II. SCIENCE DE L'APPRENTISSAGE ET ART DE L'ENSEIGNEMENT

B.F. Skinner. La revolution scientifique de l'enseignement. Bruxelles : Dessart et Mardaga. 1969

Des progrès décisifs ont été réalisés au cours des dernières années dans le domaine de l'apprentissage. Des techniques particulières ont été mises au point qui visent à l'arrangement systématique de ce que l'on a appelé les *contingences de renforcement* — ou, en d'autres termes, les relations entre le comportement et ses conséquences —. Nous disposons ainsi de moyens de contrôle du comportement d'une efficacité inégalée jusqu'ici. L'idée que l'organisme apprend essentiellement en produisant des changements dans son environnement n'est certes pas neuve, mais l'analyse minutieuse de ces changements n'a été entreprise que tout récemment. Dans les méthodes traditionnelles d'étude de l'apprentissage en laboratoire — labyrinthes, boîtes à problème, appareils à discrimination — les effets qu'engendre le comportement du sujet sont laissés aux hasards d'une multiplicité de conditions fluctuantes. Il y a

place pour une foule d'imprévus entre le premier tournant à gauche pris par le rat dans son labyrinthe et la nourriture qui l'attend au bout du parcours. Il n'est guère étonnant que ces techniques n'aient fourni que des données assez grossières et n'aient permis de dégager quelques lois générales qu'en extrayant les résultats moyens de nombreux sujets. Dans tous ces travaux, le comportement d'un individu ne peut être prédit que de manière statistique. Les processus d'apprentissage que l'on vise à objectiver par ce genre de recherche ne sont en fait saisis qu'à travers une série d'inférences.

Les progrès récents dans notre connaissance des conditions qui contrôlent le comportement en cours d'apprentissage sont de deux ordres. En premier lieu, la Loi de l'Effet a été prise au sérieux; on s'est assuré que des effets surviennent effectivement, et qu'ils surviennent dans des conditions optimum pour provoquer les changements qui caractérisent l'apprentissage. Dès que nous avons établi le type particulier de conséquence que nous appelons un renforcement, nous sommes en mesure de modeler le comportement d'un organisme pour ainsi dire à notre gré. C'est devenu un exercice de routine que de démontrer cela dans les cours de psychologie élémentaire en conditionnant, par exemple, un pigeon. Si nous prenons soin de présenter de la nourriture à un pigeon affamé à certains moments précis, nous parvenons sans peine à dresser l'animal à trois ou quatre réponses bien définies au cours d'une seule démonstration. Nous pouvons lui apprendre à tourner en rond, à décrire des huit sur le sol de sa cage, à se tenir immobile dans un coin, à tendre le cou ou à frapper du pied. Nous pouvons obtenir des performances très complexes à travers les étapes successives du dressage, pour autant que nous changions très progressivement les contingences de renforcement dans la

direction du comportement souhaité. Les résultats sont souvent spectaculaires. On voit littéralement l'apprentissage s'installer. Il suffit parfois d'un seul renforcement pour observer un changement évident dans le comportement.

Un second progrès important dans nos techniques nous permet de maintenir le comportement en vigueur pendant des périodes prolongées. Les renforcements continuent naturellement de jouer un rôle primordial au-delà du moment où l'organisme a appris à faire quelque chose, où il a acquis un comportement nouveau. C'est ici qu'interviennent les divers programmes de renforcement intermittent. La plupart des programmes de base ont fait l'objet d'études approfondies dont se dégagent quelques principes fondamentaux. D'un point de vue théorique, nous avons à présent une idée assez claire des raisons pour lesquelles un programme de renforcement donné produit tel comportement particulier. Sur le plan pratique, nous savons comment nous y prendre pour maintenir un degré défini d'activité pendant des périodes prolongées, que seule vient limiter l'endurance de l'organisme, et jour après jour sans changement appréciable pendant toute son existence. Le fait remarquable ici, c'est que beaucoup des effets obtenus relèveraient, dans une perspective traditionnelle, de la motivation, alors qu'ils résultent simplement de la manipulation des contingences de renforcement.

Les nouvelles méthodes visant à modeler le comportement et à le maintenir en vigueur représentent un progrès considérable sur les procédés classiques en usage chez les dresseurs d'animaux, et l'on peut comprendre que les résultats de notre laboratoire aient trouvé un champ d'application dans la production d'animaux dressés à des fins commerciales. Dans un cadre plus académique, ces méthodes ont été employées pour des démonstrations dont l'intérêt dépasse

