

CMC : Collection de Machine à Calculer de l'unité Inra MaIAGE

J.-B. Denis et K. Kiêu

30 mars 2015

Table des matières

1 Panorama de la Collection	5
1.1 Machines à Calculer	9
1.1.1 Règles à Calculs	9
1.1.2 Calculatrices Mécaniques Manuelles	10
1.1.3 Calculatrices Mécaniques Électriques	11
1.1.4 Calculatrices Electroniques	14
1.1.5 Calculettes	16
1.1.6 Ordinateurs pour Bureaux	19
1.1.7 Ordinateurs Portables	21
1.1.8 Terminaux	24
1.1.9 Grosses Machines	27
1.1.10 Et aussi	29
1.2 Impression	30
1.2.1 Imprimantes	30
1.2.2 Consommables	31
1.2.3 Et aussi	31
1.3 Parties de Machines à Calculer	31
1.3.1 Ecrans de Visualisation	32
1.3.2 Claviers	33
1.3.3 Souris	34
1.3.4 Cartes Mères	35
1.3.5 Processeurs	36
1.3.6 Refroidissements	38
1.3.7 Disques Durs	39
1.3.8 Mémoires	41
1.3.9 Lecteurs	41
1.3.10 Batteries	42
1.3.11 Alimentations	43
1.3.12 Autres Types de Pièces	43
1.4 Connexions	45
1.4.1 Fils	46
1.4.2 Interfaces Matérielles	46
1.4.3 Concentrateurs	47
1.5 Moyens de Stockage	49
1.5.1 Cartes Perforées	49
1.5.2 Bandes Magnétiques	49

1.5.3	Disquettes Magnétiques	50
1.5.4	Autres Types de Stockage	51
1.6	Logiciels	52
1.6.1	Applications	52
1.6.2	Langage de Programmation	53
1.6.3	Systèmes d'Exploitation	53
1.7	Autres Types de Matériels	54
1.8	Documentation	55
1.8.1	Calculatrices de Bureau	55
1.8.2	Calculettes	57
1.8.3	Ordinateurs	59
1.8.4	Matériels non Calculateur	61
1.8.5	Applications	61
1.8.6	Langages de Programmation	63
1.8.7	Systèmes d'Exploitation	65
1.8.8	Informatique	65
1.8.9	Mathématiques	65
1.8.10	Autres Types de Documents	66
2	Quelques Pièces Prestigieuses	67
2.1	Le Rouleau Calculateur	67
2.2	d'Avant la Première Guerre	68
2.3	La Divine Divisumma	72
2.4	La HP45	74
2.5	La Oric Atmos	75
2.6	La Diabolique	76
2.7	Le Connecté	77
2.8	Des Petits Trous Rectangulaires	79
2.9	Le Fabuleux Z100	86
3	Souvenirs d'Anciennes Pratiques	91
3.1	Le Stockage des Données	91
3.2	Les Salles de Calcul au Temps des Cartes Perforées	92
3.3	Evolution de l'Accès au Calcul Informatique	99
3.4	Les Langages de Programmation Scientifique	102

Un recensement de la Collection de Machines à Calculer de l'unité MaIAGE a été conduit en décembre 2014 ; il a permis la production d'un catalogue de photos accompagnées d'une brève légende de chacun des 479 items. L'objectif de ce document est différent. Seule, une sélection d'objets est présentée pour donner une idée plus en profondeur des pratiques du calcul scientifique que rappelle la collection. Dans la mesure du possible, ils sont accompagnés de commentaires sur leurs possibilités, leurs avantages et leurs inconvénients et parfois de quelques souvenirs.

Ce document est structuré en trois parties principales : un panorama du contenu de la collection, la description de quelques objets (ou ensemble d'objets) choisis, et finalement quelques témoignages plus personnels illustrés, dans la mesure du possible, de photographies d'époques.

En 1973, année de son intégration au laboratoire de Biométrie de l'Inra-Versailles, deux objets anciens avaient frappé J.-B. Denis : ils ornaient respectivement la salle de réunion et le bureau du directeur, Jacques Arnoux : une Burroughs du début du siècle héritée de la station de Bioclimatologie (§2.2) et un énigmatique cylindre gradué (§2.1) dont l'origine n'était pas connue. Selon M. Arnoux, ce dernier équivalait à une règle à calcul de 4 mètres de long.

Ph. 1 – [1,1] Le rouleau calculateur. [2,1] : L'additionneuse Burroughs.



En 1988, le laboratoire laissa sa place aux services généraux et s'installa à l'autre bout du centre, dans la grange dite aménagée chassant M. Croisier, responsable du domaine qui y avait stocké quelques machines à calculer électriques (§1.1.3) ; il nous les léguera !

Ces deux circonstances initièrent dans la tête du premier auteur l'idée de cette collection qu'on dénommait pompeusement à l'époque **musée**. A l'occasion de ses rencontres auprès des divers chercheurs du centre, il leur proposait de récupérer leurs instruments de calcul pour les intégrer dans le musée du laboratoire, plutôt que de les voir se perdre. C'est ainsi que la collection s'est peu à peu étoffée au fil des années.

Lors de la fusion de l'unité de Versailles avec celle de Jouy à Jouy, la collection a été déménagée et un peu de publicité lui a été donnée dans les premières pages internet de

la nouvelle unité. Ceci a permis quelques donations supplémentaires par des chercheurs du centre de Jouy. Par exemple, plus d'une dizaine d'objets proviennent de Jean Bousset, ancien directeur de la *viande*, qui se désolait de voir jeter tout matériel même hors d'usage. D'autres sont venus de plus loin, par exemple de l'école Polytechnique.

Pour documenter chaque pièce offerte, un petit questionnaire a été élaboré mais il faut reconnaître qu'il a été très rarement rempli. Il est difficile d'exiger un peu de temps à des personnes qui vous offrent déjà leur matériel !

Et c'est ainsi qu'au fil des années, quelques 479 pièces, objets ou documents, ont été réunis. Une petite tentative de recensement avait été réalisée dans les années 1990 mais elle n'a jamais été exploitée. C'est au moment du départ à la retraite de J.-B. Denis que celui-ci s'est décidé, dans le cadre d'une mission de prolongation de quelques mois qui lui a été accordée, à photographier chaque pièce de la collection et à rédiger, avec l'aide de Kiên Kiêu, qui reprend le flambeau, un catalogue et cette présentation.

Ph. 2 – Décembre 2014 : JBD en plein séance de prise de vue dans le sous-sol du bâtiment de l'unité (photo de Caroline Bidot).



1 Panorama de la Collection

Une première difficulté a été de définir ce qu'il faut entendre par *pièce* de la collection. On peut imaginer deux choix extrêmes, soit rechercher des ensembles cohérents les plus complets possibles, soit retenir les composantes les plus fines. Pour un PC complet, cela pourrait être un seul ensemble comportant l'unité centrale, l'écran, le clavier, la souris, le tapis de souris, les divers câbles de connexion, la documentation propre, les logiciels qui y ont été utilisés..., l'autre extrême est de considérer chacun des éléments de cet ensemble comme autant de pièces. La première solution paraît plus naturelle et intéressante, basée sur la logique d'une utilisation. Cependant nous avons privilégié la seconde car les éléments de la collection ne peuvent pas toujours être regroupés aussi simplement. Par exemple, beaucoup de machines n'ont pas de documentation et à toutes les documentations nous ne pouvons pas associer une machine ; c'est aussi le cas des logiciels, des périphériques, des éléments de connection. Il nous a donc paru plus commode de décrire la collection au grain le plus élémentaire, ce qui permet toujours de reconstituer les ensembles cohérents lorsqu'ils existent pour une présentation. C'est ce qui est fait pour quelques uns des objets présentés en section 2.

Lors du recensement, les pièces ont été regroupées en huit grandes catégories, chacune divisées en sous-catégories. Les grandes catégories sont :

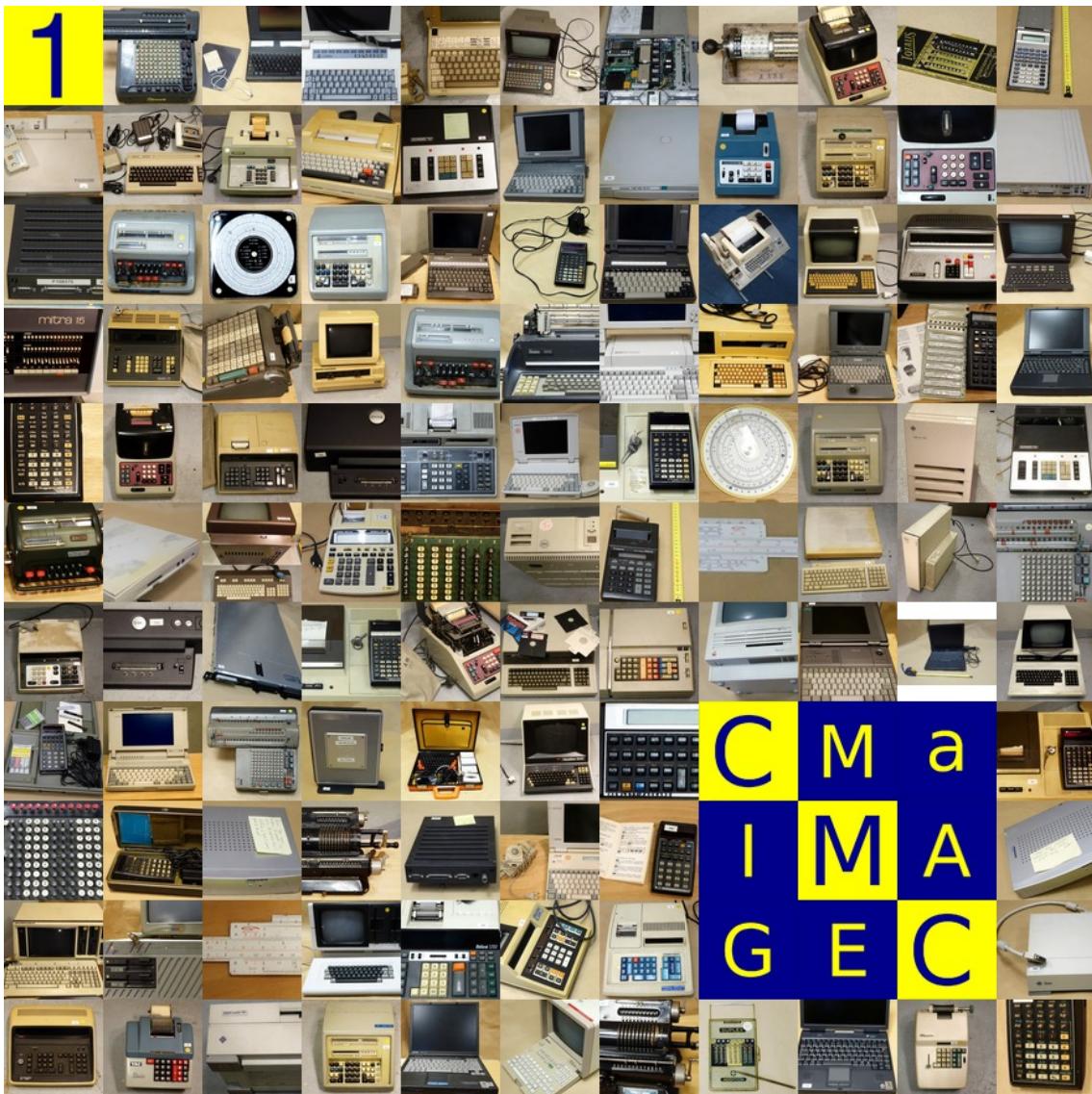
1. les machines à calculer proprement dites [111 items présentés en photo 4],
2. le matériel d'impression [14 items présentés en photo 5],
3. des morceaux de machines à calculer [105 items présentés en photo 6],
4. des composantes de connectique [30 items présentés en photo 3],
5. des supports de stockage [44 items présentés en photo 7],
6. des logiciels [13 items présentés en photo 9],
7. d'autres types de matériels [12 items présentés en photo 10],
8. de la documentation [150 items présentés en photo 8].

Les listes des sous-catégories se trouvent dans la table des matières.

Ph. 3 – Les 30 pièces de connexion.



Ph. 4 – Les 111 machines à calculer.



Ph. 5 – Les 14 matériels pour imprimer.



Ph. 6 – Les 105 pièces de machines à calculer.



Ph. 7 – Les 44 supports de stockage.



Ph. 8 – Les 12 autres pièces matérielles.



Ph. 9 – Les 13 logiciels.





1.1 Machines à Calculer

Dans le cadre de cette collection, le concept de *machine à calculer* doit être pris dans un sens extrêmement large !

1.1.1 Règles à Calculs

Cette sous-catégorie comprend 5 items au total, n'en est présenté ici que 1 à l'aide d'une seule image.

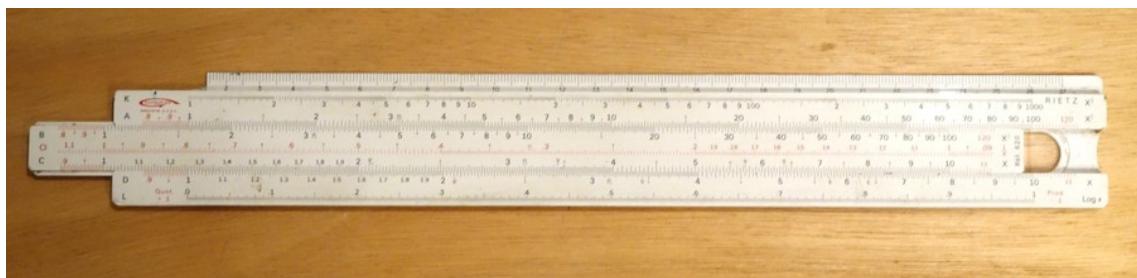
La règle à calcul (ou règle à calculer) est un instrument mécanique de calcul analogique qui permet, par simple déplacement relatif d'échelles graduées, d'effectuer directement des opérations arithmétiques de multiplication et de division mais peut aussi servir à exécuter des opérations plus complexes, telles que le calcul de racines carrées.

En fait, les règles à calcul mettent en œuvre la propriété du logarithme qui transforme l'addition en multiplication : $\log(a) + \log(b) = \log(ab)$. Le déplacement relatif de deux règles logarithmiques permet de générer l'addition, le résultat de la multiplication se lit sur la règle qui débute l'addition. Les deux échelles sont en général graduées de 1 à 10, et lorsqu'on dépasse l'échelle de la règle sur laquelle se lit le résultat, il suffit de diviser par 10 sur la règle, division qui est rétablie mentalement en remultipliant par 10. Bien entendu, la division de deux valeurs est aussi facile à obtenir par soustraction.

La plupart des règles comportent d'autres échelles (carrées, cubiques, trigonométriques), elles permettent de combiner beaucoup d'opérations numériques et d'effectuer les calculs de la plupart des formules de la physique du XIXème siècle.

La limite de leur utilisation est la précision du calcul. Celle-ci dépend de la qualité de la gravure, de l'habileté du manipulateur et de la longueur des échelles : obtenir trois décimales correctes avec une règle standard de 30 cm était un beau résultat. Les règles modernes sont en résine blanche à graduations fines et lisibles ; les règles anciennes sont en bois, beaucoup moins précises mais plus décoratives.

Ph. 11 – Règle à calcul standard de 30 cm dont il manque le curseur.



Une variante intéressante est celle des règles circulaires. Plus aucun besoin d'ajustement lorsque le résultat tombe en dehors de l'échelle puisque la circularité assure que les échelles sont toujours en rapport. Par contre, il ne faut pas oublier de compter le nombre de tours, positivement ou négativement, pour ajuster à la puissance de 10 voulue. En fait, ce genre de calcul exige que l'ordre de grandeur soit géré par l'opérateur lui-même.

Ph. 12 – Règle à calcul circulaire.



Une variante plus originale encore est l'utilisation des génératrices d'un cylindre, se reporter à la section §2.1 pour trouver la description du *rouleau calculateur* déjà évoqué dans l'introduction.

1.1.2 Calculatrices Mécaniques Manuelles

Cette sous-catégorie comprend 4 items au total, n'en sont présentés ici que 2 à l'aide de 2 images.

Avec les machines de cette section, les calculs sont effectués de manière mécanique et l'entraînement est fourni par l'opérateur.

Nous limitons les *calculatrices mécaniques* à celles dont l'entraînement est manuel. Mais en fait, celles que nous appelons *électriques* sont pour la plupart tout autant mécaniques : la main de l'opérateur est remplacée par un moteur électrique. Il s'agit en fait de calculatrices du type de celle de Pascal : l'addition d'un nombre, codé par le positionnement de compteurs (roue comportant 10 crans) pour chacun de ses chiffres, se fait par la rotation de compteurs similaires sur la somme à cumuler (initiée à zéro) avec un *dispositif de retenue* pour faire tourner d'un cran la roue immédiatement à gauche, si nécessaire. La manière de poser les nombres à additionner varie mais le principe reste identique. Actionnées à main, elles le sont grâce à une manivelle principale.

Soustraire, c'est simplement tourner à l'envers. Multiplier, c'est simplement additionner autant de fois qu'il faut, avec des décalages successifs pour la multiplication par les dizaines, les centaines, les milliers,... La limite, c'est bien entendu le nombre de compteurs employés. Mais attention, selon une anecdote racontée par Yvonne Cauderon (amélioratrice des plantes), on optimisait le nombre de tours de manivelles : multiplier par 19 ne requiert que trois tours (et non pas 10) en remarquant que $19 = 20 - 1$, faute de quoi le jeune chercheur avait droit à une remarque de la part de ses anciens lorsqu'ils le repéraient à l'oreille !

Ph. 13 – Calculatrice Mécanique VAUCANSON.



Ph. 14 – Calculatrice Mécanique FACIT.



1.1.3 Calculatrices Mécaniques Electriques

Cette sous-catégorie comprend 19 items au total, n'en sont présentés ici que 4 à l'aide de 4 images.

Avec les machines de cette section, les calculs sont effectués de manière mécanique comme il vient d'être décrit, mais l'énergie est électrique et non plus humaine.

Plusieurs nouveautés vont apparaître avec ce type de calculatrices. Si on compare le clavier de la Monroe (photo 15) et celle de la Facit (photo 16) qui la suit, on remarque une différence essentielle. Dans la première, il y a une série de touches pour les 10 chiffres (le zéro est associé à la remise à zéro de la colonne) par colonne ; alors que dans la seconde, on a un clavier tel que nous l'utilisons, qui permet à une même touche de servir pour toutes les colonnes.

Une autre nouveauté importante va se développer avec les calculatrices électriques, celle de l'impression des données entrées et du résultat du calcul. Il faut bien se rendre compte qu'avec les modèles du type Vaucanson (photo 13), lorsqu'on obtenait un résultat on pouvait toujours douter des données qu'on avait entrées ; on pouvait recommencer, mais si les résultats ne concordaient pas, lequel préférer alors ? Disposer de l'impression des entrées et des résultats sécurisait grandement la procédure.

Ph. 15 – Additionneuse Monroe-Matic à compteurs.



Ph. 16 – Calculatrice FACIT à compteurs provenant du laboratoire *betteraves* de la station d'amélioration des plantes de Versailles.



Ph. 17 – FACIT provenant du laboratoire *lin* de la station d'amélioration des plantes de Versailles.



Ph. 18 – Olivetti Divisumma à ruban papier (cf. aussi la section §2.3).



1.1.4 Calculatrices Electroniques

Cette sous-catégorie comprend 13 items au total, n'en sont présentés ici que 5 à l'aide de 5 images.

