

# L'effet Flynn et la déficience intellectuelle

CAROLE SÉNÉCHAL  
Université du Québec à Trois-Rivières

SERGE LARIVÉE  
PIERRE AUDY  
Université de Montréal

ENGELBERT RICHARD  
A & C Produits chimiques  
Américains Ltée

## Résumé

La mise en évidence par Flynn (1984) d'une augmentation de trois à cinq points par décennie aux principaux tests d'intelligence administrés aux États-Unis a entraîné le ré-étalonnage de ces tests à intervalles réguliers, en vue de respecter la notation conventionnelle d'une moyenne de 100 points et d'un écart-type de 15 points. Cet article comprend deux volets. Le premier volet aborde trois aspects : l'observation de l'effet Flynn, ses causes probables et sa limite éventuelle. Le second volet met en évidence le risque de fausser le diagnostic de déficience intellectuelle (DI) qu'encourent les cliniciens en utilisant une batterie de tests obsolète, et ce d'autant plus que les participants les plus fluctuants se situent précisément à la frontière du diagnostic de la DI, soit entre 70-85. Nous suggérons également que la complexification de l'environnement peut modifier les critères d'adaptation fonctionnelle des déficients intellectuels.

Depuis la construction des tests de QI, ceux-ci sont étalonnés et standardisés à intervalles réguliers. Par exemple, le WISC a été réétalonné à quatre reprises depuis sa première parution. Ces révisions périodiques visent entre autres l'adaptation de certains items à l'évolution sociale. La nécessité de ces révisions est confirmée en quelque sorte par « l'effet Flynn », un des phénomènes les plus surprenants de la recherche en psychologie de l'intelligence qui porte le nom de son découvreur, lequel démontrait en 1984 une aug-

mentation de l'ordre de trois à cinq points par décennie des scores aux principaux tests d'intelligence aux États-Unis. Sur une période de 46 ans, le niveau intellectuel des Américains aurait ainsi gagné 13,8 points. Depuis, Flynn puis d'autres chercheurs (Colom, Andres-Pueyo & Juan-Espinosa, 1998; Lynn & Hampson, 1986; Teasdale & Owen, 2000) ont confirmé le phénomène dans 25 pays pour la plupart occidentaux.

Cet article comprend deux volets. Le premier volet, consacré à une présentation de l'effet Flynn, aborde trois aspects : l'observation dudit effet, ses causes probables et sa limite éventuelle. Dans le second volet, nous traitons de l'impact de l'effet Flynn sur le diagnostic de déficience intellectuelle et de l'établissement de nouvelles normes qui en découle.

## L'effet Flynn

Pour vérifier la stabilité, la diminution ou la progression intergénérationnelle des scores de QI, on peut, par exemple, faire passer à un échantillon contemporain deux versions (l'ancienne et la nouvelle) du même test. Dans presque tous les cas, les participants obtiennent des scores plus élevés dans la version plus ancienne, d'où la nécessité d'établir de nouvelles normes des tests d'intelligence pour conserver la moyenne relative de 100 points et l'écart-type de 15 points.

## *L'observation de l'effet Flynn*

Le constat d'une augmentation des scores de QI de génération en génération dans plus d'une vingtaine de pays ne permet pas de savoir d'emblée si cette augmentation se manifeste également chez tous les individus quelle que soit l'ampleur de leurs capacités. Un changement de moyenne ne permet pas, en effet, de savoir si ce changement concerne toute la population ou une partie de celle-ci : les scores de QI pourraient rester inchangés à une extrémité ou l'autre de la courbe et l'augmentation moyenne rester la même. Si l'augmentation des scores de QI touche tous les individus, cela signifie que le ou les processus impliqués les avantagent tous. Si l'augmentation n'avantage que les plus doués, cela peut signifier, par exemple, qu'une nouvelle forme de stimulus environnemental en est la cause. Enfin, si les changements cognitifs affectent principalement les individus moins doués,

TABLEAU 1

Le score moyen en QI et en scores bruts (entre parenthèses) aux trois tests de participants situés en bas et en haut de la médiane de deux cohortes (1957-1959 et 1993-2002) (extrait de Sundet et al., 2004)

Années	Score moyen en bas de la médiane			Score moyen en haut de la médiane		
	Arith.	Vocab.	Figures	Arith.	Vocab.	Figures
1957-1959	90,7 (13,5)	90,6 (17,9)	87,4 (19,3)	115,8 (22,5)	115,9 (37,4)	114,9 (27,6)
1993-2002	93,6 (14,5)	101,5 (26,1)	106,5 (25,1)	114,5 (21,9)	119,0 (40,7)	126,3 (30,8)
Différence	2,9 (0,8)	10,9 (8,5)	19,1 (5,8)	-1,3 (-0,4)	3,1 (3,1)	11,4 (3,2)

on peut considérer que des facteurs auparavant défavorables au développement de l'intelligence sont devenus inopérants.

La réanalyse des données de Flynn (1984) par Rodgers (1999) est claire : l'effet Flynn ne découle pas d'un changement uniforme dans la population. Des recherches conduites dans divers pays (Angleterre, Espagne, Danemark, France, Norvège) ont montré que les gains les plus importants touchent des participants dont le QI se situe dans la basse moyenne (Colom et al., 1998; Colom, Lluís-Font & Andrés-Pueyo, 2005; Ernst, 1992; Flynn, 2000; Lynn & Cooper, 1993; Lynn & Hampson, 1986; Raven, 2000; Sanborn, Truscott, Phelps & McDougal 2003; Sundet, Barlaug & Torjussen, 2004; Teasdale & Owen, 1989). Ainsi d'après un échantillon de participants espagnols (Colom et al., 2005) testé en 1970 ( $n = 459$ ) et en 1999 ( $n = 275$ ), le QI a augmenté de 9,7 points à un test de type Raven, le *Pressey's Graphic Test*. L'intérêt des résultats de cette recherche tient dans la distribution de l'augmentation des scores bruts en fonction des rangs centiles suivants : 1, 5, 15, 25, 35, 45, 65, 85, 95 et 99. Les résultats sont clairs : la différence entre le score de 1999 et celui de 1970 décroît d'un point à chaque rang, passant de neuf points au rang centile 1 (les QI les plus faibles) à un point au rang centile 99 (les QI les plus élevés).

Dans une étude antérieure, Colom et al. (1998) avaient observé le même phénomène à partir des résultats de deux échantillons d'adultes, échelonnés sur une période de 28 ans (1963-1991). Dans un cas, les participants dont le niveau d'études se situait au primaire étaient soumis à la version standard des *Matrices de Raven*; dans l'autre cas, les participants de niveau postsecondaire étaient soumis à la version avancée des *Matrices de Raven*. Dans le premier cas, la progression a été de 0,69 point par an pour un total de 19,20 points et dans le deuxième cas, la progression n'a été que de 0,24 point par an pour un total de 6,75 points en 28 ans.

En France, près de 400 000 jeunes conscrits passent chaque année un test d'habiletés intellectuelles dont

les scores varient de 11 à 110 (Ernst, 1992). Les données montrent que le score moyen était de 60,8 en 1971, de 64,3 en 1981 et de 71,5 en 1991. Sur une période de 20 ans, on observe ainsi une progression de 17,6 % pour l'ensemble des conscrits. Celle-ci n'est toutefois pas uniforme. En effet, la progression se révèle plus forte pour les conscrits se situant dans le quartile inférieur (+29,5 %) que pour ceux du quartile supérieur (+15,9 %). Le résultat des 5 % parmi les plus faibles et les plus forts est encore plus frappant. L'augmentation entre 1981 et 1999 est de 37,7 % pour les plus faibles contre seulement 3,2 % pour les plus forts. Ernst (1992) attribue partiellement cette augmentation à la scolarisation accrue des conscrits au fil des ans.

Par ailleurs, Sundet et al. (2004) ont analysé les résultats d'un test d'habiletés mentales (GHM) passé par des Norvégiens de 18 à 22 ans ( $n = 960\ 000$ ) à l'occasion de leur service militaire de 1954 à 2002. Le score global du GHM est composé de trois tests : arithmétique, vocabulaire et figures. Le test arithmétique composé de 20 items inclut des problèmes dont certains impliquent en outre l'habileté de raisonnement logique semblable au sous-test arithmétique du WAIS. Le test de vocabulaire (54 items) s'apparente au sous-test du même nom du WAIS : parmi six possibilités, les participants doivent trouver l'un ou l'autre synonyme d'un mot. Le test des figures, similaire aux *Matrices progressives de Raven*, comprend 36 items.

Le score moyen au GHM a augmenté de façon plus ou moins linéaire de 1954 à 1969 (0,6 point de QI/an : 8,6 points), pour ralentir de 1970 à 1976 (0,2 point de QI/an : 1,4 point). Entre 1978 et 1980, on assiste à un déclin de 1,2 point de QI. Du début des années 1980 au milieu des années 1990, l'augmentation est d'environ 0,2 point de QI par an, puis on assiste de nouveau à un déclin jusqu'en 2002. Le fait que l'augmentation des scores de QI soit due presque exclusivement aux participants de QI faible montre d'une certaine façon la fin de l'effet Flynn ou du moins son ralentissement (Flynn, 2000). Enfin, lorsque les scores moyens des trois tests sont distribués

sur les participants de deux cohortes (1957-59 et 1993-2002), les résultats sont clairs : les gains sont plus élevés chez les participants classés sous la médiane et ce, aux trois tests (voir Tableau 1). Au plan social, les résultats d'une génération à l'autre vont dans le sens d'une réduction de l'écart entre les moins doués et les plus doués. Pour le moment, ces résultats concernent presque exclusivement les pays occidentaux de l'hémisphère nord.