très largement le domaine spécialisé du psychologue de l'apprentissage. Ainsi, il n'est guère difficile d'imaginer les contingences de renforcement complexes qui peuvent produire différentes formes de comportements sociaux. Ainsi retrouve-t-on les traits de la compétition chez deux pigeons entraînés à jouer une sorte de jeu de ping-pong (52). Les animaux se lancent et se relancent la balle à travers une petite table en donnant des coups de bec bien ajustés. Lorsque la balle arrive près d'un des deux pigeons, l'autre est renforcé par un peu de nourriture. L'élaboration d'une telle relation sociale dépasse probablement les possibilités dont dispose le dresseur d'animaux traditionnel. Elle suppose un plan rigoureusement mis au point de contingences se modifiant très progressivement, et l'utilisation habile des programmes propres à maintenir le comportement en vigueur. Chacun des deux pigeons est d'abord préparé séparément à jouer son rôle dans la compétition, et la « relation sociale » est, alors seulement, construite de façon tout à fait arbitraire. La séquence des événements permettant d'aboutir à cette performance finale, remarquablement stable et obtenue pour ainsi dire par synthèse comme un composé chimique, constitue certainement un matériel de choix pour l'étude des facteurs qui interviennent dans des comportements sociaux naturels. Il est fort instructif d'envisager comment des séries de contingences de renforcement comparables pourraient être à l'œuvre dans le cas de l'organisme humain soumis, au cours de sa croissance, aux influences de son milieu culturel. Il est possible de provoquer de même des comportements de coopération, plus aisément peut-être que la compétition. Nous avons entraîné deux pigeons à coordonner leurs mouvements avec une précision qui n'a rien à envier à celle des danseurs les plus adroits (52).

Mais revenons à des considérations plus sérieuses. Ces

techniques nous permettent d'explorer l'organisme individuel dans sa complexité, et d'analyser les comportements finement enchaînés ou coordonnés qu'impliquent l'attention, la solution de problèmes nouveaux, certaines formes de contrôle volontaire, et les systèmes organisés de réponses qui constituent la personnalité. Les programmes de renforcement dits *multiples* illustrent certaines de ces possibilités (16). En général, un programme de renforcement donné influe sur le débit de réponses de l'organisme, c'est-à-dire sur le rythme auquel les réponses sont fournies et sur leur distribution dans le temps. Les modifications du débit à différents moments de l'expérience caractérisent le programme en vigueur. Selon les cas, on aura affaire à un débit constant, ou à un débit qui s'accélère progressivement entre 2 extrêmes ou encore à une transition brusque d'une absence totale de réponses à un débit élevé et soutenu. La performance caractéristique d'un programme donné peut être placée sous contrôle d'un stimulus particulier, et des performances variées peuvent, chez le même sujet, être placées sous contrôle de différents stimuli. Dans une expérience sur l'animal, les performances typiques de neuf programmes de renforcement différent ont été placées sous contrôle de neuf stimuli; chacun de ceux-ci, présentés au hasard, déclenchait aussitôt le comportement auquel il était associé. Lorsque le stimulus n° 1 était présenté, le pigeon exécutait le comportement adapté au premier programme. Lorsque le stimulus n° 2 était présenté, il exécutait le comportement adapté au second programme et ainsi de suite. Ces résultats sont importants, car ils rendent plus plausibles les extrapolations du laboratoire à la vie quotidienne. Dans la vie courante, nous passons aussi constamment d'un programme de renforcement à l'autre, au gré des changements qui surviennent dans notre environnement immédiat.

On peut aussi construire des séquences très complexes de programmes de renforcement. Il n'est pas facile de les décrire en quelques mots simples, mais nous pouvons donner deux ou trois exemples. Un pigeon exécute le comportement adapté à un programme A, dont le renforcement consiste simplement à produire le stimulus associé à un autre programme B, auquel l'animal répond alors de façon adaptée pour obtenir un renforcement alimentaire. En présence d'un troisième stimulus, le sujet doit fournir une performance adaptée à un troisième programme C, dont le renforcement, à nouveau, consiste à produire le stimulus associé à un quatrième programme D, dans lequel le comportement approprié permet d'obtenir de la nourriture. Dans une autre expérience, réalisée par L. B. Wylkoff Jr., le sujet répond à un stimulus afin de rendre plus clair un autre stimulus, contrôlant une autre réponse, renforcée par de la nourriture. La première réponse constitue pour ainsi dire une expression objective de l'attention que le sujet prête au second stimulus. Dans une version de cette expérience, nous pourrions dire que le pigeon nous indique, par son comportement, s'il fait attention à la *forme* ou à la *couleur* d'une tache lumineuse.

