

## DOSSIER INTERFACE

"il vaut mieux consacrer un an à bien définir l'outil nécessaire, "un certain temps" pour régler les "détails" financiers, et.... 5 minutes pour mettre en oeuvre car il n'y a plus de problème à résoudre !!!".

### Denis BALLINI

Les objectifs fixés après une première mise en route étaient :

- de faire un bilan le plus exhaustif possible de l'existant en ce domaine dans l'Éducation Nationale;
- d'établir une liste des "demandes" en ce domaine;
- de rédiger à partir de ces deux séries d'éléments un premier "cahier des charges" d'une interface (ou d'interfaces) "universelle" pour l'Éducation Nationale.

Les problèmes éventuels de production et de diffusion devant se résoudre ultérieurement à partir de ce premier travail.

### UNE INTERFACE, QU'EST CE QUE C'EST ? A QUOI CA SERT ?

C'est paraît-il :

"la limite commune à deux ensembles par exemple deux appareils",

comme le dit avec tant de précision un arrêté du 19 novembre 1973 concernant une liste de mots dont l'usage est recommandé en informatique !! C'est-à-dire la boule pour tirer la remorque ou bien le casque stéréo permettant de passer un moment tout seul avec son idole ! Même sans être si schématiques les réactions sur les problèmes d'interfaçage sont souvent de cet ordre là. Il s'agit pourtant d'un difficile problème de traduction entre un langage extérieur et un langage intérieur et l'universalité en ce domaine est encore à trouver. Il faut donc tenter de répondre d'abord à la question

"A quoi ça sert ?" pour tenter de définir le "Qu'est-ce que c'est ?" dans ce ou ces cas précis. Pour faire un dictionnaire encore faut-il avoir

un ensemble de mots d'une langue et un ensemble de mots de l'autre avant de tenter de les mettre en relation.

Les demandes d'interfaçage peuvent se classer en trois familles :

- la transformation de l'ordinateur en outil de laboratoire (sciences expérimentales par exemple) permettant de mettre réellement en oeuvre une démarche expérimentale dans l'élaboration d'un modèle par exemple si une simulation ne peut se concevoir que grâce à l'ordinateur, ce doublé d'un système d'acquisition de données peut devenir un outil de modélisation efficace et d'un coût non prohibitif. Je pense en effet qu'il faut se garder du côté réducteur du simple instrument de mesures et garder en tête que le "nouveau" ne l'est réellement que s'il apporte plus et/ou mieux par rapport à "l'ancien". L'important est l'apport pédagogique et non l'outil en lui-même. Ceci étant dit, voilà donc la première fonction : instrument de mesures.

- Le pilotage, la commande à partir de l'ordinateur de machines, de robots que ce soit pour les enseignements concernant les automatismes, la commande numérique ou la robotique (ou sans rivaliser avec les machines dites professionnelles hors de prix, il s'agit de doter des établissements d'outils de réflexion et d'étude) ou pour le "simple" pilotage d'appareils audiovisuel ou enfin pour l'initiation aux automates vers des élèves de primaire ou de collègue.

- L'étude en soit de ces problèmes d'interfaçage donc des problèmes de communication des machines programmables entre elles. Ce volet s'adresse plus particulièrement aux enseignements en informatique, en électronique ou bien aux clubs informatique.

Je pense qu'il est nécessaire de répondre de la manière la plus universelle possible aux deux premières catégories car c'est là que se trouvent les utilisateurs potentiels les moins avertis et qui demandent donc des systèmes les plus transparents possibles.

Il faut encore préciser davantage le type d'utilisation avant de dégager un profil de l'interface nécessaire en gardant deux idées en tête :

- Il ne s'agit pas de tout faire désormais avec l'ordinateur puisque l'interface le permettrait, mais de réfléchir sur ce que l'interfaçage permet de réaliser qui n'était pas ou mal réalisable auparavant. S'il s'agit de mesurer seulement une intensité, un ampèremètre est tout aussi efficace et beaucoup moins cher ! S'il s'agit seulement de passer 10

diapositives en séquence on peut encore se donner la peine de presser 10 fois sur un bouton !!