Dans tous les cas, le fait que l'étendue des scores de QI tende à diminuer au fil des générations pourrait, selon Lynn et Cooper (1993), contribuer à expliquer l'effet Flynn. Les corrélations entre les tâches cognitives sont plus faibles chez les participants très intelligents que chez les participants moins intelligents (loi du rendement décroissant, Spearman, 1927). Ainsi, les corrélations entre les sous-groupes d'items mesurant certains types d'aptitudes cognitives et le poids du facteur *g* au sein de celles-ci tendent à diminuer en fonction de l'élévation du QI des participants (Detterman & Daniel, 1989; Jensen, 2003). L'ensemble de ces résultats montre que l'étendue des capacités cognitives au sein des populations occidentales a tendance à diminuer au fil du temps. Cette réduction de l'écart passe toutefois inaperçue dans la mesure où la moyenne est toujours fixée arbitrairement à 100 et l'écart-type à 15 (Grégoire, 2004).

#### Les causes de l'effet Flynn

Plusieurs hypothèses ont été invoquées pour expliquer la présence de l'effet Flynn depuis le début du XXe siècle. Parmi celles-ci, notons une scolarisation plus précoce, plus accessible et prolongée, une amélioration des conditions de vie qui s'est traduite d'une part par une baisse de la pauvreté et l'émergence de l'urbanisation et, d'autre part, par une amélioration de la nutrition et des soins de santé, des changements dans l'environnement familial et une augmentation du nombre de médias et de leur sophistication technologique (Flynn, 1984, 1998a; Neisser, 1998). L'effet Flynn a aussi été attribué à des causes génétiques (Mingroni, 2004, 2007; Storfer, 1990, 1999).

#### *Des variables reliées à la scolarisation*

D'abord, un constat. L'augmentation des scores de QI dans les sociétés occidentales est apparue en même temps que l'amélioration de la scolarité dans la population en général en termes de précocité, d'accessibilité et de durée, en partie due à la fréquentation scolaire obligatoire jusqu'à l'adolescence. Par ailleurs, que le QI soit un bon indicateur de la réussite scolaire est un fait reconnu. Alors qu'on tend à percevoir la durée de la scolarisation comme la conséquence d'un

QI élevé, de plus en plus d'auteurs montrent que cette relation n'est pas à sens unique. La durée de la fréquentation scolaire permet aussi le développement des habiletés intellectuelles (par ex., Ceci, 1991, 1996; Flynn, 2007; Husen & Truijnman, 1991). Il n'y a donc pas seulement eu accroissement de la préscolarisation, les activités préscolaires sont, en outre, souvent centrées sur la résolution de problèmes, ce qui favorise à long terme le développement des habiletés nécessaires pour répondre adéquatement aux tests d'intelligence et, bien sûr, aux contraintes intellectuelles requises pour la résolution de problèmes sociaux et professionnels (Emanuelsson & Svensson, 1986; Flieller, Saintigny & Schaffer, 1986).

La qualité de l'expérience scolaire des enfants au primaire s'est aussi grandement améliorée. Les opportunités d'apprentissage sont plus nombreuses, les exigences académiques se sont à la fois diversifiées et complexifiées et on fait davantage appel à la réflexion des élèves. Au fil des ans, l'influence de l'école s'est fait sentir aussi par l'augmentation de la scolarité des parents. Les parents plus scolarisés possèdent en général de meilleures habiletés intellectuelles et favorisent davantage le développement cognitif de leurs enfants. Ces parents sont plus exigeants et s'impliquent davantage dans la vie scolaire de leurs enfants. Ils sont aussi aptes à créer des expériences éducatives appropriées (Flieller, 1989; Flieller et al., 1986).

Bien qu'on ne puisse pas évaluer spécifiquement l'effet de la scolarisation sur l'augmentation des scores de QI au cours du siècle dernier, il est clair que la scolarisation a un impact sur l'intelligence (Barber, 2005; Ceci & Williams, 1997). En identifiant un certain nombre de facteurs reliés à l'absence de fréquentation scolaire ou à une baisse de celle-ci, Ceci (1991, 1996) a bien montré l'effet du temps passé à l'école sur le QI. Ainsi, les vacances estivales, la fréquentation irrégulière de l'école, le retard dans la scolarisation, le décrochage (que celui-ci se traduise par un arrêt prolongé ou un abandon prématuré) et l'effet de la date d'inscription à l'école sont autant de situations où l'on observe une baisse du QI. Cependant, les variables liées à la scolarisation n'expliquent qu'une partie de l'effet Flynn, dans la mesure où celui-ci se fait sentir bien avant le début de la scolarisation (Hanson, Smith & Hume, 1985; Tasbihazan, Nettelbeck & Kirby, 1997)

#### *Statut socio-économique et urbanisation*

La relation entre le QI et le statut socio-économique est bien établie (Jenks, 1972; Irwin & Lynn, 2006). Or le nombre d'enfants de milieu défavorisé a grandement diminué depuis le début du XXe siècle. Storfer

(1990) a montré, par exemple, qu'au début du XXe siècle, 50 % des enfants vivaient dans un environnement défavorable au développement cognitif, alors qu'aujourd'hui c'est le cas de 20 % des enfants. Par ailleurs, l'amélioration du statut socio-économique au fil des ans n'est pas étrangère au phénomène d'urbanisation, lequel a un effet positif sur le QI (Cole & Cole, 1993). En fait, depuis la première moitié du XXe siècle, la population des pays industrialisés a délaissé massivement le style de vie du monde rural agricole (Hernandez, 1995, 1997). Au fil des ans, les problèmes auxquels les populations urbaines sont confrontées sont plus complexes et correspondent davantage aux questions des tests de QI les plus utilisés. Il n'est dès lors guère surprenant d'observer que le QI des enfants de milieu urbain soit plus élevé que celui des enfants de milieu rural. Même si la complexification d'une partie du milieu rural a permis de réduire l'écart, Lynn (1977, 1979, 1988) a observé que le QI moyen des habitants tend à être plus élevé dans les grands centres urbains des Îles Britanniques (Londres) et de la France (Paris), et à diminuer au fur et à mesure qu'on s'éloigne des grands centres. Quant aux individus diagnostiqués déficients intellectuels, on aura bien compris que cette complexification environnementale sans cesse croissante risque, en l'absence de soutien approprié, d'accentuer leur handicap.

#### *Des changements dans l'environnement familial*

Outre la diminution du nombre d'enfants, l'augmentation du niveau de scolarité des parents et l'urbanisation, plusieurs aspects de l'environnement familial peuvent avoir influencé l'augmentation des scores de QI (Espy, Molfese & DiLalla, 2001; Lautrey, 1980). Ainsi, les chercheurs qui ont vérifié l'influence des pratiques éducatives sur le développement de l'intelligence des enfants distinguent souvent trois types de styles éducatifs par ailleurs associés au statut socio-économique : autoritaire, laisser-aller et démocratique. Comme c'est le style démocratique qui permet le meilleur développement intellectuel, la question est de savoir si, au cours du XXe siècle, un passage a vraiment eu lieu des styles autoritaires et laisser-faire au style démocratique, qui expliquerait alors une part de l'effet Flynn. À cet égard, les travaux de Bronfenbrenner et ses collaborateurs (Bronfenbrenner & Ceci, 1994; Bronfenbrenner, McClelland, Wethington, Moen & Ceci 1996) ont montré que les styles d'interactions parents-enfants se sont effectivement modifiés au cours du siècle dernier passant de conduites maternelles directives à des conduites maternelles ajustées aux besoins de l'enfant.

Un autre changement dans l'environnement familial et sociétal a pu contribuer à l'adoption d'attitudes

parentales propices au développement de l'intelligence des enfants : l'augmentation du niveau de sécurité de l'environnement. On a qu'à penser ici aux barrières que les parents peuvent installer en haut des escaliers, permettant ainsi aux enfants d'explorer davantage leur environnement. Les jouets sont en outre plus sécuritaires. Ce phénomène a probablement favorisé les changements d'attitude des parents face aux comportements auto-exploratoires de leurs enfants. Il est alors possible que le sentiment de sécurité des parents, et partant, des enfants eux-mêmes (du moins pour un environnement proximal comme le milieu familial) ait influencé le développement cognitif de l'enfant, principalement celui lié à l'auto-construction de l'intelligence au sens piagétien (Piaget, 1975), sentiment renforcé par la réduction de la taille des familles.

Les travaux découlant du modèle mis au point par Zajonc (2001; Zajonc & Marcus, 1975) à propos de la configuration familiale montrent effectivement que les résultats aux *Matrices de Raven* diminuent en fonction de la taille de la famille, particulièrement chez les familles dont les naissances sont rapprochées et que les premiers-nés de famille ont en moyenne un QI supérieur de quelques points à celui de leurs frères et/ou de leurs sœurs. Des travaux plus récents confirment ces observations (Bjerkedal, Kristensen, Skjeret & Brevik, 2007; Kristensen & Bjerkedal, 2007) mais montrent aussi que la taille réduite de la famille n'a qu'un effet modéré sur l'augmentation des tests d'habiletés cognitives (Sundet, Borren & Tambs, sous presse) et ne saurait donc suffire à expliquer l'augmentation des scores de QI au fil des générations (depuis plus de 75 ans). Même si depuis quatre ou cinq décennies dans les pays industrialisés, les familles sont manifestement plus réduites, cette hypothèse est certes intéressante selon Zajonc et Mullaly (1997), mais elle n'est pas encore validée empiriquement. Cependant, l'impact de la réduction de la taille de la famille reste aussi à démontrer dans les pays dits non industrialisés comme le Kenya où, sauf erreur, a été effectuée la seule étude concernant l'effet Flynn (Daley, Whaley, Sigman, Espinosa & Newman, 2003). Dans cette étude, où le nombre de personnes vivant sous le même toit est passé de 9,2 à 6,7 de 1984 à 1998, non seulement la manifestation de l'effet Flynn ne peut être attribuée au QI des aînés, mais les auteurs n'observent en outre aucune différence significative entre les aînés et les cadets.

