

Des simulateurs logiques en classes de sixième

*par le Groupe de recherche pédagogique en Sixième-Cinquième,
I.R.E.M. de Bordeaux.*

Depuis 1972 une équipe de l'I.R.E.M. de Bordeaux a décidé de ne plus envisager l'enseignement des programmes de sixième et cinquième de façon linéaire, mais d'introduire quelques thèmes au cours de l'année. Cependant, soucieux d'une expérimentation sérieuse et d'une nécessaire observation des réactions des enfants, nous n'avons exploité actuellement que peu de thèmes :

1) Thèmes statistiques dans le cadre de la recherche nationale (recherche sur l'approche des probabilités et statistiques dans l'enseignement I.N.R.D.P. et I.R.E.M.S : voir un article sur cette recherche dans le même numéro, page 452).

2) Utilisation de simulateurs logiques.

3) D'autres thèmes sont envisagés.

Ici nous vous faisons part de nos réflexions de trois années d'expériences sur l'utilisation des simulateurs en sixième.

I — NOS OBJECTIFS INITIAUX

Deux positions s'affrontent depuis longtemps en ce qui concerne une initiation à la logique.

Pour les uns, les théories mathématiques s'appuient sur des règles de logique, donc une programmation rigoureuse de l'enseignement des mathématiques doit commencer par l'enseignement de la logique.

Pour les autres, c'est en forgeant qu'on devient forgeron et c'est en faisant des mathématiques que l'on forme petit à petit l'esprit logique des enfants. Ceux-là tendent à repousser jusqu'à la fin de la scolarité l'explicitation des modèles logiques mis en oeuvre dans les théories mathématiques.

Les différents rapports du Congrès d'EXETER (été 72) semblent donner raison aux seconds, puisqu'il y a été constaté qu'aucune différence significative n'apparaissait entre ceux qui avaient suivi un enseignement de la logique et ceux qui n'en

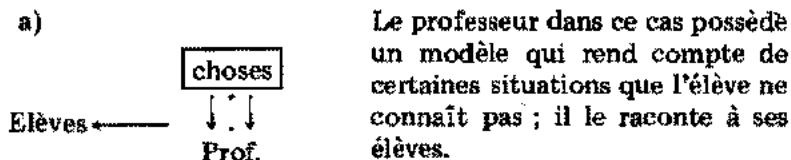
avaient pas suivi. Par ailleurs, on sait que le développement des connaissances ne se fait pas de façon linéaire et que l'organisation interne d'une matière ne correspond pas forcément à l'organisation de la présentation pédagogique.

Pourtant notre point de vue se rapprocherait des premiers. Il nous est nécessaire de connaître les modèles logiques que l'enfant est capable de mettre en oeuvre ; sinon nous ferons appel implicitement à des règles que les enfants ne maîtrisent pas, et cela conduirait à un dialogue de sourds.

Tant que l'enfant n'a pas explicité le modèle qu'il utilise, on ne peut jamais être sûr qu'il le possède ; et on lui prête souvent, en examinant son comportement, des façons de penser qui ne sont pas forcément les siennes. Aussi notre rôle est-il de favoriser l'explicitation des modèles *logiques et mathématiques dès que nos élèves en sont capables.*

Cependant, nous ne sommes pas d'accord sur les tentatives faites en la matière, pour deux raisons :

1^{re}) On a essayé d'inculquer un modèle tout fait :



Pour cela, ou bien il utilise un langage mathématique et il a fort peu de chance d'être compris, ou bien il utilise la langue naturelle, mais il apporte par cet usage un bon nombre d'ambiguïtés d'autant plus difficiles à lever pour l'enfant qu'il ne connaît pas ce dont parle le professeur.

b) Les résultats sont décevants. On a obtenu dans le meilleur des cas la maîtrise d'un automatisme utilisable dans certaines situations, mais intransportable la plupart du temps.

