

Chapitre 9

Perspectives et défis des méthodes d'apprentissage par investigation

Brigid Barron et Linda Darling-Hammond
School of Education, Université de Stanford

Brigid Barron et Linda Darling-Hammond présentent trois familles d'apprentissage par investigation, l'apprentissage par projet, l'apprentissage par problème et l'apprentissage par la conception (design-based learning), ces trois méthodes présentant de nombreux points communs. Leur étude sur les données de la recherche montre que les élèves apprennent plus en profondeur lorsqu'ils peuvent appliquer les connaissances acquises en classe aux problèmes du monde réel et que les méthodes d'apprentissage par investigation développent la communication, la coopération, la créativité et la réflexion approfondie. Les auteurs observent en outre que l'apprentissage par investigation requiert des évaluations bien conçues, visant à la fois à définir les tâches d'apprentissage et à évaluer les acquis, mais elles relèvent aussi que le succès des méthodes fondées sur l'investigation dépend étroitement des connaissances et des compétences de ceux qui les appliquent. Si elles sont mal comprises et considérées à tort comme non structurées, leurs bénéfices sont très inférieurs à ceux qu'elles produisent lorsqu'elles sont appliquées par des enseignants conscients de la nécessité d'un important travail d'étayage et d'évaluations constantes pour orienter leurs interventions.

Nécessité de l'apprentissage par investigation en soutien aux compétences du XXI^e siècle

Depuis les années 80, les méthodes pédagogiques qui lient les connaissances à leur application suscitent un enthousiasme croissant. De multiples organisations ont souligné la nécessité de favoriser l'acquisition des compétences du XXI^e siècle par un apprentissage axé sur l'investigation, l'application, la production et la résolution de problèmes. Il y a près de vingt ans, le Rapport de la SCANS (Secretary's Commission on Achieving Necessary Skills, 1991), du département du Commerce américain, indiquait que pour être préparés au lieu de travail de demain, les élèves d'aujourd'hui ont besoin d'environnements d'apprentissage qui leur permettent d'explorer les situations du monde réel et les problèmes qu'elles posent. Ces arguments ont trouvé un écho dans des recherches (par exemple Levy et Murnane, 2004), des rapports de la Commission nationale (par exemple, NCTM, 1989; NRC, 1996) et des propositions de politiques (par exemple, NCREL, 2003; Partnership for 21st Century Skills, 2004) qui plaident tous pour des réformes pédagogiques afin d'aider les élèves à acquérir des compétences médiatiques vitales, des compétences de réflexion critique et de pensée systémique ainsi que des compétences interpersonnelles et d'autonomie qui leur permettent de gérer des projets, et de trouver des ressources et d'utiliser des outils avec compétence.

D'après ces rapports, le développement de ces compétences est favorisé lorsque les élèves sont engagés dans des projets significatifs complexes nécessitant un investissement personnel soutenu, de travailler en coopération, d'effectuer des recherches, de gérer des ressources et de concevoir une présentation ou un produit ambitieux. Ces recommandations s'appuient au moins en partie sur des recherches démontrant que les élèves n'acquiescent pas systématiquement l'aptitude à analyser, à réfléchir de manière critique, à s'exprimer clairement à l'écrit et à l'oral ou à résoudre des problèmes complexes en travaillant sur des tâches limitées qui sollicitent surtout un effort de mémorisation et ne demandant que la récitation ou l'application d'algorithmes simples. De plus, un nombre croissant de recherches indiquent que les élèves apprennent plus en profondeur et obtiennent de meilleurs résultats face à des tâches complexes lorsqu'ils ont la possibilité d'entreprendre un apprentissage plus « authentique ».

Un groupe d'études a conclu à des effets positifs sur l'apprentissage d'un enseignement, de curriculums et de pratiques d'évaluation demandant aux élèves de construire et d'organiser leurs connaissances, d'envisager différentes solutions, d'appliquer des procédures spécifiques au contenu central de la discipline (par exemple investigation scientifique, recherche historique, analyse littéraire ou réécriture) et de communiquer efficacement à des publics non limités à la classe et à l'école (Newmann, 1996). Ainsi, une étude couvrant plus de 2 100 élèves dans 23 établissements restructurés a observé que

les élèves qui faisaient l'expérience de ce type de « pédagogie authentique » étaient nettement plus performants face à des tâches intellectuellement difficiles (Newmann, Marks et Gamoran, 1996) et que le recours à ces pratiques était un meilleur prédicteur des performances des élèves que toute autre variable, y compris les facteurs de milieu social et de niveau acquis.

Si ce type de recherche est prometteur, l'histoire en dents de scie des efforts de mise en œuvre de « l'apprentissage par la pratique » montre clairement que nous avons besoin de connaissances plus étendues sur les moyens de gérer fructueusement les méthodes d'apprentissage par problème et par projet en classe (Barron, *et al.*, 1998). La pédagogie suggérée par ces descriptions n'est pas des plus simples et exige des connaissances sur les caractéristiques des stratégies fructueuses et des enseignants très qualifiés pour les appliquer. Dans ce chapitre, nous nous intéressons à la conception et à la mise en œuvre d'un curriculum axé sur l'investigation qui demande aux élèves un travail constructif prolongé, souvent effectué en groupes, et exige ensuite un important effort d'investigation autorégulé. Les recherches que nous examinons couvrent la scolarité de la maternelle à la fin du premier cycle universitaire, les disciplines fondamentales et les programmes d'études transversaux. Deux conclusions ressortent des recherches sur l'application et l'efficacité de ces méthodes :

1. Les méthodes d'investigation en petits groupes peuvent être extrêmement fructueuses pour l'apprentissage, mais pour être efficaces, elles doivent être guidées par un curriculum soigneusement pensé, comprenant des objectifs d'apprentissage bien définis, des étayages bien conçus, une évaluation continue et d'importantes ressources d'informations. Pour que les enseignants acquièrent une parfaite maîtrise de ces méthodes, il est souhaitable qu'ils puissent suivre des programmes de développement professionnel axés sur l'évaluation des travaux des élèves.
2. La conception des évaluations joue un rôle critique dans la **réalisation** des bénéfices des méthodes d'investigation pour les apprentissages collectifs et individuels ainsi que dans **la réussite des apprentissages**. Un examen limité aux résultats des pédagogies traditionnelles montre qu'elles produisent des résultats comparables aux méthodes par investigation. En réalité, l'intérêt de l'apprentissage par investigation se révèle lorsque les évaluations requièrent l'application de connaissances et mesurent la qualité du raisonnement. Nous nous intéresserons donc également à « l'évaluation des performances » et à son rôle dans le soutien et l'évaluation d'un apprentissage signifiant.

Analyse historique de l'apprentissage par investigation

La famille des méthodes d'apprentissage dites « par investigation » comprend l'apprentissage par projet, l'apprentissage par la conception et l'apprentissage par problème. Les projets, proposés comme un moyen d'accroître l'utilité de la scolarité et son applicabilité directe au monde réel, ont connu leurs premiers succès au début du xx^e siècle aux États-Unis. Le terme « projet » couvrait alors une large catégorie d'expériences d'apprentissage ; étaient ainsi qualifiées dans les premiers travaux des activités aussi diverses que réaliser une robe, regarder une araignée tisser sa toile ou écrire une lettre. L'idée-force de ce type de projet était que l'apprentissage était renforcé lorsque « l'individu était tout entier tendu à son objectif » (Kilpatrick, 1918).

Après avoir suscité un réel engouement dû à la conviction qu'elles étaient efficaces pour les enfants d'âge scolaire, ces méthodes ont été délaissées, l'apprentissage par projet ayant été rejeté pour son manque de structure à plusieurs époques de « retour aux fondamentaux » ou parce que les décideurs politiques estimaient que les projets appliqués ne s'imposaient que pour l'enseignement professionnel. Pour les critiques de ce mouvement progressiste, les pédagogies par la découverte amenaient à « faire pour faire » au lieu de faire pour apprendre. Aujourd'hui, on s'accorde de plus en plus à penser que les problèmes et les projets authentiques offrent des opportunités d'apprentissage exceptionnelles mais que l'authenticité en elle-même ne garantit pas qu'il y ait apprentissage (Barron *et al.*, 1998 ; Thomas, 2000).

Les modalités d'application de ces méthodes revêtent une importance critique. Plusieurs études ont ainsi constaté que dans les réformes curriculaires engagées au tournant des années 50 et 60 à la suite des préoccupations suscitées par les progrès technologiques soviétiques (« l'après-Sputnik »), les initiatives faisant appel à des méthodes par investigation (généralement appelées « apprentissage par la découverte » ou « apprentissage par projet ») produisaient des résultats comparables aux tests d'évaluation des compétences de base, mais qu'elles contribuaient davantage au développement des aptitudes à la résolution de problèmes, de la curiosité, de la créativité et de sentiments positifs vis-à-vis de l'école (Horwitz, 1979 ; Peterson, 1979 ; McKeachie et Kulik, 1975 ; Soar, 1977 ; Dunkin et Biddle, 1974 ; Glass *et al.*, 1977 ; Good et Brophy, 1986 ; Resnick, 1987). Ce type de pédagogie du sens – que l'on pensait réservé à une sélection d'élèves très performants – s'est avéré plus efficace que l'apprentissage par cœur pour les élèves de niveau initial, de revenu familial et de milieu culturel et linguistique très divers (Garcia, 1993 ; Knapp, 1995 ; Braddock et McPartland, 1993).

