

Le développement cognitif et la lecture, au collège

Michel FAYOL

Professeur de psychologie, Université de Clermont-Ferrand, directeur LAPSCO/
CNRS

Membre de l'ONL

José MORAIS

Professeur de psycholinguistique et neuropsychologie, Université Libre de Bruxelles
Membre de l'ONL

Laurence RIEBEN

Professeure en psychologie et en sciences de l'éducation, Université de Genève
Membre de l'ONL

L'entrée au collège constitue, du point de vue de l'habileté de lecture et de son utilisation, un passage délicat, potentiellement à risque pour le succès scolaire de l'élève et dont la difficulté est souvent sous-estimée. Ceci, parce que, à cette occasion, deux changements se produisent, non sans raison en même temps.

D'une part, les exigences du collège diffèrent de celles de l'école élémentaire en ce qui concerne la lecture, même s'il existe une indéniable continuité entre les deux. Premièrement, les textes deviennent clairement disciplinaires : les élèves sont confrontés à des lectures en histoire, en sciences, en littérature, etc. Chacune de ces disciplines utilise un lexique qui lui est propre et que les élèves doivent acquérir. Dès lors, ceux qui ne disposent pas d'un lexique orthographique des mots les plus courants suffisamment automatisé pour ne plus avoir à y porter attention, ainsi que ceux qui ne parviennent pas assez rapidement et exactement à mettre en œuvre les correspondances graphophonologiques qui permettent de déchiffrer et mémoriser les mots (techniques) nouveaux, se trouvent en difficulté pour lire précisément et rapidement les textes qui leur sont soumis. La compréhension en souffre forcément. Deuxièmement, chacune des disciplines mobilise des modes de lecture plus ou moins spécifiques : on ne lit pas une pièce de théâtre comme un problème d'arithmétique, ou un récit de la mythologie comme un exposé relatif au climat. Les élèves doivent donc apprendre et mettre en œuvre des stratégies diversifiées de lecture, dont il serait présomptueux de penser qu'ils les connaissent et savent quand il leur faut les employer. Ils doivent aussi faire preuve de flexibilité dans la mise en œuvre des dites stratégies, ce qui suppose qu'ils en connaissent les conditions d'application et qu'ils soient en mesure de passer rapidement de l'une à l'autre. Enfin, la lecture a désormais comme principal objectif de fournir les éléments de base

destinés à l'apprentissage : c'est elle qui permet de disposer de l'essentiel des informations dans chacun des champs disciplinaires, sinon au cours de la découverte des notions au moins lors de leur consolidation (lecture de résumés ou de leçons déjà suivies). En conséquence, un élève de bon niveau, capable de suivre l'exposé d'une notion nouvelle mais présentant des difficultés en lecture aura de la peine à cumuler les connaissances faute de pouvoir se référer facilement aux textes qui les illustrent ou les précisent. La conscience de ces problèmes est indispensable pour mieux comprendre comment et pourquoi certains élèves obtenant des résultats acceptables en fin de cycle 3 se trouvent en difficulté lors de l'arrivée au collège.

D'autre part, dans le même temps, les enfants se développent. Nous préciserons plus avant dans ce chapitre les changements qui surviennent. Il convient toutefois de voir que ceux-ci affectent trois grandes dimensions plus ou moins associées.

Premièrement, la vitesse de traitement (c'est-à-dire de perception, de réflexion, d'élocution...) augmente. Cette augmentation liée pour partie à la maturation nerveuse ouvre de nouvelles possibilités, mais soulève aussi de nouvelles difficultés (voir la nécessaire inhibition des informations non pertinentes par rapport à une tâche donnée).

Deuxièmement, les capacités de contrôle et d'autorégulation (capacité de modifier rapidement et efficacement son propre comportement en fonction des résultats auxquels il aboutit) évoluent très fortement. Elles ouvrent la voie à des possibilités de guidage volontaire des activités : capacité de contrôler sa propre compréhension d'un texte et d'ajuster en conséquence son mode de lecture ; capacité d'évaluer ce qui est déjà su pour focaliser son attention sur ce qui reste à acquérir et donc à travailler. Si la maturation intervient en partie au moins pour favoriser l'émergence de ces capacités, le développement de ces dernières ne s'effectue pas spontanément. Il requiert qu'elles soient sollicitées, encouragées, et sans doute explicitement enseignées à la plupart des élèves.

Troisièmement, les savoirs et les savoir-faire s'accroissent très fortement et rapidement, bien sûr en raison de la scolarité mais aussi du fait des modes de socialisation des adolescents. C'est ainsi que la connaissance et l'utilisation des nouveaux instruments de la vie quotidienne (ordinateurs, téléphones portables, consoles de jeux) sont largement le fait d'une transmission au sein même de la génération des adolescents, les adultes les mieux informés étant le plus souvent incapables de suivre l'évolution de ces nouveautés.

En d'autres termes, l'entrée au collège apparaît comme entraînant à la fois de nouvelles contraintes, beaucoup plus exigeantes que celles qui valaient à l'école élémentaire, notamment en ce qui concerne la lecture, et comme bénéficiant de l'émergence de nouvelles possibilités, cognitives et sociales. Toutefois, les différences interindividuelles, de savoirs, de savoir-faire, mais aussi et peut-être surtout, de rythme d'évolution rendent difficile la synergie entre accroissement des exigences et développement des capacités. L'enseignement au collège se trouve confronté à une hétérogénéité des publics et à une diversité des modes de réaction alors même que le développement de ces capacités nécessite des interventions de la part des enseignants à la fois pour instruire dans les domaines disciplinaires et pour solliciter, modeler, encourager, évaluer le développement des stratégies permettant aux élèves d'évoluer vers une autonomie grandissante dans l'apprentissage.

Il n'est sans doute pas exagéré de rappeler ce par quoi nous avons commencé. La lecture, devenant clairement disciplinaire, exige une flexibilité et un degré d'habileté qui sont proches de ceux du lecteur adulte. Une habileté insuffisante, d'une part, dans l'application des correspondances graphophonologiques, qui gêne alors le traitement des mots nouveaux, en particulier de ceux qui relèvent du vocabulaire technique, et, d'autre part, dans l'identification trop faiblement automatisée des mots écrits ne permet pas de faire face aux nouvelles exigences. Dans ce cas de figure, il ne faudrait pas qu'on se méprenne en attribuant au collège des exigences trop élevées alors que c'est les habiletés des lecteurs eux-mêmes qui font problème.