Il y a là en effet une double difficulté pour l'enfant : comprendre le modèle et apprendre le langage qui permette de le décrire. Dans ces conditions, le professeur et la langue naturelle risquent plus de masquer le fond des choses que de les éclairer.

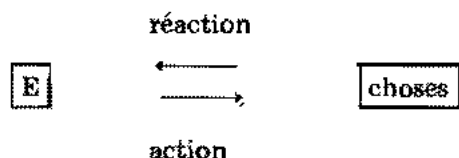
c) En fait, la maîtrise de certains outils passe le plus souvent par la création de ces outils, ou tout au moins d'une partie, par

l'enfant lui-même et l'on ne peut faire l'économie de cette phase. Il faut que l'enfant crée ses propres modèles logiques et cette création ne se fait jamais que par un *processus dialectique de communication de l'enfant avec son environnement*.

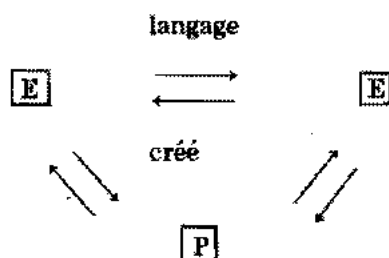
C'est en *communiquant* sur les choses avec d'autres que l'enfant explicite et confronte l'idée qu'il se fait des choses (voir BROUSSEAU : "Dialectique de la formulation").

C'est à ce moment qu'il a besoin d'un langage suffisamment précis pour décrire sa pensée ; ce langage, il le créera en partie lui-même et il l'apprendra comme on apprend maintenant une langue étrangère : sans passer par le truchement de la langue naturelle.

Communication avec les choses



Communication sur les choses : création d'un langage



2°) Les manipulations portent sur un matériel inadéquat

On a essayé de faire dégager par les enfants certains outils logiques à partir de la manipulation du matériel que constituent les faits de langue. Ce matériel est à coup sûr le moins propice à ce genre de travail, d'abord par les risques de confusion entre le morceau de langue qui est objet du discours et l'usage de la langue qui permet le discours ; dans ce bain de langue, on ne sait plus trop ce que l'on fait et l'on a du mal à s'y retrouver.

Ensuite parce que les faits de langue ne répondent pas à la logique bivalente, et qu'il est curieux de vouloir dégager un modèle à partir d'un matériel pour lequel ce modèle est inadéquat.

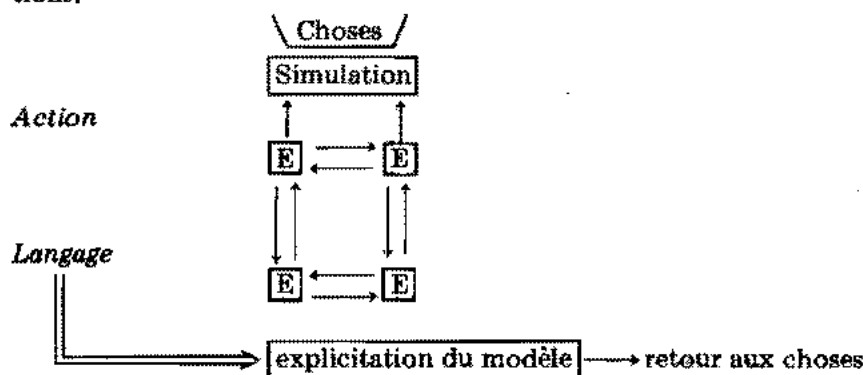
Enfin, parce que l'usage de la langue véhicule insidieusement des modèles plus riches, mais aussi plus flous, qui s'opposent à ceux que l'on veut faire dégager.

Il faut donc revenir aux choses et à l'environnement de l'enfant ; mais les choses elles-mêmes ne s'enferment pas dans un modèle mathématique, il faudrait faire abstraction de trop d'aspects. Alors, il faut fabriquer une chose qui simule la réalité tout en effaçant les traits qui ne sont pas pertinents pour notre modèle ; c'est le rôle de notre machine qui est une réalisation concrète du modèle mathématique.

