post, T. et Currier, S. (1993). Learning and Teaching Ratio and Proportion: Research Implications. Dans D. Owens (Éd.) *Research Ideas For the Classroom* (pp. 159-178). NY: Macmillan Publishing Company. Repéré à http://education.umn.edu/rationalnumberproject/93_4.html
- Éduscol. Portail national des professionnels de l'éducation (2014). *Le développement de l'enfant*. Repéré à <http://eduscol.education.fr/cid48426/le-developpement-de-l-enfant.html>

- Giasson, J. (1997). L'intervention auprès des élèves en difficulté de lecture : bilan et perspectives. *Éducation et francophonie*, 25(2), repéré à <http://www.acelf.ca/c/revue/revuehtml/25-2/r252-05.html>
- Global Partnership for Education (2014). Repéré à <http://www.globalpartnership.org/>
- Gove, A. et Wetterberg, A. (Éds.) (2011). *The early grade reading assessment : applications and interventions to improve basic literacy*. RTI Press. Repéré à <http://www.rti.org/publications/rtipress.cfm?pubid=17752>
- Hintze, J. M., Ryan, A. L. et Stoner, G. (2002). *Concurrent validity and diagnostic accuracy of the dynamic indicators of basic early literacy skills and the comprehensive test of phonological processing*. Repéré à http://dibels.uoregon.edu/techreports/DIBELS_Validity_Hintze.pdf
- Lété, B., Sprenger-Charolles, L. et Colé, P. (2004). MANULEX: A grade-level lexical database from French elementary-school readers. *Behavior Research Methods, Instruments & Computers*, 36, 156-166. Repéré à <http://leadserv.u-bourgogne.fr/bases/manulex/manulexbase/Manulex.pdf>
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) (2009a). *Curriculum focal points*. Repéré à <http://www.nctm.org/standards/content.aspx?id=270>
- Saxe, G. B. (1982). The development of measurement operations among the Oksapmin of Papua New Guinea. *Child Development*, 53, 1242-1248. Repéré à <http://www.gse.berkeley.edu/faculty/gsaxe/oksapmin/oksapmin.html>
- USAID from American people (2014). *Early Grade Reading*. Repéré à <https://www.eddataglobal.org/reading/index.cfm>
- Wagner, D. A. (2011). *Smaller, quicker, cheaper: Improving learning indicators for developing countries*. Washington/Paris: Fast Track Initiative & UNESCO-IIEP. Repéré à http://www.iiep.unesco.org/fileadmin/user_upload/Info_Services_Publications/pdf/2011/Wagner_secured.pdf