L'idée, courante chez beaucoup d'enseignants, selon laquelle les différences individuelles sont ingérables à l'entrée en 6^e, a un fondement certain, et il est nécessaire que les enseignants eux-mêmes sachent à quoi cela tient. La période entre les 11 et 13 ans est peu présente dans les anciens manuels de psychologie du développement ; pourtant, des développements récents de la psychologie et des neurosciences cognitives commencent à en dresser un tableau plus précis permettant de la considérer comme étant cruciale pour le passage à la pensée adulte.

Ce chapitre est organisé selon *trois* groupes de questions :

- Quels sont les développements qui se produisent à cette période de la vie en termes de substrats neuraux de la personnalité et de la cognition, et en termes de capacités cognitives (en particulier, mémoire, attention et autres processus de contrôle, raisonnement) ?
- Comment les enfants entre 11 et 13 lisent-ils ? Quelle est leur attitude vis-à-vis de la lecture ? Quelle est la nature des difficultés que certains de ces enfants

éprouvent en lecture ? Que sait-on sur la relation entre mémoire de travail et compréhension en lecture, à cet âge ?

- Quelles sont, en termes de processus cognitifs, les caractéristiques différentielles de l'activité de lecture dans les différents champs disciplinaires et en fonction du type de texte (d'exposition, littéraire, argumentatif, etc.) ?

Le développement cérébral et cognitif

Une réduction considérable de l'âge de début de la puberté s'est produite au cours de la deuxième moitié du siècle dernier, sans affecter cependant la précocité chez les filles des premières manifestations pubertaires par rapport aux garçons. Malgré cette différence liée au sexe, on peut considérer que la première année de collège correspond généralement au début de la puberté ou en tout cas à la phase qui la précède immédiatement. Or, la puberté s'accompagne d'un ensemble de transformations physiques, neurales, hormonales, émotionnelles, affectives et cognitives importantes.

Les changements neuronaux et leurs effets sur la cognition

Depuis environ 30 ans, il est devenu clair, d'abord grâce aux examens post-mortem de cerveaux et plus tard grâce aussi à l'imagerie cérébrale, que le cerveau, dont notamment le cortex frontal, continue à se développer au-delà de l'enfance. Les différences entre le cortex frontal pré- et post-pubertaires sont importantes et vraisemblablement elles rendent compte en très grande partie du développement cognitif observé au cours de cette période. Celui-ci concerne aussi bien les représentations et les comportements sociaux que l'efficacité des processus cognitifs dits de contrôle ou exécutifs : capacité à choisir l'information pertinente et inhiber l'information non pertinente, à planifier et organiser la séquence temporelle des actions, à maintenir la représentation des buts et des connaissances en mémoire, à prendre des décisions, à coordonner des actions multiples.

Le cortex frontal post-pubertaire diffère du cortex frontal pré-pubertaire essentiellement par deux changements que nous décrirons ci-dessous. Pour les comprendre il faut savoir qu'entre 7 et 12 ans il y a une augmentation du volume de la substance grise, laquelle serait due à la prolifération synaptique. Le sommet de cette prolifération est atteint à 11,0 chez les filles et à 12,1 chez les garçons, corrélativement à l'âge d'apparition des premières caractéristiques sexuelles secondaires.

Le premier changement en question est l'augmentation de la substance blanche, ou plus exactement, de la myélinisation (la myéline, gaine qui entoure l'axone du

neurone, comporte des substances grasses qui sont responsables de l'apparence blanche). Du point de vue fonctionnel, la myélinisation permet d'augmenter la vitesse de transmission de l'influx nerveux entre les neurones et *in fine* la vitesse de traitement de l'information. Le second changement est l'importante diminution de la densité des synapses, due au fait que la prolifération des synapses est suivie de l'élimination des synapses non utilisées. Dans le cortex frontal, le processus de prolifération se maintient pendant toute l'enfance et celui d'élagage ne commence qu'à la puberté. Fonctionnellement, l'élagage synaptique permet le réglage précis des processus cognitifs. L'augmentation du volume relatif de substance blanche dans le cortex frontal se poursuit même à l'âge adulte.

Notons que ces changements n'ont pas lieu uniquement dans le cortex frontal. Ils touchent en particulier aussi le cortex pariétal, temporal et des aires limbiques, mais ils sont plus tardifs pour le cortex frontal que pour ces autres zones cérébrales. Ce phénomène est hautement significatif dans une perspective fonctionnelle. En effet, ces changements sont certainement corrélés à l'amélioration d'efficacité du rôle intégrateur des processus associatifs locaux que le cortex frontal assure par le truchement de capacités cognitives comme l'attention sélective et la mémoire de travail.

Certaines études ont montré que, entre 11 et 17 ans environ, il y a une augmentation constante de la performance dans des tâches qui impliquent des processus de contrôle. Cependant, l'évolution pourrait ne pas être strictement linéaire ; elle pourrait correspondre plutôt à des cycles de cohérence électro-encéphalographique, dont un, majeur, a lieu au début de la puberté. Le nombre excessif de synapses qui caractérise l'âge précédant immédiatement le début de la puberté, c'est-à-dire 11-12 ans, peut entraîner une source d'interférence sur le traitement cognitif et conduire à une relative inefficacité fonctionnelle.

Cette dernière idée a reçu confirmation dans une étude³⁰ où les participants devaient juger si des mots à contenu émotionnel et des visages exprimant une émotion correspondaient à une certaine émotion indiquée au préalable (ou encore si le mot et le visage présentés correspondaient à la même émotion). Les temps de réaction étaient plus longs de 10 à 20 % à l'âge du début de la puberté (entre 11 et 12 ans chez les filles, et entre 12 et 13 ans chez les garçons) qu'à l'âge immédiatement inférieur ; ensuite, ils ont diminué et se sont stabilisés vers 15 ans. Un nombre excédentaire de synapses, c'est-à-dire de synapses non intégrées à ces circuits fonctionnels, serait désavantageux du point de vue de la vitesse de traitement.

³⁰ McGivern, R.F., et al. (2002). Cognitive efficiency on a match to sample task decreases at the onset of puberty in children. *Brain and Cognition*, 50, 73-89.