Avec les machines à calculer électroniques, les calculs sont désormais réalisés par circuits intégrés. Terminés les soucis de blocage des engrenages ! Selon le modèle, il pouvait ou non comporter un dispositif d'impression. Un autre avantage était le silence, même si certains ont prétendu que le bruit plus ou moins long du calcul en cours permettait une vérification auditive des données entrées ou de l'opération demandée (n'oublions pas qu'une multiplication se faisait par une succession d'additions et multiplier par 11 ou par 66 n'engendrait pas le même travail mécanique).

Ph. 19 – Machine à calculer Schneider affichage à diodes.



Ph. 20 – Machine à calculer CopmpuCorp 327 avec rouleau de papier.



Ph. 21 – Machine à calculer Monroe 650.



Ph. 22 – Machine à calculer Olivetti.



Ph. 23 – Canon BP37-DH.



1.1.5 Calculettes

Cette sous-catégorie comprend 13 items au total, n'en sont présentés ici que 4 à l'aide de 7 images.

Les calculettes sont des calculatrices électroniques de petit format. Généralement autonomes, elles peuvent être employées en dehors d'un bureau. En effet, un avantage grandissant du calcul électronique par rapport au calcul mécanique est la miniaturisation impliquant un poids et une énergie nécessaire bien moindres. Quelques piles ou batteries permettaient un usage prolongé et nomade des calculettes.

Une péripétie amusante du point de vue du calcul scientifique est la scission qui s'est opérée entre les partisans ou les adversaires de la notation polonaise inverse utilisant la pile des mémoires. Prenons un exemple jouet, avec la recherche du résultat de l'expression *sept fois la somme de deux et cinq*, ce qu'on peut écrire comme $7(2+5)$. Les parenthèses sont essentielles car sans elles, on pourrait interpréter $7.2+5$ aussi comme $(7.2)+5$ ce qui

n'est pas la même chose ! Avec une calculatrice usuelle, par exemple une Texas-Instrument, il suffit de taper la séquence telle qu'elle est formulée : $7|x|(|2|+|5|)=$ pour obtenir 49, ce qui nécessite huit frappes. Avec une calculatrice utilisant la notation polonaise inverse, en indiquant la touche spéciale *Enter* par (), on peut taper $7|()|2|()|5|+|x$ ce qui n'occasionne que sept frappes ! Et encore mieux, en acceptant de changer l'ordre des nombres, il suffit de six frappes : $2|()|5|+|7|x$! Economie prodigieuse pour des adeptes de langages du type de l'APL (§3.4)... Ce qui le semble aussi, c'est que le nombre de fervents du système de la notation polonaise utilisé dans certaines calculatrices Hewlett-Packard était non négligeable. Il faut dire que ces calculatrices, plus chères, étaient aussi beaucoup mieux finies et très robustes.

Les progrès de l'électronique ont permis d'augmenter la capacité mémoire des calculettes. En plus du stockage de valeurs intermédiaires, il a été possible d'enregistrer des opérations standard applicables à des mémoires dont le contenu pouvait varier, c'est-à-dire se livrer aux joies de la programmation. Un choix critique était la partition de la mémoire totale entre le stockage des données et le stockage des programmes. Les programmes sont devenus de plus en plus long et les ré-entrer à chaque fois qu'on allumait la calculatrice inconfortable, d'autant plus qu'on pouvait avoir besoin de plusieurs programmes... des barrettes magnétiques sont apparues qui solutionnaient la difficulté (photo 25). Ce qu'on a peine à imaginer, ce sont les trésors de patience et de minutie qu'il fallait développer pour entrer et mettre au point le moindre algorithme !

La commodité des calculettes était telle qu'elles ont pratiquement remplacé les calculatrices de bureau et pour qu'elles comportent la même fonctionnalité capitale d'impression, des imprimantes associées sont apparues (photo 26).

Ph. 24 – Calculette Texas Instrument Programmable 58C.



Ph. 25 – Calculette HP 41C programmable avec fichettes magnétiques.



Ph. 26 – [1,1] Calculette Texas Instrument 59 sur station d'impression avec son câble.
 [1,2] : Manuel d'utilisation de l'imprimante Texas Instrument PC-100C. [2,1] : Recharges de rouleaux papier pour calculatrices TI.



Ph. 27 – [1,1] Calculette HP 11C (ayant servi à André Kobilinsky). [2,1] : Vade-mecum au dos de la HP 11C.



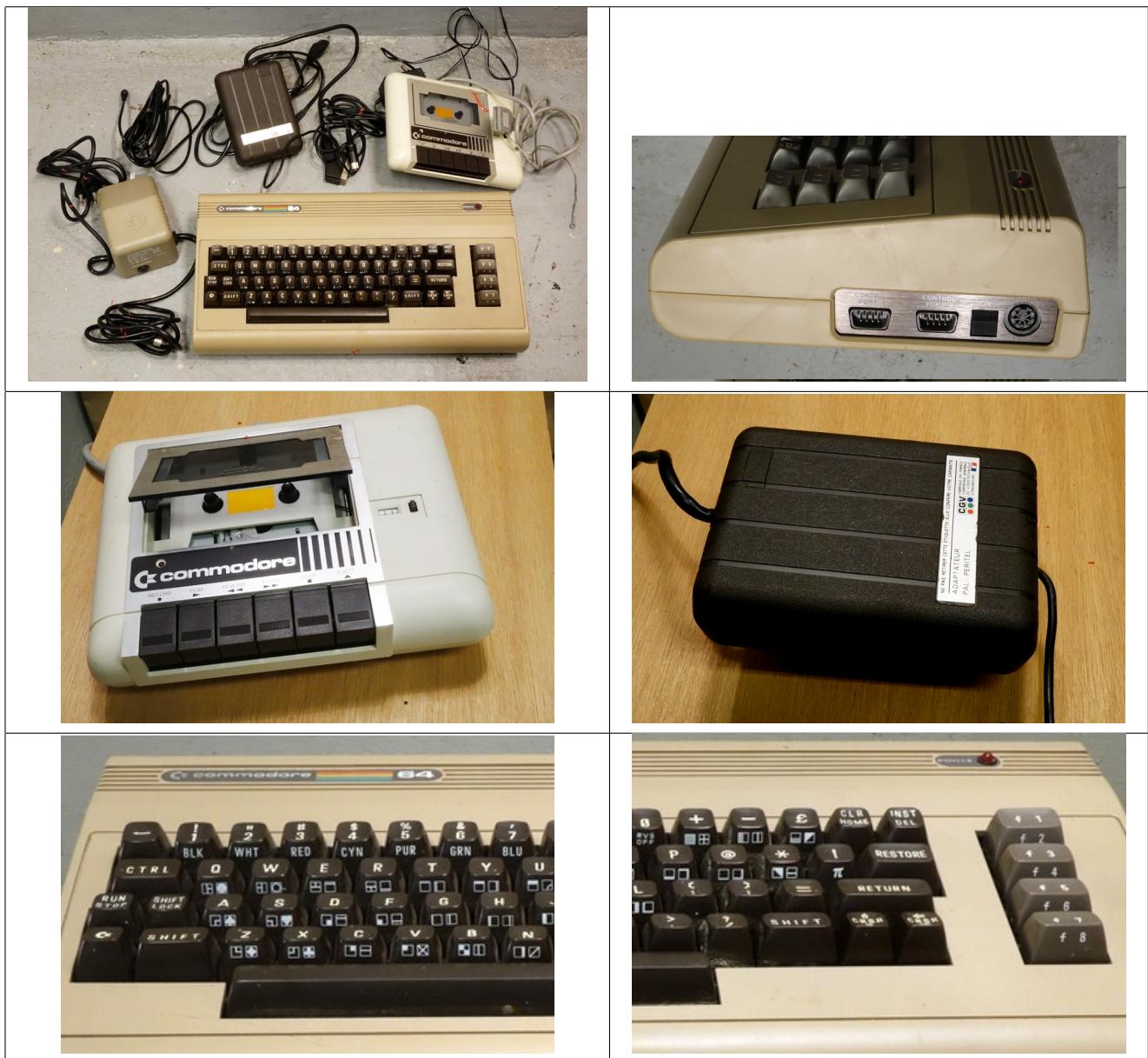
1.1.6 Ordinateurs pour Bureaux

Cette sous-catégorie comprend 11 items au total, n'en sont présentés ici que 4 à l'aide de 10 images.

Comme la dénomination le laisse entendre, il s'agit d'ordinateurs personnels destinés à être utilisés sur un bureau. Bien sûr cette catégorie est dominée par le concept d'ordinateur personnel d'IBM (PC pour *Personal Computer*) mais beaucoup d'autres modèles l'ont devancé ou suivi. La collection en comporte quelques uns.

Beaucoup de vocations d'informaticien se sont révélées grâce au Commodore (photo 28) C'est un appareil rudimentaire, l'unité centrale est logée dans le corps du clavier, l'écran n'est autre qu'un appareil de télévision dont la définition était horriblement mauvaise et peu stable, il offrait une programmation par un dialecte de Basic dénommé PET Basic (cf. photo 123) et aussi le stockage de données et de programmes sur cassettes audio-standard.

Ph. 28 – [1,1] Éléments constitutifs d'un système Commodore. [1,2] : Entrées / sorties sur le bord du clavier. [2,1] : Lecteur de cassettes. [2,2] : Adaptateur pour la TV. [3,1] : Clavier à touches multi-usage. [3,2] : Touches fonction spéciale du clavier.



Ph. 29 – Ordinateur de bureau KONTRON ; processeur 8 bits.



Ph. 30 – Écran et unité centrale de Macintosh.



Ph. 31 – [1,1] Pc Léanord comportant 2 lecteurs disquettes cinq pouces un quart mais de capacités différentes (360 Ko et 1.2 Mo) - unité centrale et écran. [1,2] : Vue arrière ; si le grossissement était suffisant, on lirait l'étiquette de gauche, celle de l'inventaire, qui indique (19)86 comme année d'achat. Par contre la série des *slots*, certains utilisés les autres disponibles, est bien visible : ils attestent du caractère modulaire et adaptable de la machine.

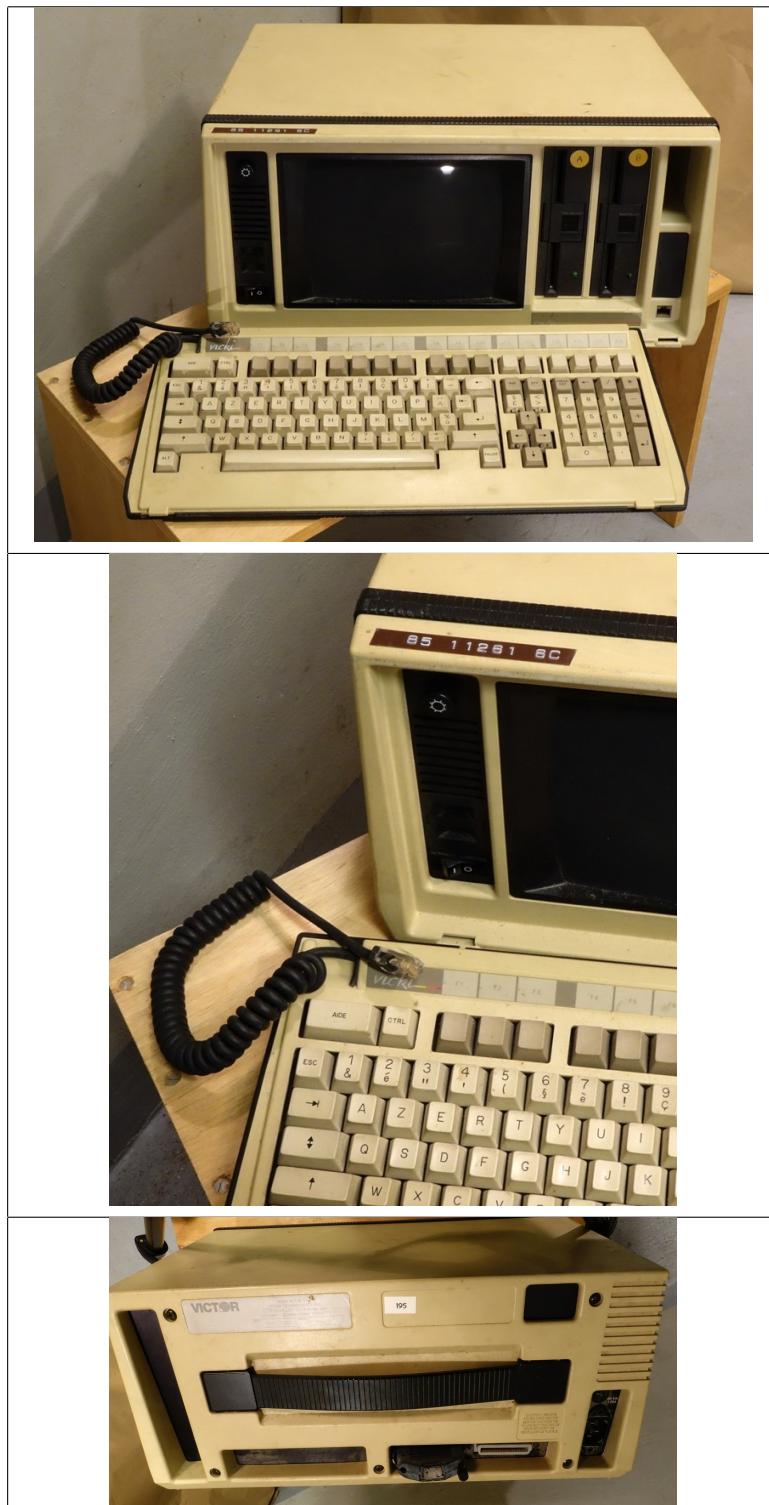


1.1.7 Ordinateurs Portables

Cette sous-catégorie comprend 20 items au total, n'en sont présentés ici que 6 à l'aide de 8 images.

Il s'agit d'ordinateurs personnels dont le poids et l'encombrement limités permettent un usage en diverses situations ; leur autonomie et leurs performances vont rapidement s'améliorer à tel point qu'ils supplantent souvent les ordinateurs de bureau et des dispositifs spéciaux vont être produits pour leur permettre une double vie nomade et sédentaire (cf. photo 37). Les écrans à cristaux liquides sont arrivés dans l'affichage informatique par leur canal, au tout début ils étaient très peu lumineux et bien sûr monochromes.

Ph. 32 – [1,1] Ordinateur cathodique transportable Victor, dénommé *Vicky*. Le clavier sert de couvercle pour la face écran de la machine. Pas de disque dur, simplement deux lecteurs de disquettes 5'1/4. [2,1] : Le clavier se connecte par une prise RJ45. Le numéro d'inventaire révèle un achat en 1985. On aperçoit le bouton marche/arrêt et celui du réglage de l'intensité lumineuse. [3,1] : Au dos, une solide poignée permettait un déplacement aisément. On remarquera la présence d'un dongle qui empêchait l'utilisation illicite d'un logiciel.



Ph. 33 – Un des premiers portables acquis à l'Inra, le DG One qu'utilisait Brigitte Got.



Ph. 34 – Sparc Book 2, le portable UNIX avec souris optique à trois boutons, et sacoche. Il faut admettre que ce genre de machine n'a pas connu beaucoup de succès. Unix reprendra du poil de la bête sur portable avec la montée en puissance du système d'exploitation LINUX.



Ph. 35 – Ordinateur Toshiba 1000SE et une des ses batteries (cf. aussi photo 75).



Ph. 36 – Portable DELL latitude C540 et son chargeur.



Ph. 37 – Base pour portable Dell. Cette base était fixe sur le bureau, électriquement branchée et connectée au réseau, à un écran et un clavier. L'utilisateur n'avait qu'à poser le portable sur cette base, il était immédiatement connecté sur le réseau mais aussi électriquement pour recharger sa batterie. On pouvait alors l'utiliser au travers du clavier et de l'écran externe comme un PC de bureau classique. Par rapport à la solution classique PC de bureau et portable, le gros avantage était l'utilisation du seul disque dur du portable : pas de risque d'oubli de transfert, pire de transferts dans le mauvais sens !



1.1.8 Terminaux

Cette sous-catégorie comprend 18 items au total, n'en sont présentés ici que 5 à l'aide de 6 images.

Il s'agit de postes de travail permettant de se connecter sur un ordinateur serveur, généralement distant. Le calcul ne se fait donc pas sur cette machine qui ne sert que d'interface. Au départ, les terminaux n'étaient pas standard : par exemple le Geveke (photo 39) ne permettait que le mode caractère ASCII standard (c'est-à-dire sans caractères spéciaux : tout à fait suffisant pour la programmation) ; au contraire le Tektronics (photo 40) autorisait des affichages graphiques... mais il fallait apprendre les commandes nécessaires spécifiques pour les obtenir et il n'y avait pas de possibilité de les imprimer autrement que par des recopies brutales d'écran.

Voir aussi la section §3.3.

Ph. 38 – [1,1] Console de commande dite Télécopie. [1,2] : Rouleaux encreurs pour Télécopie.



Ph. 39 – Terminal Geveke.



Ph. 40 – Terminal graphique Tektronics.



Ph. 41 – Minitel AZERTY à clavier rétractable. Spécificité française, le minitel permettait une connexion à la maison au travers de la ligne téléphonique, tout en laissant le téléphone fonctionnel.



Ph. 42 – Client léger HP Compaq t5730. A ce type de terminal étaient connectés un clavier et un écran. Silencieux, efficace et bon marché, il a été largement utilisé dans les unités du département MIA.



1.1.9 Grosses Machines

Cette sous-catégorie comprend 6 items au total, n'en sont présentés ici que 3 à l'aide de 3 images. Actuellement on dirait serveur, mais au départ les ordinateurs étaient non connectés, monotâches et de très grandes dimensions, ce qui justifie le terme de *grosse machine*.

Leurs dimensions expliquent pourquoi nous n'en avons que peu d'exemplaires dans la collection. Pour les débuts anciens, se reporter aux photos de la section §3.2.

Ph. 43 – Mitra 15 ayant servi en Biométrie Avignon. Cette machine n'a jamais atteint une vraie fonctionnalité et a été assez vite remplacée par le Mitra 125. Selon les dire de Jeanine Onillon, la programmation du simple calcul d'un coefficient de corrélation y était malaisée !



Ph. 44 – Serveur Sun Sparc 330 360 Mo sur roulettes chromées. Ce fut le premier serveur Unix du laboratoire de Biométrie de Versailles mis en service lorsque Jean-Pierre Vila en était le directeur.



Ph. 45 – Serveur de fichier en rack - un des serveurs *bananier* de MIA-Jouy, il y en a eu toute une série installés et gérés par Eric Monvert.



1.1.10 Et aussi

Cette sous-catégorie comprend 2 items au total, n'en sont présentés ici que 1 à l'aide de 2 images.

Nous plaçons ici les machines à calculer qu'il n'a pas été possible de caser dans les catégories précédentes.

Ph. 46 – [1,1] **ADDIADOR** Additionneur-soustracteur mécanique : simplement le cumul successif de valeurs grâce à un stylet et un astucieux report d'une unité dans la colonne de gauche pour la retenue. La poignée est une tirette qui remet à zéro le compteur du résultat. On observera la capacité étonnante de ce léger dispositif : Huit colonnes et donc un milliard à une unité près. Le renflement sur le bord droit permet de loger le stylet ; la housse de rangement est en cuir. [2,1] : La soustraction étant l'opération inverse de l'addition, on la trouve réalisée par le même mécanisme au dos de l'instrument grâce à une simple adaptation des échelles.