Enfin, que les cadets contribuent à l'augmentation des capacités intellectuelles des aînés n'a rien de surprenant puisque ces derniers servent de tuteurs aux cadets au gré des interactions quotidiennes, ce qui les aide à consolider leurs connaissances.

*L'augmentation du nombre des médias visuels et de leur sophistication*

Au-delà de la scolarisation, de l'urbanisation et autres changements culturels, les principales révolutions du XXe siècle tiennent d'une part dans les progrès technologiques et, d'autre part, dans la progression constante et la grande variété des sollicitations visuo-spatiales offertes aux individus. Au cours du XXe siècle, nous sommes en effet passés d'actions directes sur le réel à des actions de plus en plus médiatisées par des représentations symboliques. Ainsi, l'utilisation adéquate de divers appareils aujourd'hui courants (télé, magnétoscopes, caméras, vidéos, ordinateurs, cuisinières, laveuses, etc.) nécessite la compréhension des schémas et des instructions de ces divers appareils. Non seulement la technologie en tant que telle, mais aussi les représentations symboliques qu'elle nous inspire comportent des occasions d'apprentissage et de développement cognitif qui expliquent au moins partiellement l'effet Flynn, dans un test comme les *Matrices de Raven* (Fernández-Bellestros, Juan-Espinosa & Abad, 2001).

Par ailleurs, chaque nouvelle génération a vu son environnement visuel devenir de plus en plus riche : affiches murales, photographies, cinéma, télé (1950), jeux vidéo autonomes (1970), jeux vidéo sur ordinateur, infographie, graphisme, environnement visuel, etc. Les enfants voient non seulement des images partout mais ils sont constamment sollicités de résoudre des énigmes visuo-spatiales sur des boîtes de céréales, des berlingots de lait, des napperons de restaurant, les emballages de McDonald's, le mode d'emploi des jouets, des jeux d'assemblage, sans compter les jeux pour enfants dans lesquels on retrouve des objets à trouver, les rebus, les labyrinthes, etc. (Neisser, 1998). Les ordinateurs exposent les enfants à des graphiques, à des mouvements de rotation et à des images de toutes sortes qui peuvent stimuler les habiletés de raisonnement fluide que mesurent les *Matrices de Raven*. Comme ils sont inondés de stimuli visuels, il n'est donc guère surprenant, pour prendre un exemple banal, que les enfants sachent souvent mieux que leurs parents manipuler l'ordinateur ou le magnétoscope. Une meilleure maîtrise des habiletés visuo-spatiales expliquerait, d'une part, la meilleure performance des générations actuelles aux tests non verbaux (intelligence fluide, particulièrement ceux de type *Matrices de Raven*) et, d'autre part, la moindre progression aux tests verbaux et de connaissances générales (intelligence cristallisée).

*Une amélioration de la santé et de la nutrition*

Les interactions entre les caractéristiques biologiques des individus et l'environnement sem-

blent aussi avoir joué un rôle dans l'effet Flynn. Sans conclure à une explication causale, on doit en effet noter que l'effet Flynn est concomitant à plusieurs changements relatifs à des variables bio-environnementales survenues au cours du XXe siècle – augmentation de l'espérance de vie, diminution de la mortalité infantile, augmentation de la taille, amélioration de la nutrition et des soins de santé – entraînant du coup une diminution des maladies infectieuses (Komlos & Lauderdale, 2007). C'est dans cette perspective qu'il faut situer le point de vue de Lynn (1982, 1987, 1990, 1998), qui explique l'effet Flynn par le seul facteur nutritionnel, et celui de ses opposants (Flynn, 1992, 1998a, 1999; Martorell, 1998; Sigman & Whaley, 1998).

Quoiqu'il en soit, les éléments qui plaident en faveur d'un lien entre l'amélioration de la nutrition et l'augmentation des scores de QI des citoyens actuels au fil des ans sont certes intéressants, mais n'entraînent pas d'emblée l'adhésion. Par exemple, le fait que l'augmentation des scores aux tests de QI (environ trois points par décennie) survienne entre 1 et 6 ans donne certes un poids supplémentaire au facteur nutritionnel (voir Hanson et al., 1985), mais force est de constater que l'amélioration de la nutrition coïncide avec une qualité croissante des soins de santé, particulièrement des soins médicaux pré et périnataux. Finalement, la qualité nutritionnelle s'est accrue parallèlement à l'amélioration des conditions de vie en général dont les enfants ont pu profiter à plusieurs égards : jouets éducatifs et sécuritaires, voyages, divertissements, vacances, télévision, activités culturelles, etc. (voir Anderson, 1982 pour le cas des Japonais; Emanuelson & Svensson, 1986, pour celui des Suédois et Flieller et al., 1986, pour celui des Français). À cet égard, Storfer (1990) convient que l'amélioration des soins médicaux (qui ont permis entre autres de réduire l'incidence de troubles cognitifs résultant de complications périnatales) et de la nutrition ont influencé le développement mental et physique, mais il ne leur attribue que le cinquième de l'augmentation du QI.

Au total, les causes énoncées plus haut ne sont pas mutuellement exclusives. Par exemple, l'urbanisation et l'amélioration des conditions de vie sont non seulement liées à l'effet Flynn mais elles ont probablement contribué aussi à l'amélioration du système scolaire et à des changements dans l'environnement familial. Le développement de la technologie et des médias a aussi rendu les sociétés occidentales plus complexes. Or, plus un environnement est complexe, plus il requiert d'habiletés pour s'y adapter en exerçant une poussée accommodative sur les schèmes du sujet (Piaget, 1975). Dans cette perspective, on peut penser

que la complexité grandissante de l'environnement stimule particulièrement le potentiel cognitif des enfants. Il devient alors difficile de départager les effets spécifiques de chacune des variables environnementales mentionnées (Flieller, 2001).

Enfin, nonobstant les résultats quant à la configuration familiale, Rodgers (1999) ne manque pas de signaler la faiblesse apparente de l'effet Flynn au sein même des familles. Si, comme il est couramment admis, l'environnement non partagé a plus d'impact sur le QI que l'environnement partagé, les puînés devraient alors présenter un QI plus élevé que les aînés, reflétant ainsi les améliorations présumées de l'environnement au fil des ans. Mingroni (2004, 2007), quant à lui, explique ce paradoxe par l'hétérosis.

#### *L'hétérosis*

En plus des causes environnementales, des chercheurs (Mingroni, 2004, 2007; Neel, 1994; Storfer, 1990, 1999) ont aussi invoqué une cause génétique, l'hétérosis, qui se traduit dans le monde animal et végétal par les meilleures performances des individus hybrides, résultat du mélange de différents gènes de races différentes. Dans ces circonstances, on note que les allèles récessifs s'atténuent au profit des allèles dominants. Même si Mingroni (2004, 2007) reconnaît qu'on n'a pas encore identifié – et peut-être ne le pourra-t-on jamais – de gènes spécifiques de l'intelligence, il invoque trois raisons en faveur de cette hypothèse. Premièrement, il s'agit d'un mécanisme qui rend compte de l'héritabilité du QI et du peu d'effets de l'environnement partagé sur le QI, résultats difficilement compatibles avec les hypothèses environnementales. Deuxièmement, l'hétérosis peut rendre compte d'un certain nombre d'autres tendances séculaires concomitantes à celles du QI, par exemple, les changements intergénérationnels concernant la taille des individus. Troisièmement, l'hétérosis est non seulement un facteur causal très spécifique de la tendance observée dans les scores de QI mais elle demeure une hypothèse testable.

En fait, trois conditions doivent être réunies pour que l'hétérosis soit considérée comme ayant eu un impact sur la hausse des QI au fil des ans. Premièrement, une population doit au point de départ être relativement homogène de manière à ce qu'il y ait plus d'homozygotes que d'hétérozygotes. Deuxièmement, cette population doit subir un changement démographique permettant un mode d'accouplement aléatoire, ce qui entraînera alors au fil des générations une hausse de la fréquence d'hétérozygotes et une baisse de la fréquence d'homozygotes. L'hétérosis est probablement impliquée dans le phénomène d'urba-

nisation évoqué à titre de cause environnementale. On aurait alors une explication à la fois génétique et environnementale de l'augmentation du QI moyen des habitants des grands centres urbains en Angleterre et en France (Lynn, 1988). Troisièmement, les traits en question doivent présenter une dominance directionnelle, « avec plus de gènes dominants qui poussent le trait dans une direction, et plus de gènes récessifs qui poussent le trait dans la direction opposée » (Mingroni, 2007, p. 807). Toute augmentation du ratio hétérozygotes/homozygotes en faveur des premiers infléchira la distribution du trait en direction de la dominance (Griffiths, Gelbart, Lewontin & Miller, 2002).

Finalement, Mingroni (2004, 2007) conclut que, compte tenu de la forte héritabilité du QI, il subsiste toujours une confusion entre les causes et les effets en ce qui concerne les variables environnementales. À cet égard, il considère que l'hétérosis est probablement l'explication la plus plausible de l'effet Flynn.

Cependant, cette conclusion repose sur la prémisse que les gains de QI au fil des générations sont des gains réels qui impliquent des variations des performances des individus sur les facteurs latents, tels le facteur *g*, que les tests d'intelligence prétendent généralement mesurer. Pourtant, il est loin d'être certain que ces gains soient associés à des gains réels sur des facteurs latents (Rodgers, 1999; Rushton, 1999; Wicherts et al., 2004). De plus, la proposition de Mingroni explique mal pourquoi les résultats de mesures d'aptitudes cognitives augmentent dans certains cas, diminuent dans d'autres ou demeurent relativement stables entre les générations. À ce sujet, Schaie (2005) note que ce sont les aptitudes de raisonnement inductif et de vitesse perceptive qui progressent le plus d'une cohorte à l'autre depuis le début du XXe siècle, alors que les aptitudes numériques et verbales augmentent jusque dans les années 1920 pour les aptitudes numériques, et dans les années 1950 pour les aptitudes verbales, puis diminuent par la suite. Les facteurs de sélection qui peuvent orienter une dominance directionnelle spécifique à certaines opérations mentales et, de surcroît, dans différentes directions pour une même aptitude cognitive sur de courtes périodes de temps questionnent sérieusement cette théorie.