Cependant, il faut noter que ce type de résultat constitue exception, car les études sur le raisonnement formel, la recherche en mémoire et les habiletés spatiales ont montré jusqu'à présent une évolution linéaire avec l'âge. Ainsi, par exemple, les tâches de fluence³¹ verbale (sémantique et phonologique) ou non verbale (figures) montrent une évolution continue du début de la scolarisation jusqu'à l'adolescence³².

Un autre aspect du développement cérébral fonctionnel est illustré par le changement de lieu et d'amplitude de l'activation liée à certains processus de contrôle, notamment le processus d'inhibition. Une tâche qui requiert de l'inhibition est la tâche dite "go/no-go", où il faut par exemple répondre à la présentation visuelle de lettres sauf s'il s'agit d'une certaine lettre. Or, il semble que les régions du cortex frontal activées par l'inhibition sont plus élevées et plus diffuses chez l'enfant entre 7 et 12 ans que chez le jeune adulte. En outre, il semble que, chez l'enfant, il y a une corrélation négative entre l'activation cérébrale et la performance (l'amplitude de l'activation est d'autant plus grande que le sujet est moins capable d'inhiber la réponse), tandis que, chez l'adulte, la corrélation est positive. L'augmentation de la capacité d'inhibition s'accompagnerait donc d'une diminution et plus grande focalisation de l'activité neurale³³. D'autres tâches comme celle de fluence verbale, dans lesquelles le cortex frontal joue un rôle important, montrent ce même type de relation.

Notons pour terminer ce survol des changements neuronaux selon l'âge intervenant entre 11 et 13 ans que les différences interindividuelles dans ces processus de développement sont pour l'instant inexplorées. Les quelques études qui donnent des indications sur la variabilité interindividuelle à âge constant n'étudient cependant pas systématiquement les changements éventuels de cette variabilité en fonction de l'âge.

*Le profil cognitif de l'enfant de sixième*³⁴

Malgré l'importance de ces changements, il faut reconnaître que les enfants de 10 à 12 ans diffèrent déjà moins des adolescents et des jeunes adultes que des enfants plus jeunes, en ce qui concerne certains processus de contrôle, y compris d'inhibition. C'est le cas de l'inhibition de saccades réflexes vers un stimulus périphérique³⁵, de réponses non pertinentes (cf. la tâche Stroop mot/couleur où il faut identifier la couleur dans laquelle sont écrits des mots qui constituent eux-mêmes des adjectifs

³¹ Tâches de recherche dans le lexique mental en fonction d'un certain critère.

³² Matute, E., et al. (2004). Verbal and nonverbal fluency in Spanish-speaking children, *Developmental Neuropsychology*, 26, 647-660.

³³ Pour une présentation des bases neurales des processus d'inhibition au cours du développement, voir Durston, S., et al. (2002). A neural basis for the development of inhibitory control, *Developmental Science*, 5, 9-16.

³⁴ Pour une accessible et séduisante synthèse de nos connaissances actuelles sur le développement cognitif en général, lire Houdé, O. (2004). *La psychologie de l'enfant*, Paris : PUF.

³⁵ Paus, T. (2005). Mapping brain maturation and cognitive development during adolescence, *Trends in Cognitive Sciences*, 9, 60-68.

³⁶ Armengol, C.G. (2002). Stroop test in Spanish : children's norms, *Clinical Neuropsychology*, 16, 67-80.

³⁷ Williams, B.R., et al. (1999). Development of inhibitory control across the life span, *Developmental Psychology*, 35, 205-213.

de couleur³⁶) ou annulées par un signal (cf. la tâche "stop-signal", où, suite à un signal, il faut inhiber une réponse qui aurait dû être donnée³⁷). Néanmoins, dans les deux dernières tâches, l'évolution de la performance se poursuit jusqu'à 16-17 ans³⁸⁻³⁹. Même si, globalement, les mesures de la capacité d'inhibition corrélaient moins bien avec l'âge (en tout cas, entre 8 et 13 ans) que celles de mémoire de travail ou de flexibilité ("shifting")⁴⁰, il faut tenir compte de ce que la notion d'inhibition est probablement trop large, étant appliquée par les auteurs à un ensemble de processus qui pourraient comporter des différences substantielles. Le développement cognitif à la période pubertaire et à l'adolescence concernerait l'inhibition contrôlée bien davantage que l'automatique.

Le développement de la mémoire de travail sera évoqué ci-dessous, en rapport avec les processus de compréhension en lecture. Notons cependant d'ores et déjà qu'il faut distinguer les mesures d'empan, soit verbal soit spatial, qui reflètent essentiellement la capacité de mémoire à court terme des processus de mémoire de travail proprement dits. Ceux-ci relèvent, entre autres, de la capacité de mise à jour ("updating") et d'autres capacités opératoires (par exemple, de changement d'ordre) du matériel stocké à court terme ; ils impliquent aussi le recours à des connaissances stockées à plus long terme. Les données empiriques suggèrent que la mémoire à court terme se développe jusqu'à la puberté, tandis que la mémoire de travail continue à se développer jusqu'à l'âge adulte⁴¹.

Quant aux processus conscients de pensée impliqués dans le raisonnement inductif et déductif, ils se développent à la puberté, mais l'habileté cognitive semble être un déterminant plus puissant des différences individuelles que l'âge. Ainsi, il a été observé sur deux échantillons d'enfants de 10-11 et 13 ans respectivement que l'habileté cognitive (calculée à partir des scores bruts observés à des tests de vocabulaire et d'habileté spatiale) prédisait 25 % de la variance additionnelle en raisonnement analytique une fois que l'on décomptait l'effet de l'âge, alors que l'âge ne rendait compte d'aucune part additionnelle de variance une fois que l'on décomptait la contribution de l'habileté cognitive⁴².

Un aspect important du raisonnement logique concerne la capacité de distinguer entre les vérités nécessaires et les affirmations qui résultent de connaissances ou croyances comme les lois physiques et les prescriptions morales. À 7 ans, les enfants ont l'intuition que certaines vérités sont immuables, par exemple que $1+1=2$ ⁴³, mais n'établissent pas encore une distinction claire entre les vérités logiques, physiques et sociales. Au cours de l'école élémentaire, le développement plus rapide

³⁸ Comalli, P.E., et al. (1962). Interference effects of Stroop color-word test in children, adulthood and aging. *Journal of Genetic Psychology*, 100, 47-53.