1.2 Impression

Dans cette section sont placés les items relatifs aux impressions à l'exclusion des documents.

1.2.1 Imprimantes

Cette sous-catégorie comprend 7 items au total, n'en sont présentés ici que 2 à l'aide de 4 images.

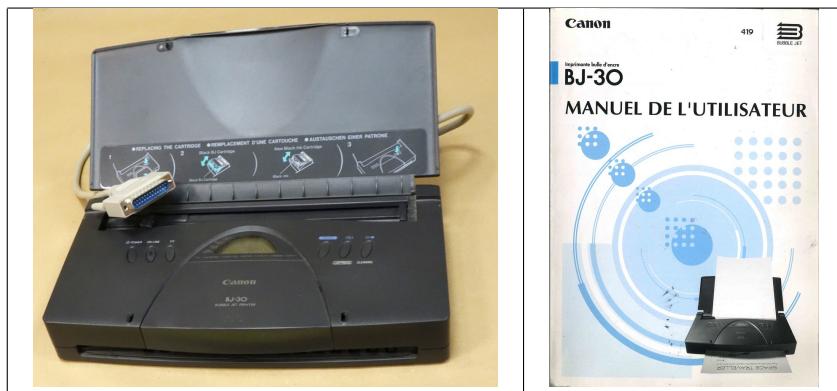
Malgré la montée depuis longtemps annoncée du tout numérique, la *sortie papier* a longtemps gardé une place essentielle dans le calcul numérique. Les imprimantes de salles de calcul étaient de vrais meubles ; dites à marteaux ou à chaîne, elles devaient être enfermées dans un coffre antibruit, il était néanmoins très pénible de tenir une conversation à proximité lorsqu'elles imprimaient (cf. la section §3.2).

Longtemps l'impression s'est faite sur papier continu, préplié en zig-zag, entraîné par des bords troués détachables. L'impression sur feuilles individuelles, progressivement en recto-verso, s'est peu à peu généralisée du fait de sa grande commodité.

Ph. 47 – [1,1] Imprimante à aiguilles Dataproducts. La qualité de l'impression dépendait de la taille de la matrice d'aiguilles et aussi de la fraîcheur du ruban encreur. [1,2] : Lot de cartouches pour imprimante à aiguilles. Une bobine de chaque côté permettait le déroulement alternatif d'un sens et de l'autre du ruban.



Ph. 48 – [1,1] Imprimante Canon jet d'encre noir transportable (mais elle ne fonctionnait que sur le secteur). La technique jet d'encre était plus silencieuse mais surtout permit l'accès à la couleur de manière efficace au niveau des postes individuels. [1,2] : Manuel d'utilisation de l'imprimante Canon BJ-30.



1.2.2 Consommables

Cette sous-catégorie comprend 5 items au total, n'en sont présentés ici que 0 à l'aide de 0 images.

Il s'agit de rubans encreurs et de rouleaux de papier pour calculatrices tels qu'on peut en voir en photo 47, photo 38 et photo 26.

1.2.3 Et aussi

Cette sous-catégorie comprend 2 items au total, n'en sont présentés ici que 0 à l'aide de 0 images.

Il s'agit de deux bandes buvard pour le nettoyage des têtes d'impression d'imprimante Texas-Instrument (photo 26).

1.3 Parties de Machines à Calculer

Dans cette section sont placés les items matériels que l'on peut considérer comme des pièces de machines à calculer.

1.3.1 Ecrans de Visualisation

Cette sous-catégorie comprend 7 items au total, n'en sont présentés ici que 3 à l'aide de 5 images.

Ph. 49 – [1,1] Écran de terminal Challenge, à l'affichage monochrome jaune vif. [1,2] : Clavier de terminal Challenge. [1,3] : Manuel de l'utilisateur d'une console Challenge 3000. Ce type de matériel a fait l'objet d'un achat massif de la part de la *Mission Informatique* de l'Inra alors que le serveur scientifique central pour tout l'Inra était le *Multics* ; on pouvait lui adjoindre une imprimante Dataproduct (cf. photo 47) mais rares étaient ceux qui en étaient dotés. Beaucoup d'yeux ont été usés par son affichage agressif.



Ph. 50 – Ecran pivotable horizontal/vertical. L'avantage de pouvoir mettre l'écran en position verticale était de mieux s'adapter au format d'une feuille de papier lorsqu'on se servait d'un traitement de texte. Bien sûr, il fallait que le logiciel offre la possibilité de la rotation correspondante de son affichage.



Ph. 51 – Écran plat première génération.



1.3.2 Claviers

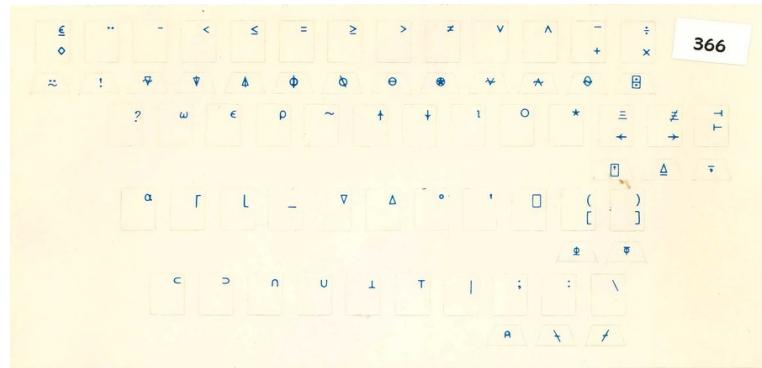
Cette sous-catégorie comprend 14 items au total, n'en sont présentés ici que 4 à l'aide de 4 images.

Malgré son aspect bien normalisé en disposition et en dimensions, la variété des claviers reste grande. Au départ les *vrais* informaticiens n'acceptaient que des claviers anglo-saxons QWERTY car pour la programmation les caractères accentués sont inutiles, par contre les crochets et autres accolades très fréquents. Cependant, l'AZERTY a fini par se généraliser. Les claviers se différenciaient aussi beaucoup par leur toucher et le bruit. Une mention particulière, dans le contexte du calcul scientifique, doit être apportée à propos des caractères APL, nombreux et en partie superposables. Il était nécessaire de compléter la gravure des touches par de petits auto-collants apposés sur leur front (cf. photo 52 et photo 53) : bien-sur cela supposait que les touches présentent ce front, mais c'était le cas de tous les claviers anciens.

Ph. 52 – Clavier avec pastilles APL collées manuellement sur le front des touches.



Ph. 53 – Planche d'autocollants des symboles APL pour mettre sur le front des touches d'un clavier standard.



Ph. 54 – Clavier IBM.



Ph. 55 – Clavier de portable Dell latitude 6430, résultat d'un démontage pour échange.

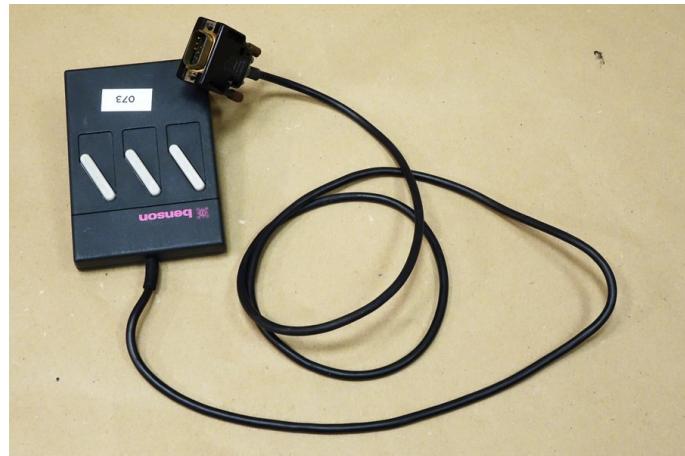


1.3.3 Souris

Cette sous-catégorie comprend 6 items au total, n'en sont présentés ici que 3 à l'aide de 3 images.

La variété des dispositifs de pointage, le plus souvent la célèbre *souris*, a été beaucoup plus grande que celle des claviers. Une des raisons est sans doute que les constructeurs essayaient de se démarquer de leurs concurrents. Citons le troisième bouton, la souris sans fil, la boule remplacée par un rayon laser qui dispensait du tapis, la roulette...

Ph. 56 – Souris Benson à trois boutons et boule métallique.



Ph. 57 – Lot de souris diverses avec un tapis neuf.



Ph. 58 – Tapis de souris. Cet accessoire a donné lieu à de nombreuses personnalisations, ici la publicité d'un assembleur de PC.



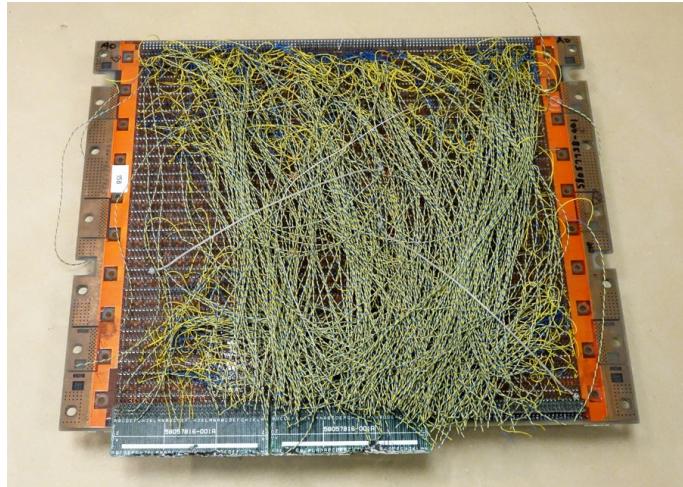
1.3.4 Cartes Mères

Cette sous-catégorie comprend 9 items au total, n'en sont présentés ici que 2 à l'aide de 2 images.

La carte mère est un peu la plate-forme centrale d'un ordinateur personnel. Il s'agit d'une plaque sur laquelle sont rassemblés un grand nombre de circuits intégrés permettant

la connexion des organes de la machine (processeur, mémoire, disque dur, antenne WiFi, connecteurs divers,...).

Ph. 59 – Morceau de carte mère de Multics Inra récupéré et offert par Philippe Auclair.



Ph. 60 – Carte mère de PC avec processeur Pentium4 Intel 2.80GHz démonté.



1.3.5 Processeurs

Cette sous-catégorie comprend 10 items au total, n'en sont présentés ici que 3 à l'aide de 3 images.

L'évolution des processeurs est probablement la plus marquante des évolutions des composants informatiques, même si elle n'est pas la plus visible puisque cette pièce est enfouie dans les entrailles de la machine. Si on considère le cas des ordinateurs personnels, au départ les processeurs étaient de taille modeste, ils ont terriblement grossis (et leur dispositif de refroidissement encore plus) sur les cartes mère, ce qui les a rendu très repérables. Il faut ajouter qu'ils se sont multipliés avec les machines à coeurs multiples et l'accomplissement de tâches dédiées, autres que le calcul.

L'histoire du Pentium bogué mérite d'être évoquée ici. Vers le milieu de années 1990, le fondateur Intel avait sorti un nouveau processeur, le pentium, plus puissant que ces prédecesseurs. Mais il présentait un défaut de circuit qui rendait fausse une opération utilisée de manière très peu fréquente. Il a été décidé de le produire tel quel imaginant que cela n'aurait pas de vraie conséquence. Malheureusement pour eux, un chercheur en arithmétique, qui pratiquait du calcul exact a découvert le problème. Une campagne d'opinion s'est déchaînée contre Intel qui a commencé à nier l'erreur... mais il suffisait de faire une multiplication avec la calculatrice de MS-Windows entre deux chiffres positifs : si on obtenait un résultat négatif, c'est qu'on disposait un processeur defectueux ! Finalement Intel capitula et offrit l'échange gratuit à tous ceux qui en faisaient la demande. Entre-temps, certains compilateurs, comme le Pascal Borland, détectaient et contournaient la faille pour produire des résultats exacts. On dit qu'Intel jugea plus prudent de s'adjointre les services de l'arithméticien pour tester à l'avenir ses futurs processeurs.

Ph. 61 – Processeur de grosse machine IBM doté d'un dispositif de refroidissement impressionnant et huilé - don de Gérard Struxiano.



Ph. 62 – Processeur Pentium bogué - utilisé et changé sur un PC utilisé par J.-B. Denis.



Ph. 63 – Processeur de PC. On notera la disproportion entre le processeur et son radiateur.

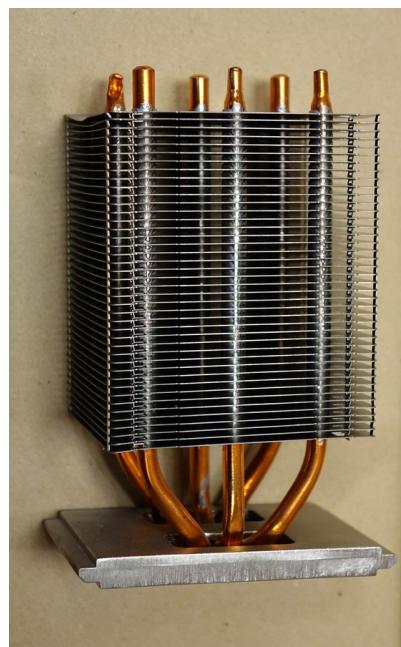


1.3.6 Refroidissements

Cette sous-catégorie comprend 5 items au total, n'en sont présentés ici que 2 à l'aide de 2 images.

L'augmentation de la fréquence des processeurs impliquait une dépense énergétique accrue et donc un échauffement qui finalement devenait le facteur limitant. Pour y pallier, différents dispositifs ont été mis en œuvre comme le ventilateur et le radiateur. L'inconvénient des ventilateurs comme celui présenté en photo 65 était que la poussière s'y agglutinait et que son roulement finissait par gripper. Il était conseillé de le dépoussiérer régulièrement, et de le changer lorsqu'il devenait trop bruyant. Cette question du refroidissement était difficile pour les portables, directement associée à celle de la fourniture d'énergie. Certains portables permettaient la limitation de la fréquence manuellement : de fait la fréquence la plus faible suffisait pour taper confortablement un texte !

Ph. 64 – Radiateur à coller sur un processeur. On note l'utilisation du cuivre pour une meilleure conduction de la chaleur.



Ph. 65 – Ventilateur pour unité centrale.



1.3.7 Disques Durs

Cette sous-catégorie comprend 22 items au total, n'en sont présentés ici que 5 à l'aide de 5 images.

Le stockage des données, et les logiciels sont des données particulières, est un point capital dans la progression des moyens de calcul. Le disque dur, qui lui aussi s'est progressivement grandement amélioré en capacité et miniaturisation, a été et reste une des meilleures solutions. Fiable, il permet un accès direct des données par la combinaison de la rotation du disque et du déplacement du bras de lecture (cf. la section §3.1). Il n'était pas rentable de produire des disques sans défaut, et à une époque chaque disque comprenait une liste de secteurs défectueux (imprimés sur leur dos) qui n'étaient pas utilisés.

Ph. 66 – Disque dur au sens strict provenant de l'ouverture d'un disque du type photo 68



Ph. 67 – Disque dur amovible mitra 125 - biométrie Versailles ; son diamètre est de 37 cm. Le capot quasi-transparent laisse apparaître un empilement de quatre disques durs.



Ph. 68 – Lot de 8 disques durs amovibles pour IBM 1130 ; leur diamètre est de 37 cm. Chacun ne contient qu'une seule *galette*, c'est à dire un seul disque comme celui présenté en photo 66. La capacité tournait autour de 2.4 Mo, c'est-à-dire moins du double de celle d'une disquette de trois pouces et demi.



Ph. 69 – Ce disque dur de serveur était utilisé pour l'informatique administrative de l'Inra. Il présente une curieuse similitude avec un moteur de 2CV avec les têtes de lecture en guise de cylindres à plat ! On distingue bien au centre les neuf disques individuels qui le constituent. Il a été placé dans la collection par Stéphane Paris.



Ph. 70 – Disque dur de PC ouvert : la mobilité des bras de lecture piloté par un petit moteur électrique est bien compréhensible. Il y a trois disques empilés.

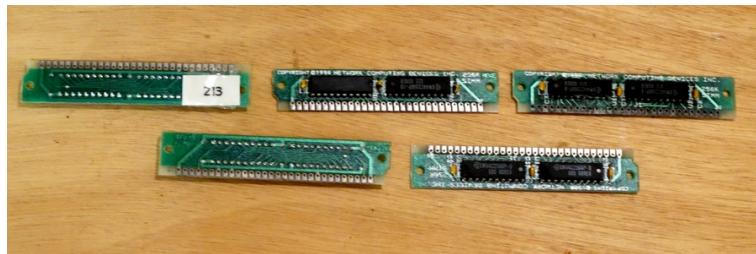


1.3.8 Mémoires

Cette sous-catégorie comprend 4 items au total, n'en sont présentés ici que 1 à l'aide de 1 images.

La capacité de la mémoire n'est pas figée pour un modèle d'ordinateur donné. Pour les ordinateurs personnels, la carte mère comprend plusieurs emplacements où peuvent être placées des barrettes mémoire de différentes capacités. Mais toutes les combinaisons ne sont pas possibles, il faut souvent des barrettes homogènes et bien entendu, la même capacité revient plus cher sur une barrette unique que sur plusieurs barrettes, d'où des calculs d'optimisation économique difficiles à trancher pour prévoir les évolutions.

Ph. 71 – Barrettes de mémoire enfichables.



1.3.9 Lecteurs

Cette sous-catégorie comprend 10 items au total, n'en sont présentés ici que 3 à l'aide de 3 images.

Ph. 72 – Lecteur de cassettes et une cassette qui n'est rien d'autre qu'une bande magnétique encapsulée.



Ph. 73 – Lecteur de CD et de disquettes trois pouces et demi pour ordinateur personnel de bureau.



Ph. 74 – Lecteur de disquette trois pouces et demi amovible pour ordinateur personnel portable.



1.3.10 Batteries

Cette sous-catégorie comprend 4 items au total, n'en sont présentés ici que 1 à l'aide de 1 images.

Les batteries des portables n'étaient pas toujours très puissantes et s'épuisaient assez vite, d'autant plus si on se livrait à des calculs intensifs. Une parade consistait à disposer d'une série de batteries chargées à sa disposition.

Ph. 75 – Trois batteries amovibles et leur chargeur indépendant pour la machine Toshiba représentée en photo 35.



1.3.11 Alimentations

Cette sous-catégorie comprend 7 items au total, n'en sont présentés ici que 1 à l'aide de 1 images.

Probablement pour des raisons d'affichage (proposer des machines plus petites et moins lourdes sur le papier) mais aussi pour une question de dissipation de la chaleur, les alimentations des ordinateurs portables sont, à de très rares exceptions près (chez Compaq), externes. Ce qui pouvait parfois poser quelques difficultés lors d'oublis !

Ph. 76 – Lot de blocs d'alimentation pour portables.