Dickens et Flynn (2001) proposent une autre hypothèse qui repose sur deux postulats : les individus qui excellent dans une habileté se donnent habituellement les moyens de la parfaire et, ce faisant, leurs gènes sont avantagés puisque les différences génétiques persistent. Par exemple, les individus dont la grandeur et la rapidité se situent au-dessus de la moyenne sont susceptibles d'exceller au basketball.

TABLEAU 2

Moyenne en stanines (0-9) des scores au BPP et pourcentages des scores 1 et 2 puis 8 et 9 (adapté de Teasdale &amp; Owen, 2005)

Année	N	Moyenne	É.-T.	% des scores 1 et 2	% des scores 8 et 9
1959	16 618	4,67	2,02	15,6	8,4
1969	37 212	5,09	1,90	9,9	9,4
1979	36 143	5,53	1,77	6,1	11,7
1989	34 123	5,76	1,53	3,6	12,3
1990	35 102	5,77	1,63	3,6	12,3
1991	34 106	5,81	1,61	3,3	12,5
1992	32 920	5,85	1,59	3,0	13,1
1993	31 010	5,90	1,60	3,0	13,8
1994	31 454	5,91	1,60	2,9	13,8
1995	29 505	5,91	1,58	2,7	13,8
1996	28 118	5,91	1,58	2,8	13,6
1997	28 460	5,91	1,58	2,8	13,4
1998	25 282	5,94	1,58	2,8	14,4
1999	26 582	5,84	1,59	3,1	12,8
2000	25 893	5,75	1,63	3,9	12,1
2001	24 797	5,78	1,61	3,5	12,3
2002	24 411	5,79	1,61	3,5	12,4
2003	23 907	5,77	1,60	3,6	12,0
2004	23 505	5,77	1,59	3,3	11,7

Au début, cet avantage peut être modeste, mais comme ils excellent, ils ont plus de chance d'aimer jouer et joueront probablement plus que beaucoup d'autres. Dans un tel cas, un avantage génétique bonifie l'environnement (le temps passé à jouer et à se pratiquer) qui en retour favorise l'amélioration des habiletés. De cette façon, un avantage génétique même modeste peut entraîner une amélioration considérable de la performance. Cette hypothèse paraît intéressante car elle explique comment un petit changement génétique peut déboucher sur des résultats remarquables.

Indépendamment du modèle développé par Dickens et Flynn (2001) vivement contesté (Dickens & Flynn, 2002; Loehlin, 2002; Rowe & Rodgers, 2002), il ne fait aucun doute que des conditions environnementales de plus en plus propices au développement de l'intelligence se sont mises en place au cours du XXe siècle dans les sociétés industrialisées. On peut penser que ces conditions environnementales ont permis d'actualiser un potentiel génétique. L'effet multiplicateur qui s'en est suivi explique probablement l'effet Flynn. Enfin, même si Bronfenbrenner et Ceci (1994) spéculent sur la proportion du potentiel génétique de l'intelligence actualisé jusqu'à maintenant, l'effet Flynn semble bien avoir atteint sa limite dans les sociétés occidentales industrialisées.

L'effet Flynn a-t-il atteint sa limite ?

Pour savoir dans quelle mesure l'effet qui porte son nom plafonne, Flynn (1998b) s'est demandé si le gain

annuel moyen de 0,33 point de QI se poursuivait sur les échelles de Wechsler entre 1970 et 1990. En ce qui concerne la comparaison WISC-R/WISC-III (1972-1989) ( $n = 13$  études), les résultats ressemblent à ce qu'on savait déjà : 0,31 point/an pour le QIT, 0,22 point/an pour le QIV et 0,36 point/an pour le QIP. Encore une fois les épreuves (QIV) les plus apparentées à l'apprentissage scolaire sont les moins sensibles à l'effet Flynn. Il faut souligner cependant que les échelles de Wechsler ne sont pas les meilleurs tests pour évaluer l'effet Flynn (Rodgers, 1999; Zhu & Tulskey, 1999). L'effet en question est certes plus prononcé dans les tests d'intelligence fluide de nature non verbale associés au raisonnement inductif et dans les tests visuo-spatiaux du type *Matrices de Raven*, que dans les tests d'habiletés verbales mesurées par le QIV des échelles de Wechsler. Encore là, des nuances s'imposent, puisque Truscott et Frank (2001) ont montré que le gain annuel moyen des résultats aux sous-tests du QIV et du QIP n'est pas systématique. Quoiqu'il en soit, les résultats de certaines études tendent à montrer, du moins dans les pays scandinaves, sinon la fin, du moins le ralentissement de l'effet Flynn. En plus des résultats de Sundet et al. (2004) présentés plus haut, il faut signaler ici la recherche d'Emanuelsson, Reuterberg et Svensson (1993) et celles de Teasdale et Owen (2000, 2005).

Emanuelsson et al. (1993) ont évalué les changements obtenus chez les écoliers suédois à cinq reprises de 1961 à 1990 sur des mesures verbales, spatiales et de raisonnement tirées des tests du modèle de

Thurstone. Sauf pour l'échantillon de 1990 ( $n = 4\ 417$ ), le nombre de participants évalués varie de 9 108 à 12 166, soit de 87,7 % à 95,5 % de l'ensemble des étudiants. Au-delà d'une certaine fluctuation (alternance entre des hausses et des baisses) au cours de ces trente années, les auteurs font trois constats. Premièrement, entre 1960 et 1990, les habiletés verbales sont demeurées sensiblement les mêmes. Deuxièmement, si les habiletés spatiales se sont grandement améliorées (*É.-T.* de 0,5 pour les filles et *É.-T.* de 0,3 pour les garçons), cette progression a eu lieu essentiellement au cours des années 1960 et 1970. Troisièmement, l'amélioration de la performance au test de raisonnement est également apparue au cours des années 1960 et 1970, suivie en outre d'une légère hausse entre les années 1980 et 1990 chez les garçons et d'une faible diminution chez les filles. Au total, il semble que, dès le début des années 1980, le rythme de l'amélioration des habiletés intellectuelles telles que mesurées par des tests psychométriques ait grandement ralenti, sinon plafonné. Comme les scores de QI continuent d'augmenter dans d'autres pays, on ignore s'il s'agit d'un arrêt temporaire ou d'un plafond définitif. Quoiqu'il en soit, le plafond observé dans l'augmentation de scores dans certains pays scandinaves est concomitant avec celui de la taille, alors que dans d'autres pays européens (Belgique, Portugal et Espagne) le QI et la taille, deux phénomènes sensibles à l'hétéroïsis, poursuivent leur progression (Larnkjaer, Schröder, Schmidt, Jørgensen & Michaelsen, 2006).

Teasdale et Owen (2005) ont analysé les résultats à un test d'intelligence à passation collective, le *Borg Priens Prove* (BPP), auquel ont été soumis des conscrits danois (entre 25 000 et 35 000 par année) de 1959 à 1979, puis de 1989 à 2004. Le BPP est composé de quatre sous-tests : des matrices similaires à celles de Raven (19 items), des analogies verbales (24 items), des séquences numériques (17 items) et des figures géométriques (18 items). Les scores varient de 0 à 78 et, ramenés sur une échelle en stanines, de 1 à 9. Deux constats se dégagent des résultats dont le Tableau 2 fait état.

Premièrement, le score moyen a augmenté de façon constante entre 1959 et 1998. Au cours de la même période, la variance a aussi diminué de façon générale, passant de 2,02 à 1,58. Deuxièmement, le pourcentage des participants dont le score se situe dans les stanines 1 et 2 décroît de 1959 à 1998, passant de 15,6 % à 2,8 % pour ensuite fluctuer entre 3,1 et 3,9. Par ailleurs, le pourcentage de participants situés dans les stanines 8 et 9 croît de 1959 à 1998, passant de 8,4 % à 14,4 % pour ensuite fluctuer entre 11,7 % et 12,4 %. Les auteurs ont transformé les scores en QI.

Si le QI était de 100 en 1959, on note une augmentation de trois points par décennie entre 1959 et 1979, de près de deux points entre 1979 et 1989 et d'environ 1,3 point entre 1989 et 1998 pour disparaître à partir de 2000. Enfin, sans en faire une explication causale, les auteurs notent un certain parallèle entre le pourcentage des participants qui poursuivent des études collégiales et l'augmentation des scores de QI. Ainsi, entre 1991 et 1998, le pourcentage est passé de 38,9 % à 49,1 % suivi d'un déclin à 44,3 % en 2000 puis d'une légère remontée à 48,1 % en 2004. Bien sûr, ces résultats ne nous renseignent pas sur les éventuels changements sociétaux qui pourraient expliquer la récente diminution des étudiants danois au collégial. Ces résultats indiquent à tout le moins que les facteurs environnementaux favorables au développement intellectuel évoqués précédemment auraient produit l'impact attendu : les scores de QI cessent d'augmenter chez les participants de QI élevé, mais continuent d'augmenter chez les participants de QI faible. Ce constat est en quelque sorte confirmé par les résultats des pays en voie de développement où l'effet Flynn se fait encore sentir en raison des facteurs encore actifs reliés à l'éducation, à la santé et à la nutrition (Cocodia et al., 2003; Daley et al., 2003).