³⁹ Williams, B.R., et al. (1999). Development of inhibitory control across the life span. *Developmental Psychology*, 35, 205-213.

⁴⁰ Lehto, J., et al. (2003). Dimensions of executive functioning: Evidence from children. *British Journal of Developmental Psychology*, 21, 59-80.

⁴¹ Siegel, L.S. (1994). Working memory and reading: A life-span perspective. *International Journal of Behavioral Development*, 17, 109-124.

⁴² Kokis, J.V., et al. (2002). Heuristic and analytic processing: Age trends and associations with cognitive ability and cognitive styles. *Journal of Experimental Child Psychology*, 83, 26-52.

⁴³ Miller, S.A. (1986). Certainty and necessity in the understanding of Piagetian concepts. *Cognitive Development*, 22, 3-18.

concerne la compréhension de la nature arbitraire des conventions sociales. Vers 10-11 ans, les enfants sont conscients que les conventions sociales peuvent varier selon les temps et les lieux⁴⁴. Beaucoup sont aussi capables d'imaginer une violation d'une loi physique et se rendent compte que les vérités logiques (mathématiques, tautologiques, et définitions du type "un triangle a trois côtés") sont immuables et ne peuvent pas être imaginées d'une autre manière⁴⁵. Cependant, il y a encore beaucoup d'enfants de 11 ans qui pensent qu'une affirmation tautologique (du type "A est X ou non X") requiert une vérification empirique⁴⁶. Au collège, il est important de prendre en compte les différences individuelles dans le développement de ces compétences.

Il est important, en particulier, de pouvoir apprécier dans quelle mesure les enfants qui entrent au collège sont capables de distinguer entre problèmes empiriques et logiques, c'est-à-dire entre ceux qui exigent une vérification empirique et ceux qui ne l'exigent pas. À 8-9 ans, la plupart des enfants tendent à attribuer des solutions empiriques aux problèmes logiques, mais ce n'est plus le cas à 11-12 ans. Ainsi, il a été observé que, confrontés à des tautologies (par exemple, "la balle tombera du côté rouge ou ne tombera pas du côté rouge") et des contradictions ("la balle tombera du côté rouge et ne tombera pas du côté rouge"), seuls 30 % en moyenne des enfants de 8-9 ans ont été capables de répondre correctement si ces affirmations étaient vraies, fausses ou exigeaient vérification. En revanche, 73 % des enfants de 11-12 ans ont répondu correctement. La différence entre les pourcentages d'enfants des deux groupes qui, correctement, n'ont pas demandé de procéder à une vérification empirique était encore plus considérable : 13 % et 78 %, respectivement⁴⁷. En outre, l'analyse des erreurs dans cette étude et dans d'autres suggère que les enfants tendent à proposer des solutions empiriques minimalistes, limitées en général à la première partie de l'affirmation. Ces représentations incomplètes du problème ne seraient pas dues à une difficulté de mémoire mais à une heuristique dont l'enfant se servirait afin de réduire la complexité du problème étant donné ses capacités limitées de traitement.

Dans nos échanges avec l'environnement nous devons, enfants comme adultes, être sensibles à la régularité écologique. Nous sommes en effet confrontés à la nécessité d'apprendre à utiliser des indices probabilistes afin de prédire des états ou des événements. Le but de cet apprentissage est d'acquérir une règle de jugement permettant d'attribuer le plus efficacement possible à chaque valeur de stimulus une et une seule valeur de réponse. Il a été montré que, dans une situation impliquant à la fois un indice relationnel direct (une corrélation positive entre l'indice et l'état, caché, du système) et un indice relationnel inverse (une corrélation négative),

⁴⁴ Komatsu, L.K., & Galotti, K.M. (1986). Children's reasoning about social, physical, and logical regularities: a look at two worlds. *Child Development*, 57, 413-420.

⁴⁵ Miller, S.A., et al. (2000). Children's understanding of the necessity of logically necessary truths. *Cognitive Development*, 15, 383-403.

⁴⁶ Osherson, D.N., & Markman, E.M. (1975). Language and the ability to evaluate contradictions and tautologies. *Cognition*, 3, 213-226.

⁴⁷ Morris, B.J., et al. (2002). Children's solutions of logical versus empirical problems: What's missing and what develops? *Cognitive Development*, 16, 907-928.

l'indice direct était utilisé dès l'âge de 5 ans, mais l'indice inverse n'était pas utilisé jusque 11 ans. Les sujets qui échouaient soit utilisaient l'indice inverse de manière directe (les enfants plus jeunes) soit cessaient progressivement de l'utiliser (les sujets de 18-19 ans)⁴⁸.

La présence de l'indice inverse introduit naturellement une plus grande complexité dans la représentation du problème, dans la planification du comportement et dans la recherche d'une règle intégrative. La prise en considération, dans une même situation, d'indices directs et inverses n'est pas rare du tout. Il suffit de penser à la relation entre habileté et effort, qui est inverse, alors que la relation entre habileté et performance est directe ; ou à la relation, typique dans une salle de classe, entre apprentissage et bruit, qui est inverse, alors que la relation entre apprentissage et intérêt est directe. Dans l'étude de la physique, ces situations sont particulièrement fréquentes (par exemple, le temps et la distance dans l'estimation de la vitesse). Il semble que ce soit vers la sixième que les enfants commencent à utiliser des stratégies efficaces pour générer et interpréter l'évidence les données de l'expérience dans des contextes multivariés, modérément complexes⁴⁹.

Dans la vie sociale et scolaire, l'efficacité du fonctionnement cognitif est source de gratification ou d'insatisfaction, de réussite ou d'échec. Dès lors, les améliorations du fonctionnement cognitif qui ont lieu au cours de la puberté et de l'adolescence sont de la plus grande importance pour l'individu. Ces améliorations ne concernent pas seulement le fonctionnement cognitif qui intervient directement dans la relation à l'environnement. Elles portent aussi sur les métareprésentations, qui sont les produits de la réflexion sur le fonctionnement cognitif lui-même. Autrement dit, elles portent sur la métacognition, l'évaluation de soi et l'autorégulation. Par là, elles permettent une meilleure coordination de l'affect et la cognition, coordination qui est essentielle à un calcul correct des risques et des récompenses⁵⁰.