Notre hypothèse se résume donc ainsi :

Evacuer la langue naturelle dans l'apprentissage de la logique et l'explicitation des modèles logiques.

Pour cela, en manipulant la machine, les enfants en déduisent les règles de fonctionnement, essayent de le décrire, créent un langage permettant cette description, et, maîtrisant ce langage, ils le réemploient naturellement pour rendre compte d'autres situations.



II - MATERIEL UTILISE - EXPERIMENTATION

A - DESCRIPTION DU MATERIEL UTILISE

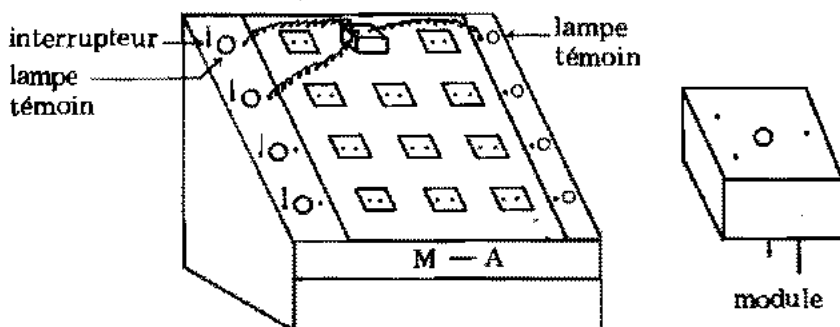
SIMULATEURS

(initialement construits par l'I.U.T. de génie mécanique de Talence)

Le matériel est composé :

- 1) de la machine
- 2) des "modules"

Les simulateurs fonctionnent sur secteur et sont munis d'un interrupteur général. (Un transformateur donne une tension de 5 volts dans la machine)

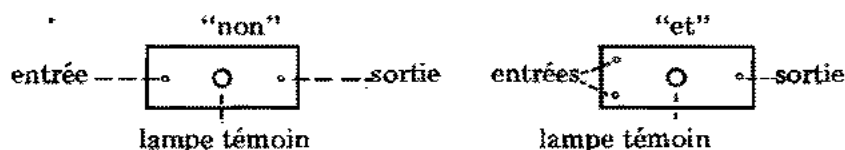


1) Machine

machine

L'appareil a quatre sorties indépendantes, munies chacune d'un interrupteur et d'une lampe témoin (placées les unes en-dessous des autres, à gauche de l'appareil vu de face). Il est ainsi possible de considérer quatre variables distinctes. En face de chacune de ces sorties figurent trois cases ayant chacune deux plots. Il y a ainsi douze emplacements (indépendants) sur lesquels sont placés les "modules". Enfin, à droite de la machine vue de face, figurent quatre plots de sortie et quatre lampes témoins disposés verticalement. Des circuits intégrés ont été moulés dans de la matière plastique afin de constituer le "et", le "ou", le "non", le "oui", l'implication logique, équivalence nand. Ce sont les "modules". Chaque "module" possède une lampe témoin, deux broches qui permettent de le fixer sur les plots de la machine (sur l'un des douze emplacements cités au (1)), et une (ou deux) entrée(s) ainsi qu'une sortie qui servent à effectuer son branchement.