#### Impact de l'effet Flynn sur le diagnostic de la déficience intellectuelle

Selon l'American Association for Mental Retardation (Luckasson et al., 2003), on peut poser un diagnostic de déficience intellectuelle (DI) si un individu présente un QI en deçà de deux écarts-types de la moyenne (70 et moins) ainsi qu'un déficit du comportement adaptatif dans l'un des trois domaines d'habiletés conceptuelles, sociales ou pratiques et que toutes ces caractéristiques sont présentes avant 18 ans.

En ce qui concerne l'évaluation de l'intelligence, une enquête internationale conduite dans 44 pays par Oakland et Hu (1992) montre que sur 455 tests disponibles sur le marché, cinq tests d'intelligence se retrouvent parmi les dix tests les plus utilisés au monde. Parmi ceux-ci, les échelles de Wechsler pour les enfants de 6 à 17 ans, le WISC et le WISC-R, occupent la première position. On peut penser que le WISC-III a conservé la même position à partir de 1991 et que le WISC-IV se maintiendra en tête des tests les plus utilisés. Par ailleurs, on retrouve les *Matrices de Raven* en deuxième position.

Les cliniciens moins sensibilisés à l'importance d'utiliser les plus récentes versions des tests de QI peuvent poser des diagnostics erronés de DI. L'intervalle entre les nouvelles normes d'évaluation et leur utilisation systématique par l'ensemble des cliniciens tardent trop souvent. À cet égard, Kanaya, Scullin et Ceci

TABLEAU 3  
Pourcentage d'utilisation du WISC-R et du WISC-III entre 1992 et 1995 (adapté de Kanaya et al., 2003a)

Test utilisé	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
WISC-R <sup>a</sup>	100%	100%	88%	41%	17%	10%	4%
WISC-III <sup>b</sup>	0%	0%	12%	59%	83%	90%	96%

<sup>a</sup>WISC-R (Wechsler Intelligence Scale for Children-Revised); <sup>b</sup>WISC-III (Wechsler Intelligence Scale for Children-Third Revision).

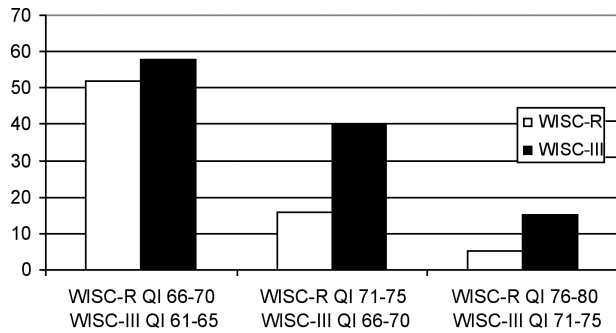


Figure 1. Pourcentage de participants classifiés DI et qui ont obtenu entre 66 et 80 au WISC-R et entre 61 et 65 au WISC-III (adapté de Kanaya et al., 2003a, p. 786)

Notes. Les groupes sont présentés par tranches de cinq points. Groupe 1 : WISC-R, N = 52; WISC-III, N = 67. Groupe 2 : WISC-R, N = 90; WISC-III, N = 95. Groupe 3 : WISC-R, N = 127; WISC-III, N = 169.

(2003b) ont mesuré le temps mis par les psychologues américains à se prévaloir systématiquement du WISC-III (Wechsler, 1991) dans leur pratique (voir Tableau 3).

Comme on peut le constater, quatre ans après la diffusion des nouvelles normes, 10 % des psychologues utilisent encore le WISC-R (Wechsler, 1974), ce qui laisse entendre qu'un certain nombre de cliniciens ignorent les impacts différentiels de l'effet Flynn sur les évaluations cognitives. À première vue, les décisions inadéquates inhérentes aux normes désuètes des tests d'intelligence ne semblent pas être préjudiciables du fait qu'elles modifient très légèrement l'échelle de la population en général. En effet, la moyenne du QI total des participants évalués au WISC-III n'est que de trois à cinq points inférieure à celle qui résulte du WISC-R (Wechsler, 1996). Cependant, pour des sous-groupes d'individus ou pour des aptitudes particulières, ces effets pourraient être plus importants. Par exemple, Truscott et Frank (2001) ont étudié à l'aide du WISC-III un échantillon de 171 participants qui présentaient trois ans plus tôt des troubles d'apprentissage. Ces participants ont d'abord été évalués à l'aide du WISC-R puis trois ans plus tard à

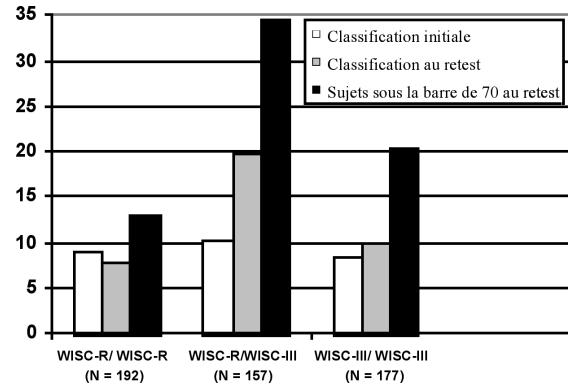


Figure 2. Pourcentage de participants diagnostiqués DI ayant initialement obtenu un QI entre 71 et 85 à l'un des tests WISC lorsque testés et retestés à l'aide de l'une ou l'autre version du test (adapté de Kanaya et al., 2003a, p. 785).

Notes. La différence du nombre de participants classés DI entre les retests,  $\chi^2(2, N = 526) = 12,16, p < ,01$ . La différence entre les participants sous 70 et les participants de 71 et plus entre les retests,  $\chi^2(2, N = 526) = 23,46, p < ,001$ . La différence entre les participants sous 70 et les participants de 71 et plus entre les retests,  $\chi^2(2, N = 526) = 23,46, p < ,001$ . La différence entre les participants sous 70 et les participants de 71 et plus entre les retests, participants sous 70 et les participants de 71 et plus entre les retests,  $\chi^2(2, N = 526) = 23,46, p < ,001$ .

l'aide du WISC-III. Le QI total des participants au WISC-III était en moyenne de 4,8 points inférieurs à celui obtenu au départ au WISC-R; leur QIP présentait des différences plus marquées (6,7 points) que leur QIV (2,9 points).

L'effet Flynn pose également problème pour les participants dont le QI se situe à la frontière de la déficience légère et de la normalité. Selon Kanaya et al. (2003b), les individus dont les résultats au WISC-R se situent entre 66 et 80 voient leurs résultats baisser d'environ cinq points s'ils sont soumis au WISC-III, un écart correspondant à l'effet Flynn (Flynn, 1999). Tel qu'illustré à la Figure 1, l'effet se fait moins sentir si les résultats du participant se situaient au WISC-R sous la barre des 70. Par contre, pour les participants dont le score se situait entre 71 et 80 au WISC-R, la moyenne au WISC-III devrait se situer entre 66 et 75, ce qui entraîne une augmentation substantielle des diagnostics de déficience là où l'on aurait pu diagnostiquer

des problèmes d'apprentissage, particulièrement chez les participants dont le *QI* se situait entre 71 et 75 au WISC-R.

Kanaya et al. (2003b) ont testé cette hypothèse (voir Figure 2). À la suite d'un premier test, 526 participants dont la moyenne se situait entre 71 et 85 ont été répartis en trois groupes : le premier groupe ( $n = 192$ ) comprenait les participants testés à deux reprises à l'aide du WISC-R, le deuxième groupe ( $n = 157$ ) comprenait les participants testés une première fois à l'aide du WISC-R et ensuite à l'aide du WISC-III, et le troisième groupe ( $n = 177$ ) comprenait les participants testés à deux reprises à l'aide du WISC-III. Alors que le pourcentage de participants du premier et du troisième groupe classés déficients légers à la suite de la deuxième passation du même test est sensiblement le même que le pourcentage des résultats du test initial. Cependant, 19,8 % des participants du deuxième groupe ont été reclassifiés déficients légers au WISC-III comparativement à quelque 10 % au WISC-R. On peut également constater l'augmentation importante du nombre de résultats inférieurs à 70 lorsque les participants sont retestés au moyen du test révisé. De toute évidence, l'utilisation de nouvelles normes a un impact qui peut se traduire, selon Truscott et Volker (2005), par un diagnostic de difficulté d'apprentissage au lieu d'un diagnostic de déficience légère chez des participants soumis à l'ancienne version.

La réévaluation des tests d'intelligence n'explique que partiellement l'absence de fidélité entre les deux versions. Par exemple, entre 1977 et 1990, le nombre d'étudiants diagnostiqués déficients intellectuels sur la base d'un *QI* inférieur ou égal à 70 a diminué de manière importante aux États-Unis (passant de 960 000 à 570 000). L'utilisation progressive du WISC-III à partir de 1991 aurait dû produire une importante augmentation du nombre d'individus classés déficients intellectuels. Or, contrairement aux attentes, ce taux tend plutôt à rester stable. La tentation est forte d'attribuer ces résultats à la connaissance qu'ont les cliniciens de l'impact de l'effet Flynn. On peut également expliquer ce phénomène autrement. En effet, la diffusion et la publication de nombreuses recherches au cours des années 1970 et 1980 sur les impacts néfastes d'une étiquette de déficience intellectuelle (Edgerton, 1967; Mercer, 1973) pourraient expliquer la diminution de tels diagnostics (Kanaya, Ceci & Scullin, 2003a). Le département américain de l'éducation a en effet enregistré, entre 1975 et 2001, une augmentation du taux de prévalence associé au diagnostic du trouble d'apprentissage passant de 2 à 6 % de la population scolaire. Cette nouvelle étiquette a permis à ces enfants d'être inscrits à des programmes spéciaux d'éducation, de profiter de leçons supplémen-

taires et de quelques autres avantages sans recevoir l'étiquette de déficient intellectuel (Scullin, 2006). Le reclassement scolaire fondé sur des représentations sociales et sur leur distribution dans une population devient une autre variable confondante dans l'appréciation de l'effet Flynn et de son impact sur des sous-groupes de la population.

