

SYSTEMES DIGITAUX ET HYDROMETRIE

Jean-Marie FRITSCH

INTRODUCTION

Le contenu de cette première journée centrée sur le thème "Systèmes digitaux et Hydrométrie" sera consacré à la présentation du choix technologique fait par les hydrologues de l'ORSTOM et mis en oeuvre avec nos partenaires industriels que sont ELSYDE et CEIS-Espace. Il est bien entendu qu'il existe aujourd'hui bien d'autres systèmes en matière de métrologie hydrologique en France et dans le Monde, et il en apparait sans cesse de nouveaux sur le terrain et dans les catalogues. De ce point de vue, les conditions sont très différentes de celles qui ont prévalu jusqu'à la fin des années 70 et qui étaient caractérisées par une stagnation technologique certaine en matière de collecte de données, situation qui a conduit alors les hydrologues de l'ORSTOM à développer un matériel nouveau susceptible de répondre à leur besoin.

De ce fait, la plupart d'entre nous ont acquis depuis 1983 sur la filière CEIS-ELSYDE-ORSTOM, une expérience forgée au contact des épreuves de la "vérité-terrain" ponctuée de moments de jubilation intense et aussi d'instant de découragement profond qui sont inévitables lorsqu'on essuie les plâtres, et en tous cas, nous sommes aujourd'hui en mesure de tirer les enseignements - de première main - sur les possibilités et les contraintes du système que nous avons choisi. Et donc, qu'il soit bien clair pour l'ensemble des participants, que si le thème de cette journée a été pratiquement limité aux systèmes CHLOE-OEDIPE, ce n'est certes pas par impérialisme technologique, mais parce que nous avons préféré exposer et débattre de ce que nous connaissions directement, plutôt que de glisser vers une sorte de "Salon des constructeurs en métrologie hydrologique", dont il existe par ailleurs plusieurs manifestations chaque année en France.. Il va de soi que les interventions d'invités extérieurs à l'ORSTOM désirant faire partager leur expérience acquise avec d'autres systèmes, tout comme les critiques documentées de nos matériels seront les bienvenues et qu'une heure de débats est spécialement réservée à cet effet en fin d'après-midi.

Une Science, disait Bergson, c'est un Objet et une Méthode. Notre objet, pour rester vague, c'est le cycle de l'eau dans son ensemble et pour accéder à cette connaissance, nos méthodes et nos approches sont nombreuses et diversifiées en fonction de l'échelle des phénomènes, du domaine climatique, de tel ou tel aspect particulier de la chaîne hydrologique, voire de l'Ecole hydrologique à laquelle nous appartenons. L'hydrologie française est riche de plusieurs courants et il y a tout lieu de s'en réjouir, mais le fait d'assurer directement les mesures dans l'environnement constitue le dénominateur commun et la contrainte incontournable de tous les hydrologues. Il y a dans l'hydrologie - scientifique ou opérationnelle - un aspect "science expérimentale" obligatoire et un peu particulier, dans la mesure où l'on ne maîtrise pas les conditions de l'expérience et où l'on ne

peut jamais reproduire une expérience (C. Bocquillon, 1987). Tout ceci pour dire que dans une représentation topologique de la science hydrologique, la métrologie ne peut pas être figurée comme une tranche du gâteau parmi un ensemble de spécialités, mais plutôt comme un noyau central de notre discipline, commun à tous ses développements.

Par conséquent, si au cours de cette journée certains collègues venaient à penser que les débats ont glissé bien loin de leurs préoccupations hydrologiques ordinaires, je leur suggère de réfléchir à quel point le champ thématique, le domaine géographique et toute notre conception des phénomènes hydrologiques sont conditionnés par nos possibilités ou notre impossibilité à effectuer des mesures. C'est bien sûr un sujet de baccalauréat de dissertar sur le fait que notre vision du cosmos dépend des caractéristiques de nos télescopes, mais plus simplement, je n'oublie pas qu'une de mes premières expériences de terrain à FORSTOM était de rechercher un bassin représentatif en zone aride pré-saharienne, qui devait présenter un contrôle hydraulique stable à l'exutoire - pour pouvoir faire des mesures - alors que le caractère le plus représentatif des oueds de la région est justement l'existence de lits instables.