Nous devons à Floyld Ratliff et Donald S. Blough l'une des applications les plus spectaculaires de ces techniques. Ces auteurs ont très habilement exploité les programmes multiples et les programmes en chaîne pour étudier des processus perceptifs complexes chez les animaux. Ils ont ainsi réalisé une sorte de psychophysique qui se passe du recours aux instructions verbales. Blough, par exemple, a établi, pour le pigeon, la courbe précise de l'adaptation à l'obscurité montrant la dissociation entre la vision des cônes et des bâtonnets de la rétine. Cette courbe s'obtient par enregistrement continu au cours d'une seule séance expérimentale, et présente des caractéristiques comparables à celles des courbes établies pour des sujets humains par les méthodes traditionnelles de la psychophysique. Le pigeon se comporte exactement de la même manière qu'un sujet humain dont nous n'hésitons pas à dire qu'il ajuste un point lumineux de très faible intensité jusqu'au niveau où il arrive juste à le percevoir, c'est-à-dire au seuil absolu (5).

Dans toutes ces expériences, l'espèce étudiée semble de peu d'importance. Les organismes sur lesquels elles ont porté appartiennent généralement aux vertébrés, mais recouvrent un éventail assez large d'espèces diverses. Des résultats comparables ont été obtenus chez le pigeon, le rat, le chien, le singe, l'enfant humain, des sujets psychotiques. En dépit des grandes différences qui les distinguent phylogénétiquement, tous ces organismes témoignent de propriétés étonnamment similaires dans les processus d'apprentissage. Il importe de souligner que ces résultats ont été obtenus grâce à une analyse des effets du renforcement et grâce à la mise au point de techniques permettant de manipuler le renforcement avec une très grande précision. Ce n'est que de cette manière que nous pouvons exercer un contrôle aussi net sur l'organimse individuel. Remarquons encore qu'en s'attaquant avec la même rigueur à des interrelations complexes entre réponses, il est possible d'analyser des aspects du comportement généralement réservés à la psychologie de la perception, à la psychologie de l'intelligence ou à la psychologie dynamique.

Défauts de la classe traditionnelle.

Si, de l'étude scientifique de l'apprentissage, nous passons à l'application la plus directement concernée par les méca-

nismes d'acquisition, à savoir l'éducation, nous ne pouvons manquer d'éprouver un profond étonnement. Envisageons, par exemple, l'enseignement de l'arithmétique au début de l'école primaire [1]. La tâche de l'école est de doter l'enfant d'une multitude de « réponses », de comportements bien définis. Pratiquement, toutes ces réponses sont verbales. Elles consistent à prononcer ou à écrire certains mots, certains chiffres, certains signes qui font référence à des nombres et à des opérations arithmétiques. Une première démarche visera donc à modeler ces réponses, à amener l'enfant à prononcer ou à écrire les mots, chiffres ou signes appropriés, mais la démarche principale consistera à placer ces comportements sous contrôle d'une vaste gamme de stimuli. C'est bien se qui se passe lorsque l'enfant apprend à compter, à réciter sa table de multiplication, à dénombrer des objets dans un ensemble, à réagir à des nombres énoncés ou écrits en les identifiant comme nombres « pairs », « impairs » ou « premiers ». Au-delà de ce répertoire déjà très élaboré de comportements numériques, souvent considéré comme le résultat d'un simple apprentissage par cœur, l'enseignement de l'arithmétique tend à installer chez l'élève les enchaînements complexes de réponses qui constituent le raisonnement mathématique. L'enfant doit apprendre à convertir et à simplifier les fractions, etc... c'est-à-dire à modifier l'ordre ou l'organisation d'un matériel donné de façon à fournir ce que nous appelons la solution du problème.

Demandons-nous à présent comment est installé ce répertoire verbal extrêmement complexe. En premier lieu, à quels renforcements fait-on appel? Il y a cent ou cinquante

[1] Les remarques qui suivent ne portent pas sur les méthodes nouvelles d'enseignement des mathématiques, mais la même analyse et les mêmes critiques pourraient être faites à leur sujet.

ans, la réponse eût été assez simple. Les modes de contrôle éducatifs étaient encore, à l'époque, essentiellement aversifs. L'enfant lisait les nombres, copiait les chiffres, mémorisait les tables, exécutait des opérations pour échapper à la menace de la férule du maître. Il pouvait arriver, sans doute, que le sentiment de maîtriser efficacement l'arithmétique fournisse à l'enfant des renforcements positifs, et dans des cas d'exception, l'élève pouvait trouver un renforcement intrinsèque dans la manipulation des nombres, dans la découverte de leurs propriétés, dans le jeu de leurs combinaisons. Mais d'une manière générale, l'enfant apprenait pour échapper à la punition. Les mouvements d'éducation progressiste ont cherché, entre autres, à réformer cet état de choses et à utiliser les renforcements positifs. Mais il suffit de visiter les petites classes d'une école primaire de type habituel aujourd'hui pour constater qu'au lieu de remplacer le contrôle aversif par le contrôle positif, on a simplement remplacé un type de stimulation aversive par un autre. L'enfant assis à son banc à remplir ses cahiers, travaille, visiblement, pour échapper à la menace d'une série d'événements punitifs mineurs, le mécontentement de l'institutrice, les critiques ou les moqueries des condisciples, un classement inavouable dans un concours, des notes médiocres, une promenade au bureau du directeur pour s'y faire sermonner ou un avertissement aux parents qui restent toujours libres de recourir aux coups de trique. Au milieu de cet amas de conséquences désastreuses, la découverte de la réponse correcte ne représente qu'un événement insignifiant, noyé dans l'anxiété, l'ennui et l'agressivité qui accompagnent inévitablement le contrôle du comportement par des procédés aversifs.