La complexité et le nombre des informations impliquées dans la pratique clinique appellent certainement une amélioration des méthodes diagnostiques visant à établir les aptitudes intellectuelles des participants et leur niveau d'adaptabilité à leur milieu de vie. Comme le diagnostic concernant les aptitudes intellectuelles relève de la pratique des psychologues cliniciens, ceux-ci devraient aussi avoir accès rapidement aux particularités socioéconomiques et ergonomiques d'un milieu, aux particularités individuelles d'un participant, ainsi qu'aux normes comparatives pour des groupes d'âge et de milieux similaires.

L'évaluation des aptitudes mentales au moyen des tests d'intelligence demeure en effet un outil parmi d'autres. Ces tests ne permettent pas de saisir l'ensemble des variables de l'environnement qui influencent l'adaptation d'un individu à son milieu. De plus, ils n'évaluent qu'une gamme restreinte de stratégies utilisées par les individus pour résoudre des problèmes de la vie quotidienne. À cet égard, rappelons qu'en plus d'un *QI* en deçà de 70, le diagnostic de DI nécessite un déficit adaptatif dans les domaines conceptuel, social ou pratique. Or, on conviendra que la notion de déficit adaptatif peut varier d'un milieu à un autre ou en fonction de l'histoire personnelle (Kanaya et al., 2003b). Dans ce cas, comment déterminer l'adaptabilité d'un individu (enfant ou adulte) atteint d'un retard mental ? Qui plus est, les capacités accrues d'un individu de conceptualiser son environnement et l'explosion des technologies posent également la question de la validité du diagnostic d'adaptation de l'individu à son milieu.

Même si les supports technologiques, les ressources humaines disponibles et la qualité de l'accès à l'information varient grandement d'un milieu communautaire à un autre, une société plus complexe n'impose-t-elle pas des contraintes supérieures aux individus qui la composent ? Dans cette perspective, les critères d'adaptabilité pourraient être ajustés à la hausse dans les années futures. Par ailleurs, la complexification du milieu de vie, due aux avancées technologiques, pourrait être compensée par la simplification des interfaces d'utilisation. En effet, l'utilisateur n'a plus besoin de connaître les détails du fonctionnement d'un appareil mais uniquement le résultat obtenu par la pression d'un ou deux boutons. Quand ils sont utilisés de manière stratégique et en synergie, les supports

externes offerts par l'environnement pourraient alors pallier, voire augmenter, les performances cognitives des individus (Donald, 1991). Les recherches concernant l'ergonomie cognitive ont démontré que des représentations graphiques simples permettent de construire rapidement des images mentales non ambiguës et ayant des significations spécifiques. Selon Richard (2005), ces icônes peuvent libérer de l'espace de mémoire de travail en transformant un problème qui requiert un traitement symbolique interne en une suite de contraintes externes représentées et emmagasinées sur du matériel symbolique externe. Ces informations peuvent être récupérées par la suite à l'aide d'outils perceptifs et comportementaux (Alamargot, Chanquoy & Chuy, 2005; Donald, 1991; Ericsson & Kintsch, 1995; Medin, Lynch, Coley & Atran, 1997; Van den Bergh & Rijlaarsdam, 1999; Zhang & Norman, 1994). Il reste à souhaiter que certaines technologies puissent pallier en partie à ce problème grâce à une ergonomie cognitive agissant à titre d'interface médiatrice entre la complexité du monde quotidien et les déficits cognitifs des individus. Le développement de nouveaux réseaux sociaux pour les personnes présentant une déficience intellectuelle peut également s'inscrire dans ces processus de facilitation (Sénéchal, Larivée & Richard, 2004).

Rappelons en outre que la variabilité non contrôlée des normes d'évaluation peut avoir de graves implications pour la vie des individus. Par exemple, plusieurs causes criminelles impliquent la prise en compte d'un diagnostic associé aux aptitudes mentales de l'accusé, car un assez grand nombre de prévenus présente un QI sous la moyenne, voire à la limite de la déficience (Gordon, 1997). L'effet Flynn pourrait donc avoir un impact crucial sur l'évaluation des compétences cognitives et indirectement sur la détermination des responsabilités criminelles d'un détenu. Si le QI d'un criminel est à la frontière de la déficience, le psychologue est alors confronté à un problème éthique de taille : évalué en fonction de la normalité, l'individu peut encourir la peine de mort (aux É.-U.), alors que dans certains états le statut de déficient lui éviterait cette peine (Sculling, 2006).

#### Conclusion

À notre connaissance, peu ou pas de chercheurs mettent en doute l'existence de l'effet Flynn. Par ailleurs, même s'il existe un certain consensus sur l'origine environnementale dudit effet, sa signification et son explication font encore l'objet de vives controverses, comme si les tenants de l'une ou l'autre explication perdaient de vue que, dans la plupart des pays industrialisés, « tout » a changé simultanément au cours du XXe siècle : la nutrition s'est améliorée,

l'éducation a progressé, l'environnement s'est complexifié et les stimuli visuo-spatiaux se sont multipliés. Ceux qui n'adhèrent pas à l'une ou l'autre des explications avancées, tiennent l'effet Flynn pour une énigme au sens khunnién du terme (Kuhn, 1970). À cet égard, ou bien nous aurons un jour une explication dans le cadre des théories actuelles, ou bien, nous devons réviser en profondeur nos théories sur l'intelligence. Qu'on parvienne ou non à établir l'influence de facteurs génétiques, les défenseurs de l'impact des facteurs environnementaux devront préciser leur position. Par exemple, les tenants de l'explication scolaire devront mieux identifier le rôle causal des différentes facettes de l'école sur l'intelligence. Par ailleurs, comme l'effet Flynn se manifeste avant le début de la scolarisation, il est clair qu'il faut identifier quelles variables familiales et environnementales sont en jeu. Le même raisonnement s'applique au rôle des médias visuels. La recherche d'Okagaki et Frensch (1994) offre un exemple du type de travaux à entreprendre. Les auteurs ont étudié les effets de la pratique d'un jeu vidéo, le *Tetris*, sur la résolution de problèmes spatiaux. Six heures de pratique suffiraient pour que les participants améliorent leurs performances dans des tests spatiaux de visualisation et de rotation mentale. L'intérêt de ce type de recherche réside en partie dans sa validité écologique, dans la mesure où les auteurs montrent qu'un apprentissage des opérations spatiales peut résulter d'activités ludiques. Il reste bien sûr à vérifier si l'apprentissage découlant de la pratique de tels jeux peut se généraliser à des tâches de la vie réelle plus éloignées du jeu vidéo et des tests spatiaux.

Depuis le début des années 1980, le phénomène de l'« effet Flynn » soulève aussi des questions concernant la validité des diagnostics de déficience intellectuelle. En effet, les réévaluations successives des tests de QI peuvent entraîner un changement de diagnostic pour les participants dont le QI se situe près des seuils de diagnostic des différents niveaux de déficience intellectuelle. Sur la base des résultats obtenus par plusieurs auteurs (Kanaya et al., 2003b; Truscott & Frank, 2001; Truscott & Volker, 2005), ces craintes semblent justifiées dans la mesure où les participants soumis à une version révisée d'un test présentent généralement des résultats de cinq à six points inférieurs à ceux de la version antérieure du même test. De plus, au cours des années 1970 et 1980, la crainte chez les professionnels d'étiqueter « déficients légers » des participants limites a favorisé en revanche une augmentation de la prévalence des troubles d'apprentissage (passant de 2 à 6 %), diminuant ainsi la prévalence attendue découlant de l'effet Flynn sur le nombre de participants diagnostiqués déficients intel-

lectuels (Kanaya et al., 2003a).

Pour s'assurer que les psychologues ne posent pas de diagnostic erroné de déficience intellectuelle, ceux-ci peuvent opter pour la suggestion de Flynn (1998b, 2000, 2006) d'ajouter environ 0,3 point de QI par année suivant l'année de publication de nouvelles normes. Cette solution est certes simple et parcimonieuse, mais elle n'est pas exempte de critiques (Trustcott & Frank, 2001; Zhu & Tulsy, 1999). Ainsi, non seulement la valeur d'ajustement proposée par Flynn est-elle approximative, mais elle s'appuie sur des observations effectuées entre 1932 et 1980, observations qui ne sont plus nécessairement valides lorsqu'on considère les données qui suggèrent que l'effet Flynn a atteint sa limite dans certains pays occidentaux depuis les années 1990. De plus, la proposition de Flynn ne tient pas compte de la diversité des variations en fonction des tests, ni des différences dans les variations de QI de sous-groupes d'individus à travers les époques, voire d'un individu en particulier au cours de son développement. La solution idéale passe probablement par le rééchantillonnage plus fréquent des principaux tests d'intelligence, mais il s'agit là d'une solution coûteuse. Aussi simple que cela puisse paraître, les psychologues n'ont en fait qu'à exercer leur sens clinique en étant plus attentifs à la définition de la déficience intellectuelle proposée par l'American Association for Mental Retardation (AAMR, 2002) (Luckasson et al., 2003), qui insiste davantage sur l'adaptabilité et relativise de ce fait l'importance du QI. Les critères d'adaptabilité pourront certes changer selon la complexité du milieu de vie du participant. On peut espérer, dès lors, que la diversité de la complexité se traduira par une ergonomie différenciée mieux adaptée à chacun des milieux concernés. Étant donné la réduction de l'écart entre les moins doués et les plus doués sur le plan intellectuel, observée dans certains pays occidentaux, on peut espérer qu'un certain nombre des participants situés au seuil de la déficience intellectuelle puissent s'en éloigner sensiblement.