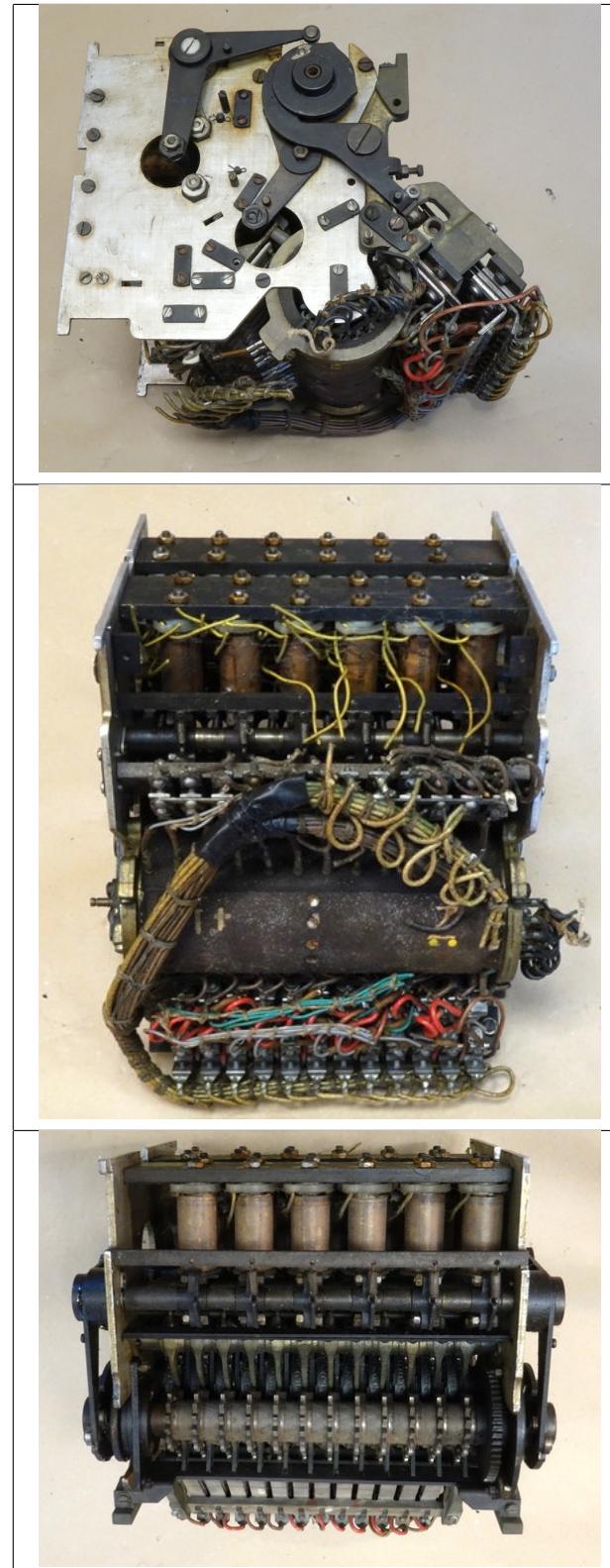
1.3.12 Autres Types de Pièces

Cette sous-catégorie comprend 7 items au total, n'en sont présentés ici que 3 à l'aide de 5 images.

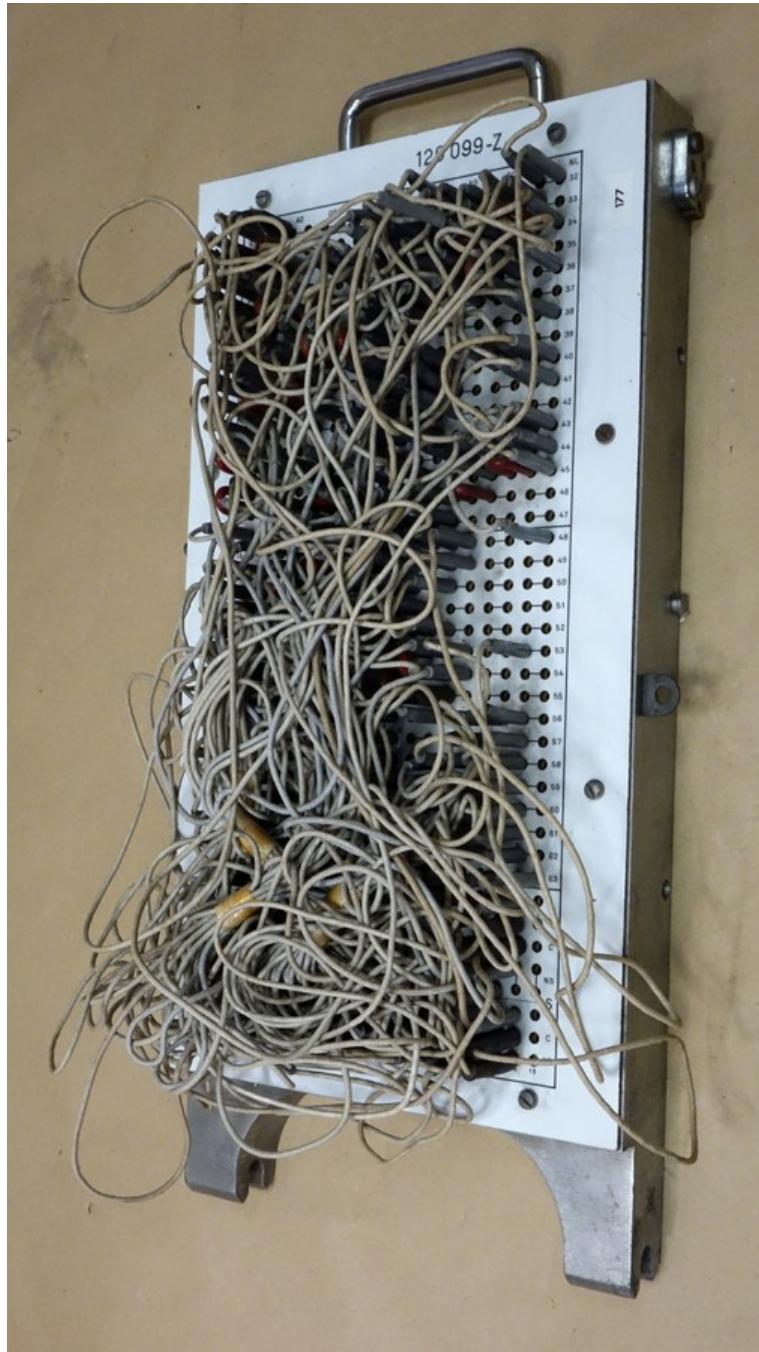
Ph. 77 – Vis à montages de cartes dans les slots des PC plus une connexion T pour câble éthernet. Elles rappellent qu'à une certaine époque, une part de bricolage faisait partie de l'usage des ordinateurs.



Ph. 78 – [1,1] Bloc de calcul électro-mécanique à engrenages (vue de côté). [2,1] : Bloc de calcul électro-mécanique à engrenages (vue de dessous). [3,1] : Bloc de calcul électro-mécanique à engrenages (vue de face).



Ph. 79 – Matrice de programmation par bretelles enfichées de Gamma Bull (se reporter à la section §3.2 pour quelques détails).



1.4 Connexions

Dans cette section sont placés les items matériels dont le rôle est la connexion (au sens large) avec un dispositif à calculer. On pourrait croire que cette perspective est un peu dérisoire en regard des autres, en fait elle est capitale. Dès le départ, et encore plus maintenant, l'informatique a reposé sur la connexion d'éléments divers. Même à l'époque des salles de calculs initiales (cf. la section §3.2) de gros câbles reliaient les divers modules, qu'ils soient ou non cachés sous un faux plancher.

1.4.1 Fils

Cette sous-catégorie comprend 11 items au total, n'en sont présentés ici que 3 à l'aide de 3 images.

Ph. 80 – Nappes de connexion sur carte mère de périphériques, en général des disques durs.



Ph. 81 – Câble de connexion série à double brochage pour s'adapter à diverses situations.



Ph. 82 – Connecteur port série 25 broches femelle - 9 broches mâle + câble pour connexion à imprimante.



1.4.2 Interfaces Matérielles

Cette sous-catégorie comprend 11 items au total, n'en sont présentés ici que 3 à l'aide de 3 images.

Ph. 83 – Carte d'extension destinée à des portables, dite *PCMCIA* de connexion au réseau par RJ45.



Ph. 84 – Connecteur entre port série et câble coaxial sur port série, dite *transceiver*, contraction de *TRANSMITTER* et de *RECEIVER*.



Ph. 85 – Deux connecteurs au réseau.



1.4.3 Concentrateurs

Cette sous-catégorie comprend 8 items au total, n'en sont présentés ici que 4 à l'aide de 5 images.

Ph. 86 – Modem Telsat 300 bauds. Ce type de matériel permettait de se connecter sur un serveur au travers du réseau téléphonique. Lorsque la connexion devait être très fiable, on passait un contrat pour une *ligne spécialisée*, c'est-à-dire une ligne téléphonique réputée de continuité physique (sans interrupteur ou dériver).



Ph. 87 – [1,1] Pad concentrateur (vue de face). On remarque la cassette permettant de recharger le système de la machine. Il fallait l'utiliser en cas d'arrêt, par exemple suite à une simple panne de courant. [2,1] : Pad concentrateur (vue arrière). Ce type de matériel était placé à l'arrivée d'un câble dans un bâtiment et multiplexait les postes de travail.



Ph. 88 – Multiplexeur de prises série.



Ph. 89 – Switch à deux voies pour connexion de type 'série'.



1.5 Moyens de Stockage

Dans cette section sont placés les items spécifiques au stockage de données (au sens très large). Des indications plus générales sont fournies en section 3.1.

1.5.1 Cartes Perforées

Cette sous-catégorie comprend 6 items au total, n'en sont présentés ici que 1 à l'aide de 1 images.

Se reporter à la section §2.8 pour quelques développements à leur sujet.

Ph. 90 – Cartes perforées et disquettes cinq pouces un quart de stockage des données.



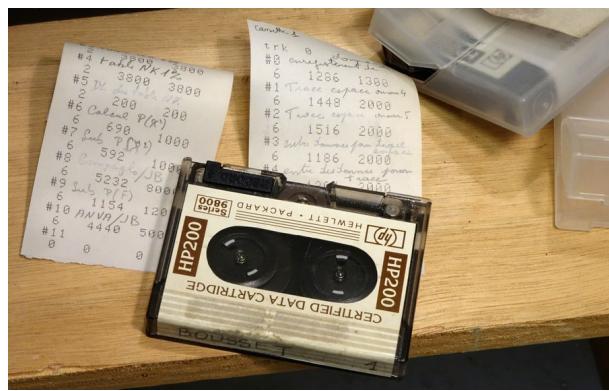
1.5.2 Bandes Magnétiques

Cette sous-catégorie comprend 11 items au total, n'en sont présentés ici que 2 à l'aide de 2 images.

Ph. 91 – Bande magnétique de stockage de données.



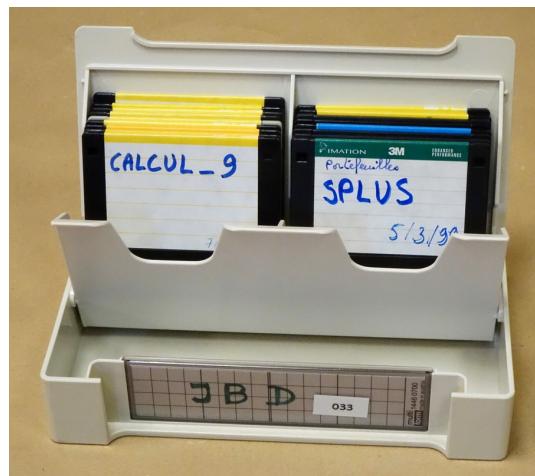
Ph. 92 – Lots de cassettes de programmes HP.



1.5.3 Disquettes Magnétiques

Cette sous-catégorie comprend 22 items au total, n'en sont présentés ici que 2 à l'aide de 2 images.

Ph. 93 – Boîte plastique pour transport de disquettes rigides trois pouces et demi.



Ph. 94 – Boîtes de disquettes souples de sauvegarde.



1.5.4 Autres Types de Stockage

Cette sous-catégorie comprend 5 items au total, n'en sont présentés ici que 2 à l'aide de 2 images.

Ph. 95 – Lot de disques magnéto-optiques.



Ph. 96 – Ensemble de CD Rom de sauvegarde.



1.6 Logiciels

Dans cette section sont placés les items spécifiques à l'installation de divers logiciels. Elle est très incomplète, d'autant plus qu'il y a [eu] beaucoup plus de logiciels que de matériels. Elle a cependant le mérite d'exister pour rappeler leur importance dans la pratique informatique.

1.6.1 Applications

Cette sous-catégorie comprend 3 items au total, n'en sont présentés ici que 2 à l'aide de 2 images.

Ph. 97 – Cartes magnétiques préprogrammées et programmables pour calculatrices TI.



Ph. 98 – CD d'installation de SPlus 2000 (logiciel commercialisé, précurseur de **R** logiciel libre qui l'a finalement coulé).



1.6.2 Langage de Programmation

Cette sous-catégorie comprend 2 items au total, n'en sont présentés ici que 1 à l'aide de 1 images.

Ph. 99 – Ensemble de disquettes d'installation de l'APL Dyalog pour Windows.



1.6.3 Systèmes d'Exploitation

Cette sous-catégorie comprend 8 items au total, n'en sont présentés ici que 2 à l'aide de 2 images.

Ph. 100 – Kit de système d'exploitation DR DOS 5.0 - deux types de disquettes et deux manuels.



Ph. 101 – Windows 98 pour un nouveau PC.

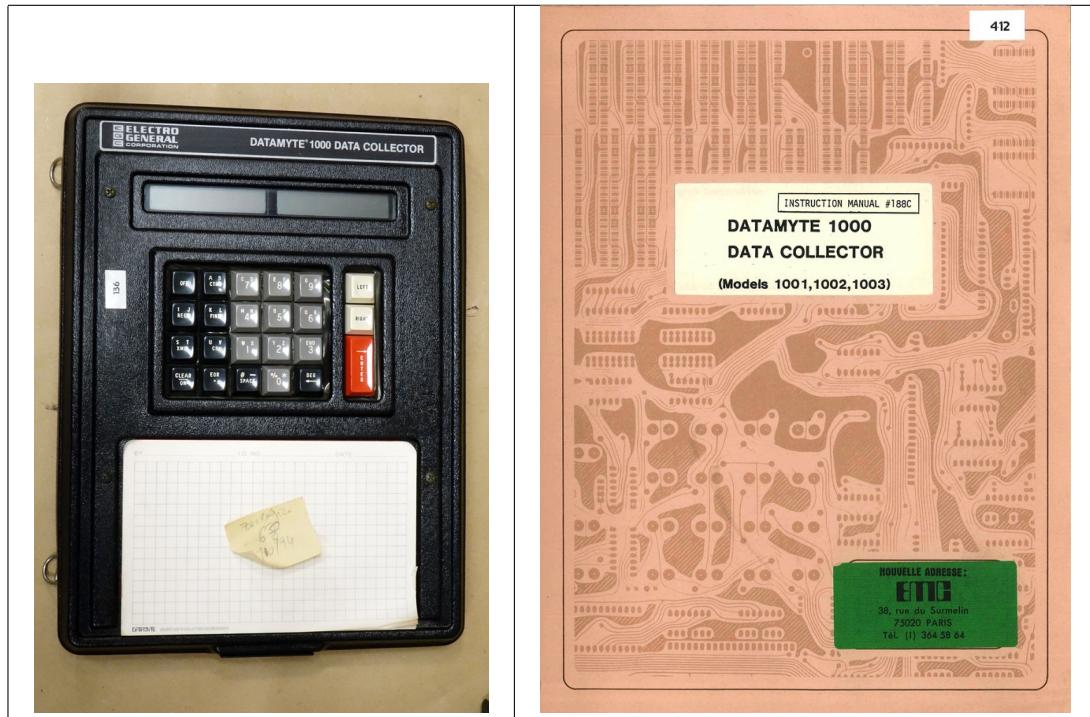


1.7 Autres Types de Matériels

Cette sous-catégorie comprend 12 items au total, n'en sont présentés ici que 3 à l'aide de 4 images.

Dans cette section sont placés les items matériels non encore placés dans les sections précédentes.

Ph. 102 – [1,1] Appareil de saisie de données en plein champ (DataMyte 1000). [1,2] : Manual d'instruction du DataMyte 1000.



Ph. 103 – Dongle pour StatGraphics. Les dongles comme celui-ci devait se placer sur le port parallèle d'un ordinateur personnel pour utiliser un logiciel payant (ici Statgraphics), empêchant ainsi une double utilisation simultanée. Ce type de dongle se comportait comme une rallonge, on pouvait donc connecter un périphérique à la suite, généralement une imprimante. Malheureusement, on ne pouvait pas superposer deux dongles et donc utiliser sans les brancher/débrancher deux logiciels qui les exigeaient. Il est vrai qu'au temps des dongles, on n'utilisait qu'un logiciel à la fois (pas d'usage multitâche).



Ph. 104 – Règles de fractions de pouces (utilisées pour concevoir les sorties d'imprimantes à marteaux dont tous les caractères étaient de largeur identiques ne comportant que des majuscules).



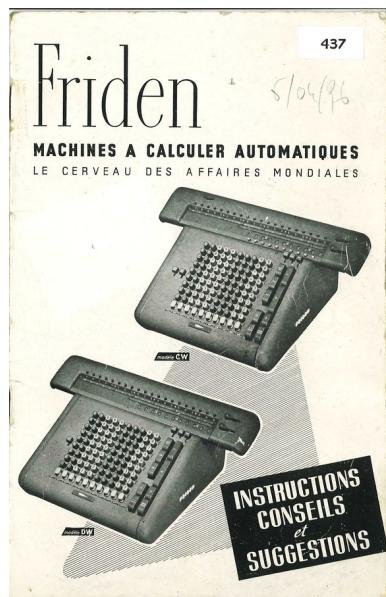
1.8 Documentation

Dans cette section sont réunis les documents, et plus généralement documentations, relatifs à des items matériels de la collection. Le manque de correspondance suffisante entre les items matériels et les items documentation de la collection a conduit à ce qu'on les considère comme des items indépendants.

1.8.1 Calculatrices de Bureau

Cette sous-catégorie comprend 10 items au total, n'en sont présentés ici que 3 à l'aide de 3 images.

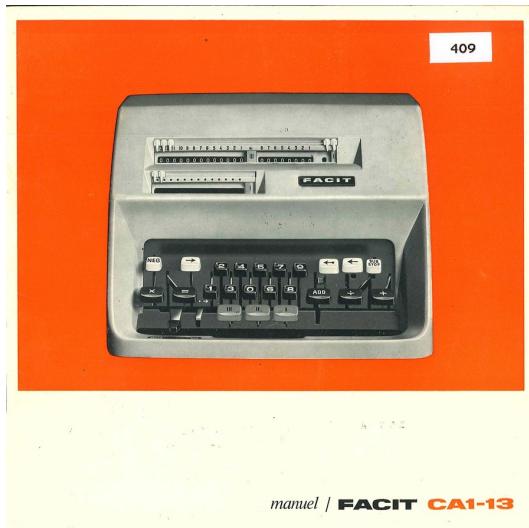
Ph. 105 – Instructions pour additionneuses à compteurs Friden.



Ph. 106 – Description publicitaire d'une Monroe model 1710 (calculateur électronique à affichage lumineux).



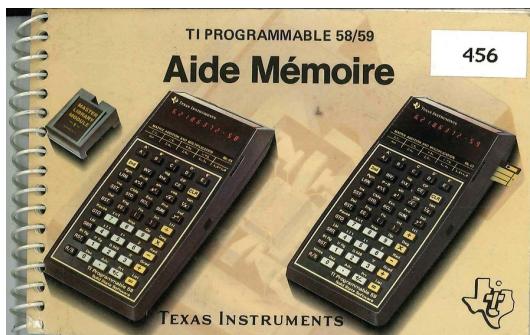
Ph. 107 – Notice d'utilisation d'une FACIT CA1-13 (à compteurs).