Nous pouvons en second lieu nous demander comment sont organisées les contingences de renforcement. A quelles

occasions précises une opération sur les nombres est-elle renforcée comme étant « correcte »? Il peut arriver, naturellement, que l'élève soit en mesure de juger ses propres réponses, et de s'octroyer ainsi à lui-même ses renforcements. Mais ceci est rare dans les premiers stades de l'apprentissage, au cours desquels seul l'instituteur est à même de sanctionner les réponses. Or, les conditions dans lesquelles ses appréciations parviennent à l'enfant sont loin d'être idéales. Il a été démontré expérimentalement qu'un délai de quelques secondes seulement entre la réponse et le renforcement annule pratiquement l'effet de ce dernier, à moins qu'un comportement intermédiaire n'ait été explicitement installé. Néanmoins, dans une classe habituelle, ce délai est généralement très long. Le maître, par exemple, arpentera sa classe pendant un exercice écrit, se penchant çà et là sur les cahiers des élèves, en dispensant de temps à autre ses appréciations. Il peut s'écouler plusieurs minutes entre l'instant où l'enfant a écrit une réponse et le moment où le maître l'approuve ou la critique. Le plus souvent, le maître emmènera les cahiers à domicile pour les corriger, et vingt-quatre heures se passeront avant que l'enfant ait connaissance de son résultat. Le plus surprenant, à vrai dire, est qu'un tel système puisse malgré tout avoir quelque rendement.

Un troisième défaut majeur est l'absence de tout programme qui achemine très progressivement l'élève, par approximations successives, jusqu'au comportement complexe que l'on souhaite finalement installer. Une longue série de contingences de renforcement est nécessaire pour amener l'élève à posséder vraiment les mathématiques. Mais le maître n'est pas en mesure de prodiguer les renforcements à chaque pas, car il ne peut prêter attention aux réponses de tous ses élèves à la fois. Il doit se contenter

de renforcer le comportement par blocs de réponses — c'est ce qu'il fait lorsqu'il corrige une interrogation, un devoir ou un exercice. Les réponses dans un tel bloc peuvent très bien être sans rapport les unes avec les autres. La solution d'un problème peut ne dépendre aucunement de la solution des problèmes précédents. Le nombre d'étapes à travers lesquelles l'élève s'achemine progressivement vers l'acquisition d'un comportement complexe est ainsi extrêmement réduit, et la tâche en est rendue d'autant plus difficile. Même les manuels les plus modernes d'introduction à l'arithmétique sont loin de remplir les conditions d'un *programme* vraiment efficace pour modeler le comportement mathématique.

Mais la critique la plus sérieuse que l'on puisse adresser à la classe traditionnelle porte sur la rareté relative des renforcements. Les renforcements que reçoit l'élève ne lui viennent pratiquement que du maître, et comme beaucoup d'élèves dépendent du même maître, le nombre total de renforcements que chacun peut raisonnablement attendre au cours, par exemple, des quatre premières années, ne dépasse pas les quelques milliers. Or, sur la base d'estimations très grossières, on peut compter que les acquisitions en mathématiques, à ce niveau, exigeraient quelque 25 000 renforcements judicieusement octroyés après autant de réponses. Nous pouvons supposer que même chez l'élève brillant une contingence donnée doit être répétée plusieurs fois avant que le comportement ne soit fermement installé. Les réponses à acquérir ne se résument pas aux éléments composant les tables d'addition, de soustraction, de multiplication et de division; il importe d'envisager les diverses façons dont chaque opération peut se formuler. A l'acquisition de ce matériel élémentaire, il faudrait encore ajouter des centaines de réponses concernant les dénominateurs

communs, l'identification des nombres premiers, l'emploi de procédés abrégés de calcul, la construction et l'usage de représentations géométriques, etc... Et après tout cela, il resterait encore à relier le répertoire des comportements mathématiques à la multiplicité des problèmes concrets auxquels l'élève doit être capable de les appliquer. On est sans doute bien en deçà de la réalité si l'on estime à 50 000 le nombre de contingences de réponse-renforcement nécessaires. Il est inutile d'ajouter qu'au regard de ces exigences, la leçon quotidienne d'arithmétique paraît pitoyablement déficiente.