Il faut toutefois se garder de dresser un portrait par trop normatif de l'enfant de sixième. Comme nous l'avons relevé dans l'introduction, les enseignants insistent, à juste titre, sur l'hétérogénéité du développement cognitif, social et culturel des élèves entrant en 6^e. L'âge ne peut certainement pas être considéré comme la seule source des changements intervenant durant la pré-adolescence. Rappelons que l'une des études mentionnées plus haut montrait que, entre 10 et 13 ans, l'âge ne contribuait pas spécifiquement à expliquer les différences interindividuelles dans le raisonnement inductif et déductif. Il n'empêche que la plupart des travaux qui s'intéressent aux changements avec l'âge ignorent les différences interindividuelles. Il s'agit là de lacunes que des recherches futures devront combler. De plus, outre les efforts à fournir pour explorer les nombreuses sources des différences individuel-

⁴⁸ Lafon, P., et al. (2004). Functional learning among children, adolescents, and young adults. *Journal of Experimental Child Psychology*, 88, 334-347. Dans cette étude, les auteurs ont testé presque le double de sujets dans les classes d'âge entre 11 et 14 ans que dans les autres classes, soit plus jeunes soit plus âgées, parce que, pour ce type d'apprentissage, la variabilité est beaucoup plus grande dans la période pubertaire.

⁴⁹ Kuhn, D., et al. (1988). *The development of cognitive thinking skills*. San Diego: Academic Press.

⁵⁰ Steinberg, L. (2005). Cognitive and affective development in adolescence, *Trends in Cognitive Sciences*, 9, 69-74.

les, se pose aussi la question générale de savoir si la variabilité interindividuelle augmente ou diminue régulièrement à travers la vie, ou si elle est sujette à des fluctuations à certains moments de la vie, tels que par exemple la pré-adolescence et l'adolescence. Répondre à cette question, entre autres concernant la vitesse de traitement de l'information, les capacités d'inhibition et la mémoire de travail pourrait se révéler important pour la compréhension des différences individuelles dans le domaine de la lecture.

L'habileté de lecture et la compréhension, au collège

L'habileté spécifique de la lecture est l'habileté d'identification des mots écrits. En principe, à l'entrée de la 6^e, cette habileté devrait déjà être fortement automatisée. En tout cas, les différentes mesures du comportement oculaire d'un lecteur moyen de 6^e (nombre et durée des fixations oculaires, nombre des régressions) ne sont plus très distantes de celles du lecteur adulte, sauf en ce qui concerne le nombre de régressions qui, lui, reflète sans doute davantage les difficultés d'intégration que l'identification lexicale proprement dite.

Nous savons que l'habileté d'identification des mots écrits repose sur l'activation d'une aire cérébrale située dans le gyrus fusiforme de l'hémisphère gauche, la "VWFA" ou "visual word form area". Une question importante, dont la réponse serait révélatrice de l'état d'avancement de l'habileté, notamment du degré d'automatisation de l'identification, est celle de déterminer comment évolue l'établissement de ce circuit neural tout au long de l'apprentissage de la lecture. Les données, pour l'instant, ne sont pas entièrement claires. Une stabilité à travers les âges de l'activité de la VWFA a été observée⁵¹, mais d'autres études ont trouvé un développement considérable entre le CE1 et le CM2.

Les types de difficultés et les types d'aides

La réponse à la question "comment l'enfant entre 11 et 13 ans lit-il ?" ne peut être que multiple. La plupart de ces enfants auront acquis une habileté d'identification des mots écrits qui doit suffire pour faire face avec succès aux exigences du collège. Cependant, 1/10 à 1/5 soit ne disposent que d'une procédure de décodage grapho-phonologique entachée de méconnaissances, soit l'ont établie correctement mais l'emploient avec lenteur et en tout cas n'ont pas un accès assez automatisé au lexique orthographique, soit enfin présentent un niveau de compréhension générale (de l'écrit et de l'oral) trop faible. Le collège doit pouvoir leur offrir une double assistance. D'une part, il faut leur procurer une action de rattrapage sélectif en fonction de la nature de la ou les difficultés de lecture (déficit phonologique, insuffisance de

⁵¹ Turkeltaub, P.E., et al. (2003). Development of neural mechanisms for reading. *Nature Neuroscience*, 6, 763-773.

la procédure grapho-phonologique, pauvreté du lexique mental et de la compréhension). D'autre part, il ne faut pas que l'action didactique dans chaque discipline soumette dans une trop grande mesure à la voie de la lecture l'apprentissage des contenus et des approches, la réflexion et les découvertes intellectuelles.

En ce qui concerne le rattrapage en habileté d'identification des mots, un exemple d'intervention dont l'efficacité a été démontrée est l'entraînement de la lecture de mots multi-syllabiques au moyen d'une analyse de leurs unités grapho-syllabiques⁵². Les groupes de participants étaient des adolescents correspondant à toutes les années de collège et qui présentaient un retard en lecture estimée à au moins 3 ans. Les résultats ont montré, chez ces participants, par rapport à un groupe ne recevant pas ce type d'entraînement, des progrès dans le décodage de mots nouveaux et dans le rappel de leur orthographe.

En ce qui concerne la nécessité de ne pas conditionner les apprentissages scolaires à l'efficacité de la lecture, il faut souligner en tout premier lieu l'importance de veiller au développement du lexique et de la sémantique conceptuelle. Parmi les quelques milliers de mots appris par l'enfant à l'école chaque année, une partie sont appris via l'instruction explicite et une autre partie sont appris via un processus d'inférence de la signification des mots à partir de leur utilisation dans des contextes parlés et écrits. Par exemple, dans les cours de sciences, beaucoup d'activités ne dépendent pas, ou ne devraient pas dépendre, de manière significative des matériels de lecture. Les contextes oraux fournissent souvent un plus grand support pour l'apprentissage des mots que les contextes écrits : par exemple, l'auditeur peut poser des questions de clarification ou d'élaboration et il peut y avoir la présence physique du référent de l'objet ou de l'action qui sont nommés⁵³.