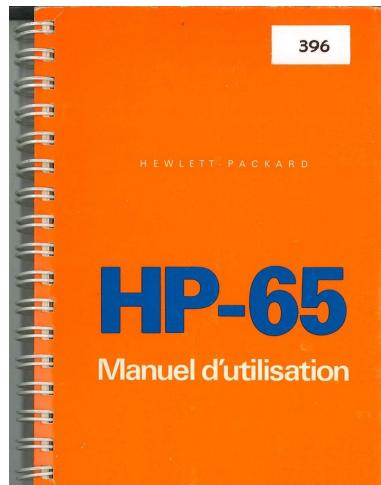
1.8.2 Calculettes

Cette sous-catégorie comprend 26 items au total, n'en sont présentés ici que 5 à l'aide de 5 images.

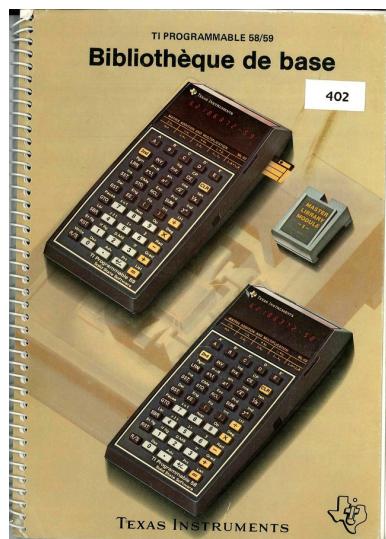
Ph. 108 – Aide mémoire pour les TI programmables 58/59.



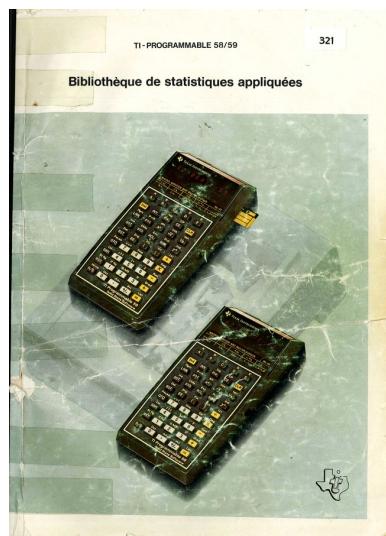
Ph. 109 – Manuel d'utilisation de la HP-65.



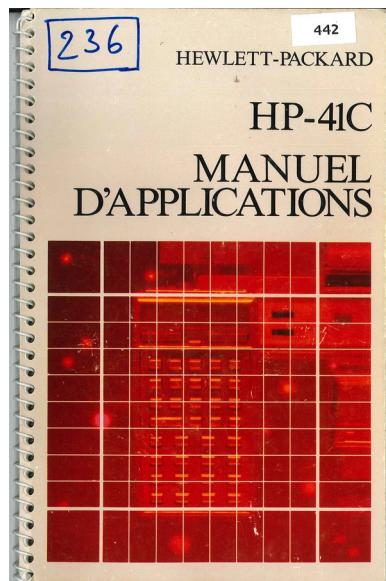
Ph. 110 – Bibliothèques de base des TI 58/59.



Ph. 111 – Bibliothèque de fonctions statistiques pour TI 58/59.



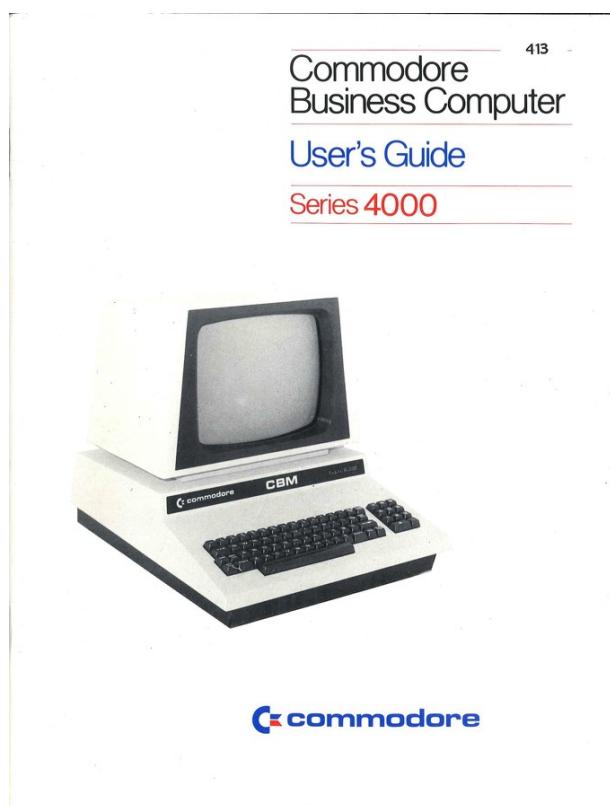
Ph. 112 – Manuel d'applications de la calculette HP-41C.



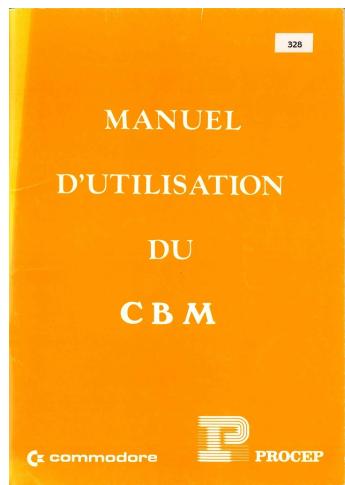
1.8.3 Ordinateurs

Cette sous-catégorie comprend 13 items au total, n'en sont présentés ici que 4 à l'aide de 4 images.

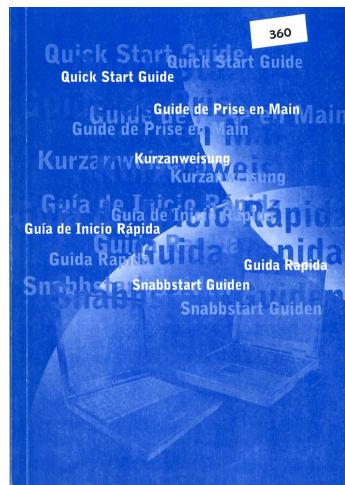
Ph. 113 – Guide de l'usager d'un Commodore Business Computer.



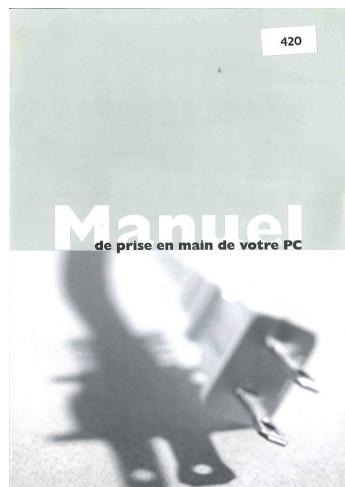
Ph. 114 – Manuel du CBM pour le Commodore.



Ph. 115 – Guide de prise en main rapide d'un portable NEC.



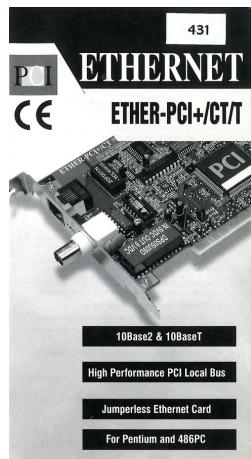
Ph. 116 – Manuel de prise en main d'un PC.



1.8.4 Matériels non Calculateur

Cette sous-catégorie comprend 27 items au total, n'en sont présentés ici que 1 à l'aide de 1 images.

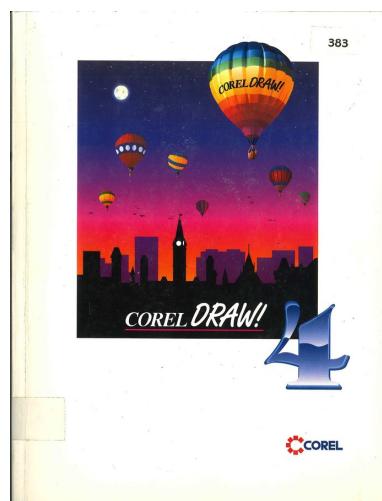
Ph. 117 – Notice d'utilisation d'une carte de connexion ethernet.



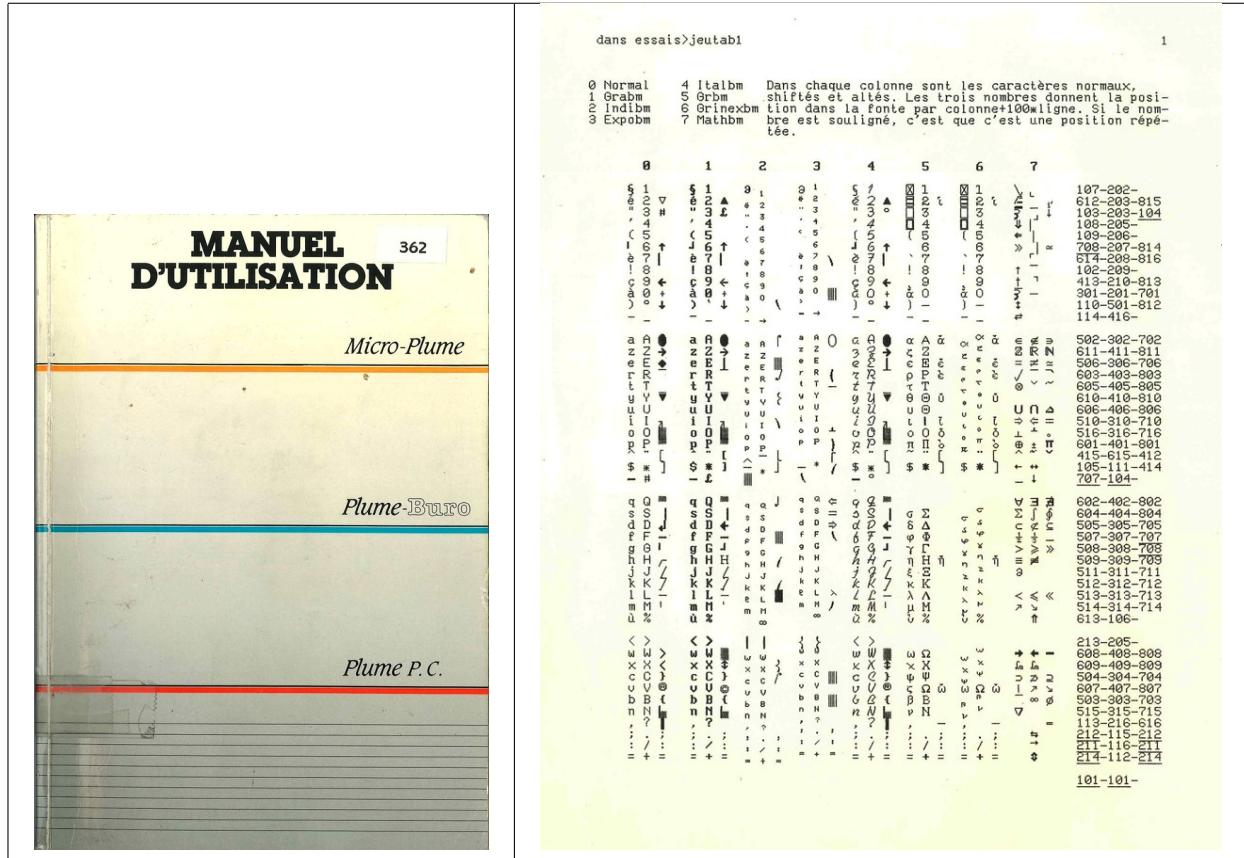
1.8.5 Applications

Cette sous-catégorie comprend 16 items au total, n'en sont présentés ici que 5 à l'aide de 6 images.

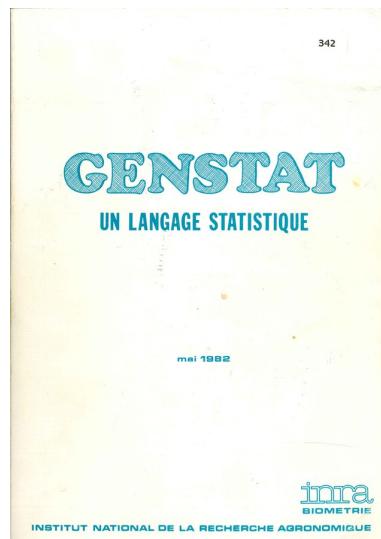
Ph. 118 – Guide d'utilisation de Corel Draw (dessinateur vectoriel).



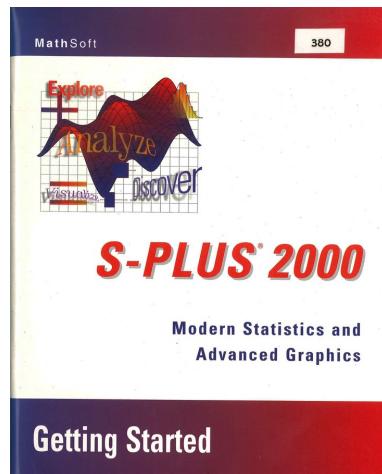
Ph. 119 – [1,1] Manuel d'utilisation du traitement de texte mathématique Micro-Plume. [1,2] : Sortie de codage des caractères pour Micro-Plume. Ce logiciel était assez performant à une époque et permettait l'édition de formules mathématiques. Il n'a pas survécu à l'évolution du matériel car il était inféodé aux imprimantes matricielles de dimension fixée par une représentation bitmap des caractères, éventuellement joints pour dessiner les grands symboles.



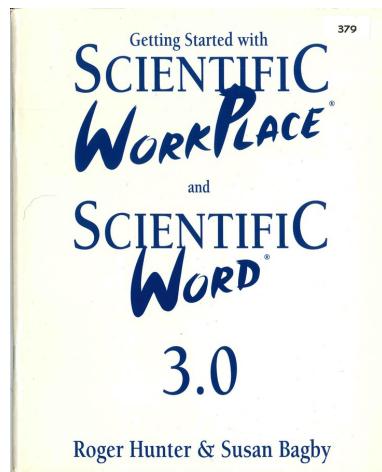
Ph. 120 – Genstat : un langage statistique. Il s'agit du manuel français rédigé par des statisticiens du département autour de Richard Tomassone, sous le contrôle de John Nelder.



Ph. 121 – Manuel d'initiation à S-Plus 2000 (cf. photo 98).



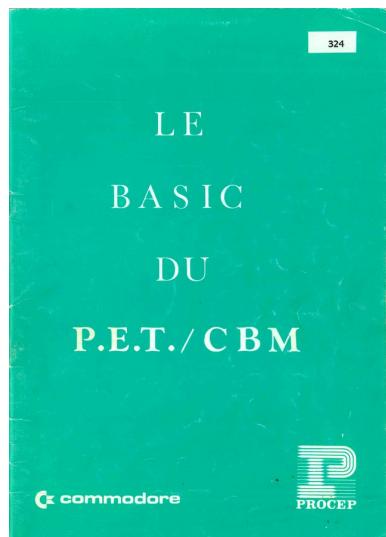
Ph. 122 – Manuel d'initiation à *Scientific Work Place* (traitement de texte basé sur Latex interfacé avec le calculateur formel Maple).



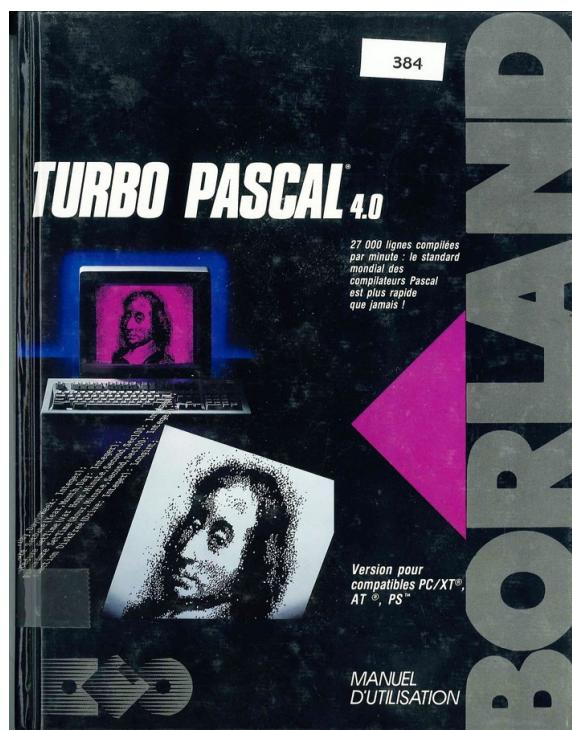
1.8.6 Langages de Programmation

Cette sous-catégorie comprend 21 items au total, n'en sont présentés ici que 3 à l'aide de 3 images.

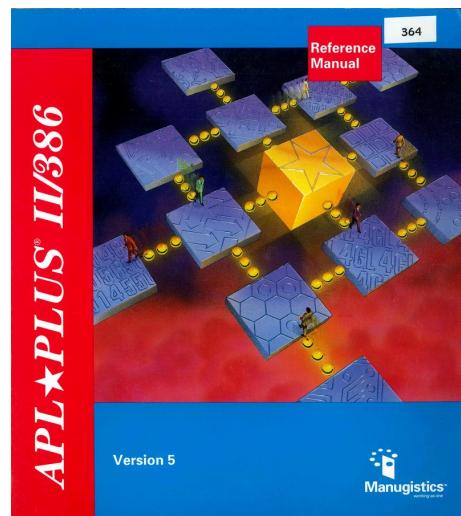
Ph. 123 – Le Basic du Commodore.



Ph. 124 – Guide d'utilisation de TurboPascal, version 4. TurboPascal de Borland avait fait un tabac auprès des programmeurs d'ordinateurs personnels (en particulier la version 3), c'était un concurrent direct du Basic de Microsoft. Une revue française, *Pascalissime*, s'est consacrée plusieurs années aux finesses qu'il permettait.



Ph. 125 – Manuel de référence d'APL Plus.



1.8.7 Systèmes d'Exploitation

Cette sous-catégorie comprend 8 items au total, n'en sont présentés ici que 0 à l'aide de 0 images.

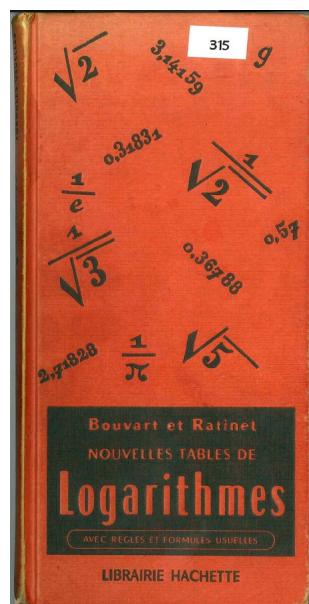
1.8.8 Informatique

Cette sous-catégorie comprend 3 items au total, n'en sont présentés ici que 0 à l'aide de 0 images.

1.8.9 Mathématiques

Cette sous-catégorie comprend 4 items au total, n'en sont présentés ici que 1 à l'aide de 1 images.