On a observé cependant que les gains d'apprentissage apportés par les nouveaux curriculums axés sur l'investigation et déployant des stratégies d'enseignement complexes étaient souvent plus significatifs parmi les élèves

dont les enseignants étaient des pionniers des réformes – ceux qui s'étaient beaucoup impliqués dans la conception et la phase pilote du curriculum et qui avaient suivi de nombreuses formations de développement professionnel. Ces effets n'ont pas toujours persisté car les réformes curriculaires ont été généralisées et mises en œuvre par des enseignants qui n'avaient pas la même maîtrise de ces méthodes et de leur application.

Aujourd'hui, la question de l'efficacité des pédagogies ouvertes pour l'acquisition des connaissances disciplinaires élémentaires fait toujours débat et les problèmes de mise en œuvre préoccupent encore les praticiens et les chercheurs. Les recherches menées en situation de classe indiquent que pour être fructueuses, les méthodes par investigation requièrent des supports bien conçus, soigneusement pensés et des pratiques de classe connectées : à défaut d'une préparation soignée, les élèves peuvent passer à côté des connexions à établir entre leur travail de projet et les concepts fondamentaux d'une discipline (Petrosino, 1998).

Depuis quelques années, des études comparatives et des investigations sur les processus d'enseignement et d'apprentissage en classe plus descriptives sont venues enrichir les données de la recherche sur les méthodes par investigation. Un consensus croissant se dégage sur l'importance de certains principes présidant à la conception d'environnements d'apprentissage par investigation fructueux, qui peuvent être utilisés par les enseignants lorsqu'ils entreprennent de développer et d'appliquer de nouveaux curriculums.

Constats de la recherche sur l'apprentissage par investigation

Nous résumons ci-après les données issues des recherches conduites sur les différentes méthodes d'apprentissage par investigation.

L'apprentissage par projet

L'apprentissage par projet implique la réalisation de tâches complexes qui aboutissent généralement à un produit réaliste, à un événement ou à une présentation à un public. Selon Thomas (2000), l'apprentissage par projet productif (1) tient une place centrale dans le curriculum, (2) est organisé autour de questions essentielles, qui amènent les élèves à confronter les concepts ou principes fondamentaux d'une discipline, (3) est centré sur une investigation constructive impliquant recherche et construction de savoirs, (4) est axé sur les élèves, en ce qu'il leur appartient de faire des choix et de concevoir et de gérer leur travail et (5) est authentique, en ce qu'il pose les problèmes qui se présentent dans le monde réel et intéressent les individus.

Dans l'ensemble, les recherches sur les bénéfices de l'apprentissage par projet concluent que les élèves qui entreprennent cette démarche enregistrent

des gains d'acquisition de connaissances supérieurs ou égaux à ceux qui suivent des pédagogies traditionnelles (Thomas, 2000). Cependant, les objectifs de l'apprentissage par projet sont plus larges, la méthode visant à permettre aux élèves de mieux transférer leurs acquis à de nouveaux types de situations et de problèmes et à mieux utiliser leurs connaissances en situation de performance.

Plusieurs études démontrent des résultats de ce type aussi bien dans des situations d'apprentissage de courte durée que sur des périodes plus longues, mais comme nous l'avons remarqué, l'objectif de l'apprentissage par projet dépasse les seuls contenus pour permettre aux élèves de **transposer** leurs acquis à des situations et problèmes de type nouveau et d'utiliser leurs connaissances de manière plus compétente en situation de performance. Quelques exemples permettront d'illustrer cet argument.

Shepherd (1998) a étudié les résultats d'une séquence d'apprentissage dans laquelle un groupe d'élèves de quatrième et de cinquième année a mené sur neuf semaines un projet destiné à définir et trouver des solutions liées à la pénurie de logements dans plusieurs pays. Comparativement au groupe de contrôle, les élèves suivant une pédagogie par projet ont enregistré de nets gains de scores à un test de réflexion critique et étaient plus confiants dans leurs acquis.

Une étude comparative longitudinale plus ambitieuse conduite par Boaler (1997, 1998) a suivi pendant trois ans les élèves de deux écoles britanniques comparables au plan du niveau et du statut socioéconomique des élèves, mais dont l'une appliquait une pédagogie traditionnelle, l'autre une pédagogie par projet. Dans le premier établissement, l'enseignement dirigé par le professeur en classe entière était organisé autour de textes, de manuels et de contrôles fréquents dans des classes de niveau, tandis que dans le second, l'enseignant mettait en place des projets ouverts en classes hétérogènes. À partir de pré- et post-tests, l'étude a observé que bien que les acquisitions des élèves aient été comparables au plan des procédures mathématiques élémentaires, ceux qui avaient suivi le curriculum par projet obtenaient de meilleurs résultats aux problèmes conceptuels présentés à l'examen national; ils ont aussi été plus nombreux à réussir l'examen en troisième année de l'étude que ceux de l'établissement traditionnel. Boaler a relevé que les élèves de l'établissement traditionnel «pensaient que pour réussir en mathématiques il fallait pouvoir mémoriser et appliquer les règles», tandis que les élèves de l'autre établissement avaient acquis des connaissances mathématiques plus souples, plus utiles, qui les incitaient à «l'exploration et à la réflexion» (Boaler, 1997, p. 63).

Des gains comparables ont été observés dans une troisième étude visant à évaluer l'impact de projets multimédia sur l'apprentissage des élèves. Dans cet exemple, les chercheurs ont conçu une tâche de performance au cours de laquelle les élèves qui participaient au Challenge 2000 Multimedia Project et un groupe témoin ont dû élaborer une brochure informant les autorités de

l'établissement des problèmes des élèves sans domicile fixe (Penuel, Means et Simkins, 2000). Les élèves du programme multimédia ont obtenu des scores plus élevés que le groupe témoin au plan de la maîtrise des contenus, de la sensibilité au public et de la cohérence de la conception. Leurs scores normalisés en termes de compétences élémentaires étaient tout aussi satisfaisants.

De nombreuses autres études ont relevé que les élèves et les enseignants rapportaient des gains positifs liés à l'apprentissage par projet au plan de la motivation, des attitudes vis-à-vis de l'apprentissage et des compétences, y compris des habitudes de travail, des compétences de réflexion critique et des aptitudes à la résolution de problèmes (voir par exemple Bartscher, Gould et Nutter, 1995 ; Peck, Peck, Sentz et Zasa, 1998). Certaines ont conclu que des élèves qui obtiennent de moins bons résultats dans des cadres d'apprentissage traditionnels excellent lorsqu'ils ont la possibilité de travailler dans un contexte de projet plus adapté à leur style d'apprentissage ou à leur préférence pour la coopération et le type d'activité (voir par exemple Boaler, 1997 ; Rosenfeld et Rosenfeld, 1998). Une étude particulièrement intéressante a observé quatre classes travaillant avec une pédagogie par projet à l'automne et au printemps d'une année scolaire et a noté que les gains enregistrés au cours de l'année dans cinq comportements de réflexion critique (synthèse, prévision, production, évaluation et réflexion) et cinq comportements de participation sociale (travail coopératif, initiative, gestion, ouverture aux relations intergroupes et initiative d'interaction intergroupe) étaient bien plus sensibles pour les élèves initialement faibles que pour les élèves de niveau initial élevé (Horan, Lavaroni et Beldon, 1996).

Apprentissage par problème

Les méthodes d'apprentissage par problème sont très proches de l'apprentissage par projet et souvent configurées comme un type de projet particulier visant à enseigner des stratégies de définition et de résolution de problèmes. Dans l'apprentissage par problème, les élèves travaillent en petits groupes pour étudier des problèmes signifiants, déterminer ce qu'ils ont besoin d'apprendre pour les résoudre et produire des stratégies de résolution (Barrows, 1996 ; Hmelo-Silver, 2004). Les problèmes sont réalistes et mal structurés, c'est-à-dire qu'ils ne sont pas aussi bien formulés que dans les manuels scolaires et que comme dans le monde réel, les solutions et les méthodes possibles sont multiples. De plus, d'après les recherches faites en la matière, pour qu'un problème soit « bon », il doit faire écho à l'expérience des élèves, promouvoir l'argumentation, donner des possibilités de feedback et permettre une exposition répétée aux concepts.

De nombreux travaux réalisés sur cette démarche concernent l'enseignement médical. On présente par exemple à des étudiants en médecine le profil d'un patient comprenant un ensemble de symptômes et un historique, ainsi

qu'un plan pour différencier les causes possibles en conduisant des recherches et en effectuant des tests diagnostics. Le rôle de l'enseignant est en général celui d'un coach qui facilite la progression du groupe dans la réalisation d'un ensemble d'activités impliquant de comprendre le scénario du problème, de repérer les faits pertinents, de formuler des hypothèses, de recueillir des informations (entretien avec le patient, demande de tests...), de repérer les carences de connaissances, de s'informer auprès de ressources extérieures, d'appliquer les connaissances et d'évaluer les progrès. Il est possible de revenir sur les différentes étapes de ce cycle au fur et à mesure de l'avancement des travaux (par exemple de nouvelles carences de connaissances peuvent être diagnostiquées à tout moment et d'autres recherches peuvent être conduites). D'après les méta-analyses réalisées, toutes les études sur les étudiants en médecine démontrent que les élèves qui suivent un enseignement par problème obtiennent de meilleures notes aux items mesurant la résolution des problèmes cliniques et les performances cliniques (Vernon et Blake, 1992; Albanese et Mitchell, 1993).