L'idée que la connaissance des mots peut se développer de manière adéquate sans exposition à l'écrit ou sans le support de la lecture est appuyée par une étude montrant que des élèves présentant des difficultés sérieuses de lecture peuvent néanmoins avoir des vocabulaires de taille normale ou supérieure à la moyenne⁵⁴. Il a aussi été observé que certains élèves avec des difficultés spécifiques peuvent apprendre davantage à partir de l'écoute que de la lecture⁵⁵.

Un contexte favorable à l'apprentissage des mots et des concepts est un contexte dont le contenu est motivant et qui fournit un support contextuel riche. Les discussions interactives et les activités du type "main à la pâte" contribuent à promouvoir la connaissance conceptuelle par l'engagement dans les thèmes et l'application à des situations réelles. C'est à travers le langage, oral et écrit, que les enfants peuvent acquérir des concepts. La connaissance superficielle des mots peut suffire à

⁵² Bhattacharya, A., & Ehri, L.C. (2004). Graphosyllabic analysis helps adolescent struggling readers read and spell words. *Journal of Learning Disabilities, 37*, 331-348.

⁵³ Carlisle, J.F., et al. (2000). Incidental word learning in science classes. *Contemporary Educational Psychology, 25*, 184-211.

⁵⁴ Fawcett, A.J., & Nicolson, R.I. (1991). Vocabulary training for children with dyslexia. *Journal of Learning Disabilities, 24*, 379-383.

⁵⁵ Carlisle, J.F., & Felbinger, L. (1991). Profiles of listening and reading comprehension. *Journal of Educational Research, 84*, 345-354.

une compréhension basique dans des contextes familiers, mais la connaissance lexicale fondée sur une appréhension claire des relations sémantiques peut être nécessaire pour la compréhension et l'utilisation des mots dans des contextes non familiers. La connaissance approfondie peut inclure la connaissance des significations multiples des mots, des utilisations métaphoriques, la compréhension des concepts et des mots associés et des contraintes qui déterminent l'usage approprié des mots. L'enfant ajuste, re-conceptualise la signification du mot en se fondant sur son utilisation dans d'autres contextes.

Pourquoi la mémoire de travail verbale influence la compréhension

La compréhension des textes et du discours oral requiert à la fois la connaissance des mots et des capacités de mémoire de travail. Il est donc indispensable que l'on dresse ici un aperçu rapide de ce que l'on sait sur la relation, chez les enfants qui entrent au collège, entre mémoire de travail et compréhension en lecture.

La mémoire de travail verbale utilise des codes phonologiques, aussi bien de l'information écrite que de l'information orale. Ainsi, la mémoire de travail verbale est phonologique tant chez l'individu lettré que chez l'adulte illettré ou l'enfant pré-lettré. Néanmoins, l'efficacité des codes phonologiques en mémoire de travail est influencée par le développement de la conscience phonologique et en particulier phonémique, créant ainsi un lien causal indirect entre l'habileté d'analyse phonémique explicite et la compréhension.

Selon certaines données, la mémoire de travail peut aussi utiliser des codes sémantiques. Cela semble de toute manière irrécusable dès lors qu'on admet la nécessité de garder des représentations relatives aux clauses et aux propositions qui servent de base à une intégration cohérente des informations extraites du texte et de celles qui auront été récupérées de la mémoire à long terme (par exemple, les connaissances relatives à l'organisation d'un texte narratif). La mémoire de travail intervient aussi dans le calcul d'inférences (d'un pronom au nom correspondant, de la signification de mots inconnus, ou du sens général) et dans les habiletés de "monitoring" (ou autorégulation) de la compréhension du texte.

Il est aujourd'hui bien établi qu'il existe une forte relation entre la mémoire de travail et la compréhension en lecture. Les mesures de mémoire de travail rendent compte de manière unique d'une partie significative de la variance interindividuelle au cours du cycle 2 et en 6^e, même après que l'on en ait retiré les contributions de l'identification des mots écrits et de la connaissance lexicale. Cependant, les mesures de mémoire de travail ne sont pas les seules à présenter une telle influence

spécifique sur la compréhension. Il a en effet été montré que des composantes de la compréhension comme les capacités de calcul d'inférences et de monitoring de la compréhension y contribuent aussi, indépendamment de la capacité de mémoire de travail⁵⁶. Ce fait a des implications au niveau de l'apprentissage, car il ouvre la possibilité de réduire les effets négatifs d'une mémoire de travail relativement faible en enseignant à l'élève des manières efficaces de traiter les textes.

Il n'est pas surprenant que la compréhension en lecture dépende à la fois de l'identification des mots écrits, de la mémoire de travail et de capacités de pensée et de contrôle du traitement de l'information. Le traitement du langage, qu'il soit parlé ou écrit, implique un système complexe d'opérations dont certaines sont réalisées de manière sérielle (le début de l'une requiert l'achèvement d'une autre), d'autres en parallèle, et d'autres encore en cascade (l'une est déclenchée par le traitement commencé mais inachevé d'une autre). L'identification des mots écrits contraint de manière décisive la compréhension : ne pouvant pas identifier les mots écrits, l'illettré ne peut rien comprendre d'un texte non plus, tout en disposant de capacités de mémoire et de pensée. Une fois que l'habileté d'identification des mots écrits est acquise et peut s'appliquer de manière automatique, ce sont les autres composantes cognitives du processus de compréhension qui deviennent déterminantes de celle-ci.

En réalité, ce qui dans la mémoire de travail est critique pour la compréhension n'est pas tant l'encodage et le simple stockage de l'information, lesquels sont plus exactement des caractéristiques de la mémoire à court terme, que les processus de contrôle et de manipulation de l'information qu'elle implique. Parmi ces processus se trouvent ceux d'inhibition de l'information qui, dans une situation donnée, est non pertinente. Si tel est bien le cas, comme nous pensons pouvoir le dire à partir des résultats de la littérature scientifique évoqués ci-dessous, alors il devrait apparaître clairement que la connaissance du développement des bases neurales et des caractéristiques fonctionnelles des capacités d'inhibition n'est pas un luxe pour celui qui s'occupe d'une manière ou d'une autre de la lecture et de la compréhension.