Les résultats de tout cela ne sont, hélas, que trop bien connus. Même nos meilleures écoles font l'objet de violentes critiques, et se voient reprocher leur incapacité à enseigner des matières aussi fondamentales que l'arithmétique. Quant à la situation dans la moyenne des écoles, elle est source d'une inquiétude générale. Les enfants d'aujourd'hui n'apprennent l'arithmétique ni facilement, ni rapidement, ni bien. L'incompétence n'est pas l'unique sous-produit de cet enseignement. En effet, les enfants pour lesquels les méthodes employées sont les moins adaptées sont aussi ceux que l'échec marque le plus, et parallèlement à leur incompétence croissante se développent leurs sentiments d'anxiété, d'insécurité et d'agressivité, qui posent à leur tour de nouveaux problèmes à l'école. La plupart des élèves en viennent rapidement à chercher refuge dans l'idée qu'ils ne sont pas « prêts » pour aborder les mathématiques à un certain niveau, voire qu'ils n'ont pas l'esprit mathématique. Maîtres et parents en quête d'excuses se saisissent promptement de telles explications. Très peu d'élèves atteignent le stade où leurs « comportements mathématiques » trouvent en eux-mêmes, de façon autonome, leurs propres renforcements; où l'activité et la réussite sont leurs propres récompenses. Au contraire, chiffres et symboles sont devenus de véritables stimuli émotionnels. Un coup d'œil sur une colonne de chiffres, pour ne rien dire d'une équation ou d'une intégrale, suffit à déclencher, non pas les activités mathématiques que l'on attendrait, mais une réaction émotionnelle d'anxiété, de culpabilité ou de terreur.

Le maître n'est généralement pas plus heureux de cette situation que ses élèves. Se voyant interdire le recours à la férule, généralement mal informé sur les processus psychologiques à l'œuvre dans les quelques méthodes qu'il utilise, il passe le moins de temps possible à enseigner les matières de base, qui exigent beaucoup de patience et d'effort, et adhère avec enthousiasme aux philosophies de l'éducation qui donnent une place privilégiée à des matières d'un intérêt immédiat plus apparent pour l'enfant. Son incertitude se trahit dans sa crainte étonnante d'enseigner des choses inutiles. Les comportements à créer chez l'élève se trouvent ainsi réduits au strict minimum, à ce que l'on tient pour essentiel. Dans le domaine de l'orthographe, par exemple, on a consacré un temps énorme et une énergie considérable à découvrir exactement les mots que le jeune enfant emploie, comme si c'était un crime d'appliquer son activité de maître à enseigner un mot qui ne serait pas absolument nécessaire. Il arrive aussi que la faiblesse foncière des méthodes se travestisse dans des reformulations des buts de l'éducation. On y réduit l'importance des savoirs précis, en faveur de vagues idéaux — éduquer pour la démocratie, éduquer la personne dans sa totalité, l'éducation pour la vie, etc... Puis on en reste là; car, malheureusement, ces philosophies toutes verbales sont muettes sur le point des méthodes. Elles n'offrent aucun secours pour mieux mener, dans la pratique, la vie de la classe.

Améliorer l'enseignement

Les objections à l'enseignement habituel qui viennent d'être discutées seraient dénuées de tout intérêt si les améliorations étaient impossibles à imaginer. Mais les progrès réalisés depuis quelques années dans le contrôle des mécanismes d'apprentissage suggèrent une réforme profonde des méthodes en usage et nous indiquent comment entreprendre cette réforme. Ce n'est naturellement pas la première fois que les résultats d'une science expérimentale trouvent une application dans les problèmes pratiques de l'éducation. La classe moderne pourtant, il faut l'avouer, ne reflète pas grand-chose des recherches sur l'apprentissage. Cet état de choses est sans doute, en partie, dû aux limitations des premières recherches. Mais il a été encouragé par l'affirmation hâtive que l'étude de l'apprentissage en laboratoire est par définition inutile parce qu'elle ne peut tenir compte des réalités de la classe. Or, bien au contraire, ce que nous savons, à la lumière des travaux de laboratoire, des mécanismes de l'apprentissage, devrait nous pousser à nous attaquer précisément aux réalités de la classe et à les changer radicalement. L'éducation scolaire est sans doute la branche la plus importante de la technologie scientifique. Elle influence profondément la vie de chacun. Nous ne pouvons plus tolérer que les conditions défavorables d'une situation de fait fassent obstacle aux progrès extraordinaires aujourd'hui réalisables. Il faut changer la situation de fait.

Une série de questions se posent, et exigent une réponse, lorsqu'on aborde l'étude d'un nouvel organisme en vue d'en contrôler le comportement. Quel comportement veut-on installer? De quels renforcements dispose-t-on? Quelles conduites déjà existantes sont utilisables pour amorcer un programme d'apprentissage progressif qui achemine, par

approximations successives, à la forme finale de comportement souhaitée? Comment faut-il programmer les renforcements pour entretenir le plus efficacement possible le comportement? Toutes ces questions doivent être posées lorsqu'on envisage le problème de l'enfant abordant l'école primaire.