Des approches par problème ou par cas comparables ont été appliquées dans l'enseignement de la gestion et du droit et dans la formation des enseignants pour aider les étudiants à apprendre à analyser des situations complexes, multidimensionnelles et à acquérir des connaissances guidant la prise de décision (par exemple Lundeberg, Levin et Harrington, 1999; Savery et Duffy, 1995; Williams, 1992). Toutes les méthodes d'apprentissage par problème donnent un rôle actif aux élèves dans la construction des savoirs, mais l'enseignant joue lui aussi un rôle actif en aidant les élèves à comprendre les processus d'apprentissage et de réflexion, en guidant les processus et la participation des groupes et en posant des questions pour susciter la réflexion. L'objectif est de faire la démonstration de bonnes stratégies de raisonnement et d'aider les élèves à les adopter. En même temps, l'enseignant dispense également un enseignement plus traditionnel, par exemple en donnant un cours magistral et des explications au moment approprié pour aider l'investigation.

Les études menées sur l'efficacité de l'apprentissage par problème indiquent que comme d'autres méthodes par projet, cette approche est comparable, mais pas toujours supérieure, aux pédagogies plus traditionnelles en termes de facilitation de l'acquisition de connaissances, mais elle leur est supérieure au plan du soutien apporté à la capacité à adapter la stratégie au problème posé, à l'application des connaissances et à la formulation d'hypothèses (pour une méta-analyse, voir Dochy *et al.*, 2003). D'autres études, quasi expérimentales, ont montré que les élèves formulent des hypothèses plus exactes et des explications plus cohérentes (Hmelo, 1998a, 1998b; Schmidt *et al.*, 1996), savent mieux étayer leurs affirmations par une argumentation solide (Stepien *et al.*, 1993) et progressent davantage dans la compréhension des concepts scientifiques (Williams, Hemstreet, Liu et Smith, 1998).

Apprentissage par la conception

Un troisième type de méthodes pédagogiques est né de l'idée que les enfants apprennent en profondeur lorsqu'on leur demande de concevoir et de créer un artéfact nécessitant de comprendre et d'appliquer des connaissances. On pense que de par certaines de leurs caractéristiques, les pédagogies par la conception se prêtent parfaitement à l'acquisition de connaissances techniques et disciplinaires (Newstetter, 2000). Ainsi, l'activité de conception favorise le réexamen des acquisitions et l'activité itérative car les projets requièrent plusieurs cycles de *définition* → *création* → *évaluation* → *reprise de la conception*. La complexité des travaux impose souvent la coopération et le partage d'expertises. Enfin, ces activités font appel à diverses tâches cognitives intéressantes telles que fixer des contraintes, produire des idées, réaliser un prototype et planifier via un « storyboard » ou d'autres pratiques de représentation, qui sont autant de compétences critiques pour le XXI^e siècle.

Les méthodes d'apprentissage par la conception sont appliquées en sciences, en technologie, en arts, en ingénierie et en architecture. Les projets qui ne sont pas organisés dans les écoles mais autour de concours tels que le concours de robotique FIRST (www.usfirst.org) ou le concours *Thinkquest* (www.thinkquest.org) insistent eux aussi sur l'emploi d'outils technologiques et de travail coopératif par projet. *Thinkquest*, par exemple, est un concours international de conception de sites Internet pour les jeunes autour d'un thème éducatif, ouvert à des équipes d'élèves de 9 à 19 ans. Des équipes de trois à six élèves sont accompagnées par un enseignant qui donne des conseils d'ordre général tout au long du processus de conception, qui s'étale sur plusieurs mois, mais laisse le travail créatif et technique aux élèves. Les équipes reçoivent et donnent du feedback lors d'un examen des projets initiaux par les pairs et se servent de ces informations pour revoir leurs travaux. À ce jour, plus de 30 000 élèves y ont participé et plus de 5 500 sites sont accessibles dans la bibliothèque en ligne (<http://www.thinkquest.org/library/>). Les sujets traités vont de l'art ou de l'astronomie à la programmation en passant par la prise en charge en famille d'accueil ou l'intérêt de l'humour pour la santé mentale – tout ou presque est matière à traiter.

Malgré la diversité des applications de l'apprentissage par la conception, l'élaboration et l'évaluation des curriculums se centrent surtout sur le domaine scientifique (Harel, 1991; Kafai, 1995; Kafai et Ching, 2001; Lehrer et Romberg, 1996; Penner, Giles, Leher et Schauble, 1997). À titre d'exemple, un groupe de l'Université du Michigan a élaboré une méthode appelée *Design-based science* (Fortus *et al.*, 2004) et un groupe du TERC (2000) a conçu une série *Science by Design* comprenant quatre séquences d'apprentissage pour le secondaire autour de la fabrication de gants, de bateaux, de serres et de catapultes. Un groupe du Georgia Institute of Technology a élaboré une approche baptisée *Learning by Design*TM, elle aussi utilisée en sciences (Kolodner, 1997; Puntambeckar et Kolodner, 2005).

Dans ce corpus assez modeste de recherches faisant appel à des groupes témoins, les recherches sur l'apprentissage rapportées par Kolodner *et al* (2003) font apparaître des écarts importants et systématiques entre les classes du *Learning by Design*TM et leurs groupes témoins. Leurs mesures évaluent les aptitudes des groupes à effectuer des tâches de performance avant et après l'enseignement. Chaque tâche comprend trois parties : les élèves conçoivent une expérience qui constituerait une bonne évaluation, puis ils réalisent l'expérience et recueillent les données (la conception est définie par les chercheurs) et enfin, ils analysent les données et s'en servent pour établir des recommandations. Les chercheurs évaluent également les échanges intragroupes à partir d'enregistrements vidéo sur sept dimensions : négociation en cours de coopération, répartition du travail, effort d'utilisation des acquis, adéquation des acquis, discours scientifique, pratique scientifique et autocontrôle. Ils concluent que les élèves du *Learning by Design* obtiennent systématiquement de meilleures notes que les autres aux échanges coopératifs et à certains aspects de la métacognition (autocontrôle par exemple).

Importance de l'évaluation dans les méthodes par investigation

Comme l'indique l'analyse ci-dessus, les méthodes coopératives et par investigation supposent de considérer les activités de classe, le curriculum et l'évaluation comme un système dans lequel chaque aspect interdépendant est important pour instaurer un environnement propice à un apprentissage de qualité. De fait, notre aptitude à évaluer – de manière formative aussi bien que sommative – a de considérables implications pour ce que nous enseignons et avec quelle efficacité. Pour un apprentissage signifiant tel celui que nous avons décrit, trois composantes au moins doivent être présentes dans l'évaluation :

- Conception d'**évaluations de la performance intellectuellement ambitieuses** qui définissent les tâches que les élèves entreprendront de manière à leur permettre d'acquérir et d'appliquer les concepts et compétences souhaités de manière authentique et structurée.
- Guidage pour orienter les efforts des élèves sous forme d'**outils d'évaluation** tels que des directives et des consignes qui définissent ce qui constitue un bon travail (et une coopération efficace).
- Utilisation fréquente d'**évaluations formatives** pour orienter le feedback donné aux élèves et les décisions pédagogiques des enseignants tout au long du processus.

La nature des évaluations définit les exigences cognitives du travail demandé aux élèves. Des recherches indiquent que des évaluations bien structurées peuvent améliorer la qualité de l'enseignement et que l'apprentissage par investigation exige ce type d'évaluation, à la fois pour définir la

tâche et pour évaluer ce qui a été acquis. Des études ont également conclu que les enseignants qui notent des évaluations de performance avec d'autres collègues et discutent du travail de leurs élèves estiment que cette expérience les aide à changer leur pratique, qui s'oriente davantage sur les problèmes et devient plus diagnostique (voir par exemple Darling-Hammond et Anness, 1994 ; Goldberg et Rosewell, 2000 ; Murnane et Levy, 1996).

Les évaluations authentiques contribuent à de nombreux titres à l'apprentissage. Les expositions, les projets et les portfolios, par exemple, offrent l'occasion de revoir, de reconsidérer et de retravailler pour s'améliorer, ce qui aide les élèves à réfléchir à la façon dont ils apprennent et aux moyens de mieux faire. On attend souvent des élèves qu'ils présentent leur travail à un public – groupes de professeurs, visiteurs, parents, autres élèves – pour s'assurer que leur maîtrise apparente est bien réelle. La présentation des travaux signale aussi aux élèves que leur travail est suffisamment important pour être source d'information et de célébration et permet à d'autres membres de la communauté d'apprentissage de voir et d'apprécier des travaux d'élèves et d'en tirer des enseignements. Ces occasions créent des représentations vivantes des buts et des normes de l'école de sorte qu'ils restent vigoureux et dynamisants, et développent d'importantes compétences de vie. Comme l'observe Ann Brown (1994) :

Une audience exige de la cohérence, pousse à une compréhension approfondie, a besoin d'explications satisfaisantes, demande des éclaircissements sur des points obscurs... Il y a des délais à respecter, une discipline et surtout, une réflexion sur la performance. Nous avons des cycles de planification, de préparation, de pratique et de transmission aux autres. Les délais et la performance exigent de définir les priorités – quels sont les savoirs importants ?

Planifier, définir les priorités, organiser les efforts individuels et collectifs, faire preuve de discipline, réfléchir à une communication efficace avec un public, avoir une maîtrise suffisante des idées pour répondre aux questions des autres – autant de tâches que les individus entreprennent hors de l'école dans la vie et au travail. Les bonnes tâches de performance sont des défis intellectuels, physiques et sociaux complexes. Elles sollicitent les capacités de réflexion et de planification des élèves tout en permettant à leurs aptitudes et à leurs intérêts de servir de tremplin pour développer leurs compétences.