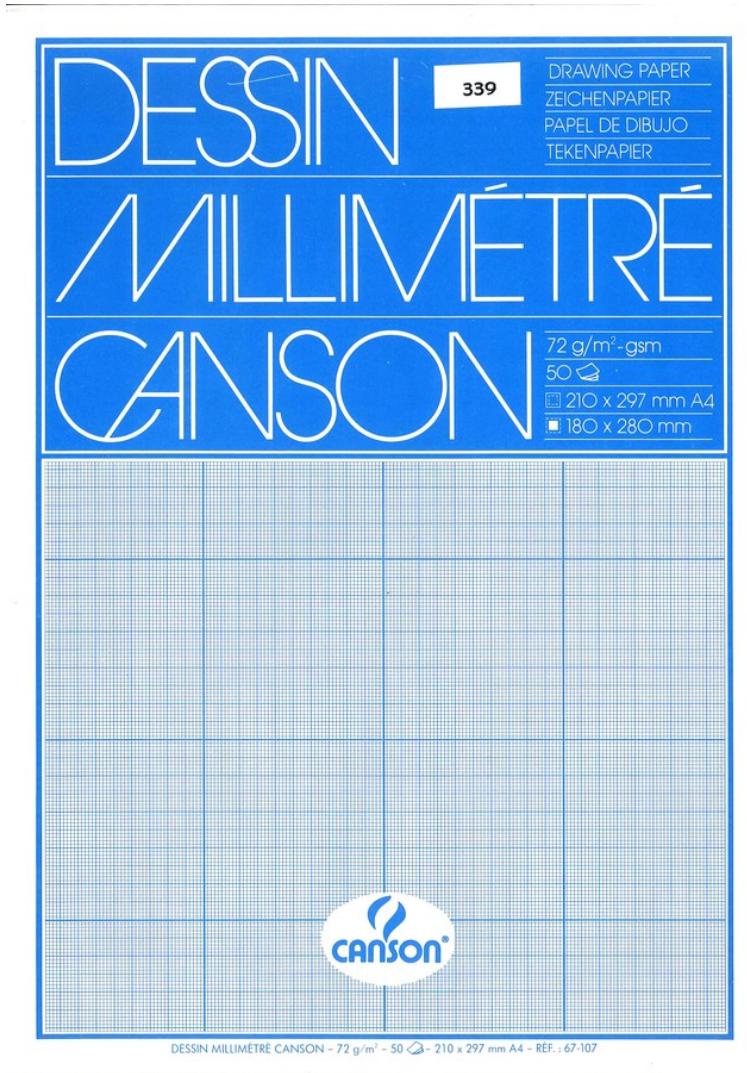
Ph. 126 – Tables logarithmiques et autres (1957-1962).



1.8.10 Autres Types de Documents

Cette sous-catégorie comprend 22 items au total, n'en sont présentés ici que 1 à l'aide de 1 images.

Ph. 127 – Bloc de papier millimétré. Longtemps les résultats numériques ont été représentés graphiquement à la main, par exemple sur du papier millimétré comme celui-ci, souvent décoré par de petits décalcomanies élégants dénommés *LetraSets*.



2 Quelques Pièces Prestigieuses

La plupart des pièces de la collection sont modestes et de peu de valeur intrinsèque, ce qui en fait l'intérêt c'est de les voir réunies dans une perspective qui permet un regard synthétique de l'évolution de l'outil informatique du point de vue des praticiens du calcul numérique. Cependant quelques pièces ressortent du lot. Dans cette section, qu'il faudra poursuivre, nous commençons de les mettre en valeur.

2.1 Le Rouleau Calculateur

Il s'agit en fait d'une variante de la règle à calculer classique (cf. §1.1.1) mais pour garder une place raisonnable à des échelles logarithmiques de grande dimension, elles ont été tronçonnées en petits segments qui sont reportés d'une part sur les génératrices d'un cylindre intérieur, d'autre part sur celles d'un tube à claires-voies qui entoure le cylindre. Pour calculer le produit ab , le 1 du tube est positionné sur le a du cylindre et pour y lire le produit ab , on se reporte en face du b du tube, appliquant la relation classique $\text{Log}(ab) = \text{Log}(a) + \text{Log}(b)$.

L'exemplaire de la CMC comporte 15 génératrices, les segments sur le cylindre font 25 cm : théoriquement ce rouleau calculateur équivaut à une règle de 3.75 mètres de long. Dans la pratique, c'est moins que cela car le tube à claires-voies n'est pas très rigide. De plus, pour des raisons de construction, il ne peut pas dépasser le cylindre comme le fait la règle glissante par rapport à la règle fixe, et seulement la moitié de la longueur du cylindre est utilisable.

Il n'en reste pas moins que c'est un bel objet et tout à fait original. Sur la vue de détail (photo 128), on peut observer que les graduations varient en fonction du niveau de l'échelle. Malheureusement, on s'aperçoit aussi que la peinture du rouleau se détériore et que la lecture des graduations du tube est devenue quasi-impossible.

Ph. 128 – [1,1] Le Rouleau Calculateur (vue d'ensemble). [2,1] : Le Rouleau Calculateur (vue de détail).



2.2 d'Avant la Première Guerre

Calculatrice Burroughs 1914. Sans doute une des plus belles pièces de notre collection. Classée dans la série des *calculatrices mécaniques manuelles* car elle comporte bien une manivelle sur la droite, elle disposait aussi d'un moteur électrique (110 V). Peu ordinaire pour une machine de cette époque, elle est dotée d'un dispositif d'impression. Les côtés de sa carrosserie sont en verres bisautés, sans doute pour admirer la complexité des rouages et surtout pour plus facilement détecter les causes de blocage et faciliter les réparations.

Ph. 129 – Additionneuse Burroughs



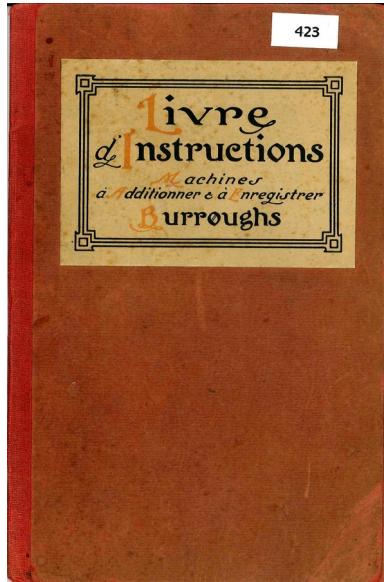
Ph. 130 – [1,1] Le mécanisme interne visible de tous côtés [2,1] : Des pieds fixes substituables par des roulettes à l'aide d'une seule poignée, pour aider aux déplacements.



Ph. 131 – [1,1] Le clavier de boutons gravés. [1,2] : Le mécanisme d'entraînement pour les rouleaux ou les bordereaux d'impression. [2,1] : Le front avant vitré ; on remarque sur la gauche la tablette de bois pour disposer les documents servant aux entrées des calculs. La machine est bien britannique mais le chariot vient des Etats-Unis. [2,2] : La plaque signalétique du moteur électrique.



Ph. 132 – Livre d’instructions de l’additionneuse Burroughs (photo 129). On y apprend à sortir la machine de sa caisse en bois et à ne jamais oublier de pratiquer la réinitialisation avant de faire les additions. Il est précisé que ces machines existent pour différents nombres de colonnes de touches (donc de chiffres significatifs) : la nôtre en comporte 11, mais il peut y en avoir 6, 7, 9, 13, 15 et même 17 !



2.3 La Divine Divisumma

Cette machine a trôné sur les bureaux des experts comptables durant des années. Elle a bien entendu aussi été utilisée dans les bureaux d’étude et dans les centres de recherche. Une caractéristique importante par rapport aux premières calculatrices électriques était que la mise en colonne se faisait de manière automatique. Si on entrait *12*, le *1* était affecté aux dizaines ; si on entrait *123*, le *1* était affecté aux centaines. Autre fait intéressant, les résultats négatifs étaient imprimés en rouge, ce qui les détachaient du reste.

Ph. 133 – [1,1] Machine à calculer Olivetti Divisumma 24 (vue de face). [2,1] : Machine à calculer Olivetti Divisumma 24 (vue de côté). [3,1] : Machine à calculer Olivetti Divisumma 24 (capot soulevé).





2.4 La HP45

Achetée en 1974 au prix de 4000.00 francs soit quand même 610 euros sachant que le salaire mensuel d'un contractuel scientifique débutant tournait autour de 1200 francs. Ce fut la première calculette du laboratoire de Biométrie Versailles. Bien entendu, c'était une machine collective et elle passait de main en main suivant les besoins et les envies. Prodigieuse pour l'époque, elle disposait de neuf mémoires affectables, mais attention les mémoires de 5 à 9 pouvaient être utilisées sans crier gare par les fonctions statistiques et trigonométriques. Il était recommandé de les vider avant de s'en servir. Bien sûr, elle utilisait la notation polonaise inverse (cf. la section §1.1.5), et sur l'image photo 135 on peut constater l'absence de la touche "==" !

Il est difficile de ne pas reproduire les deux premiers paragraphes de son manuel d'utilisation :

On connaît mal les méthodes des calculateurs prodiges pour obtenir les résultats spectaculaires que l'on sait. Celle employée en 1846 par Trumen Henry Stafford, alors âgé de 10 ans, telle que l'a décrite le révérend W.H. Adams, pour calculer le carré de 365 365 365 365 365 nous permet de comprendre que, même pour les prodiges, les problèmes compliqués restent compliqués : Il sauta à travers la pièce comme un fou, remonta son pantalon sur ses mollets, se mordit les mains, fit rouler ses yeux dans ses orbites, sourit, se parla à lui-même, puis après avoir paru un instant à l'agonie, répondit moins d'une minute après qu'on lui eut posé la question : 133 491 850 208 566 925 016 658 299 941 583 255.

Si votre HP-45 n'est pas aussi amusant à regarder, il effectuera en revanche vos calculs plus vite et moins péniblement. Car la configuration "en pile" de ses registres et la notation "polonaise" inverse qu'il utilise fournit la méthode la plus efficace actuellement connue en informatique pour calculer les expressions mathématiques.

Ph. 135 – [1,1] Calculatrice HP45 dans son coffret. [2,1] : Calculatrice HP45. [3,1] : Clavier de la HP45.



2.5 La Oric Atmos

Créée en 1982, la société britannique *Oric* a déposé le bilan trois ans après. Entre temps, elle avait produit cette machine devenue populaire en France (près de 100 000 propriétaires affirmait la publicité). Pour 2500 francs, l'acheteur disposait du microprocesseur 6502A, de 48Ko de ram (seuls 43Ko lui étaient accessibles), de 16 Ko de rom, d'un clavier QWERTY de 58 touches, la sortie graphique sur écran de télévision était une matrice de 200 par 240 pixels en 8 couleurs.

Le donateur de cette machine, Xavier Blanc, y a effectué toute son initiation informatique grâce au langage *Basic* dont il était pourvu.

Ph. 136 – Oric Atmos 48K - ensemble complet dans une valisette orange.



2.6 La Diabolique

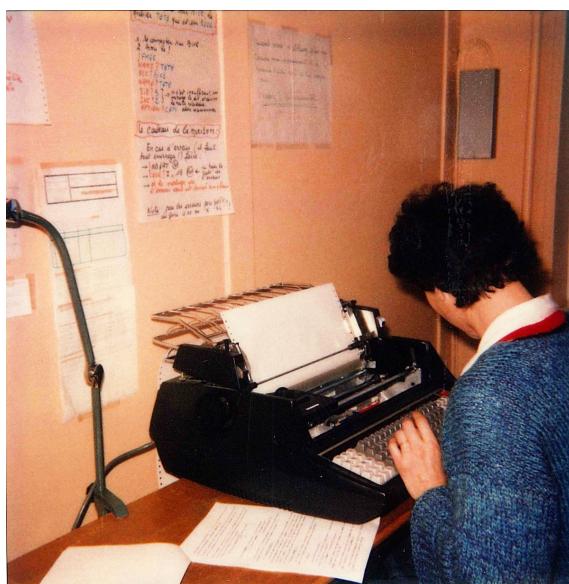
Le terminal DIABLO 1660 (photo 137) a joué un rôle capital dans l'introduction du langage APL dans le laboratoire de biométrie de Versailles au milieu des années 1970. Connecté au serveur Iris 80, situé à Jouy, par une ligne spécialisée, il n'avait qu'une entrée : le clavier et qu'une sortie : la papier. Son principal utilisateur et promoteur a été André Kobilinsky.

L'édition de fichiers texte, par exemple contenant du code d'un langage standard comme le Fortran, se faisait à l'aide d'un éditeur mode ligne. Les commandes *ligne* qu'il offrait étaient du genre "ajouter une nouvelle ligne après la ligne 4" ou "substituer 'ee' par 'eee' dans la séquence des lignes 12 à 15". Ce genre de commande était donc basé sur les numéros de lignes que l'utilisateur devait connaître, par exemple en imprimant son fichier texte au préalable. L'ajout ou le retrait de ligne(s) ne modifiait pas la numérotation (tant qu'on ne demandait pas une mise à jour) grâce à une numérotation décimale. La ligne ajoutée après la ligne '4' était numérotée '4.1'; si on ajoutait deux lignes après cette nouvelle ligne, elles étaient numérotées '4.11' et '4.12'. En somme un excellent exercice de mémoire qu'obligeaient des connexions à très faible débit avec le serveur. Pour souligner cet état de fait, l'utilisation de *emacs*, qui n'existe qu'en mode caractère, était interdite car trop consommatrice de bande passante. Il est vrai que la ligne spécialisée était partagée pour l'ensemble des utilisateurs du centre de Versailles.

Ph. 137 – [1,1] Terminal papier APL diablo 1660 (vue de face). [1,2] : Terminal papier APL diablo (vue de côté). [2,1] : Détail du clavier APL de la diablo. [2,2] : Détail de l'impression par une matrice (7x9) d'aiguilles de la diablo. On identifie parfaitement le ruban encreur.



Ph. 138 – Connexion depuis Versailles sur l'Iris 80 de Jouy, Micheline Briand en opératrice.

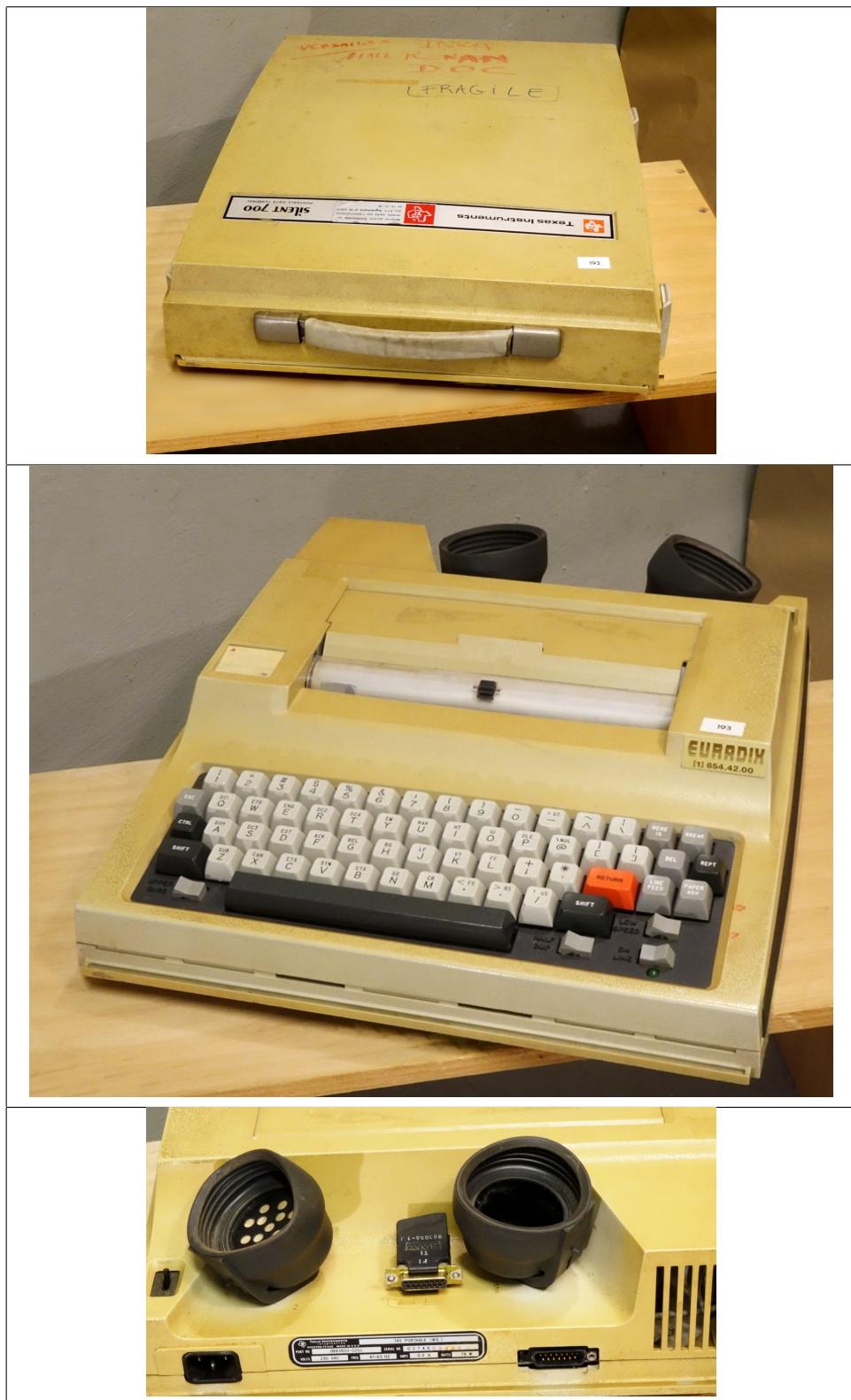


2.7 Le Connecté

Le terminal Texas Instrument Silent 700 était vraiment très en avance sur son temps, celui du tout début des années 1970 ! Son nom souligne sa qualité de silence grâce à l'emploi d'un papier thermosensible. Il permettait, grâce à un coupleur acoustique, une

connexion de 300 bauds au travers d'une ligne de téléphone ordinaire, et imprimait 30 caractères par seconde. Pour la qualité de la transmission, chaque octet était agrémenté de 2 (ou 3) bits de contrôle. Le modèle dont nous disposons avait été acquis par le service de documentation et a été donné à la collection par Marcel Leroux.

Ph. 139 – [1,1] Terminal connectable dans une valisette couvercle. [2,1] : Terminal connectable clavier et papier comme interface. [3,1] : Terminal connectable par téléphone analogique grâce à deux ventouses adaptables au combiné d'un téléphone comme celui de la photo 140.



Ph. 140 – Téléphone analogique avec combiné et écouteur.



2.8 Des Petits Trous Rectangulaires

Parmi les différents moyens utilisés pour stocker les données (et aussi les programmes) les cartes perforées, plus spécifiquement à 80 colonnes, tiennent une place particulière dans la dernière moitié du vingtième siècle. Pour les utiliser, toute une série de techniques et donc de machines ont été imaginées et mises en œuvre. La collection d'objets de petite taille que nous décrivons n'en donne qu'un pâle reflet. Elle permet cependant quelques évocations. Au début des années 1970 lorsque le premier auteur a pénétré dans le laboratoire de Biométrie Versailles, il a été frappé par le couloir d'une dizaine de mètres de long et de trois mètres de hauteur, dont tout un côté était couvert de poignées de tiroirs métalliques contenant des cartes ; le petit meuble de six tiroirs que nous conservons n'en donne qu'une bien faible idée (photo 141).

Ph. 141 – Armoire de stockage de cartes.