- L'important est que cet apport soit assez simple pour qu'il n'impose pas un type de didacticiel mais qu'il soit au service du pédagogue qui peut l'intégrer à un logiciel quand il a besoin d'un de ces types d'échanges vers l'extérieur. Cela impose que la partie "dialogue" soit la plus transparente possible.

## **L'ÉTUDE DE L'EXISTANT ET DES DEMANDES**

Pour arriver à mieux cerner les utilisations prioritaires d'interfaçage dans l'Éducation Nationale, j'ai entrepris deux actions :

- La discussion avec des laboratoires utilisant des interfaces :
  - IDEAO à TOULOUSE avec Claude 80UYSSSET,
  - CNAM avec Frédéric SOURDILLAT et Christian RELIER,
  - INRP avec Jean-Claude LE TOUZE,
  - Collège CHARCOT de FRESNES avec Nicole AUVOLAT,
  - ENS SAINT-CLOUD avec Alain DUREY,

ainsi que la participation aux journées de POITIERS sur "informatique et enseignements des Sciences Physiques" qui m'a permis de rencontrer de nombreux collègues travaillant et ayant réfléchi sur ces problèmes.

- Un questionnaire dont un exemplaire est joint en annexe et permettant de toucher par ricochets de très nombreux collègues intéressés. J'ai fait une synthèse des quelques 150 réponses à celui-ci afin que ses résultats soient plus "faciles" à lire :

### **1°) Pour les "Réalisateur-Utilisateurs"**

Sur les 60 réponses, seulement 7 réalisateurs, ce qui montre bien que la "spontanéité" s'appuie plus facilement sur de l'existant !

Ces réponses se répartissent en :

- 16 qui interfacent un micro-ordinateur pour en faire une centrale de mesures (parmi eux 10 n'utilisent qu'une entrée !),
- 31 pour faire de la commande d'automates ou/et de "robot",
- 2 pour faire de la commande en audiovisuel.

Cette disproportion est due au fait que les utilisateurs sont principalement issus de lycées techniques ou LEP et ont "bidouillés" sur place leur système à partir d'un outil existant.

En effet les réponses proviennent pour :

- 3 d'enseignants de mathématiques,
- 12 d'enseignants de Sciences Physiques,
- 30 d'enseignants du technique (mécanique, électricité, électronique, automatisme).

Enfin, les micro-ordinateurs utilisés sont

- 4 THOMSON T07-70 ou M05,
- 10 micro "Éducation Nationale"780 utilisant la voie V24 comme ligne de communication (3 Sil'Z/ 6 MICRAL 8022/ 1 T07)
- ..... et 32 sur du matériel divers hors "Éducation Nationale" !

Ceci montre bien l'urgence d'une solution à trouver permettant un réel échange de logiciels et évitant que chacun réinvente la seule roue adaptée à son système mais sans qu'elle puisse servir même de roue de secours chez le voisin.

A titre indicatif, seul 1 utilisateur utilise un convertisseur analogique-numérique 12 bits pour avoir une meilleure précision. Les autres se contentent avec satisfaction de travailler sur 8 bits.

## **2°) Pour les souhaits d'utilisation**

Sur les 85 réponses, 20 sont "vides" c'est-à-dire qu'elles correspondent à des demandes de matériel, d'information, de logiciels mais n'ont pas de rapport avec l'interfaçage. Il n'en reste que 65 exploitables.

Parmi celles-ci :

- 35 correspondent à des demandes d'interfaçage pour transformer le micro-ordinateur en centrale de mesures,
- 17 pour avoir un outil de commande, de pilotage,
- 6 pour piloter du matériel audiovisuel,
- 11 correspondent à une vision d'étude de l'outil dans l'enseignement de l'informatique,
- 1 voudrait transformer le micro-ordinateur en MODEM pour communiquer entre établissements.

Le total fait plus de 65 car certaines réponses sont multiples.

La forte demande au niveau de la fonction "centrale de mesures" montre bien le manque à ce niveau dans la mesure ou la conception et la réalisation d'un tel outil pose plus de problèmes que les autres !

Les réponses proviennent d'enseignants de quelques matières seulement (ce qui pose le problème de l'utilisation et peut être de l'utilité d'une interface dans les autres) :

- 28 en sciences physiques,
- 3 en mathématique,
- 5 en électricité,
- 12 en mécanique,
- 7 en informatique ou automatique,
- 1 en économie,
- 2 en primaire.