Les enseignants doivent concevoir des tâches intellectuellement exigeantes, mais ils doivent aussi guider les élèves sur la qualité de leur travail et des échanges visés. De nombreuses études ont démontré les bénéfices de critères clairs donnés à l'avance (par exemple Barron *et al.*, 1998). Cohen *et al.* ont cherché à déterminer si des critères d'évaluation bien définis favorisent l'apprentissage des élèves en améliorant la qualité des échanges (Cohen *et al.*, 2002). Ils ont observé que le recours à des critères d'évaluation amenait les

groupes à consacrer plus de temps à discuter du contenu et du travail à faire et à évaluer leurs produits que les groupes auxquels on n'avait pas indiqué de critères. Ils ont également relevé que les notes individuelles présentaient une importante corrélation avec le temps consacré à évoquer l'évaluation et les tâches.

Les critères d'évaluation de la performance doivent être multidimensionnels, représentatifs des différents aspects d'une tâche et exprimés ouvertement aux élèves et aux autres membres de la communauté d'apprentissage, et non tenus secrets dans la tradition des évaluations de contenus (Wiggins, 1989). Ainsi, un rapport de recherche peut être évalué pour l'usage qu'il fait des données, l'exactitude des informations, l'évaluation de points de vue opposés, la clarté de l'argumentation et l'attention aux conventions d'écriture. Lorsque les travaux sont évalués fréquemment, les critères orientent l'enseignement et l'apprentissage et les élèves deviennent producteurs et auto-évaluateurs, tandis que l'enseignant devient coach. L'un des grands objectifs est d'aider les élèves à apprendre à évaluer leur travail par rapport à des normes, à réviser, modifier et rediriger leurs énergies en prenant des initiatives pour progresser. C'est un aspect de l'autonomie et de la capacité à se motiver soi-même attendues des personnes compétentes dans de nombreux cadres, notamment dans un nombre croissant de lieux de travail.

Le recours aux tâches de performance est également important pour l'évaluation correcte des bénéfices des approches par problème et par projet au plan de l'acquisition et de l'application des connaissances. Ainsi, les recherches de Bransford et Schwartz (1999) et de Schwartz et Martin (2004) ont montré que les résultats de différentes pédagogies peuvent paraître semblables pour des « tâches isolées de résolution de problèmes » mais se révèlent très différents lorsque les évaluations mesurent la « préparation des élèves aux apprentissages futurs ». Les tâches de préparation aux apprentissages futurs demandaient aux élèves de lire de nouveaux documents conçus pour offrir de nouvelles opportunités d'apprentissage. Dans ce type de tâche, ils ont observé que les élèves auxquels on avait d'abord demandé d'inventer une solution à un problème avaient plus de chances d'acquérir des connaissances en lisant les nouveaux documents que les élèves qui avaient suivi un enseignement traditionnel consistant en explications, en exemples et en exercices d'application.

Enfin, l'évaluation formative est un élément critique de l'apprentissage, en particulier dans le contexte d'un travail coopératif à long terme. Cette forme d'évaluation donne aux élèves un feedback à partir duquel ils peuvent revoir leurs acquis et leur travail et à l'enseignant des informations qui lui permettent d'adapter ses interventions aux besoins des élèves. Les bénéfices de l'évaluation formative pour l'apprentissage ont été documentés dans un article de synthèse des publications (Black et Wiliam, 1998a, 1998b) qui

démontrait qu'un feedback fréquent permet des gains d'apprentissage significatifs, surtout quand il prend la forme de commentaires précis qui peuvent orienter les efforts des élèves.

L'un des thèmes qui traverse la littérature consacrée à l'évaluation formative est que le feedback semble plus productif lorsqu'il est plus centré sur les processus mobilisés par l'élève que sur le produit et plus axé sur la qualité du travail (impliquant la tâche) que sur la qualité du travailleur (impliquant l'ego). C'est le cas notamment lorsque de préférence à des notes, il consiste en commentaires sur lesquels les élèves réfléchiront (Butler, 1988 ; Deci et Ryan, 1985 ; Schunk, 1996a, 1996b). Shepard (2000) suggère que l'attention portée au processus et à la tâche permet aux élèves de voir une prouesse cognitive non comme une caractéristique individuelle statique, mais comme un état dynamique qui dépend principalement de l'effort consacré à la réalisation de la tâche concernée (voir aussi Black et Wiliam, 1988a, 1988b). Cela peut entretenir la motivation des élèves car ils gardent confiance dans leur aptitude à apprendre.

Les activités que nous avons décrites sont associées à un ensemble de pratiques importantes, comprenant l'intégration de l'évaluation et de l'enseignement, l'utilisation systématique de cycles itératifs de réflexion et d'action et la possibilité continue pour les élèves d'améliorer leur travail – qui prennent leur source dans une conception développementale de l'apprentissage et dans la conviction que les élèves ne sont pas limités par des capacités innées, mais qu'au contraire tous apprennent par l'expérience et le feedback.

Si l'évaluation formative peut être introduite dans le cadre d'un changement de pédagogie de classe, elle peut aussi profondément améliorer l'efficacité de l'enseignant. Comme l'ont observé Darling-Hammond, Ancess et Falk (1995, p. 131) dans une étude sur les évaluations de performance utilisées par cinq établissements dans un objectif d'apprentissage de qualité : « grâce à l'utilisation dynamique qu'ils font de l'évaluation et de l'apprentissage, [les enseignants] acquièrent une compréhension plus profonde des réponses de leurs élèves, ce qui leur permet de structurer de nouvelles possibilités d'apprentissage ».

Appui à la coopération dans le cadre des méthodes par investigation

Dans de nombreux travaux relatifs à l'apprentissage par investigation, les élèves travaillent par groupes de deux ou plus pour résoudre un problème, réaliser un projet ou concevoir et construire un artéfact. L'apprentissage coopératif en petits groupes, que Cohen (1994b) définit comme « des élèves travaillant ensemble dans un groupe assez petit pour permettre à chacun de participer à une tâche collective qui a été clairement attribuée », a fait l'objet de centaines d'études et de plusieurs méta-analyses (Cohen, Kulik et Kulik, 1982 ; Cook, Scruggs, Mastropieri et Castro, 1985 ; Hartley, 1977 ; Johnson,

Maruyama, Johnson, Nelson et Skon, 1981 ; Rohrbeck, Ginsburg-Block, Fantuzzo et Miller, 2003). Dans l'ensemble, ces analyses se rejoignent sur la conclusion : faire travailler des élèves ensemble sur des activités d'apprentissage leur apporte d'importants bénéfices (Johnson et Johnson, 1981, 1989).

Le travail en groupe apporte également des bénéfices sociaux et comportementaux, notamment au plan de l'image de soi des élèves, des interactions sociales, du temps consacré à une tâche et des sentiments positifs à l'égard des pairs (Cohen *et al.*, 1982 ; Cook *et al.*, 1985 ; Hartley, 1977 ; Ginsburg-Block, Rohrbeck et Fantuzzo, 2006 ; Johnson et Johnson, 1999). Dans une étude des relations entre les mesures académiques et non académiques, Ginsburg-Block *et al.* (2006) ont observé un lien entre les mesures sociales et d'image de soi et les résultats scolaires. Des effets plus importants ont été observés pour les interventions en classe qui utilisaient des groupes de même sexe, des récompenses collectives interdépendantes, des rôles structurés pour les élèves et des procédures d'évaluation individualisées. Ils ont également observé que les bénéfices étaient plus importants pour les élèves à faibles revenus que pour les élèves à revenus élevés et pour les élèves des zones urbaines que pour ceux des zones périurbaines. Les élèves de minorités raciales et ethniques bénéficiaient plus que les autres du travail coopératif en groupe, une observation répétée sur plusieurs décennies (voir Slavin et Oickle, 1981).

Cela étant, la mise en place d'un apprentissage coopératif efficace peut être difficile. En classe, l'enseignant joue un rôle critique en établissant un dialogue d'apprentissage productif et en en faisant la démonstration. Les aspects de l'environnement d'apprentissage de classe influencent les échanges en groupes restreints. L'observation de ces échanges peut apporter de nombreuses informations sur la productivité du travail, et permettre de donner un feedback formatif et un soutien pour mettre les conceptions et les objectifs des membres du groupe en cohérence. Les outils informatiques peuvent également aider à établir des méthodes de travail et faciliter des échanges productifs. Sur ce point, l'un des meilleurs exemples, et aussi l'un des plus documentés, est le projet CSILE (*Computer-supported intentional learning* ; Scardamalia, Bereiter et Lamon, 1994), qui comprend un outil de collecte et d'amélioration des connaissances à l'appui de l'investigation et des échanges centrés sur la construction des connaissances. Au-delà de tout outil ou technique spécifique, un rôle particulièrement important de l'enseignant est d'établir, de montrer et d'encourager des normes d'échange représentatives de bonnes pratiques d'investigation (Engle et Conant, 2002).

De nombreux travaux ont été réalisés afin de définir le type de tâches, les structures de responsabilité et les rôles qui aident les élèves à bien travailler ensemble (Aronson *et al.*, 1978). Dans leur synthèse de quarante ans de recherche sur l'apprentissage coopératif, Johnson et Johnson (1999b) dégagent cinq « éléments fondamentaux » des différents modèles et approches :

interdépendance positive, responsabilité individuelle, structures encourageant les échanges en face à face, compétences sociales et réflexion analytique sur le fonctionnement du groupe (*group processing*).