En premier lieu, de quels renforcements dispose-t-on? A quoi l'école peut-elle recourir? Qui renforce l'enfant? Examinons d'abord les matières à apprendre, car il n'est pas exclu qu'elles fournissent en elles-mêmes d'importants renforcements. Les enfants s'amusent des heures durant, avec des jouets mécaniques, des peintures, des ciseaux et du papier, des puzzles, bref, avec tout objet, toute activité qui provoque un changement dans leur univers extérieur, sans revêtir de caractère aversif. Le contrôle de la nature, du milieu, est à lui seul un renforcement. Si cet effet n'apparaît pas avec évidence dans nos écoles, c'est parce qu'il est masqué par les réactions émotionnelles qu'engendrent les sanctions punitives. Il est vrai que le renforcement intrinsèque de toute manipulation du milieu est probablement assez faible et doit, pour être efficace, être utilisé avec beaucoup de soin. Mais l'une des règles les plus étonnantes qui se dégage des recherches récentes veut que la quantité brute du renforcement octroyé soit un facteur assez secondaire. Un renforcement très petit, mais appliqué adéquatement, peut se révéler exceptionnellement efficace.

Si le renforcement naturel inhérent aux matières enseignées ne suffit pas, il faut en trouver d'autres. Il arrive occasionnellement dans nos écoles que l'on laisse les élèves faire une heure ou deux « ce qu'ils veulent ». Rien n'empêche de permettre l'accès à toutes sortes d'activités qui attirent l'enfant, systématiquement, en récompense des comportements précis que l'on désire installer. Ceux qui voient

dans la compétition une motivation sociale utile souhaiteront recourir à l'émulation; mais il ne faut pas oublier que, dans ce système, ce qui constitue pour un élève un renforcement positif sera nécessairement aversif pour ceux qu'il aura surpassés. Enfin, on sait la place que peuvent prendre, à titre de renforcement, la bienveillance et l'affection du maître. Ce ne sera qu'après avoir épuisé toutes ces ressources que nous aurons le droit de nous tourner vers les procédés aversifs.

En second lieu, comment s'y prendre pour que ces renforcements ne soient octroyés que pour sanctionner le comportement souhaité? Nous devons considérer ici deux aspects du problème. D'une part, l'élaboration progressive de comportements structurés extrêmement complexes, et, d'autre part, le maintien du comportement en vigueur à chaque étape de l'apprentissage. L'acquisition d'une compétence dans un domaine quelconque résulte d'un acheminement pas à pas, et chaque pas, dans cette lente progression, doit être sanctionné. En procédant ainsi pour constituer des répertoires de comportements complexes, on résout du même coup le second problème, celui de maintenir le comportement en vigueur. Nous pourrions, naturellement, songer à appliquer les techniques de programmes de renforcement mises au point dans la recherche sur l'animal, mais dans l'état présent de nos connaissances des applications éducatives, il semble plus indiqué de porter son effort sur l'organisation du matériel à apprendre plutôt que sur la répartition des renforcements. En faisant chaque fragment successif aussi petit que possible, on accroît au maximum la fréquence du renforcement, tout en réduisant au minimum l'éventuel caractère aversif des erreurs.

Ces exigences n'ont rien d'excessif, mais elles sont sans doute incompatibles avec les réalités courantes de la classe.

L'étude expérimentale de l'apprentissage a montré que les contingences de renforcement les plus efficaces dans le contrôle d'un organisme ne peuvent être arrangées directement par la personne de l'expérimentateur. Le sujet est en effet influencé par des détails très subtils qui échappent au contrôle volontaire de l'organisme humain. L'expérimentateur doit donc se remplacer, pour ainsi dire, par des dispositifs mécaniques ou électriques. Cette nécessité s'impose si l'on songe simplement au nombre d'événements à programmer ou à enregistrer au cours d'une seule séance d'expérience. Nous avons enregistré des millions de réponses émises par le même sujet au cours de plusieurs milliers d'heures d'expérience. Un contrôle des opérations expérimentales par l'expérimentateur lui-même et une observation directe continue du comportement du sujet sont inimaginables. Or, s'il est quelques différences entre les animaux que nous avons étudiés et l'organisme humain, c'est sans doute dans le sens d'une sensibilité plus grande encore de ce dernier à des variations très nuancées du milieu, à des signaux très précis et subtils, à des rapports très fins entre événements. Nous avons toutes les raisons de croire, dès lors, qu'un contrôle efficace des apprentissages chez l'homme exigera, lui aussi, le recours à des dispositifs. Le fait est là: en tant que simple mécanisme de renforcement, le maître est dépassé. Ceci serait vrai même si l'instituteur pouvait consacrer tout son temps à un seul élève. Ce l'est, à plus forte raison, s'il doit servir de distributeur de renforcements à toute une classe. Si les instituteurs veulent tirer parti des progrès récents réalisés par la psychologie de l'apprentissage, il leur faut accepter l'aide de dispositifs automatiques.