Adresser la correspondance à Carole Sénéchal, Département de psychoéducation, Université du Québec à Trois-Rivières, 3351, boul. des Forges, C. P. 500, Trois-Rivières, Québec G9A 5H7 (Courriel : carolesenechal@aol.com).

### Abstract

In 1984, Flynn pointed out a 3 to 5 point increase per decade in major IQ tests in the United States. To respect the golden standard of the 100 point average and 15 point

standard deviation, it became necessary to regularly restandardize the American IQ tests. In the first part of this paper we tackle three subjects : The observation of the "Flynn effect," its probable causes and its possible limit. In the second part we show that the "Flynn effect" might present a misdiagnosis risk for mental retardation when professionals use an obsolete version of an IQ test. This caveat especially applies given that the greatest risk of misdiagnosis is for borderline cases (with scores from 70 to 85). We also raise the possibility that a more complex environment due to the evolution of technologies might necessitate adjustment of the functional adaptability criteria for mental retardation.

### Références

- Alamargot, D., Chanquoy, L., & Chuy, M. (2005). L'élaboration du contenu du texte : de la mémoire à long terme à l'environnement de la tâche. *Psychologie française, 50*, 287-304.
- American Association for Mental Retardation (AAMR). (2002). *Mental retardation: Definition, classification, and systems of supports* (10th ed.). Annapolis, MD : Auteur.
- Anderson, A. M. (1982). The great Japanese IQ increase. *Nature, 297*, 180-181.
- Barber, N. (2005). Educational and ecological correlates of IQ: A cross-national investigation. *Intelligence, 33*, 273-284.
- Bjerkedal, T., Kristensen, P., Skjeret, G. A., et Brevik, J. I. (2007). Intelligence tests scores and birth order among young Norwegians (conscripts) analysed within and between families. *Intelligence, 35*, 503-514.
- Bronfenbrenner, U., & Ceci, S. J. (1994). Nature-nurture reconceptualized in development perspective: A bioecological model. *Psychological Review, 101*, 568-586.
- Bronfenbrenner, U., McClelland, P., Wethington, E., Moen, P., & Ceci, S. J. (1996). *The state of Americans: This generation and the next*. New York : Free Press.
- Ceci, S. J. (1991). How much does schooling influence general intelligence and its cognitive components? A reassessment of the evidence. *Developmental Psychology, 27*, 703-722.
- Ceci, S. J. (1996). *On intelligence*. Cambridge, MA : Harvard University Press.
- Ceci, S. J., & Williams, W. M. (1997). Schooling and intelligence. *American Psychologist, 52*, 1051-1058.
- Cocodia, E. A., Kim, J.-S., Shin, H.-S., Kim, J.-W., Ee, J., Wee, M. S., & Howard, R. W. (2003). Evidence that rising population intelligence is impacting in formal education. *Personality and Individual Differences, 3*, 797-810.
- Cole, M., & Cole, S. R. (1993). *The development of children*. New York : Scientific American Books.
- Colom, A., Andrés-Pueyo, A., & Juan-Espinosa, M. (1998).

- Generational IQ gains: Spanish data. *Personality and Individual Differences*, 25, 927-935.
- Colom, R., Lluís-Font, J. M., & Andrés-Pueyo, A. (2005). The generational intelligence gains are caused by decreasing variance in the lower half of the distribution: Supporting evidence for the nutrition hypothesis. *Intelligence*, 33, 83-91.
- Daley, T. C., Whaley, S. E., Sigman, M. D., Espinosa, M. P., & Newman, C. (2003). IQ on the rise the Flynn effect in rural Kenyan children. *Psychological Science*, 14, 215-219.
- Detterman, D. K., & Daniel, M. H. (1989). Correlations of mental tests with each other and with cognitive variables are highest for low IQ groups. *Intelligence*, 13, 349-359.
- Dickens, W. T., & Flynn, J. R. (2001). Heritability estimates versus large environmental effects: The IQ paradox resolved. *Psychological Review*, 108, 346-369.
- Dickens, W. T., & Flynn, J. R. (2002). The IQ paradox is still resolved: Reply to Loehlin (2002) and Rowe and Rodgers (2002). *Psychological Review*, 109, 764-771.
- Donald, M. (1991). *Origins of the Modern Mind*. Cambridge, MA : Harvard University Press.
- Edgerton, E. (1967). *The cloak of competence: Stigma in the lives of the mentally retarded*. Berkeley, CA : University of California Press.
- Emanuelsson, I., & Svensson, A. (1986). Does the level of intelligence decrease? A comparison between thirteen-year-olds tested in 1961, 1966 and 1980. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 30, 25-37.
- Emanuelsson, I., Reuterberg, S. E., & Svensson, A. (1993). Changing differences in intelligence ? Comparisons between groups of thirteen-year-olds tested from 1960 to 1990. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 37, 259-277.
- Ericsson, K. A., & Kintsch, W. (1995). Long-term working memory. *Psychological Review* 102(2), 211-245.
- Ernst, B. (1992). Le niveau général des conscrits: évolution depuis 20 ans. Les dossiers d'éducation et formations. Paris : Ministère de l'Éducation Nationale et de la Culture, fiche n° 3, 31-36.
- Espy, K. A., Molfese, V. J., & DiLalla, L. F. (2001). Effects of environmental measures on intelligence in young children : Growth curve modeling of longitudinal data. *Merrill-Palmer Quarterly*, 47, 42-73.
- Fernández-Bellesteros R., Juan-Espinosa, M., & Abad, F. J. (2001). Sociohistorical changes and intelligence gains. Dans R. J. Sternberg et E. L. Grigorenko (Éds.), *Environmental effects on cognitive abilities* (p. 383-424). Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum.
- Flieller, A. (1989). Les comparaisons de cohortes et de générations dans l'étude psychométrique de l'intelligence. *Psychologie scolaire*, 68, 47-64.
- Flieller, A. (2001). Problèmes et stratégies dans l'explication de l'effet Flynn. Dans M. Huteau (Éd.), *Les figures de l'intelligence* (p. 43-66). Paris : Éditions et applications psychologiques.
- Flieller, A., Saintigny, N., & Schaffer, R. (1986). L'évolution du niveau intellectuel des enfants de 8 ans sur une période de 40 ans (1944-1984). *L'orientation sociale et professionnelle*, 15, 61-63.
- Flynn, J. R. (1984). The mean IQ of Americans: Massive gains 1932 to 1978. *Psychological Bulletin*, 95, 29-51.
- Flynn, J. R. (1987). Massive IQ gains in 14 nations: What IQ tests really measure. *Psychological Bulletin*, 101, 171-191.
- Flynn, J. R. (1992). Cultural distance and the limitations of IQ. Dans J. Lynch, C. Modgil et S. Modgil (Éds.), *Education for cultural diversity: Convergence and divergence* (p. 343-360). London : Falmer Press.
- Flynn, J. R. (1998a). IQ gains in over time: Towards finding the causes. Dans U. Neisser (Éd.), *The rising curve* (p. 25-66). Washington, DC : American Psychological Association.
- Flynn, J. R. (1998b). WAIS-III and WISC-III gains in the United States from 1972 to 1995: How to compensate for obsolete norms. *Perceptual and Motor Skills*, 86, 1231-1239.
- Flynn, J. R. (1999). Searching for justice: The discovery of IQ gains over time. *American Psychologist*, 54, 5-20.
- Flynn, J. R. (2000). The hidden history of IQ and special education: Can the problems be solved? *Psychology, Public Policy, and Law*, 6, 191-198.
- Flynn, J. R. (2006). Tethering the elephant: Capital cases, IQ and the Flynn effect. *Psychology, Public Policy, and Law*, 12, 170-189.
- Flynn, J. R. (2007). *What is intelligence? Beyond the Flynn effect*. New York : Cambridge University Press.
- Gordon, R. A. (1997). Everyday life as an intelligence test: Effects of intelligence and intelligence context. *Intelligence*, 24, 203-320.
- Grégoire, J. (2004). *L'examen clinique de l'intelligence de l'adulte*. Sprimont, Belgique : Mardaga.
- Griffiths, A. J. F., Gelbart, W. M., Lewontin, R. C., & Miller, J. H. (2002). Modern genetic analysis: Integrating genes and genomes. New York : Freeman.
- Hanson, R., Smith, J. A., & Hume, W. (1985). Achievements of infants on items of the Griffiths scales: 1980 compared with 1950. *Child: Care, Health and Development*, 11, 91-104.
- Hernandez, D. J. (1995). Changing demographics: Past and future demands for early childhood programs. *The Future of Children: Long-Term Outcomes of Early Childhood Programs*, 5, 145-160.
- Hernandez, D. J. (1997). Child development and social demography of childhood. *Child Development*, 68, 149-169.
- Husen, T., & Tuijnman, A. (1991). The contribution of for-