Les groupes de lecteurs présentant soit de bons soit de mauvais scores de compréhension en lecture ne se distinguent pas par les mesures de mémoire à court terme mais bien par celles de mémoire de travail, autrement dit lorsque l'information doit non seulement être maintenue mais aussi traitée d'une certaine manière⁵⁷⁻⁵⁸. L'une des tâches utilisées pour mettre en évidence la mémoire de travail dans la lecture ou l'écoute consiste à faire lire ou écouter une série de phrases et à demander au participant de ne reproduire ensuite que, par exemple, le dernier mot de chaque phrase. Il est aisé de constater que ce type de tâche implique une sélection de l'in-

⁵⁶ Cain, K., et al. (2004). Children's reading comprehension ability: Concurrent prediction by working memory, verbal ability, and component skills. *Journal of Educational Psychology*, 96, 31-42.

⁵⁷ Oakhill, J.V., et al. (1986). On the nature of the difference between skilled and less-skilled comprehenders. *Journal of Research in Reading*, 9, 80-91.

⁵⁸ Yuill, N., et al. (1989). Working memory, comprehension ability and the resolution of text anomaly. *British Journal of Psychology*, 80, 351-361.

formation pertinente et par conséquent aussi la suppression ou inhibition de tous les mots qui ont été lus ou entendus et ne sont pas pertinents pour la tâche en question. Si les processus d'inhibition sont défaillants, alors certains mots non pertinents pourraient être rappelés à la place ou en plus des mots cibles. Ce sont les erreurs dites d'intrusion, observés chez les lecteurs qui ont des déficits de compréhension en lecture⁵⁹, y compris ceux qui ont des difficultés à rejeter la signification inappropriée des mots ambigus dans un texte⁶⁰, tout comme chez les individus qui ont de faibles capacités de résolution de problèmes⁶¹.

Dans le même sens, une étude⁶² qui a comparé deux groupes respectivement de bons et mauvais lecteurs de CE2 en ce qui concerne la compréhension de textes très exigeants au niveau de l'habileté à distinguer l'information pertinente et non pertinente a montré que les mauvais lecteurs faisaient plus d'erreurs d'intrusion dans une tâche de mémoire de travail. Les auteurs de cette étude ont trouvé, en outre, que l'indice d'erreurs d'intrusion calculé lors du test en CE2 rendait compte de 43 % de la variance interindividuelle estimée dans la performance de compréhension testée un an plus tard, c'est-à-dire en CM1.

Une autre étude a plus spécifiquement porté sur la capacité d'inhibition impliquée dans les opérations de mise à jour. La mise à jour dans la compréhension d'un texte implique par exemple de sélectionner le référent correct d'un pronom parmi d'autres noms qui seraient aussi grammaticalement corrects et ensuite inhiber ces derniers. Pour se rapprocher de cette situation, les auteurs ont soumis l'opération de mise à jour dans une tâche de mémoire de travail à un certain critère : les trois mots à rappeler (tous désignant des objets) dans la présentation séquentielle d'une liste de mots étaient ceux qui se trouvaient le plus bas dans une colonne de dessins correspondants. La performance des groupes de sujets, allant du CE2 à la 5^e du collège, a montré que les mauvais lecteurs en termes de compréhension faisaient plus d'erreurs d'intrusion dans la tâche de mise à jour que les bons lecteurs. L'originalité de l'étude était la comparaison des intrusions "décalées" (les items qu'il fallait retenir au moment de leur présentation mais rejeter plus tard) et des "intrusions immédiates" (les items que le sujet pouvait rejeter tout de suite car il y en avait déjà trois obéissant au critère). La différence entre les bons et les mauvais lecteurs résultait essentiellement des intrusions "décalées", les seules réponses qui auraient dû faire l'objet d'inhibition par la mise à jour. Ce résultat confirme que c'est bien une capacité d'inhibition qui est responsable de l'association entre la performance en mémoire de travail et la performance de compréhension en lecture.

Dans la lecture, l'incapacité à inhiber suffisamment les informations non pertinentes fait que celles-ci entrent en compétition avec les informations pertinentes,

⁵⁹ De Beni, R., et al. (1998). Increases in intrusion errors and working memory deficit of poor comprehenders. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 51A, 305-320.

⁶⁰ Gernsbacher, M.A., et al. (1990). Investigating differences in general comprehension skill. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 16, 430-445.

⁶¹ Passolunghi, M.C., et al. (1999). Working memory and intrusions of irrelevant information in a group of specific poor problem solvers. *Memory and Cognition*, 27, 779-790.

⁶² De Beni, R., & Palladino, P. (2000). Intrusion errors in working memory tasks. Are they related to reading comprehension ability? *Learning and Individual Differences*, 12, 131-143.

rendant difficile la compréhension du texte. Mais on peut naturellement pousser le questionnement plus loin et s'interroger sur ce qui est à l'origine de l'inefficacité de l'inhibition. Les processus d'inhibition requièrent des ressources, ce qui fait que l'on pourrait attribuer leur inefficacité à une pauvreté relative des ressources de traitement. Seul des recherches futures permettront d'établir si le facteur crucial est bien la capacité d'inhibition, indépendamment de la quantité de ressources mobilisées, ou, plutôt, la quantité de ressources que l'inhibition exige.

La lecture disciplinaire

Les lectures au collège sont diversifiées. Les textes de physique, de biologie, d'histoire présentent des degrés différents de difficulté, qui s'expriment d'ailleurs par des différences corrélatives dans le nombre et la durée des fixations oculaires ainsi que dans le nombre des régressions. Ces différences de difficulté sont liées essentiellement au degré de connaissance et de familiarité avec les mots et les concepts, ainsi qu'à la nature plus ou moins concrète ou abstraite de l'information (relative à des faits ou à des relations).

En science, les enfants doivent souvent ajouter de nouveaux contenus à leur connaissance personnelle des significations des mots, voire en remplacer, de manière à y intégrer des significations appropriées à l'apprentissage du domaine en question. Il ne s'agit plus d'un enrichissement du vocabulaire dans toutes les directions, mais de la compréhension du vocabulaire de la discipline. L'apprentissage en science, comme dans d'autres domaines de la connaissance, implique de construire graduellement une compréhension correcte d'un ensemble de concepts et d'idées qui se trouvent en relation les uns avec les autres et qui forment l'organisation de la connaissance dans une certaine aire.

Ce nouveau type d'exigence en lecture risque de poser des obstacles encore plus considérables aux élèves dont le niveau d'habileté en identification des mots écrits est insuffisant. Ainsi, il a été observé que des élèves qui présentaient des troubles de l'apprentissage de la lecture avaient des difficultés pour apprendre le vocabulaire scientifique, se rappelant par exemple seulement un ou deux mots (sur 8 qui ont été testés) par semaine d'instruction⁶³.