Une carte perforée est une plaque de carton d'excellente qualité (160 g/m²) de dimensions proches de 187 mm sur 82 mm avec un coin coupé pour favoriser son orientation dans un paquet. Elles étaient achetées en cartons de 2000 cartes (photo ??). Avant de les utiliser, il convenait de les entreposer au moins 48 heures dans un local sec pour réduire leur potentielle humidité. Au départ et le plus souvent de couleur crème léger, elles pouvaient être de diverses couleurs pour faciliter les réperages dans les paquets de cartes. Les paquets de cartes pour une exploitation dans un lecteur pouvaient être très volumineux (plusieurs milliers de cartes). Ils comportaient typiquement la séquence suivante : quelques cartes système pour le lancement du job, les cartes codant le programme Fortran, des cartes systèmes séparatrices, les cartes données clôturées par une carte 'fin de fichier'. Il était d'usage d'écrire au feutre sur le dessus des paquets ce à quoi ils correspondait ; également de tracer un trait en diagonale pour aider à retrouver la bonne séquence en cas de chute malheureuse.

Comme leur dénomination le sous-entend, le codage d'informations sur une carte perforée consistait en sa perforation à des endroits précisément prédéfinis. Plus précisément sur 80 colonnes verticales et 12 lignes horizontales dont l'exactitude de la position pouvait être contrôlée par une mire spéciale (photo 146). C'est un point capital car la rapidité et la fiabilité de lecture des informations en dépendait. Le défilement des cartes dans le lecteur était impressionnant, près de 500 cartes à la minute. Evidemment, cela n'allait pas sans accident lorsque les cartes étaient en mauvais état ou les guides du lecteur mal réglés ; le temps que la machine s'arrête, plusieurs cartes étaient détériorées qu'il fallait remplacer dans l'urgence pour ne pas perdre de temps.

La perforation des cartes, on disait *encodage*, était le plus souvent réalisée par des spécialistes qui travaillaient en binôme : un perforateur et un vérificateur en aveugle. En effet, si une erreur dans un programme avait beaucoup de chance d'être détectée par une erreur de syntaxe ou un résultat faux, ce n'était pas le cas pour les données.

Après utilisation, la destinée des cartes était la gâche, et leur qualité permettait de la revendre un bon prix aux chiffonniers. Au laboratoire de biométrie de Versailles, cet argent servait principalement à l'organisation de repas conviviaux au restaurant !

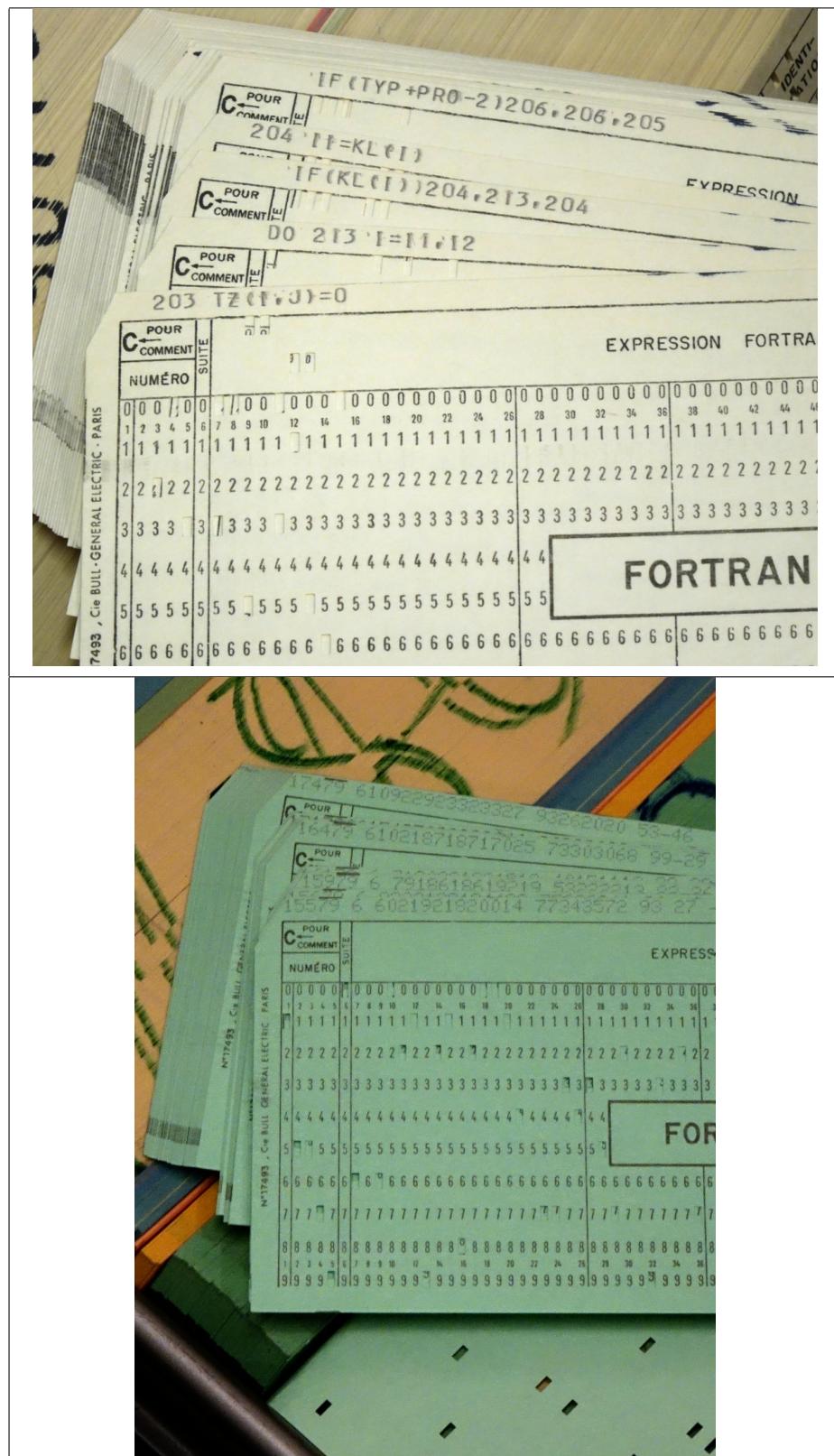
Ph. 142 – [1,1] Une carte vierge à 80 colonnes. [2,1] : Carton de 2000 cartes vierges à perforer.



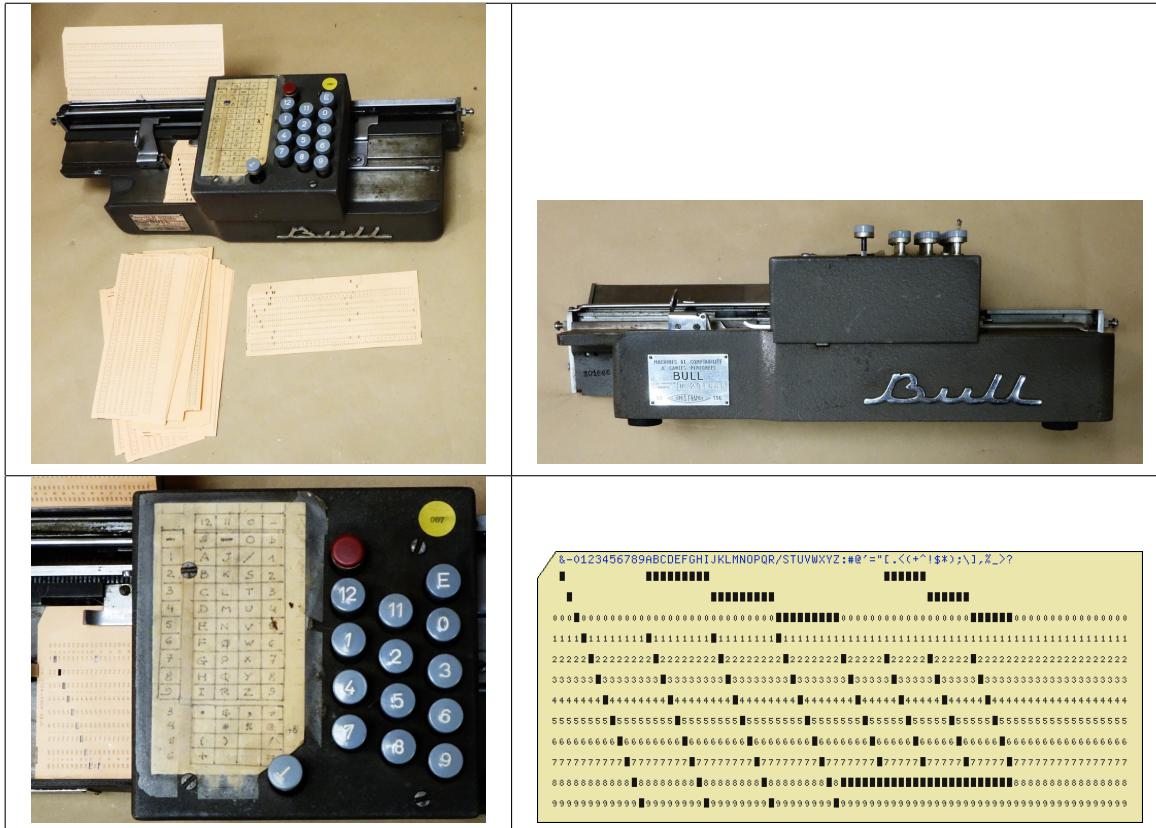
Ph. 143 – [1,1] Mini-armoire de tiroirs fermés. [1,2] : Mini-armoire à tiroirs pour cartes perforées. [2,1] : Dans chaque tiroir les paquets de cartes sont bloquées par un fort serrage. Elles pouvaient être de différentes couleurs et écrites sur la tranche des paquets. [2,2] : Suivant la personnalité du gestionnaire, les cartes sont plus ou moins bien rangées. Ici le bel exemple donné par André Krauss.



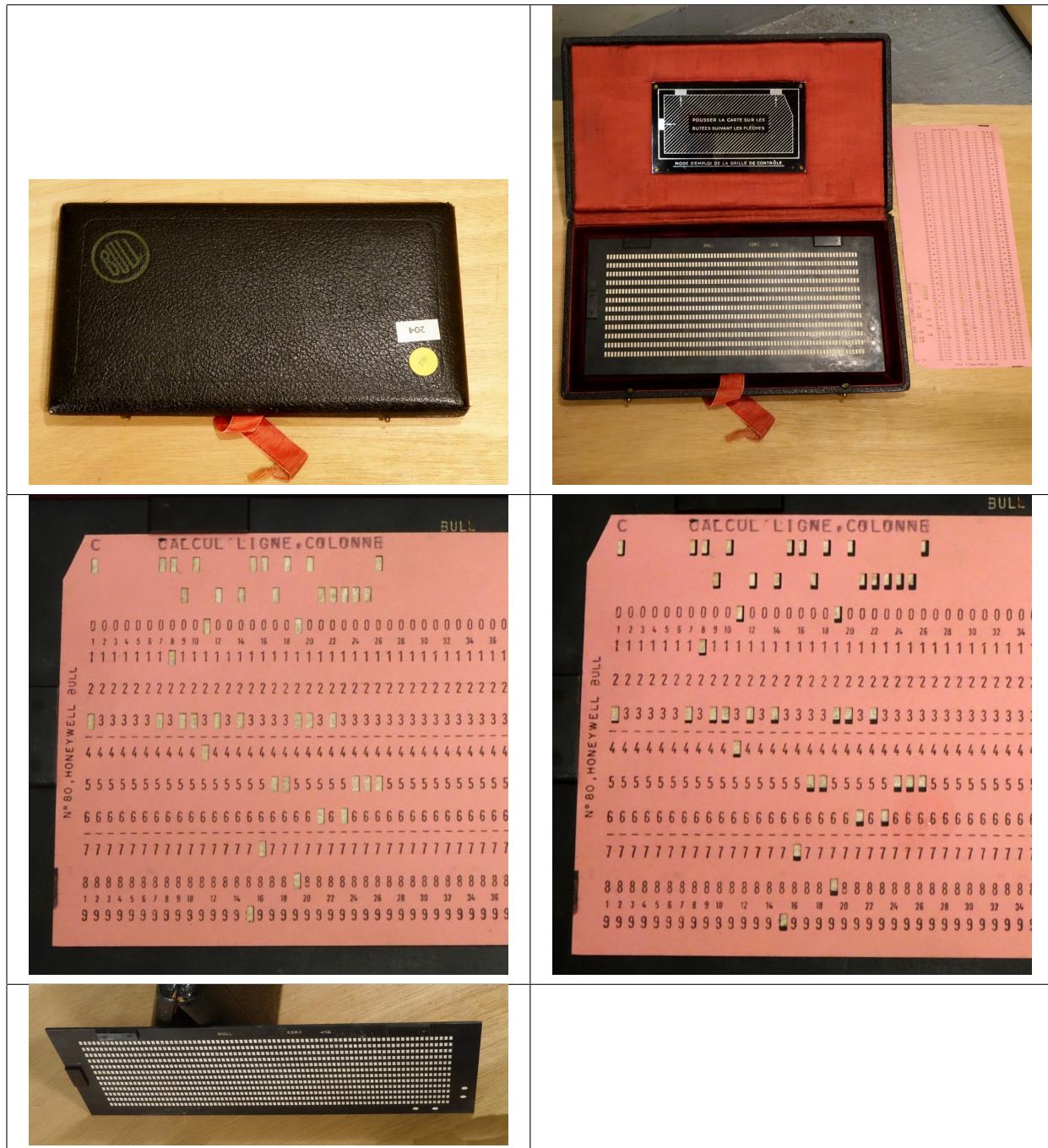
Ph. 144 – [1,1] Cartes codant un programme fortran (on remarquera l'impression sur le bord supérieur des cartes). [2,1] : Cartes données : que des chiffres selon un format fixe.



Ph. 145 – [1,1] Perforateur manuel de cartes ; il ne faisait que trouer, pas d'impression sur la marge haute ! [1,2] : Matériel bien français, malgré le nom de la marque. [2,1] : Codage du trouage pour produire les caractères usuels : du chiffre [1 trou dans la colonne], de la lettre majuscule [2 trous dans la colonne] et quelques caractères spéciaux [3 trous dans la colonne]. [2,2] : Trouages correspondant au codage DEC-029, un des plus communément utilisé ; l'espace correspond à aucun trou dans la colonne.



Ph. 146 – [1,1] Une boîte à l'allure d'écrin signée *Bull*. [1,2] : Grille de contrôle de la perforation de cartes. [2,1] : Une carte bien perforée : tous ses trous sont exactement remplis par les rectangles blancs de la mire. [2,2] : Un léger décalage est immédiatement perceptible. [3,1] : La grille en elle-même est assez fine et comporte des cales pour parfaitement placer la carte à contrôler.



Ph. 147 – [1,1] [les illustrations de ce tableau ne sont pas des objets de la collection] Perforatrice IBM telle qu'on en utilisait dans les années 1970 en Biométrie Versailles. Au dessus du clavier se trouve le bac d'alimentation de cartes vierges, qui passent au moment de la perforation sous les yeux de l'opérateur avant d'aller se placer avec le paquet résultant dans le magasin tout à gauche. Cette opération n'était pas complètement silencieuse. [1,2] : Le clavier de la perforatrice IBM. [2,1] : Lecteur de [paquets de] cartes. A droite se trouve le magasin des cartes à lire, à gauche celui des cartes lues ; entre les deux le dispositif de lecture. Sur certains modèles, il y avait possibilité de perforer des cartes : c'était la production d'un fichier résultat, il pouvait servir d'entrée à un autre calcul. [2,2] : Atelier d'encodage du laboratoire de biométrie de l'Inra-Versailles fin des années 1950. [3,1] : Liliane Millio du laboratoire de l'Inra-Versailles en train de perforer des cartes à partir d'un paquet (bien épais) de feuilles 80 colonnes. [3,2] : Philippe Briand, informaticien au laboratoire de Biométrie de l'Inra-Versailles, corrigeant quelques instructions de son programme. On peut voir à côté de sa main gauche le paquet ouvert dont il a extrait quelques cartes à remplacer.



2.9 Le Fabuleux Z100

Cette machine appartenait à Jean-Pierre Rospars qui en fit don à la collection au milieu des années 1990. Il nous a fait la gentillesse d'écrire lui-même quelques paragraphes décrivant ses caractéristiques et le contexte de son utilisation.

Le Zenith Z-100 fait partie des premiers micro-ordinateurs à usage professionnel. Produit par la firme américaine Zenith Data Systems (ZDS) à partir de juin 1982, c'était un concurrent de l'IBM-PC sorti l'année précédente. Cette machine avait été conçue de manière indépendante de l'IBM-PC ce qui indique une convergence intéressante sur le 8088 et MSDOS. L'avantage sur l'IBM-PC à l'époque était que le Z-100 était une machine équipée de deux processeurs Intel, un processeur 8 bits, le 8085, successeur du 8080 (dont une variante le Z80 équipait la plupart des micro-ordinateurs du début des années 80), et un processeur 16 bits, le 8088, le même qui était utilisé par IBM pour son PC. En conséquence, le Z-100 pouvait utiliser deux systèmes d'exploitation, le CP/M 85 de Digital Research adapté au 8085 et le Z-DOS de Microsoft adapté au 8088. En fait, ce Z-DOS était une variante de MS-DOS version 1, non compatible avec l'autre variante de MS-DOS proposée par IBM sur son PC, dite PC-DOS. Grâce à ce double système il était possible de faire la transition en douceur entre le monde 8080-CP/M que j'utilisais depuis 1980 et le monde 8088-MSDOS que l'on entrevoyait.

Le Z-100 est une petite famille constituée du Z-110, du Z-120 et du H-100. Le Z-110 (ma machine) est constitué d'un clavier et d'une unité centrale avec deux lecteurs de disquettes en un seul bloc de 18,1 kg, contrairement à l'IBM-PC dont le clavier est séparé. Le moniteur, monochrome (dans mon cas) ou couleur, est posé sur ce bloc à surface plane dit *profil bas*. Dans le Z-120, le moniteur monochrome est intégré au bloc précédent si bien que la machine est une *tout-en-un* de 22,7 kg, une configuration qui n'a plus guère été utilisée par la suite à ma connaissance. Quant au H-100 c'est une version du Z-100 vendue en kit par Heathkit, bien connue à l'époque par les amateurs d'électronique. L'assemblage du kit était apparemment à la portée de tout un chacun car seul le contrôleur de disque nécessitait une soudure. Jerry Pournelle, chroniqueur du magazine micro-informatique Bytes, signalait en décembre 1983 qu'un de ses amis inexpérimentés avait pu assembler le kit en une seule journée.

Une des vertus apparentes du Z-100 était son clavier, dont la configuration (95 touches, clavier numérique séparé, 12 touches de fonction, 7 touches d'édition) et le toucher était copié de ceux de la machine à écrire à boule IBM qui régnait alors dans tous les secrétariats. Les lecteurs de disquettes étaient au départ des disquettes double faces de 5 pouces un quart de 320 Ko et 40 pistes. La mémoire vive pouvait être portée à 192 Ko sur la carte-mère et à 768 Ko sous forme de cartes additionnelles au format S-100. On pouvait glisser 5 de ces cartes S-100 dans la machine. La mémoire vidéo était située au-delà des 768 Ko. Le moniteur comportait 25 lignes de 80 caractères, chaque caractère étant dessiné sur une matrice de 8 x 9 pixels. L'affichage graphique de type bitmap en 8 nuances de gris (sur un écran monochrome) se faisait en 640 x 225 pixels ce qui donnait un meilleur résultat que la norme CGA d'IBM (640 x 200 en monochrome) et 320 x 200 en 4 couleurs). Il y avait deux ports séries RS-232C à l'arrière, un port parallèle Centronics pour une imprimante éventuelle et un port pour photostyle (que je n'ai jamais utilisé). L'alimentation électrique était puissante (300 W).