Cette très forte proportion d'enseignants de sciences expérimentales corrobore la précédente remarque et montre également que le manque est ici plus criant car il n'y a pas eu la possibilité (section électronique, labo équipé, connaissances nécessaires) pour ces collègues de se "bidouiller" leur propre système par ailleurs moins évident à mettre au point.

Enfin 7 seulement souhaitent une précision inférieure à 1% (pouvant éventuellement nécessiter un convertisseur de plus de 8 bits) :

- 12 souhaitent un système autonome,
- 16 désirent un accès direct de l'information.

Pour résumer l'ensemble des informations recueillies au cours de ce travail, il faut retenir deux idées :

- il y a confirmation sur les types d'interfaces nécessaires, par rapport à la prévision théorique du départ.
- la demande est très forte en particulier sur la fonction "centrale de mesures".

D'autre part, certains traits importants ressortent de l'ensemble des réponses :

- la nécessité de la circulation de l'information,

- un certain doute des "initiés" quant à la concrétisation de ce travail,
- la difficulté de faire admettre une certaine norme à ceux qui utilisent déjà une interface et qui ont donc bien sur "le meilleur outil du monde" à proposer.

## LES PROBLÈMES À RÉSOUDRE

### 1°) La voie V24

Lorsque l'unité centrale communique avec son environnement immédiat (mémoire vive), voisin (clavier, écran, mémoire de masse), ou plus lointain (imprimante), des interfaces prévues d'origine se chargent d'adapter les échanges avec ces divers éléments tant au niveau électrique qu'à celui de l'organisation logique. La communication avec toute autre configuration extérieure n'est possible qu'à la double condition :

- utiliser une voie d'entrée-sortie disponible ; si quelques ordinateurs possèdent une voie destinée à la transmission de 8 bits en parallèle, elle est souvent limitée au traitement global de 8 entrées ou de 8 sorties à des distances réduites (signaux TTL). Par contre la voie série présente sur les matériels Éducation Nationale (sauf le MOS qui va devenir pourtant le plus fréquent !!) autorise plus de souplesse mais des échanges plus lents.
- Transiter par un système assurant la compatibilité électrique des signaux échangés et leur organisation logique (ce qui pourrait servir de définition à une interface.

On peut ne pas avoir recours à la voie de communication série, mais cela au prix d'une intervention directe ou cœur de la machine, différente pour chaque catégorie d'appareil, inaccessible à un personnel non spécialiste et qui rendrait difficiles voire impossibles les échanges entre établissements non pourvus du même type de matériel, alors que la connexion d'un même produit à tout ordinateur qui assure la gestion de la voie V24 est possible sans intervention matérielle sur la machine. Reste à savoir décrypter correctement les méandres croisés-décroisés que surplombent des pontages plus ou moins biscornus dans lesquels les constructeurs nous obligent à plonger pour suivre leur fameuse(s) voie(s) V24.

## 2°) Cas particulier du (des) THOMSON

Cet appareil de par son prix et, de par ses possibilités est actuellement le seul de la série "Éducation Nationale" accessible à un labo comme outil propre. Il est donc peut être intéressant de lui prévoir une interface spécifique directement connectée au bus et utilisant l'horloge et le microprocesseur du micro-ordinateur comme "système-intelligent". Ce serait l'exception à la nécessaire utilisation de la voie V24 seul point commun à l'ensemble du matériel.

## 3°) Outil de pilotage ou de commande

Il s'agit ici de maîtriser des sorties et des entrées digitales (tout ou rien) qui devraient bien évidemment être compatibles TTL.

Les interfaces existantes à ce niveau ne manquent pas et une solution du style 16 entrées-sorties programmables semble suffisante (une bonne association PIA-UART permettant de la réaliser à peu de frais). Sont à résoudre toutefois des mises en forme des signaux d'entrée afin qu'ils soient "compris" du micro-ordinateur.

Sur le plan du logiciel, il est parfaitement concevable d'isoler la partie dialogue sous forme de PEEK/POKE (ou équivalent à des adresses paramétrables permettant simplement de définir une voie en entrée ou sortie et de savoir, suivant les cas, lire son état (résultat d'un signal d'un capteur) ou de le mettre à l'état souhaité. (0 ou 1, excité ou pas, sensible ou non, etc.).