Tout un ensemble de structures d'activités ont été élaborées à l'appui du travail en groupe – des méthodes d'apprentissage coopératif dans lesquelles il est simplement demandé aux élèves de s'aider mutuellement à résoudre des problèmes traditionnels aux approches dans lesquelles les élèves sont censés définir collectivement des projets et générer un produit unique, fruit du travail continu du groupe tout entier. De nombreuses méthodes se situent entre ces deux extrêmes, dont certaines attribuent aux enfants du groupe un rôle de management (par exemple Cohen, 1994a, 1994b), un rôle conversationnel (O'Donnell, 2006 ; King, 1990) ou un rôle intellectuel (Palincsar et Herrenkohl, 1999, 2002 ; Cornélius et Herrenkohl, 2004 ; White et Frederiksen, 2005).

Lorsqu'ils conçoivent un travail de groupe, les enseignants doivent être particulièrement attentifs aux divers aspects du processus de travail et aux interactions entre les élèves (Barron, 2000 ; 2003). Slavin (1991) avance par exemple : « qu'il ne suffit pas de dire aux élèves de travailler ensemble. Ils doivent avoir une raison de prendre leurs réalisations réciproques au sérieux. ». Il a élaboré un modèle centré sur les facteurs de motivation extérieurs au groupe, tels que les récompenses et la responsabilité individuelle établie par l'enseignant. Il conclut dans sa méta-analyse que les tâches de groupe associées à des structures encourageant les responsabilités individuelles produisent des acquisitions plus solides (Slavin, 1996).

La revue de la recherche conduite par Cohen (1994b) sur les petits groupes productifs porte sur les interactions de groupes autour d'une tâche. Avec ses collègues, elle a conçu *Complex instruction*, une des méthodes d'apprentissage en petits groupes les plus connues et les mieux documentées. *Complex instruction* fait appel à des activités soigneusement pensées qui requièrent des talents diversifiés et reposent sur l'interdépendance des membres du groupe. Les enseignants sont encouragés à prêter attention, au sein du groupe, aux inégalités de participation résultant souvent d'écarts de statut entre pairs, et des stratégies leur sont proposées pour conforter la position des membres peu actifs (Cohen et Lotan, 1997). De plus, des rôles tels que secrétaire, reporter, responsable des documents, responsable des ressources, médiateur et conciliateur sont distribués afin de favoriser l'égalité des participations. L'un des piliers de cette démarche est l'élaboration de tâches présentant un intérêt pour le groupe (« *group-worthy* ») et suffisamment ouvertes et polyvalentes pour requérir la participation de tous les membres du groupe et leur permettre d'en bénéficier. Les tâches qui mobilisent diverses compétences – recherche, analyse, représentation visuelle et écriture – sont bien adaptées à cette démarche.

De nombreuses données valident l'intérêt des stratégies de *Complex instruction* pour la réussite scolaire des élèves (Cohen *et al.*, 1994 ; Cohen, 1994a, 1994b ; Cohen et Lotan, 1995 ; Cohen *et al.*, 1999, 2002). Dans de récentes études, les données attestant de cette réussite ont été étendues aux gains d'apprentissage de nouveaux apprenants en langue anglaise (Lotan, 2008 ; Bunch, Abram, Lotan et Valdés, 2001).

Défis des méthodes d'apprentissage par investigation

La gestion des démarches que nous venons d'examiner pose de nombreux défis car leur mise en œuvre requiert des pédagogies bien plus complexes que la transmission directe de connaissances aux élèves au moyen de manuels ou de cours magistraux. En fait, il a été fréquemment observé que les méthodes d'apprentissage par investigation dépendent étroitement des connaissances et des compétences de l'enseignant (Good et Brophy, 1986). Lorsque ces méthodes et les autres approches centrées sur l'élève sont mal comprises, les enseignants jugent souvent qu'elles « manquent de structure » au lieu d'apprécier qu'elles nécessitent un important travail d'étayage, ainsi qu'une évaluation et une réorientation constantes.

Les recherches conduites sur ces démarches indiquent que diverses difficultés se posent lorsque les élèves manquent d'expérience ou de modèles au niveau de certains aspects particuliers du processus d'apprentissage. Au plan des compétences disciplinaires, les élèves ont des difficultés à produire des questions significatives ou à évaluer leurs questions pour déterminer si elles sont justifiées par rapport au contenu de l'investigation (Krajcik *et al.*, 1998). Leur bagage cognitif n'est pas toujours suffisant pour donner du sens à l'investigation (Edelson, Gordon et Pea, 1999). Au plan des compétences intellectuelles générales, les élèves peuvent peiner à étayer leurs affirmations par des arguments logiques et des données (Krajcik *et al.*, 1998). Enfin, en ce qui concerne la gestion des tâches, ils éprouvent souvent des difficultés à trouver comment travailler ensemble, gérer leur temps et la complexité du travail et rester motivés face aux difficultés ou à la confusion (Achilles et Hoover, 1996 ; Edelson, Gordon et Pea, 1999).

Les enseignants peuvent eux aussi avoir des difficultés à gérer le temps nécessaire pour une investigation prolongée. Ils doivent apprendre de nouvelles méthodes de gestion de la classe, concevoir et soutenir des investigations qui éclairent les concepts fondamentaux de la discipline, trouver un équilibre entre les besoins d'informations directes qu'ont les élèves et les questions qu'ils peuvent poser, étayer les acquis individuels de nombreux élèves (en effectuant suffisamment de démonstrations et en donnant un feedback suffisant à chacun mais sans excès), faciliter l'apprentissage de groupes multiples et concevoir et utiliser des évaluations pour guider le processus d'apprentissage (Blumenfeld *et al.*, 1991 ; Marx *et al.*, 1994, 1997 ; Rosenfeld *et al.*, 1998). Sans

soutien pour acquérir ces compétences complexes, les enseignants peuvent être incapables de tirer le meilleur parti des méthodes par investigation et inciter les élèves à « faire » mais pas nécessairement dans le cadre d'un apprentissage organisé présentant un degré élevé de transfert.

Quelle aide les enseignants peuvent-ils apporter à l'investigation productive ?

Pour être fructueuses, les méthodes par investigation requièrent une préparation et des approches soigneusement réfléchies tant au niveau de la coopération que des interactions en classe et de l'évaluation. Les recherches menées en situation de classe (Barron *et al.*, 1998; Gertzman et Kolodner, 1996; Puntambeckar et Kolodner, 2005) ont montré qu'il ne suffit pas de donner aux élèves des ressources abondantes et un problème intéressant (concevoir un robot domestique présentant des caractéristiques d'arthropode par exemple); ils ont besoin d'aide pour comprendre le problème, appliquer les connaissances scientifiques, évaluer leurs conceptions, expliquer les échecs et revoir leur conception. Il est fréquent que les élèves ne pensent pas à exploiter les informations dont ils disposent sauf s'ils y sont invités expressément. Plusieurs groupes de recherche ont proposé des principes de design pédagogique qui peuvent guider les efforts (Barron *et al.*, 1998; Engle et Conant, 2002; Puntambeckar et Kolodner, 2005). Nous résumons ci-dessous les principaux.

Les projets doivent être bien conçus et comporter des objectifs d'apprentissage bien définis qui orientent la nature des activités

La matière peut être problématisée en encourageant les élèves à définir les problèmes et à considérer que les affirmations et explications, même celles des « experts », doivent être corroborées par des données. L'enseignant doit encourager les élèves à questionner toutes les sources. Au lieu d'ignorer les différences entre sources, il peut attirer l'attention sur celles-ci et encourager les élèves à rechercher des sources convergentes.

Les ressources peuvent étayer les apprentissages des élèves et des enseignants

Les ressources telles que les modèles, les forums publics, les outils, les livres, les films ou les expéditions de terrain peuvent aider l'investigation et la discussion. Il est essentiel que les élèves aient accès à des experts et à diverses sources d'informations pour trouver un large éventail de thèmes, de contradictions et de points de vue. Les divergences entre sources peuvent jouer un rôle important dans l'orientation des débats, mais aussi dans le développement du raisonnement et du discernement dans l'utilisation de différents types de

données. Le temps est une autre ressource importante. Il faut donner beaucoup de temps aux élèves pour étudier les questions, concevoir et partager les réflexions et les désaccords au sein du groupe et avec l'enseignant.

Les enseignants doivent développer des structures de participation et des règles de classe qui encouragent la prise de responsabilités, l'utilisation de données et une attitude coopérative

Les élèves peuvent être investis des pouvoirs nécessaires pour aborder les problèmes de la discipline en les dégageant eux-mêmes, ainsi que les affirmations, les explications ou les conceptions de manière à les encourager à être auteurs et producteurs de savoirs. L'enseignant peut communiquer un goût du débat et de l'opposition constructive. Les représentations publiques peuvent encourager l'aptitude à adopter un point de vue et le souci de la qualité. Les élèves doivent être incités à tenir compte des points de vue des autres même s'ils ne sont pas d'accord. Les règles à appliquer dans chaque discipline – telles que prêter attention aux données et citer les sources – devront être données en modèles et encouragées. Les enseignants peuvent encourager les élèves à intégrer un vaste ensemble de sources dans leurs recherches et les sensibiliser à la nécessité d'aider les membres de leur groupe dans leur apprentissage.