Il est par conséquent très important, comme nous l'avons déjà dit, que l'on donne à ces enfants en difficulté la possibilité d'apprendre le vocabulaire spécifique de chaque discipline via l'enseignement oral. L'apprentissage de mots dans un contexte oral peut se faire de manière incidente, y compris dans les classes de sciences.

⁶³ Scruggs, T.E., et al. (1993). Reading versus doing: The relative effects of textbook-based and inquiry-oriented approaches to science learning in special education classrooms, *The Journal of Special Education*, 27, 1-15.

Dans une étude déjà citée, une amélioration significative dans la connaissance des mots clés a été observée chez des élèves de CM1 et de 4^e. L'amélioration a porté non seulement sur la reconnaissance de la signification des mots mais aussi sur la qualité des explications que les élèves ont pu en fournir. Cet effet est spécifique, car il n'y a pas eu d'amélioration significative sur des mots extraits d'autres aires de la science. Les élèves qui ont commencé sans aucune connaissance et terminé avec une connaissance pleine ont été rares (4.7% au CM1 et 8.0% en 4^e). En 4^e, les élèves situés dans les deux tiers supérieurs ont fait des progrès considérables, passant d'une connaissance partielle à des explications assez complètes des concepts scientifiques.

L'importance de l'enseignement oral et, dans le domaine scientifique, de son utilisation dans des situations d'observation et d'expérimentation (la démarche dite "main à la pâte") n'amoindrit pas le rôle du texte. Celui-ci reste un instrument essentiel de l'apprentissage, d'autant plus nécessaire qu'il s'agit aussi d'habituer l'élève aux conditions d'une prise d'information et d'une réflexion indépendantes à la fois du maître, des autres élèves et de la vérification immédiate. Ce n'est donc pas le rôle du texte que l'on pourrait discuter mais l'adéquation des différents types de texte par rapport à l'apprentissage de concepts scientifiques.

Le texte scientifique doit être, en premier lieu, informatif, c'est-à-dire il doit tenir compte du manque de connaissance préalable de l'élève et permettre l'acquisition d'une nouvelle connaissance ou d'une connaissance plus exacte et approfondie. Il contient donc nécessairement une exposition de faits, d'idées, de relations. Mais la compréhension dans le domaine de la science, par exemple celle d'un concept, implique de faire la part du vrai et faux (en tout cas, provisoires), autrement dit d'évaluer les arguments qui permettent de les considérer comme tels. Un texte scientifique doit, par conséquent, aller au-delà de la simple exposition, et être explicatif, argumentatif non seulement par rapport aux affirmations proposées mais aussi par rapport aux à celles qu'il prétend nier. En d'autres termes, il doit contribuer à familiariser l'élève avec les processus de la réfutation.

Confirmant l'importance d'un contenu textuel de ce type pour l'apprentissage, une étude réalisée avec des enfants du CM2 et de 6^e a montré qu'un texte orienté vers la réfutation d'une conception erronée a conduit à de meilleurs résultats qu'un autre texte qui se limitait à exposer la nouvelle information⁶⁴. Une partie de ce succès, obtenue chez des apprenants encore très jeunes, était sans doute liée au fait que les auteurs avaient utilisé des textes courts, et que la réfutation d'une mauvaise

⁶⁴ Maria, K., & MacGinitie, W. (1987). Learning from texts that refute the reader's prior knowledge. *Reading Research and Instruction*, 26, 222-238.

conception avait pu se faire dans un seul paragraphe. Des études plus récentes vont dans le même sens et contrarient l'idée, défendue par certains, selon laquelle l'apprentissage de concepts abstraits ne doit pas se faire à l'école élémentaire.

Parmi ces études, l'une, particulièrement intéressante, a porté sur le concept d'énergie et sur la compréhension de sa spécificité par rapport à un concept voisin comme celui de force⁶⁵. Elle a été réalisée sur plus de deux centaines d'enfants de 6^e d'écoles rurales en Chypre. Ces enfants ont été attribués à l'un de trois groupes. Un groupe a reçu l'enseignement standard sur le concept d'énergie (enseignement en grande partie oral, l'enseignant s'appuyant sur un manuel). Un autre a bénéficié, en plus, de la lecture d'un texte informatif (d'environ 500 mots et fournissant une revue de ce qui avait été enseigné en classe). Et le groupe restreint a plutôt bénéficié de la lecture d'un texte d'un millier de mots, orienté vers la réfutation de la confusion entre énergie et force matérielle (ou capacité de travail). L'apprentissage a été évalué au moyen d'un test de connaissances. La majorité des questions (par exemple, "est-ce qu'un enfant et un adulte consomment la même quantité d'énergie en soulevant une caisse ?" ; "est-ce que tu pourrais voir l'énergie dans un microscope très puissant ?" ; ou "est-ce que l'on pourrait retirer l'énergie de l'essence et la stocker ailleurs ?") exigeaient des réponses qui ne se trouvaient telles quelles ni dans la leçon ni dans le texte lu et devaient donc être inférées.

Les enfants qui ont reçu la leçon standard ont obtenu 30 % de réponses correctes, ceux qui ont lu le texte de simple exposition 34 %, et ceux qui ont lu le texte contenant une réfutation de la confusion entre énergie et force ont atteint 75 % de réponses correctes. Sensiblement les mêmes performances ont été enregistrées lors d'une nouvelle passation du test, un mois plus tard. Il semble donc que des enfants de 6^e puissent apprendre à distinguer des concepts abstraits qu'ils confondent fréquemment. Si les distinctions pertinentes entre concepts de base, quoique abstraits, ne sont pas opérées, d'autres confusions conceptuelles risquent de se surajouter lors d'apprentissages ultérieurs. Cette étude montre que ce qui est crucial n'est pas de lire ou de ne pas lire en relation avec une leçon sur un concept scientifique, mais bien la nature de ce qui est donné à lire et le niveau d'élaboration mentale que le texte suscite.

⁶⁵ Diakidoy, I.-A.N., et al. (2003). Reading about energy: The effects of text structure in science learning and conceptual change. *Contemporary Educational Psychology*, 28, 335-356.