Il est à noter que ce type d'interface peut également être utilisé pour tout ce qui nécessite une détection de position donc en particulier pour une bonne partie de la cinématique (même si des problèmes de mesure de durées sont alors à résoudre en plus) et pour des contrôles d'expériences.

## 4°) Outil de pilotage de matériel audiovisuel

Le problème posé ici est de même nature que le précédent au point de vue matériel. Je serais tenté de rajouter que "qui peut le plus peut le moins !". Il suffirait d'y adjoindre quelques logiciels spécifiques rendant le pilotage plus transparent et donc accessible à tous.

## 5°) Outil "instrument de mesures"

Les problèmes posés ici sont un peu plus complexes. La quantité réellement mesurée par le système est une tension électrique comprise entre 0 et 5V qu'un convertisseur analogique-numérique digitalisé

avec une précision maximale théorique de  $1/2^n$  si le convertisseur est de type n bits. Le surcoût d'un convertisseur 12 bits par rapport au convertisseur classique 8 bits (un facteur d'environ 8 !) m'amène à penser que ce deuxième type suffit car il correspond à une précision réelle de l'ordre, de 1% dans toute la zone centrale de l'échelle. A vouloir à tout prix un appareil très performant on risqué sinon de ne rien voir venir.

Le problème du calibre de la mesure (0-5V) ne me semble pas non plus être soluble de manière générale sur l'interface elle-même. Le risque serait en effet d'avoir un appareil à la fois cher et peu aisé d'emploi (donc peu employé réellement par le plus grand nombre !). L'amplification, ou la réduction du signal à mesurer pour le ramener dans la gamme souhaitée 0-5V est du ressort de très nombreux enseignants, même si des problèmes de linéarité du signal ne sont pas toujours simples à résoudre. Il faut par contre que chaque logiciel prévoit une procédure permettant d'étalonner "l'instrument de mesures" en fonction de l'expérience réalisée.

Une étude pour les problèmes se posant "en amont" c'est-à-dire sur les capteurs restent toutefois à faire afin que les signaux issus de sondes de mesures de température, de position, etc. soient à la fois assez "cadrés" et assez propres pour être "lisibles" par le système. Il est à noter à ce sujet que la société JEULIN s'est attachée à ce travail parallèlement au développement de sa centrale de mesures ESAO.

Donc, je pense qu'on peut prévoir un outil de base permettant la lecture d'une tension électrique comprise entre 0 et 5V en laissant les problèmes' en amont à la charge soit de l'utilisateur soit éventuellement de modules connectables lui simplifiant la tâche (en étant conscient que le surcoût de ces modules peut limiter le nombre d'utilisateurs réels).

Un autre problème est celui du temps nécessaire pour une mesure auquel est bien sûr lié la fréquence maximale de ces mesures. Une trop grande "lenteur" (en particulier due à l'utilisation de la voie V24) rend impossible certaines applications ne mécanique et surtout en électricité. Ce problème est encore accru quand il faut faire un traitement numérique sur les valeurs mesurées. L'idéal est alors de travailler directement en assembleur ce qui impose soit un branchement direct sur



le bus du micro-ordinateur (mais rend le produit spécifique à un appareil ce qui ne me paraît concevable que pour le ou les THOMSON), soit avec une interface intelligente c'est-à-dire contenant un microprocesseur, une ROM et une RAM permettent ainsi de disjoindre l'acquisition de données et leurs exploitations par le logiciel. Il est également nécessaire que cette interface possède son propre timer.

En conclusion, je pense que seule une interface programmable, disposant de programmes résidents et interchangeable peut répondre à la plupart de ces problèmes de mesures.

Au plan du logiciels, il est souhaitable que les "dialogues" soient bien isolés dans des sous-programmes ou mieux des procédures paramétrables afin que le logiciel puisse se contenter d'aller lire les valeurs de manière transparente. Ces sous-programmes devant également contenir les conversion de la mesure effectuée sur une tension en sa valeur correspondante de la quantité mesurée (température, pression, etc.).