L'évaluation formative bien conçue et les opportunités de révision favorisent l'apprentissage, et les évaluations sommatives bien conçues peuvent être d'utiles expériences d'apprentissage

Des opportunités formatives de réflexion sur les processus coopératifs et l'avancement du travail doivent être intégrées pour aider les élèves à s'auto-évaluer et à revoir leur démarche s'il y a lieu. Pour que les élèves puissent suivre leur progression, il est important de trouver un équilibre entre les activités de conception et celles qui vont les amener à réfléchir sur ce qu'ils apprennent. Il est important d'intégrer des activités de réflexion pour encourager la compréhension. Les critères de l'évaluation sommative doivent être multidimensionnels, représenter les différents aspects d'une tâche et être clairement expliqués aux élèves et aux autres membres de la communauté d'apprentissage au lieu d'être tenus secrets comme c'est généralement le cas dans les contrôles de connaissances traditionnels.

Résumé et conclusions

Le discours actuel sur les compétences du XXI^e siècle préconise des environnements d'apprentissage en classe et ailleurs qui couvrent les enseignements scolaires fondamentaux, mais encouragent aussi les élèves à acquérir des compétences relatives aux nouveaux médias, une pensée critique et

systemique, des compétences interpersonnelles et l'autonomie. Les méthodes de classe présentées dans ce chapitre favorisent une investigation soutenue et le travail coopératif, et jouent un rôle critique dans la préparation des élèves aux acquisitions ultérieures. Trois conclusions majeures ressortent de notre analyse :

1. Les élèves apprennent plus en profondeur lorsqu'ils peuvent appliquer des connaissances scolaires à des problèmes du monde réel. Les méthodes d'apprentissage par investigation et par la conception permettent de nourrir la communication, la coopération, la créativité et la réflexion en profondeur. L'attention aux processus d'apprentissage, et pas seulement au contenu, est bénéfique.
2. Les méthodes d'apprentissage par investigation sont difficiles à mettre en œuvre. Elles dépendent étroitement des connaissances et des compétences des enseignants qui les appliquent. Lorsque ces démarches sont mal comprises, les enseignants leur reprochent souvent « un manque de structure » alors qu'elles requièrent un important travail d'étayage et de constantes évaluations pour orienter les interventions. Les enseignants ont besoin de temps et du soutien d'une communauté pour organiser un travail par projets prolongé. Il faut de solides compétences pédagogiques pour gérer en classe des projets de longue haleine sans perdre de vue que l'objectif est de « faire en comprenant » et non de « faire pour faire ». Heureusement, de très nombreux exemples et principes de design pédagogique peuvent aider les enseignants dans cette entreprise.
3. Les stratégies d'évaluation doivent être formatives et sommatives. La nature des évaluations définit les exigences cognitives du travail demandé aux élèves. Des recherches indiquent que des évaluations de performance soigneusement structurées peuvent améliorer la qualité de l'enseignement et que l'apprentissage par investigation exige des évaluations de ce type, à la fois pour définir la tâche et pour évaluer correctement ce qui a été appris.

Alors que la communauté internationale explore les stratégies à même de préparer les élèves à un monde de plus en plus complexe et interconnecté, les démarches d'apprentissage par investigation et par la conception constituent des méthodes amplement documentées qui peuvent transformer d'importants aspects de l'enseignement et de l'apprentissage. Les élèves acquièrent des compétences de coopération et des compétences académiques critiques et les enseignants ont la possibilité d'approfondir leur répertoire pour favoriser le développement des apprenants du XXI^e siècle. La collaboration internationale entre chercheurs et éducateurs ne peut que renforcer les possibilités d'imaginer et de mettre en œuvre des pédagogies transformatrices qui favoriseront l'implication et l'apprentissage en profondeur de tous.

Bibliographie

- Achilles, C.M. et S.P. Hoover (1996), *Transforming Administrative Praxis : The Potential of Problem-Based Learning (PBL) as a School-Improvement Vehicle for Middle and High Schools*, Assemblée annuelle de l'American Educational Research Association, New York.
- Albanese, M.A. et S.A. Mitchell (1993), « Problem-Based Learning : A Review of Literature on Its Outcomes and Implementation Issues », *Academic Medicine*, vol. 68, n° 1, pp. 52-81.
- Aronson, E., C. Stephen, J. Sikes, N. Blaney et M. Snapp (1978), *The Jigsaw Classroom*, Sage, Thousand Oaks, CA.
- Barron, B. (2000a), « Achieving Coordination in Collaborative Problem-Solving Groups », *Journal of the Learning Sciences*, vol. 9, n° 4, pp. 403-436.
- Barron, B. (2000b), « Problem Solving in Video-Based Microworlds : Collaborative and Individual Outcomes of High-Achieving Sixth-Grade Students », *Journal of Educational Psychology*, vol. 92, n° 2, pp. 391-398.
- Barron, B. (2003), « When Smart Groups Fail », *Journal of the Learning Sciences*, vol. 12, n° 3, pp. 307-359.
- Barron, B.J.S., D.L. Schwartz, N.J. Vye, A. Moore, A. Petrosino, L. Zech, J.D. Bransford et The Cognition and Technology Group at Vanderbilt (1998), « Doing with Understanding : Lessons from Research on Problem- and Project-Based Learning », *Journal of the Learning Sciences*, vol. 7, n° 3-4, pp. 271-311.
- Barrows, H.S. (1996), « Problem-Based Learning in Medicine and Beyond : A Brief Overview », *New Directions for Teaching and Learning*, n° 68, Jossey-Bass, San Francisco, pp. 3-11.
- Bartscher, K., B. Gould et S. Nutter (1995), *Increasing Student Motivation through Project-based Learning*, Master's Research Project, Saint Xavier and IRI Skylight.

- Black, P.J. et D. Wiliam (1998a), « Assessment and Classroom Learning », *Assessment in Education : Principles, Policy and Practice*, vol. 5, n° 1, pp. 7-73.
- Black, P. et D. Wiliam (1998b), « Inside the Black Box : Raising Standards through Classroom Assessment », *Phi Delta Kappan*, vol. 80, n° 2, pp. 139-148.
- Blumenfeld, P.C., E. Soloway, R.W. Marx, J.S. Krajcik, M. Guzdial et A. Palincsar (1991), « Motivating Project-based Learning : Sustaining the Doing, Supporting the Learning », *Educational Psychologist*, vol. 26, n° 3-4, pp. 369-398.
- Boaler, J. (1997), *Experiencing School Mathematics : Teaching Styles, Sex and Settings*, Open University Press, Buckingham, RU.
- Boaler, J. (1998), « Open and Closed Mathematics : Student Experiences and Understandings », *Journal for Research in Mathematics Education*, vol. 29, n° 1, pp. 41-62.
- Braddock, J.H. et J.M McPartland (1993), « The Education of Early Adolescents », L. Darling-Hammond (éd.), *Review of Research in Education* 19, American Educational Research Association, Washington, DC.
- Bransford, J.D. et D.L. Schwartz (1999), « Rethinking Transfer : A Simple Proposal with Multiple Implications », A. Iran-Nejad et P.D. Pearson (éd.), *Review of Research in Education*, chapitre 3, vol. 24, American Educational Research Association, Washington, DC, pp. 61-100.
- Brown, A. L. (1994), « The Advancement of Learning », *Educational Researcher*, vol. 23, n° 8, pp. 4-12.
- Bunch, G.C., P.L. Abram, R.A. Lotan et G. Valdés (2001), « Beyond Sheltered Instruction : Rethinking Conditions for Academic Language Development », *TESOL Journal*, vol. 10, n° 2-3, pp. 28-33.
- Butler, R. (1988), « Enhancing and Undermining Intrinsic Motivation : The Effects of Task-Involving and Ego-Involving Evaluation of Interest and Performance », *British Journal of Educational Psychology*, vol. 58, n° 1, pp. 1-14.
- Cohen, E.G. (1994a), *Designing Groupwork : Strategies for Heterogeneous Classrooms*, Revised edition, Teachers College Press, New York.
- Cohen, E.G. (1994b), « Restructuring the Classroom : Conditions for Productive Small Groups », *Review of Educational Research*, vol. 64, n° 1, pp. 1-35.