- mal schooling to the increase in intellectual capital. *Educational Researcher*, 20, 17-25.
- Irwin, P., & Lynn, R. (2006). The relation between childhood IQ and income in middle age. *Journal of Social and Economic Studies*, 31, 191-196.
- Jenks, C. S. (1972). *Inequality: A reassessment of the effects of family and schooling in America*. New York : Basic Books.
- Jensen, R. A. (2003). Regularities in Spearman's Law of diminishing returns. *Intelligence*, 31, 95-105.
- Kanaya, T., Ceci, S. J., & Scullin, M. H. (2003a). The rise and fall of IQ in special ed: Historical trends and their implications. *Journal of School Psychology*, 41, 453-465.
- Kanaya, T., Scullin, M. H., & Ceci, S. J. (2003b). The Flynn effect and U.S. policies: The impact of rising IQ scores on american society via mental retardation diagnoses. *American Psychologist* 58, 778-800.
- Komlos, J., & Lauderdale, B. E. (2007). The mysterious trend in American heights in the 20th century. *Annals of Human Biology*, 34, 206-245.
- Kristensen, P., & Bjerkedal, T. (2007). Explaining the relation between birth order and intelligence. *Science*, 316, 1717.
- Kuhn, T. (1970). *La structure des révolutions scientifiques*. Paris : Flammarion.
- Larnkjaer, A., Schrøder, S. A., Schmidt, I. M., Jørgensen, M. H., & Michaelsen, K. F. (2006). Secular change in adult stature has come to a halt in northern Europe and Italy. *Acta Paediatrica*, 95, 754-755.
- Lautrey, J. (1980). *Classe sociale, milieu familial, intelligence*. Paris: Presses Universitaires de France.
- Loehlin, J. C. (2002). The IQ paradox: Resolved? Still an open question. *Psychological Review*, 109, 754-758.
- Luckasson, R., Borthwick-Duffy, S., Buntix, W. H., Coulter, D. L., Craig, E. M., Reeve, A., Schalock, R. L., et al. (2003). *Retard mental : définition, classification et systèmes de soutien (10e éd.)* [trad. sous la direction de D. Morin]. Eastman, Québec : Éditions Behaviora.
- Lynn, R. (1977). Selective emigration and the decline of intelligence in Scotland. *Social Biology*, 24, 173-182.
- Lynn, R. (1979). The social ecology of intelligence in the British Isles. *British Journal of Social and Clinical Psychology*, 18, 1-12.
- Lynn, R. (1982). IQ in Japan and the United States shows a growing disparity. *Nature*, 297, 222-223.
- Lynn, R. (1987). Japan: Land of the rising IQ. A reply to Flynn. *Bulletin of the British Psychological Society*, 40, 464-468.
- Lynn, R. (1988). Écologie sociale de l'intelligence. I. Dans les îles britanniques. II. En France. *Bulletin de psychologie*, 41, 120-135.
- Lynn, R. (1990). The role of nutrition in secular increases in intelligence. *Personality and Individual Differences*, 11, 273-285.
- Lynn, R. (1998). In support of the nutrition theory. Dans U. Neisser (Éd.), *The rising curve: Long-term gains in IQ and related measures* (p. 207-215). Washington, DC : American Psychological Association.
- Lynn, R., & Cooper, C. (1993). A secular decline in Spearman's *g* in France, *Learning and individual differences*, 5, 43-48.
- Lynn, R., & Hampson, S. (1986). The rise of national intelligence: Evidence from Britain, Japan and the U.S.A. *Personality and Individual Differences*, 7, 23-32.
- Martorell, R. (1998). Nutrition and the worldwide rise in IQ scores. Dans U. Neisser (Éd.), *The rising curve: Long-term gains in IQ and related measures* (p. 183-206). Washington, DC : American Psychological Association.
- Medin, D. L., Lynch, E. B., Coley, J. D., & Atran, S. (1997). Categorization and reasoning among three experts: Do all roads lead to Rome? *Cognitive Psychology*, 32, 49-96.
- Mercer, J. (1973). *Labeling the Mentally Retarded*. Berkeley, CA : University of California Press.
- Mingroni, M. A. (2004). The secular rise in IQ: Giving heterosis a closer look. *Intelligence*, 32, 65-83.
- Mingroni, M. A. (2007). Resolving the IQ paradox: Heterosis as a cause of the Flynn effect and other trends. *Psychological Review*, 114, 806-829.
- Neel, J. V. (1994). *Physician to the Gene Pool: Genetic Lessons and Other Stories*. New York : Wiley.
- Neisser, U. (1998). (Éd.), *The rising curve: Long-term gains in IQ and related measures*. Washington, DC : American Psychological Association.
- Oakland, J., & Hu, S. (1992). The top 10 tests used with children and youth worldwide. *Bulletin of the International Test Commission*, 19, 99-120.
- Okagaki, L., & Frensch, P. A. (1994). Effects of video game playing on measures of spatial performance: Gender effects in late adolescence. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 15, 33-58.
- Piaget, J. (1975). *L'équilibration des structures cognitives. Problème central du développement*. Paris : Presses Universitaires de France.
- Raven, J. (2000). The Raven's progressive matrices: Change and stability over culture and time. *Cognitive Psychology*, 41, 1-48.
- Richard, J.-F. (2005). L'intelligence comme plasticité dans l'adaptation à l'environnement. Dans J. Lautrey et J. F. Richard (Éds.), *L'intelligence* (p. 75-89). Paris : Hermes.
- Rodgers, J. L. (1999). A critique of the Flynn effect: Massive IQ gains, methodological artefacts, or both? *Intelligence*, 26, 337-356.
- Rowe, D. C., & Rodgers, J. L. (2002). Expanding variance and the case of historical changes in IQ means: A critique of Dickens and Flynn (2001). *Psychological Review*, 109, 759-763.
- Rushton, J. P. (1999). Secular gains in IQ not related to the *g* factor and inbreeding depression – Unlike Black–

- White differences: A reply to Flynn. *Personality and Individual Differences*, 26, 381-389.
- Sanborn K. J., Truscott, S. D., Phelps, L. A., McDougal, J. L. (2003). Does the Flynn effect differ by IQ level in samples of students classified as learning disabled? *Journal of Psychoeducational Assessment*, 21, 145-159.
- Schaie, K. W. (2005). *Developmental Influence on Adult Intelligence*. Oxford, UK : Oxford University Press.
- Sculling, M. H. (2006). Large state-level fluctuations in mental retardation classifications related to introduction of renormed intelligence test. *American Journal on Mental Retardation*, 111, 322-335.
- Sénéchal, C., Larivée, S., & Richard, E. (2004). La communication facilitée : une approche douteuse. *Revue de psychoéducation*, 33, 473-500.
- Sigman M., & Whaley, S. E. (1998). The role of nutrition in the development of intelligence. Dans U. Neisser (Éd.), *The rising curve: Long-term gains in IQ and related measures* (p. 155-181). Washington, DC : American Psychological Association.
- Spearman, C. (1927). *The abilities of man*. London : Macmillan.
- Storfer, M. D. (1990). *Intelligence and Giftedness: The Contributions of Heredity and Early Environment*. San Francisco, CA : Jossey-Bass.
- Storfer, M. D. (1999). Myopia, intelligence, and the expanding human neocortex: Behavioral influences and evolutionary implications. *International Journal of Neuroscience*, 98, 153-276.
- Sundet, J. M., Barlaug, D. G., & Torjussen, T. M. (2004). The end of the Flynn effect? A study of secular trends in mean intelligence test scores of Norwegian conscripts during half a century. *Intelligence*, 32, 349-362.
- Sundet, J. M., Borren, L., & Tambs, K. (sous presse). The Flynn effect is partly caused by changing fertility patterns. *Intelligence*.
- Tasbihazan, R., Nettelbeck, & Kirby, N. (1997). Increasing mental development index in Australian children: A comparative study of two versions of the Bayley Mental Scale. *Australian Psychologist*, 32, 120-125.
- Teasdale, T. W., & Owen, D. R. (1989). Continuing secular increases in intelligence and a stable prevalence of high intelligence levels. *Intelligence*, 13, 255-262.
- Teasdale, T. W., & Owen, D. R. (2000). Forty-year secular trends in cognitive abilities. *Intelligence*, 28, 115-120.
- Teasdale, T. W., & Owen, D. R. (2005). A long-term rise and recent decline in intelligence test performance: The Flynn effect in reverse. *Personality and Individual Differences*, 39, 837-843.
- Tijus, C. A., Poitrenaud, S., & Richard, J. F. (1996). Propriétés, objets, procédures : les réseaux sémantiques d'action appliqués à la représentation des dispositifs techniques. *Le travail humain*, 3, 209-229.
- Truscott, S. D., & Frank, A. J. (2001). Does the Flynn effect affect IQ scores of students classified as LD? *Journal of School Psychology*, 39, 319-334.
- Truscott, S. D., & Volker, M. A. (2005). The Flynn effect and LD classification: Empirical evidence of IQ score changes that could affect diagnosis. Dans F. Columbus (Éd.), *Advances in psychology research*, Vol. 35 (p. 173-204). Hauppauge, NY : Nova Science.
- Van den Bergh, H., & Rijlaarsdam, H. (1999). The dynamics of idea generation during writing: An on-line study. Dans M. Torrance et D. Galbraith (Éds.), *Knowing what to write: Conceptual processes in text production* (p. 99-120). Amsterdam : Amsterdam University Press.
- Wechsler, D. (1974). *The Wechsler Intelligence Scale for Children – Revisited manual*. New York : The Psychological Corporation.
- Wechsler, D. (1991). *Manual for the Wechsler Intelligence Scale for children – Third edition*. San Antonio, TX : The Psychological Corporation.
- Wechsler, D. (1996). *Manuel de l'échelle d'intelligence de Wechsler pour enfants – WISC-III*. Paris : Éditions du Centre de psychologie appliquée.
- Wicherts, J. M., Dolan, C. V., Hessen, D. J., Oosterveld, P., van Baal, G. C. M., Boomsma, D. I., & Span, M. M. (2004). Are intelligence tests measurement invariant over time? Investigating the nature of the Flynn effect. *Intelligence*, 32, 509-537.
- Zajonc, R. B. (2001). The family dynamics of intellectual development. *American Psychologist*, 55, 490-496.
- Zajonc, R. B., & Markus, G. B. (1975). Reconciling conflicting affects. *American Psychologist*, 51, 685-699.
- Zajonc, R. B., & Mullaney, P. R. (1997). Birth order: Reconciling conflicting effects. *American Psychologist*, 51, 685-699.
- Zhang, J., & Norman, D. N. (1994). Representations in distributed cognition tasks. *Cognitive Science*, 18, 87-122.
- Zhu, J., & Tulskey, D. S. (1999). Can IQ gain be accurately quantified by a difference formula? *Perceptual and Motor Skills*, 88, 1255-1260.