## **6°) Outil d'étude en informatique**

L'extrême diversité des besoins à ce niveau ne permet pas de définir l'interface "idéale" à ce niveau. Il me paraît souhaitable de laisser à ces demandeurs le soin de réaliser ou d'adapter l'interface répondant le mieux à leurs besoins. Ces sections(éventuellement ces clubs) doivent avoir les moyens nécessaires à cette réalisation qui faut d'ailleurs partie d'une meilleure compréhension de son fonctionnement.

## **PORTRAIT-ROBOT DE L'INTERFACE "UNIVERSELLE"**

Je serais plutôt tenté de parler des interfaces universelles compte tenu de l'étude précédente. Tout d'abord, je laisse de côté les problèmes spécifiques de l'interface compris en tant qu'outil d'étude informatique et ne cherche à répondre qu'aux autres fonctions souhaitées. Une solution raisonnable correspond à trois outils différents.

### **1°) Interface de pilotage par la voie V24**

Elle peut être utilisée par tout micro-ordinateur type "Éducation Nationale" (hormis le M05 !), puisqu'elle utilise la voie V24. Elle doit avoir 16 entrées-sorties binaires affectables sélectivement ce que peut permettre une association UART-PIA. Les signaux traités sont

compatible TTL. Il peut lui être adjoint (sous forme de modules peut être) un système de mise en forme des signaux d'entrée et/ou un système de relais sur les signaux de sortie permettant d'adapter le signal à la machine à commander. Je ne pense pas qu'il soit nécessaire que ces modules soient intégrés dans le système de base car il y a risque de surcoût d'une part et de difficultés d'usage d'autre part.

De tels outils existent déjà soit sur le marché, soit dans des établissements scolaires, certains sont cités dans la liste donnée en annexe de ce rapport. Celle-ci est loin d'être exhaustive, elle ne se veut qu'indicative car il n'est pas du rôle de ce rapport de faire publicité pour telle ou telle mais seulement d'évoquer des solutions, possibles.

## **2°) Interface "centrale de mesure" utilisant la voie V24**

Elle doit posséder en interne un microprocesseur, une EPROM (éventuellement plusieurs, interchangeables, afin d'adapter l'interface à telle ou telle application), une RAM permettant d'avoir une mémoire tampon "rapide" et un timer.

Le ou les convertisseurs analogique-numérique peuvent être de 8 bits et permettre l'utilisation d'au moins 2 entrées analogiques simultanées. Avec l'ajout d'un multiplexage (qui amène une perte de fréquence maximale des mesures), cela permet d'utiliser 4 voire 6 entrées analogiques au total. Ce qui permet de couvrir l'immense majorité des demandes. Ces entrées fonctionnent en 0-5V avec une protection pour les dépassements. Une sortie analogique paraît moins nécessaire même si la tentation première serait de doter cet outil du maximum de possibilités. Là encore il faut garder en tête l'équilibre possibilités-coût-facilité d'utilisation.

Elles devront aussi posséder 8 entrées-sorties binaires affectables sélectivement permettant de "piloter" une expérience comportant des mesures. Elle doit enfin être accompagnée d'une série d'utilitaires permettant une "lecture" de mesures transparentes pour le non initié. Certains de ces sous-programmes devant donc effectuer les conversions adaptées à telle ou telle quantité mesurée (température, PH,...) avec possibilité d'étalonner simplement l'appareil de mesures avant toute expérience.

Pour un produit largement distribué, il faut aussi prévoir "l'habillage" en conséquence afin que l'utilisation en soit aisée et que la résistance de l'ensemble (choc, tenue en température, résistance

aux agents chimiques) lui permette de dépasser la première utilisation !!). Enfin un module "alimentation par batterie" doit être prévu afin de permettre des mesures sur le terrain.(géologie, métreur, chantiers,...).

La liaison avec le micro-ordinateur est assurée par la voie V24 ce qui impose également quelques sous-programmes de lecture à prévoir pour ceux-ci.

L'ensemble hard-soft constitue un ensemble indissociable pour que l'utilisation soit réellement possible.

Un tel outil, c'est-à-dire- possédant l'ensemble de ces propriétés n'existe pas à ma connaissance actuellement sur le "marché" à part peut être chez CREATIC en associant toute une série de modules mais pour un coût assez élevé.