"Modules" vus de dessus :



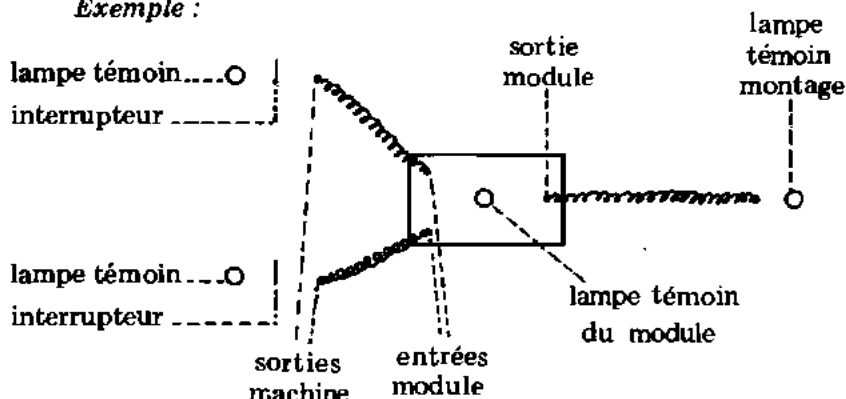
Remarque :

L'aspect extérieur ne permet donc de distinguer que deux catégories de modules et nous avons voulu que ces modules soient maniables et non intégrés à l'appareil.

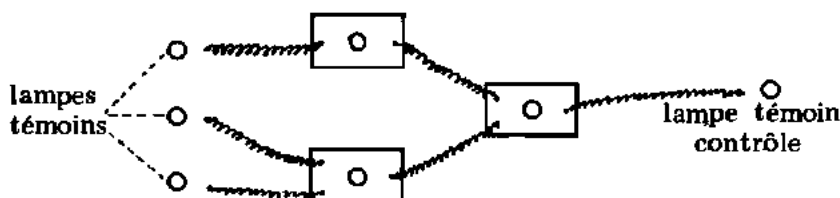
3) Branchement

Les branchements sont effectués à l'aide de fils. C'est ainsi que l'on relie la (ou les) entrée(s) d'un "module" à une (ou deux) sortie(s) de la machine.

Exemple :



La sortie du "module" est alors reliée, soit à la sortie de contrôle de la machine (plot de la colonne de droite), soit à une entrée d'un autre "module". Dans ce dernier cas il est donc possible d'effectuer des montages avec plusieurs "modules"; exemple :



B — EXPERIMENTATION

Elle a eu lieu pendant ces trois dernières années dans 30 classes : classes de sixième et cinquième très différentes les unes des autres du point de vue niveau, milieu social, origine (urbaine et rurale).

1 — DEROULEMENT DES PREMIERES SEQUENCES EN SIXIEME

PREMIERE PHASE

On a surtout pris comme objectif l'élaboration d'un langage formel (vocabulaire et syntaxe) indépendamment de la langue maternelle.

Les principales activités de cette phase ont concerné :

- les méthodes et critères de classement
- la description des montages et l'élaboration de codages.

Lors du premier contact avec la machine, on présente aux élèves un montage complexe et ils constatent, en changeant un ou plusieurs modules, que ces derniers fonctionnent différemment. Ils sont alors amenés à l'idée d'un classement des modules (non, oui, rien, et, ou, implication) et au choix d'une dénomination pour les classes de modules (cette dénomination étant le résultat d'une discussion entre les élèves de la classe).

Ensuite, on recherche une écriture rendant compte d'un montage avec un module, puis deux, trois ... modules. Les groupes échangent des messages, ce qui entraîne la mise en place d'une écriture commune dans la classe, utilisant les parenthèses (mode de représentation privilégié compte tenu de l'utilisation classique des parenthèses). On appelle "énoncé" le codage associé à un montage. On aborde alors l'étude des montages équivalents, ce qui amène à préciser les tableaux de marche de chaque catégorie de module si cela n'a pas déjà été fait. On exploite ensuite ces résultats, d'une part pour rendre compte du fonctionnement de montages complexes, d'autre part pour prévoir le dit fonctionnement. On obtient ainsi une liste d'énoncés équivalents.

DEUXIEME PHASE

On associe à chaque prédicat défini sur un ensemble E une partie de cet ensemble d'une part, et un énoncé d'autre part. Cela conduit à définir le complémentaire, l'intersection, et la réunion comme des sous-ensembles associés à des énoncés et simultanément à introduire la négation, la conjonction et la disjonction de prédicats.