- Cohen, E.G. et R.A. Lotan (1995), « Producing Equal-Status Interaction in the Heterogeneous Classroom », *American Educational Research Journal*, vol. 32, n° 1, pp. 99-120.
- Cohen, E.G. et R.A. Lotan (éd.) (1997), *Working for Equity in Heterogeneous Classrooms : Sociological Theory in Practice*, Teachers College Press, New York.
- Cohen, E.G., R. A. Lotan, P.L. Abram, B.A. Scarloss et S.E. Schultz (2002), « Can Groups Learn? », *Teachers College Record*, vol. 104, n° 6, pp. 1045-1068.
- Cohen, E.G., R.A. Lotan, B.A. Scarloss et A.R. Arellano (1999), « Complex Instruction : Equity in Co-operative Learning Classrooms », *Theory into Practice*, vol. 38, n° 2, pp. 80-86.
- Cohen, E.G., R.A. Lotan, J.A. Whitcomb, M. Balderrama, R. Cossey et P. Swanson (1994), « Complex Instruction : Higher-order Thinking in Heterogeneous Classrooms » S. Sharan (éd.), *Handbook of Cooperative Learning Methods*, Greenwood, Westport CT.
- Cohen, P.A., J.A. Kulik et C.C. Kulik (1982), « Education Outcomes of Tutoring : A Meta-Analysis of Findings », *American Educational Research Journal*, vol. 19, n° 2, pp. 237-248.
- Cook, S.B., T.E. Scruggs, M.A. Mastropieri et G. Casto (1985), « Handicapped Students as Tutors », *Journal of Special Education*, vol. 19, n° 4, pp. 483-492.
- Cornelius, L.L. et L.R. Herrenkohl (2004), « Power in the Classroom : How the Classroom Environment Shapes Students' Relationships with Each Other and with Concepts », *Cognition and Instruction*, vol. 22, n° 4, pp. 467-498.
- Darling-Hammond, L. et J. Aness (1994), *Graduation by Portfolio at Central Park East Secondary School*, National Center for Restructuring Education, Schools, and Teaching, Teachers College, Université de Columbia, New York.
- Darling-Hammond, L., J. Aness et B. Falk (1995), *Authentic Assessment in Action : Studies of Schools and Students at Work*, Teachers College Press, New York.
- Deci, E.L. et R.M. Ryan (1985), *Intrinsic Motivation and Self-Determination in Human Behavior*, Plenum, New York.
- Dochy, F., M. Segers, P. van den Bossche et D. Gijbels (2003), « Effects of Problem-Based Learning : A Meta-Analysis », *Learning and Instruction*, vol. 13, n° 5, pp. 533-568.
- Dunkin, M. et B. Biddle (1974), *The Study of Teaching*, Holt, Rinehart and Winston, New York.

- Edelson, D., D. Gordon et R. Pea (1999), « Addressing the Challenges of Inquiry-Based Learning through Technology and Curriculum Design », *Journal of the Learning Sciences*, vol. 8, n° 3 et 4, pp. 391-450.
- Engle, R.A. et F.R. Conant (2002), « Guiding Principles for Fostering Productive Disciplinary Engagement : Explaining an Emergent Argument in a Community of Learners Classroom », *Cognition and Instruction*, vol. 20, n° 4, pp. 399-483.
- Fortus, D., R.C. Dersheimer, R.W. Marx, J. Krajcik et R. Mamlok-Naaman (2004), « Design-Based Science (DBS) and Student Learning », *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 41, n° 10, pp. 1081-1110.
- Garcia, E. (1993), « Language, Culture and Education », L. Darling-Hammond (éd.), *Review of Research in Education 19*, American Educational Research Association, Washington, DC.
- Gertzman, A. et J.L. Kolodner (1996), « A Case Study of Problem-Based Learning in Middle-School Science Class : Lessons Learned », *Proceedings of the Second Annual Conference on the Learning Sciences*, Evanston, Chicago, pp. 91-98.
- Ginsburg-Block, M.D., C.A. Rohrbeckand et J.W. Fantuzzo (2006), « A Meta-Analytic Review of Social, Self-concept and Behavioral Outcomes of Peer-Assisted Learning », *Journal of Educational Psychology*, vol. 98, n° 4, pp. 732-749.
- Glass, G.V., D. Coulter, S. Hartley, S. Hearold, S. Kahl, J. Kalk et L. Sherretz (1977), *Teacher "Indirectness" and Pupil Achievement : An Integration of Findings*, Laboratory of Educational Research, Université du Colorado, Boulder.
- Goldberg, G.L. et B.S. Rosewell (2000), « From Perception to Practice : The Impact of Teachers' Scoring Experience on the Performance Based Instruction and Classroom Practice », *Educational Assessment*, vol. 6, n° 4, pp. 257-290.
- Good, T.L. et J.E. Brophy (1986), *Educational Psychology* (3^e édition), Longman, New York.
- Harel, I. (1991), *Children Designers*, Ablex, Norwood, CT.
- Hartley, S.S. (1977), *A Meta-Analysis of Effects of Individually Paced Instruction in Mathematics*, Unpublished Doctoral Dissertation, Université du Colorado, Boulder.
- Hmelo, C.E. (1998a), « Cognitive Consequences of Problem-Based Learning for the Early Development of Medical Expertise », *Teaching and Learning in Medicine*, vol. 10, n° 2, pp. 92-100.

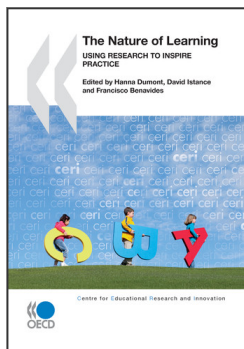
- Hmelo, C.E. (1998b), « Problem-Based Learning : Effects on the Early Acquisition of Cognitive Skill in Medicine », *Journal of the Learning Sciences*, vol. 7, n° 2, pp. 173-208.
- Hmelo-Silver, C.E. (2004), « Problem-Based Learning : What and How Do Students Learn ? », *Educational Psychology Review*, vol. 16, n° 3, pp. 235-266.
- Horan, C., C. Lavaroni et P. Beldon (1996), *Observation of the Tinker Tech Program Students for Critical Thinking and Social Participation Behaviors*, Buck Institute for Education, Novato, CA.
- Horwitz, R.A. (1979), « Effects of the 'Open' Classroom », H.J. Walberg (éd.), *Educational Environments and Effects : Evaluation, Policy and Productivity*, McCutchan, Berkeley, CA.
- Johnson, D.W. et R.T. Johnson (1981), « Effects of Co-operative and Individualistic Learning Experiences on Interethnic Interaction », *Journal of Educational Psychology*, vol. 73, n° 3, pp. 444-449.
- Johnson, D.W. et R.T. Johnson (1989), *Cooperation and Competition : Theory and Research*, Interaction Book Company, Edina, MN.
- Johnson, D.W. et R.T. Johnson (1999), « Making Co-operative Learning Work », *Theory into Practice*, vol. 38, n° 2, pp. 67-73.
- Johnson, D.W., G. Maruyama, R. Johnson, D. Nelson et L. Skon (1981), « Effects of Co-operative, Competitive et Individualistic Goal Structures on Achievement : A Meta-Analysis », *Psychological Bulletin*, vol. 89, n° 1, pp. 47-62.
- Kafai, Y. (1995), *Minds in Play : Computer Game Design as a Context for Children's Learning*, Lawrence Erlbaum Publishers, Hillsdale, NJ.
- Kafai, Y.B. et C.C. Ching (2001), « Talking Science within Design : Learning through Design as a Context », *Journal of the Learning Sciences*, vol. 10, n° 3, pp. 323-363.
- Kilpatrick, W.H. (1918), « The Project Method », *Teachers College Record*, vol. 19, n° 4, pp. 319-335.
- King, A. (1990), « Enhancing Peer Interaction and Learning in the Classroom through Reciprocal Peer Questioning », *American Educational Research Journal*, vol. 27, n° 4, pp. 664-687.
- Knapp, M.S. (éd.) (1995), *Teaching for Meaning in High-Poverty Classrooms*, Teachers College Press, New York.
- Kolodner, J.L. (1997), « Educational Implications of Analogy : A View from Case-Based Reasoning », *American Psychologist*, vol. 52, n° 1, pp. 57-66.

- Kolodner, J.L., P.J. Camp, D. Crismond, B. Fasse, J. Gray, J. Holbrook, S. Puntambekar et M. Ryan (2003), « Problem-Based Learning Meets Case-Based Reasoning in the Middle-School Science Classroom : Putting *Learning by Design*TM into Practice », *Journal of the Learning Sciences*, vol. 12, n° 4, pp. 495-547.
- Krajcik, J.S., P.C. Blumenfeld, R.W. Marx, K.M. Bass, J. Fredricks et E. Soloway (1998), « Inquiry in Project-Based Science Classrooms : Initial Attempts by Middle School Students », *Journal of the Learning Sciences*, vol. 7, n° 3-4, pp. 313-350.
- Lehrer, R. et T. Romberg (1996), « Exploring Children's Data Modeling », *Cognition and Instruction*, vol. 14, n° 1, pp. 69-108.
- Levy, F. et R. Murnane (2004), *The New Division of Labor : How Computers Are Creating the Next Job Market*, Princeton University Press, Princeton, NJ.
- Lotan, R.A. (2008), « Developing Language and Content Knowledge in Heterogeneous Classrooms », R. Gillies, A. Ashman et J. Terwel (éd.), *The Teacher's Role in Implementing Cooperative Learning in the Classroom*, Springer, New York.
- Lundeberg, M., B.B. Levin et H.L. Harrington (1999), *Who Learns What from Cases and How ? The Research Base for Teaching and Learning with Cases*, Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah NJ.
- Marx, R.W., P.C. Blumenfeld, J.S. Krajcik, M. Blunk, B. Crawford, B. Kelley et K.M. Meyer (1994). « Enacting Project-based Science : Experiences of Four Middle Grade Teachers », *Elementary School Journal*, vol. 94, n° 5, p. 518.
- Marx, R.W., P.C. Blumenfeld, J.S. Krajcik et E. Soloway (1997), « Enacting Project-based Science : Challenges for practice and policy », *Elementary School Journal*, 97, 341-358.
- McKeachie, W.J. et J.A. Kulik (1975), « Effective College Teaching », F.N. Kerlinger (éd.), *Review of Research in Education*, vol. 3, Peacock, Itasca, IL.
- Murnane, R. et F. Levy (1996), *Teaching the New Basic Skills*, Free Press, New York.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) (1989), *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*, NCTM, Reston, VA.
- National Research Council (1996), *National Science Education Standards*, National Academy Press, Washington, DC.