### **3°) Interface spécifique THOMSON**

Elle doit présenter des caractéristiques semblables à la précédente quand à ses possibilités. Toutefois la connexion directe sur le bus permet l'économie dans l'interface de :

- micro-processeur, - ROM,
- RAM,
- Timer,

puisqu'il est alors possible d'utiliser ceux du micro-ordinateur lui même pour remplir les mêmes fonctions. L'ensemble des sous-programmes précédents (dans l'EPROM de l'interface et dans le micro-ordinateur) sont dans ce cas à prévoir en tant qu'outils logiciels à fournir avec l'interface.

Une telle interface existe presque sur le marché comme le montre la liste (non exhaustive !!) fournie en annexe.

### **DEUX PROBLÈMES... .PARMI D'AUTRES**

1°) Le THOMSON M05 va se retrouver en grand nombre dans les établissements scolaires de par sa place dans l'opération "Informatique Pour Tous". Cela pose un gros problème pour tout ce qui touche à l'interfaçage. En effet, ce micro-ordinateur présente le "petit" inconvénient de ne pouvoir supporter à la fois le réseau et l'interface ! Ca ramène à l'utilisation d'un lecteur de cassettes pour interfacier l'engin

LE BULLETIN DE L'EPI DOSSIER INTERFACE

"hors réseau" ou bien un travail d'adaptation pour lequel il faudra se donner les moyens. Il serait souhaitable que les choix futurs de matériel se fassent après une plus grande concertation (sic !) afin d'éviter à l'avenir ce type de problème. La réalité d'une bonne informatique pédagogique passe aussi (d'abord ?) par là.

2°) Parallèlement à mon travail pour le DAPED (donc pour la Direction des Lycées), la Direction des Collèges a mené cette année en collaboration avec la DP3 de l'INRP un travail de réalisation d'une interface pour laquelle je j'ai pas beaucoup de renseignements. J'ose espérer que l'existence de la Mission des Technologies Nouvelles permettra à l'avenir d'éviter d'inventer plusieurs fois la même roue dans des services parallèles de l'Éducation Nationale qui deviennent plus concurrents que complémentaires devant la faible circulation de l'information.

Avant de s'engager sur le choix d'outils dans l'Éducation Nationale il serait en effet souhaitable de regrouper le maximum d'éléments de décisions avant de trancher sous peine de voir fleurir beaucoup de "meilleurs outils du monde" tous incomplets et peu compatibles entre eux.

## **QUELLES SUITES A CE TRAVAIL ?**

Ce compte-rendu amène une approche de ce qu'il serait nécessaire de posséder comme interfaces dans l'Éducation Nationale. Ce n'est certes pas un réel cahier des charges qu'il resta à rédiger dans la mesure où un appel d'offre suivrait mon travail. Je pansa qu'une décision rapide est à prendre afin de ne pas laisser se multiplier les développements divergents aux quatre coins de nos établissements. Suivant les trois types d'interfaces proposés il faut choisir la solution la plus efficace :

- soit recommander telle ou telle interface quand celles existantes sur le "marché" présentent la plupart des caractéristiques souhaitables (ce qui est presque le cas pour les types 1 et 3 précédents);
- soit lancer un appel d'offre, ou faire réaliser l'interface quand rien ne donne vraiment satisfaction (ce qui semble être le cas pour le type 2). Ce type de décision n'est bien sûr pas de ma responsabilité et je ne peux que souhaiter que le "certain temps" dont je parlais au début de cet exposé ne soit pas un temps vraiment très certain risquant de rendre obsolète toute décision.

Je pense qu'il faudra aussi résoudre en parallèle le problème de la diffusion de ce type d'outil car sinon la choix et la recommandation de telle ou telle interface risqua de n'être qu'un vœu pieux servant plus à se faire plaisir qu'à être efficace. Il y va quand même de la "rentabilité" de tout le travail de l'écriture de logiciels utilisant des interfaces et comme le coût en est élevé, autant qu'il puisse donner de grandes possibilités d'utilisation sans nécessité des travaux de réécriture ou d'adaptation.

Denis BALLINI  
ULE-CNDP

10 rue du Général Lasalle - 75019 Paris

Cet article reprend l'essentiel d'une étude sur les interfaces faite, à la demande de la Direction des Lycées, par Denis BALLINI au cours de l'année scolaire 1984-85.