La troisième idée générale qui vient à l'esprit est relative au caractère digital ou numérique des matériels - seul le deuxième qualificatif étant considéré comme correct par les Sages en Habit Vert. Cela signifie que dès que l'on quitte l'environnement physique immédiat du capteur, l'ensemble des informations est codé sous forme numérique dans un système à base 2, et à partir de ce moment, il ne peut plus y avoir de déformation ou de dérive de l'information jusqu'à sa destination finale, pas plus - et pas moins non plus - que dans un système informatique conventionnel. De plus, ces données sont justiciables d'un traitement arithmétique et logique ce qui permet à l'utilisateur d'opter pour des traitements complexes sur le site, tels que la transformation des données dans l'échelle de l'utilisateur, l'échantillonnage d'une partie des données, l'injection des résultats dans des unités de stockage ou de télétransmission, grâce à l'existence de circuits électroniques programmables : les microprocesseurs.

La maîtrise et la mise au point de ces logiciels représentent une composante essentielle du savoir-faire de cette hydrologie numérique et amènent tout naturellement la transition avec le thème de demain, car finalement, il y a une grande similitude méthodologique entre des logiciels implantés dans une CHLOE, dans une station de réception ARGOS et dans certains modules d'HYDROM, et il était naturel que la Commission Scientifique d'Hydrologie, qui est le promoteur de ces journées, ait voulu associer cette métrologie numérique avec les traitements informatiques de laboratoire.

Une autre caractéristique importante de cette électronique digitale dans laquelle les informations ne circulent plus sous forme de courants ou de tensions, mais sous forme de niveaux logiques appelés 0 ou 1, est qu'elle ne requiert que des quantités d'énergie très faibles : par exemple, une

carte de type CH1.OE-OEDIPE en situation de veille, c'est à dire avec un programme qui se déroule constamment en attente d'une interruption provenant d'un capteur ou d'une horloge interne, consomme typiquement moins de 5 mA. Cet ordre de grandeur est le même pour une carte émettrice ARGOS ou METEOSAT. Par contre, si la quantité d'énergie électrique à apporter est faible, lesspécifications des tensions et des courants que doivent fournir les systèmes d'alimentations ne tolèrent pas la médiocrité. Mais un système d'alimentation bien fait coûtant assez cher, c'est à dire pratiquement le prix d'un enregistreur OEDIPE, on "bricole" souvent - je parle par expérience personnelle - des systèmes qui nous paraissent acceptables parce que chacun des composants (panneau photovoltaïque, batterie, régulateur, connecteurs) est réputé fiable selon la notice du constructeur, mais l'intégration de ces éléments peut s'avérer approximative et les performances visées ne pas être satisfaites pendant la durée nécessaire, surtout au niveau des connections. Si ce problème d'alimentation et de raccordements entre modules physiques peut paraître trivial, il n'en est pas moins délicat et en climat tropical humide, la connectose constitue souvent la première source de pannes d'autant plus difficiles à déceler qu'elles se manifestent de manière fugitive.

En conclusion, je risquerais une image en disant que nous sommes passé sans transition de l'orgue de barbarie au Compact Disc à laser lorsque nous avons abandonné les enregistreurs à tambour pour des systèmes numériques. En poursuivant cette analogie, on doit noter toutefois qu'en tête de la chaîne technologique du disque numérique - c'est à dire juste devant l'orchestre - on est bien forcé de commencer l'acquisition avec un capteur analogique, en l'occurrence un microphone.

Mais par différence avec les capteurs hydrométriques, on ne trempe pas les microphones dans la boue ou dans l'eau salée, et pour tous ceux qui ont la tâche d'assurer des mesures dans l'environnement, particulièrement pour suivre les caractéristiques physico-chimiques des eaux, ce module "capteur" constitue aujourd'hui le Talon d'Achille de tous les systèmes d'acquisition numériques et reste le segment de la chaîne le plus difficile à maîtriser, car seule l'épreuve du temps passé dans des conditions naturelles permet de déceler les faiblesses, d'améliorer et de qualifier un capteur. Il est probable que des débats animés viendront se cristalliser sur ce thème cet après-midi.

J'en ai terminé avec cette introduction générale et je cède sans plus tarder la place à Mr Pascal Maillach qui se propose de nous éclairer succinctement sur la technologie des microprocesseurs et les raisons du succès de ces puces, en particulier dans le domaine thématique qui est le nôtre.