Une machine à enseigner.

Le problème technique de la réalisation d'un instrument adéquat n'est pas particulièrement difficile. Il existe quantité de procédés, mécaniques ou électriques, permettant d'arranger les contingences de renforcement comme il convient. Il y a longtemps déjà, nous avions construit un dispositif peu coûteux, mais qui répondait à la plupart des exigences principales. Bien que des appareils infiniment plus compliqués aient été mis au point depuis lors, il suffit à faire comprendre les caractéristiques que doit présenter ce genre d'instrument (Fig. 1). Il se compose d'une boîte, dont les dimensions correspondent à peu près à celles d'un petit tourne-disque. Dans la face supérieure est découpée une fenêtre qui laisse apparaître une question d'arithmétique ou un problème imprimé sur une longue bande de papier. L'enfant produit sa réponse en actionnant une ou plusieurs glissières portant les chiffres de 0 à 9. La réponse apparaît sous forme de perforations dans le papier sur lequel la question est imprimée. Ceci fait, l'enfant tourne un bouton, une opération aussi simple que de régler une télévision. Si la réponse est correcte, le bouton tourne librement et déclenche une brève sonnerie ou tout autre stimulus adopté comme renforcement. Si la réponse est fausse, le bouton reste bloqué (on peut ajouter un compteur qui enregistre les erreurs). L'enfant doit alors tenter une nouvelle solution. Lorsque sa réponse est enfin correcte, le bouton dégagé permet d'entraîner la bande de papier d'un cran, de manière à ce qu'apparaisse la question suivante. Cette opération n'est toutefois possible que si les glissières ont été remises à zéro.

Les caractères importants d'un tel dispositif sont les suivants: le renforcement de la réponse correcte est immédiat. La simple manipulation de l'appareil sera probablement assez renforçante pour tenir tout élève normal au travail chaque jour pendant une période raisonnable, pour peu que toute trace des contrôles aversifs antérieurement en honneur ait été éliminée. Le maître peut surveiller le travail d'une classe entière simultanément, tout en laissant chaque élève progresser au rythme qui lui convient et résoudre autant de problèmes qu'il peut au cours de la classe. Si l'élève est forcé de manquer l'école, il pourra, à son retour, reprendre son travail là où il l'avait laissé. L'enfant doué progressera rapidement, mais il sera facile de limiter, si on le juge utile, l'avance prise sur les autres en le dispensant d'une partie des travaux d'arithmétique ou en lui donnant des séries de problèmes spéciaux qui l'initieront à l'une ou l'autre ramification ou application des mathématiques rarement enseignée mais passionnante.

Le dispositif permet de présenter la matière sous une forme soigneusement organisée, de telle sorte que chaque problème dépende de la solution du précédent, procédé le plus efficace pour construire un répertoire complexe. Au stade expérimental, on prévoit un enregistrement des erreurs les plus fréquentes de manière à modifier les questions à la lumière de l'expérience. Là où les élèves éprouvent assez généralement des difficultés, des échelons supplémentaires seront intercalés, et finalement le matériel atteindra un point où l'élève moyen ne fournira plus que des réponses correctes.

Au cas où la matière a enseigner ne paraît pas suffisamment renforçante par elle-même, d'autres renforcements seront utilisés pour sanctionner le travail au dispositif ou les progrès marqués par la solution d'une tranche de problèmes. On veillera cependant, si l'on recourt à des renforcements d'appoint, à ne pas sacrifier les avantages du renforcement

immédiat et à ne pas en prendre prétexte pour négliger de construire une séquence optimale d'échelons qui se rapproche étroitement des comportements mathématiques complexes auxquels on vise.

Un dispositif analogue, mais dans lequel les chiffres des glissières ont été remplacés par des lettres, a été mis au point pour enseigner l'orthographe (Fig. 2). Il peut aussi bien, tout en obéissant aux mêmes principes de base, être utilisé pour enseigner la lecture, ou pour construire le vaste et combien important répertoire de relations verbales complexes que l'on rencontre en logique ou dans les sciences. En bref, il peut enseigner le raisonnement verbal.