- NCREL (2003), *21st century Skills : Literacy in the Digital Age*, North Central Regional Educational Laboratory (NCREL), téléchargé le 2 octobre 2005 sur le site www.ncrel.org/engage/skills/skills.htm.
- Newmann, F.M. (1996), *Authentic Achievement : Restructuring Schools for Intellectual Quality*, Jossey-Bass, San Francisco, CA.
- Newmann, F.M., H.M. Marks et A. Gamoran (1996), « Authentic Pedagogy and Student Performance », *American Journal of Education*, vol. 104, n° 4, pp. 280-312.
- Newstetter, W. (2000), « Bringing Design Knowledge and Learning Together », C. Eastman, W. Newstetter et M. McCracken (éd.), *Design Knowing and Learning : Cognition in Design Education*, Elsevier Science Press, New York.
- O'Donnell, A.M. (2006), « The Role of Peers and Group Learning », P. Alexander et P. Winne (éd.), *Handbook of Educational Psychology* (2^e édition), Erlbaum, Mahwah, NJ.
- Palincsar, A.S. et L. Herrenkohl (1999), « Designing Collaborative Contexts : Lessons from Three Research Programs », A.M. O'Donnell et A. King (éd.), *Cognitive Perspectives on Peer Learning*, Erlbaum, Mahwah, NJ.
- Palincsar, A.S. et L. Herrenkohl (2002), « Designing Collaborative Learning Contexts », *Reading Teacher*, vol. 41, n° 1, pp. 26-32.
- Partnership for 21st Century Skills (2004), *Learning for the 21st Century*, Washington, DC., consultable à l'adresse : www.21stcenturyskills.org.
- Peck, J.K., W. Peck, J. Sentz et R. Zasa (1998), « Students' Perceptions of Literacy Learning in a Project-Based Curriculum », E.G. Sturtevant, J.A. Dugan, P. Linder et W.M. Linek (éd.) *Literacy and Community*, College Reading Association, Université A&M du Texas.
- Penner, D.E., N.D. Giles, R. Lehrer et L. Schauble (1997), « Building Functional Models : Designing an Elbow », *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 34, n° 2, pp. 1-20.
- Penuel, W.R., B. Means et M.B. Simkins (2000), « The Multimedia Challenge », *Educational Leadership*, vol. 58, n° 2, pp. 34-38.
- Peterson, P. (1979), « Direct Instruction Reconsidered », P. Peterson et H. Walberg (éd.), *Research on Teaching : Concepts, Findings et Implications*, McCutchan, Berkeley, CA.
- Petrosino, A.J. (1998), *The Use of Reflection and Revision in Hands-On Experimental Activities by At-Risk Children*, Unpublished Doctoral Dissertation, Université Vanderbilt, Nashville, TN.

- Puntambekar, S. et J.L. Kolodner (2005), « Toward Implementing Distributed Scaffolding : Helping Students Learn Science from Design », *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 42, n° 2, pp. 185-217.
- Resnick, L. (1987), *Education and Learning to Think*, National Academy Press, Washington, DC.
- Rohrbeck, C.A., M.D. Ginsburg-Block, J.W. Fantuzzo et T.R. Miller (2003), « Peer-Assisted Learning Interventions with Elementary School Students : A Meta-Analytic Review », *Journal of Educational Psychology*, vol. 95, n° 2, pp. 240-257.
- Rosenfeld, M. et S. Rosenfeld (1998), « Understanding the 'Surprises' in PBL : An Exploration into the Learning Styles of Teachers and Their Students », article présenté à la 8^e conférence de l'EARLI (European Association for Research in Learning and Instruction), Göteborg, Suède.
- Savery, J.R. et T.M. Duffy (1995), « Problem based learning : an instructional model and its constructivist framework », *Educational Technology*, vol. 35, n° 5, pp. 31-38.
- Scardamalia, M., C. Bereiter et M. Lamon (1994), « The CSILE Project : Trying to Bring the Classroom into World 3 », K. McGilly (éd.), *Classroom Lessons : Integrating Cognitive Theory and Classroom Practice*, MIT Press, Cambridge, MA.
- Schmidt, H.G., M. Machiels-Bongaerts, H. Hermans, T.J. ten Cate, R. Venekamp et H. Boshuizen (1996), « The Development of Diagnostic Competence : A Comparison between a Problem-Based, an Integrated and a Conventional Medical Curriculum », *Academic Medicine*, vol. 71, n° 6, pp. 658-664.
- Schunk, D.H. (1996a), « Motivation in Education : Current Emphases and Future Trends », *Mid-Western Educational Researcher*, vol. 9, n° 2, pp. 5-11, 36.
- Schunk, D.H. (1996b), « Goal and Self-evaluative Influences during Children's Cognitive Skill Learning », *American Educational Research Journal*, vol. 33, n° 2, pp. 359-382.
- Schwartz, D.L. et T. Martin (2004), « Inventing to Prepare for Future Learning : The Hidden Efficiency of Encouraging Original Student Production in Statistics Instruction », *Cognition and Instruction*, vol. 22, n° 2, pp. 129-184.
- Secretary's Commission on Achieving Necessary Skills (SCANS) (1991), *What Work Requires of Schools*, rapport publié par le National Technical Information Service (NTIS), département du Commerce américain.
- Shepard, L.A. (2000), « The Role of Assessment in the Learning Culture », *Educational Researcher*, vol. 29, n° 7, pp. 4-14.

- Shepherd, H.G. (1998), « The Probe Method : A Problem-based Learning Model's Effect on Critical Thinking Skills of Fourth- and Fifth-grade Social Studies Students », *Dissertation Abstracts International*, Section A : Humanities and Social Sciences, septembre 1988, vol. 59 (3-A), p. 0779.
- Slavin, R. (1991), « Synthesis of Research on Co-operative Learning », *Educational Leadership*, vol. 48, n° 5, pp. 71-82.
- Slavin, R. (1996), « Research on Co-operative Learning and Achievement : What We Know, What We Need to Know », *Contemporary Educational Psychology*, vol. 21, n° 1, pp. 43-69.
- Slavin, R. et E. Oickle (1981), « Effects of Co-operative Learning Teams on Student Achievement and Race Relations : Treatment by Race Interactions », *Sociology of Education*, vol. 54, n° 3, pp. 174-180.
- Soar, R.S. (1977), « An Integration of Findings from Four Studies of Teacher Effectiveness », G.D. Borich (éd.), *The Appraisal of Teaching : Concepts and Process*, Addison-Wesley, Reading, MA.
- Stepien, W.J., S.A. Gallagher et D. Workman (1993), « Problem-Based Learning for Traditional and Interdisciplinary Classrooms », *Journal for the Education of the Gifted Child*, vol. 16, n° 4, pp. 338-357.
- TERC (2000), *Construct-A-Glove*, NSTA Press, Cambridge, MA.
- Thomas, J.W. (2000), *A Review of Project Based Learning*, rapport établi pour Autodesk Foundation, San Rafael, CA.
- Vernon D.T. et R.L. Blake (1993), « Does problem-based learning work? A meta-analysis of evaluation research », *Academic Medicine*; vol. 68, n° 7, pp. 550-563.
- White, B. et J. Frederiksen (2005), « A Theoretical Framework and Approach for Fostering Metacognitive Development », *Educational Psychologist*, vol. 40, n° 4, pp. 211-223.
- Wiggins, G. (1989), « Teaching to the (authentic) Test », *Educational Leadership*, vol. 46, n° 7, pp. 41-47.
- Williams, D.C., S. Hemstreet, M. Liu et V.D. Smith (1998), *Examining How Middle Schools Students Use Problem-Based Learning Software*, Actes de la 10^e conférence mondiale ED-MEDIA/ED-Telecom sur le multimédia et l'hypermédia éducatif, Fribourg, Allemagne.
- Williams, S.M. (1992), « Putting Case-Based Instruction into Context : Examples from Legal and Medical Education », *Journal of the Learning Sciences*, vol. 2, n° 4, pp. 367-427.



Extrait de :
The Nature of Learning
Using Research to Inspire Practice

Accéder à cette publication :
<https://doi.org/10.1787/9789264086487-en>

Merci de citer ce chapitre comme suit :

Barron, Brigid et Linda Darling-Hammond (2010), « Perspectives et défis des méthodes d'apprentissage par investigation », dans Hanna Dumont, David Istance et Francisco Benavides (dir. pub.), *The Nature of Learning : Using Research to Inspire Practice*, Éditions OCDE, Paris.

DOI: <https://doi.org/10.1787/9789264086944-11-fr>

Cet ouvrage est publié sous la responsabilité du Secrétaire général de l'OCDE. Les opinions et les arguments exprimés ici ne reflètent pas nécessairement les vues officielles des pays membres de l'OCDE.

Ce document et toute carte qu'il peut comprendre sont sans préjudice du statut de tout territoire, de la souveraineté s'exerçant sur ce dernier, du tracé des frontières et limites internationales, et du nom de tout territoire, ville ou région.

Vous êtes autorisés à copier, télécharger ou imprimer du contenu OCDE pour votre utilisation personnelle. Vous pouvez inclure des extraits des publications, des bases de données et produits multimédia de l'OCDE dans vos documents, présentations, blogs, sites Internet et matériel d'enseignement, sous réserve de faire mention de la source OCDE et du copyright. Les demandes pour usage public ou commercial ou de traduction devront être adressées à rights@oecd.org. Les demandes d'autorisation de photocopier une partie de ce contenu à des fins publiques ou commerciales peuvent être obtenues auprès du Copyright Clearance Center (CCC) info@copyright.com ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC) contact@cfcopies.com.