2 — METHODOLOGIE

Les enfants sont laissés le plus libres possible dans leur organisation de recherche, l'élaboration des codages et leurs projets

d'exploitation ... dans la limite des objectifs choisis par l'enseignant, bien entendu.

On évite d'intervenir trop tôt dans un travail : l'élève doit faire ses propres expériences, subir des échecs, apprendre à réagir, à s'organiser face à une situation. Laissons l'imagination de l'enfant libre et cette imagination est grande en sixième-cinquième ...!

L'enseignant trouve parfois que cela prend beaucoup de temps, mais ce n'est pas du temps gaspillé. Les groupes ne travaillent pas au même rythme, il est donc nécessaire parfois d'utiliser des fiches d'exercices complémentaires pour les plus rapides.

La motivation du travail reste un souci constant du professeur : une solution, parfois possible, est l'utilisation de jeux inter-groupes.

— Pour *la première phase*, qui nécessite l'utilisation des machines surtout au début, la plupart du temps le travail a lieu par groupes de 3 à 6 élèves autour d'une machine, avec des synthèses en classe entière. Souvent des fiches sont remises, surtout après la mise en place du langage écrit (codage). Mais les enfants sont laissés assez libres dans leur recherche tout en restant dans le cadre des objectifs choisis.

— Pour *la deuxième phase*, la manipulation des machines n'étant plus nécessaire (du moins en général), les activités peuvent avoir lieu en classe entière.

III — APPORTS DE CE THEME DANS NOS CLASSES

Après trois années d'expérimentation, le bilan nous paraît largement positif.

Du point de vue des objectifs mathématiques, le travail des élèves les a conduits à l'approche et éventuellement à l'explicitation des notions ou activités suivantes :

- codage et langage
- modélisation
- éléments de logique
- notions ensemblistes de base
- lois de composition interne, parenthétisation
- notion de variable

Du point de vue pédagogique, commencer l'année sans avoir besoin d'un discours de spécialiste place tous les enfants dans la même situation et réduit les différences dues à leurs antécédents scolaires et à leur milieu socio-culturel. De plus, le groupe d'enfants crée lui-même son codage et son langage, ce qui lui permet d'atteindre un certain niveau d'abstraction à sa vitesse propre et d'arriver peu à peu à raisonner sur le modèle et non plus sur la machine. Enfin, les élèves sont conduits à transférer les structures du modèle sur des situations différentes : ensemble de propositions, ensemble des parties d'un ensemble, ensemble N, ensemble D.

CONCLUSION

Les simulateurs logiques nous ont beaucoup apporté dans nos classes de sixième. En cinquième, le travail qui avait été fait dans la classe antérieure nous a permis de l'utiliser pour une première approche de la déduction : en particulier reconnaissance de situations où on peut écrire une équivalence ou une inférence. Mais il est certain que ces simulateurs pourraient être utilisés avec profit dans d'autres classes (quatrième, troisième, seconde) avec d'autres objectifs.

Ce travail nous paraît s'insérer dans le cadre d'un enseignement par noyaux-thèmes souhaité par l'A.P.M. :

— exploiter une situation riche permettant d'introduire et d'exploiter des notions mathématiques variées ;

— donner la possibilité aux élèves d'organiser leur travail et d'arriver, individuellement, à abstraire à partir de la situation matérielle donnée.

N.B. : Les simulateurs sont désormais fabriqués par le Lycée Technique de Talence (prix actuel de l'appareil : environ 600 F.).

Les collègues intéressés peuvent obtenir :

- les fascicules relatant les expérimentations en classes de sixième et de cinquième ;
- les références relatives au matériel,

en s'adressant à : V. LECLERCQ ou G. DUMOUSSEAU, I.R.E.M. de Bordeaux, 351 cours de la Libération, 33405 Talence.