On devine aisément les objections qui seront faites à l'usage de tels dispositifs à l'école. D'aucuns protesteront contre cette façon de traiter l'enfant comme un animal et d'aborder une acquisition intellectuelle proprement humaine en termes mécanistes intolérables. Le comportement mathématique est généralement considéré, non pas comme un ensemble de comportements impliquant les nombres et les opérations sur les nombres, mais comme l'expression d'une aptitude aux mathématiques ou du pouvoir de la raison. Il est clair que les techniques inspirées de l'étude expérimentale de l'apprentissage ne visent pas à « développer l'esprit » ni à susciter je ne sais quel vague pouvoir de pénétration des relations mathématiques. Elles visent, au contraire, à installer ces comportements bien précis dans lesquels on ne veut voir que les reflets de ces états ou de ces processus mentaux mystérieux. Il n'y a là, en fait, qu'un cas particulier d'un changement général dans la manière d'interpréter les problèmes humains. Une science en progrès continue d'accumuler les arguments en faveur de conceptions qui substituent aux formulations traditionnelles une perspective nouvelle. La pensée humaine doit se définir en

termes de comportements réels, qui méritent d'être traités pour eux-mêmes comme les objectifs concrets de l'éducation.

Il va de soi que le rôle du maître ne se limite pas à dire *bien* et *mal*. Les changements proposés, précisément, le libèrent et le rendent disponible pour exercer sa véritable fonction. Corriger un exercice d'arithmétique, écrire en marge « Bien, 9 et 6 font 15; non, 9 et 7 ne font pas 18 » est en dessous de la dignité de toute personne intelligente. Il y a des choses plus importantes à faire, et pour lesquelles aucune machine ne peut se substituer à la relation entre le maître et l'élève. Le recours à des machines ne peut qu'améliorer et enrichir cette relation. On pourrait résumer ainsi le problème central de l'instruction primaire aujourd'hui: l'enfant n'apprend pas convenablement ce qu'on veut lui enseigner, et *il le sait*, et le maître de son côté est incapable d'y porter remède, et *il le sait aussi*. Si les progrès récents de la science auxquels nous nous sommes référés peuvent donner à l'enfant une compétence solide en lecture, en écriture, en orthographe, en arithmétique, l'instituteur et l'institutrice pourront enfin exercer leur fonction, non à la manière de vulgaires machines, mais à travers les contacts intellectuels, culturels et affectifs qui témoignent vraiment de leur qualité d'êtres humains.

On objectera encore que l'adoption de méthodes d'enseignement automatisées entraînera le chômage des enseignants. Il est inutile de nous soucier de cela jusqu'au moment, encore fort éloigné, où nous disposerons de bons maîtres en nombre suffisant et où le temps de travail et l'énergie que l'on exige d'eux seront comparables aux normes admises pour les autres travailleurs. Des dispositifs mécaniques soulageront les enseignants des besognes les plus fastidieuses, mais ils ne réduiront pas nécessairement le temps qu'ils passeront en présence des élèves.

On émettra aussi une objection plus pratique: pouvons-nous nous payer la mécanisation de nos écoles? La réponse est assurément affirmative. Le dispositif que nous venons de décrire à titre d'exemple ne coûterait guère plus à fabriquer qu'un petit poste de radio ou un petit pick-up. On pourrait d'ailleurs se contenter d'un nombre de dispositifs bien inférieur à celui des élèves, car ils pourraient être employés selon un système de rotation par groupes. Mais même si nous supposons que le dispositif jugé le plus efficace reviendrait à plusieurs milliers de francs et qu'il en faudrait une grande quantité, notre économie est certainement en mesure de faire face. Dès que sera reconnue la possibilité, et la nécessité d'introduire ces aides mécaniques dans la classe, le problème économique trouvera de lui-même sa solution. Il n'y a aucune raison pour que l'école soit moins mécanisée que la cuisine, par exemple. Des pays qui produisent chaque année des millions de réfrigérateurs, de lave-vaisselles, de lessiveuses, séchoirs, broyeurs d'ordures et autres appareils essentiels peuvent certainement se payer le luxe de doter leurs écoles de l'équipement nécessaire pour éduquer leurs citoyens et leur enseigner des connaissances solides de la manière la plus efficace.

Le problème, en fait, est assez simple. Les objectifs à atteindre peuvent être clairement définis en termes très concrets. Les techniques nécessaires sont bien connues. L'équipement indispensable peut être fabriqué aisément. Le seul obstacle, c'est l'inertie culturelle. Mais n'est-ce pas le propre de notre époque moderne que le refus de tenir le traditionnel pour inévitable? Nous sommes à l'aube d'une ère enthousiasmante et révolutionnaire, dans laquelle l'étude scientifique de l'homme pourrait enfin servir les meilleurs intérêts de l'humanité. L'éducation doit jouer son rôle. Elle

doit accepter le fait que nos vieilles pratiques pédagogiques doivent subir une profonde mutation. Lorsque ce sera fait, nous pourrons avec confiance entreprendre de mettre sur pied un système scolaire conscient de la nature de ses buts, sûr de ses méthodes, et généreusement soutenu par les citoyens dynamiques et bien informés que le système lui-même aura engendrés.