J'ai acheté le Z-100 d'occasion en 1983. Je suppose qu'il avait été acquis pour essais par une entreprise qui, pour une raison ou une autre, s'en était rapidement séparée. Je l'avais ainsi obtenu à l'état pratiquement neuf à un prix intéressant (encore que relativement élevé) avec toute une collection de logiciels d'origine. Outre les systèmes CP/M et Z-DOS, il y avait l'interpréteur Basic de Microsoft (MBasic, appelé ici Z-Basic) en version CP/M (non graphique) et Z-DOS (graphique) et même la toute première version d'Excel. Par la suite j'avais transféré le traitement de texte Wordstar (CP/M) et mes programmes

personnels en Basic via la connexion RS-232C à partir de mon micro-ordinateur précédent (à base de Z80) car le gros problème des micro-ordinateurs de l'époque était que leurs disquettes étaient souvent incompatibles. Plus tard, j'avais aussi acquis le compilateur Basic à prix soldé chez un revendeur.

Ce problème d'incompatibilité, et pas seulement des disquettes, est demeuré pendant une bonne partie des années 80 avant que les standards d'IBM (et de Microsoft) ne s'imposent définitivement. Je me souviens de plusieurs évolutions. Il y eut une évolution de CP/M dont le détail m'échappe aujourd'hui puis le passage de MS-DOS version 1 (Z-DOS) à MS-DOS version 2. C'était une évolution significative car la capacité des disquettes passait de 320 Ko à 360 Ko (je ne me souviens plus si elles étaient aussi devenues compatibles avec celles de l'IBM-PC). Puis, vers 1985, avec le succès évident de l'IBM-PC et ses multiples clones qui apparaissaient sur le marché, Heathkit a proposé un kit pour transformer le Z-100 en machine compatible avec le PC. Pour cela il fallait modifier la carte-mère (ce que je fis faire) et utiliser un petit programme tournant en tâche de fond. Par la suite je remplaçais le processeur originel Intel 8088 par un clone beaucoup plus rapide produit par NEC. Je pus ainsi faire vivre mon Z-100 quelques années de plus avant de jeter l'éponge.

Quelques Références

- Photos, <http://www.digibarn.com/collections/systems/zenith-100-original/index.html>
- Caractéristiques, <http://www.old-computers.com/museum/computer.asp?c=261>
- Logiciels, <http://planemo.org/retro/definitive-z-100-software-manual-repository>
- Article à la sortie du Z100, <https://books.google.com.au/books?id=EDAEAAAAMBAJ>
- Article de J. Pournelle, <http://archive.org/stream/byte-magazine-1983-12>

Ph. 148 – [1,1] Ordinateur Z100



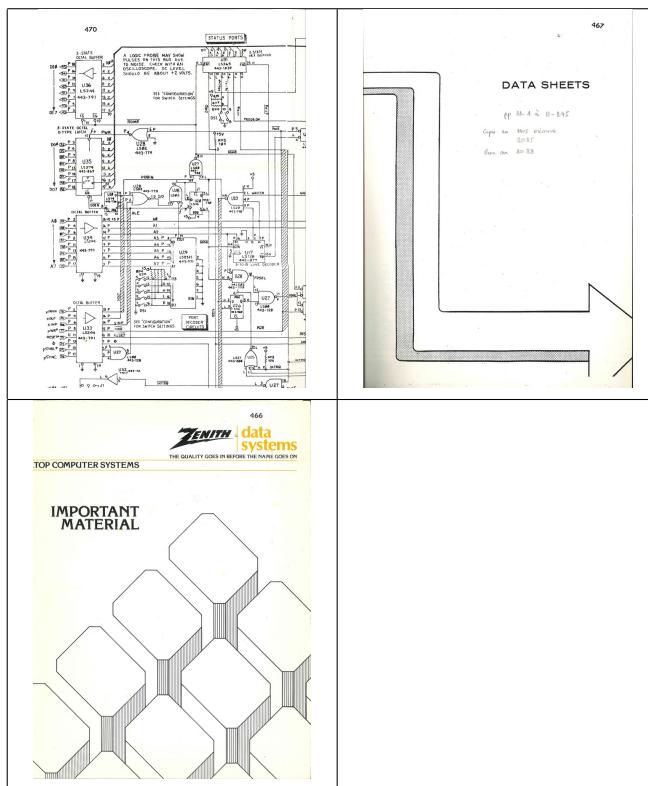
Ph. 149 – [1,1] Écran cathodique du Z100



Ph. 150 – [1,1] Z-Basic (vol. I) de Zenith Data System. [1,2] : Z-Basic (vol. II) de Zenith Data System. [1,3] : CP/M-85 (vol. I) de Zenith Data System. [2,1] : CP/M-85 (vol. II) de Zenith Data System. [2,2] : Z-Dos (Vol. I) de Zenith Data System. [2,3] : Z-Dos (Vol.II) de Zenith Data System.



Ph. 151 – [1,1] Schémas électroniques du Zenith Data System. [1,2] : Data sheet (Zenith Data System). [2,1] : Important Material (Zenith Data System).



3 Souvenirs d'Anciennes Pratiques

Dans cette dernière section, nous évoquons avec un peu de recul quelques souvenirs des évolutions de techniques que nous avons pratiquées ou dont nous avons entendu parler par des proches. Elles ne sont pas forcément illustrées dans toutes leurs dimensions par des pièces de la collection, mais certaines y sont très reliées ; nous avons essayé de les compléter par quelques photos d'époque.

3.1 Le Stockage des Données

Quand on est statisticien, le cas de la quasi-totalité des membres de notre département à ses débuts, les données représentent la matière première. D'un point de vue informatique, les données ont un grave défaut : elles prennent de la place mémoire alors qu'elle est limitée. Il arrive donc que la mémoire disponible soit insuffisante pour stocker toutes les données. Certains programmes déclarent alors "**Mémoire Insuffisante**" et ne font pas le calcul attendu, d'autres sont plus adaptés, par exemple ils stockent des éléments suffisants pour le calcul au fur et à mesure d'une lecture séquentielle des données. Un exemple simple est le calcul d'une moyenne de valeurs, il ne nécessite que deux cases mémoires : une pour cumuler la somme des valeurs et l'autre pour compter le nombre de valeurs ; une fois toutes les valeurs scrutées, la moyenne s'obtient simplement en divisant la première case par la seconde.

Cette problématique existait il y a cinquante ans, elle reste toujours actuelle : les capacités de stockage ont augmenté de manière prodigieuse, mais la production des données aussi !

1. Les **cartes perforées** ont été présentées en section §1.5.1 et évoquées en détail en section §2.8. Un ensemble de données se présente comme un paquet de cartes (cf. photo 143) plus ou moins épais, et parfois très long si le corpus de données est important. En gros, une carte représente un enregistrement et donc 10000 enregistrements représentent 5 cartons de cartes, soit 1.80 mètre. Passer une telle longueur dans un lecteur de cartes (cf. photo 147) un peu délicat pouvait représenter une vraie prouesse.

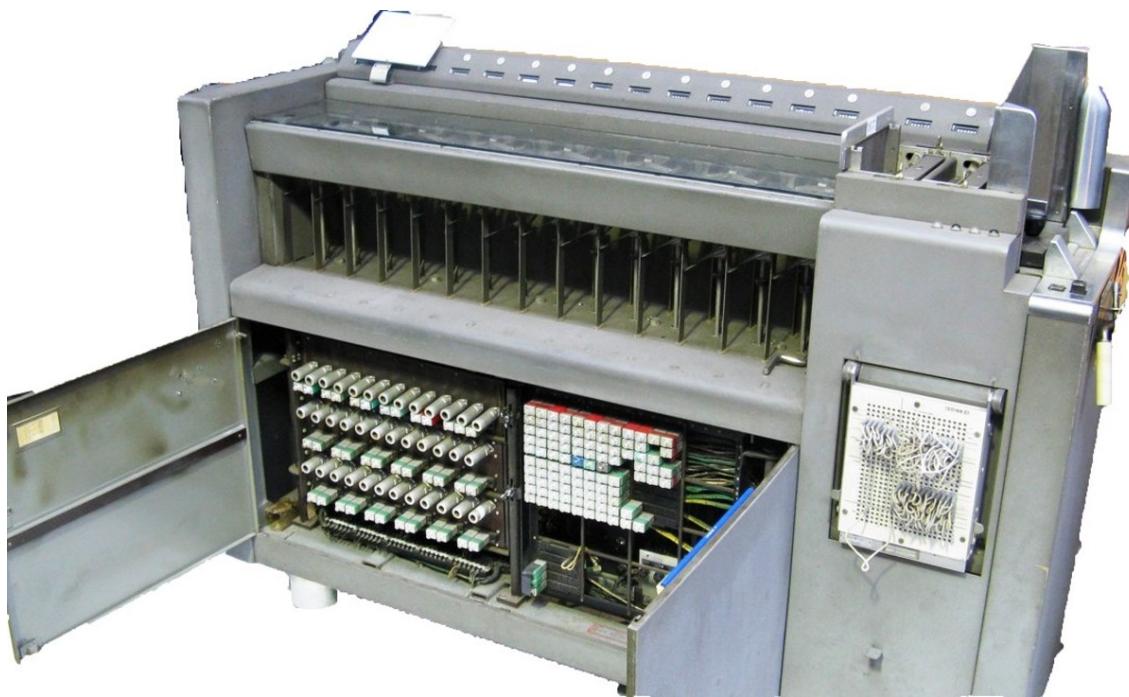
Lorsque le nombre de mémoires disponibles était très faible, il pouvait être nécessaire de passer le paquet de cartes plusieurs fois pour un seul calcul et dans un ordre différent. C'était le cas pour les analyses de variance pluri-factorielles et le calcul des différentes sommes de carrés. Entre chaque lecture du paquet de cartes, il fallait opérer un tri nouveau grâce à une machine imposante dénommée triuse (cf. photo 152). Parfois la capacité mémoire était insuffisante pour stocker les résultats intermédiaires ; dans ce cas il fallait créer un paquet de cartes intermédiaire grâce à une perforatrice dont pouvait être dotée la machine. Le calcul se faisait donc en au moins deux étapes... avec multiplication des risques d'erreurs lors des manipulations.

2. Les **bandes magnétiques** ont été évoquées en section §1.5.2. Elles ont représenté un énorme progrès par rapport aux cartes du fait de leur faible volume (la capacité des premières bandes était de l'ordre de grandeur d'un paquet de 10000 cartes). Mais elles aussi étaient délicates à manipuler. Elles pouvaient se rompre si la tension du lecteur était mal réglée, le magnétisme codant l'information finissait par s'effacer, le calage, et donc la reconnaissance, des informations étaient moins proche de l'utilisateur. Elles avaient cependant le mérite d'être réinscriptibles, on pouvait donc mettre les résultats intermédiaires en bout de bande... et aussi écraser ses données. Pour éviter ce risque des anneaux indicatifs de *lecture seule* pouvaient être insérés sur la bobine. Les bandes ont été beaucoup perfectionnées au fil des

années sur tous les aspects, d'ailleurs elles sont toujours utilisées de nos jours pour les sauvegardes. Leur défaut, quasi-intrinsèque, est de ne permettre qu'une lecture séquentielle, même si elle pouvait se lire dans les deux sens.

3. Les **disquettes magnétiques** et les **disques durs** ont été présentées en sections §1.5.3 et §1.3.7. L'intérêt majeur de ce mode de stockage, lui aussi magnétique, est d'offrir un *accès direct aux données*. L'information est stockée sur des pistes magnétiques disposées en cercles concentriques, d'abord sur une seule face puis sur deux faces, avec un accès double de type coordonnées polaires : le rayon par le bras de lecture et l'angle par la rotation (cf. photo 70).

Ph. 152 – Trieuse de cartes perforées. Le casier d'entrée se trouve complètement à droite, les autres casiers sont ceux de réception pour les différentes perforations de la colonne en cours de tri. On devine pour chaque colonne un compteur qui donnait le nombre de cartes de chaque sous-paquet. Bien entendu, dans chacun des sous paquets obtenus, l'ordre initial était conservé. Si on voulait trier sur les trois premières colonnes des cartes, on commençait donc à trier sur la troisième colonne, on reconstituait le paquet complet en reprenant dans l'ordre les sous paquets obtenus ; puis on recommençait pour la seconde colonne et enfin pour la première. Les trieuses les plus performantes pouvaient trier jusque 1000 cartes minutes. Ce genre d'opération demandait donc patience et adresse. Il n'était pas impossible que les cartes se coincent au moment de la lecture, et qu'il faille les remplacer au bon endroit du paquet ! Plus le paquet était long, plus les risques étaient grands, et s'il dépassait la capacité du bac d'entrée, l'opération devenait très compliquée.



3.2 Les Salles de Calcul au Temps des Cartes Perforées

Aujourd'hui, la pratique de l'informatique est assez personnelle. Une fois la phase d'installation, logicielle comme matérielle, terminée, parfois un peu pénible et le plus souvent avec l'aide de spécialistes, c'est de manière individuelle que l'on use des ressources informatiques, à son bureau, chez soi et même dans les espaces publics, le plus souvent conservant la connexion à internet et l'accès à son courrier électronique. Il n'en a pas toujours été ainsi !

Autrefois, disons fin des années 1960 - début des années 1970, pour les chercheurs, l'informatique était synonyme de *calcul scientifique numérique*. Et pour pouvoir effectuer ces calculs, il fallait recourir à un centre de calcul, au cœur duquel se trouvait la **salle de calcul** (cf. photos 154 et 155).

Cette salle était généralement spacieuse mais bruyante de tous les appareils qui y fonctionnaient, connectés par de gros câbles, le plus souvent invisibles car passés sous un faux-plancher. Ces appareils étaient de vrais meubles chacun. L'équipement minimum comprenait :

- l'unité centrale, en général particulièrement impressionnante bourrée de voyants rouges s'allumant et s'éteignant sans arrêt ; les habitués savaient en les observant dans quelle phase d'exploitation se trouvait la machine ; les dépanneurs s'en servant pour détecter les pannes lorsque la machine se plantait, affichant alors une configuration fixe de voyants allumés et éteints.
- la console de contrôle, précurseure de nos terminaux, qui permettait de lancer, d'arrêter la machine. Elle était bien entendu réservée aux opérateurs
- un lecteur de cartes, qui permettait l'entrée des informations (programmes et données). Parfois ce lecteur permettait aussi la perforation de cartes mais sans décodage imprimé des perforations, ce qui rendait leur utilisation délicate
- une imprimante, qui permettait le rendu des résultats et représentait donc les sorties.
- une unité de lecture de disques, elle permettait un stockage autrement commode des données, même si les capacités de l'époque semblent ridicules à l'aune des possibilités actuelles

Si l'installation était grande ou riche, on pouvait aussi trouver :

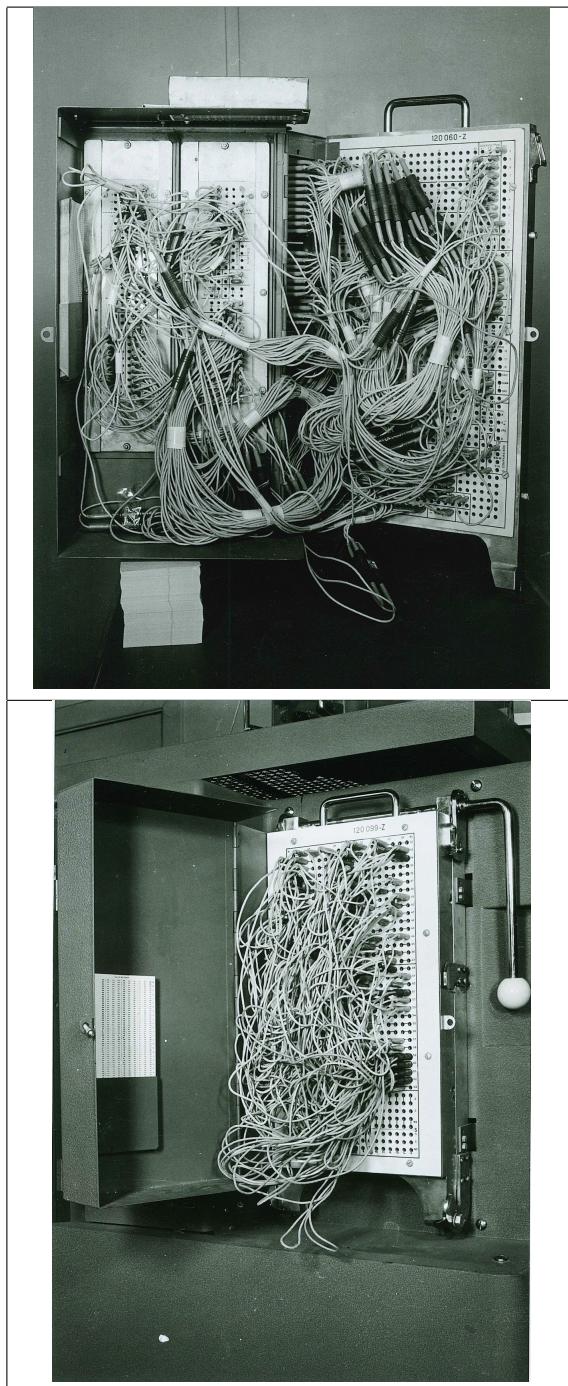
- un lecteur/perforateur de ruban papier.
- un lecteur de bandes magnétiques, en fait il était quasiment toujours doublé pour qu'au cours d'une même exécution, on puisse lire des données sur une bande et enregistrer des résultats sur une autre, l'opération la plus élémentaire étant la recopie d'une bande.
- un traceur de courbes. Les progrès des imprimantes ont quasiment fait disparaître ce type de machine, prodigieuses à observer en action. Imaginez un gros rouleau à environ 1,30 m du sol, au dessus duquel sont fixés sur une barre quatre stylos de couleur noire, bleue, rouge et verte et qui peuvent coulisser parallèlement à l'axe du cylindre et s'abaisser tour à tour pour écrire sur une longue feuille de papier glissée entre eux et le cylindre qui sert de support. Et cette longue feuille se meut perpendiculairement suivant la rotation qui est impulsée au cylindre, permettant le tracé de segments de lignes (pas forcément droites) dans n'importe quelle direction et de différentes couleurs. La précision des tracés était telle qu'on pouvait obtenir des lignes plus ou moins épaisses par juxtaposition de courbes, et même des aplats colorés de régions. Evidemment, il fallait programmer tout cela à l'aide de fonctions fournies avec l'engin.
- Un écran graphique. A noter qu'au départ les sorties papier des écrans graphiques n'étaient pas prévues. Le premier auteur se souvient d'avoir vu des ingénieurs interpréter des données de télédétection, prendre des photographies, argentiques bien entendu, d'écrans pour conserver leurs résultats.

On l'aura compris, les salles de calcul étaient pilotées par des opérateurs spécialisés. L'usager remettait ses travaux, le plus souvent par un paquet de cartes qui lui était retourné avec le listing des sorties correspondantes. Selon les installations et l'intensité de la demande des utilisateurs, on pouvait n'avoir que quelques essais dans une journée. Il n'était pas question de procéder, comme on le fait parfois maintenant, par essais approximatifs pour *voir si cela passe*. Retrouver un listing ne comprenant qu'une erreur

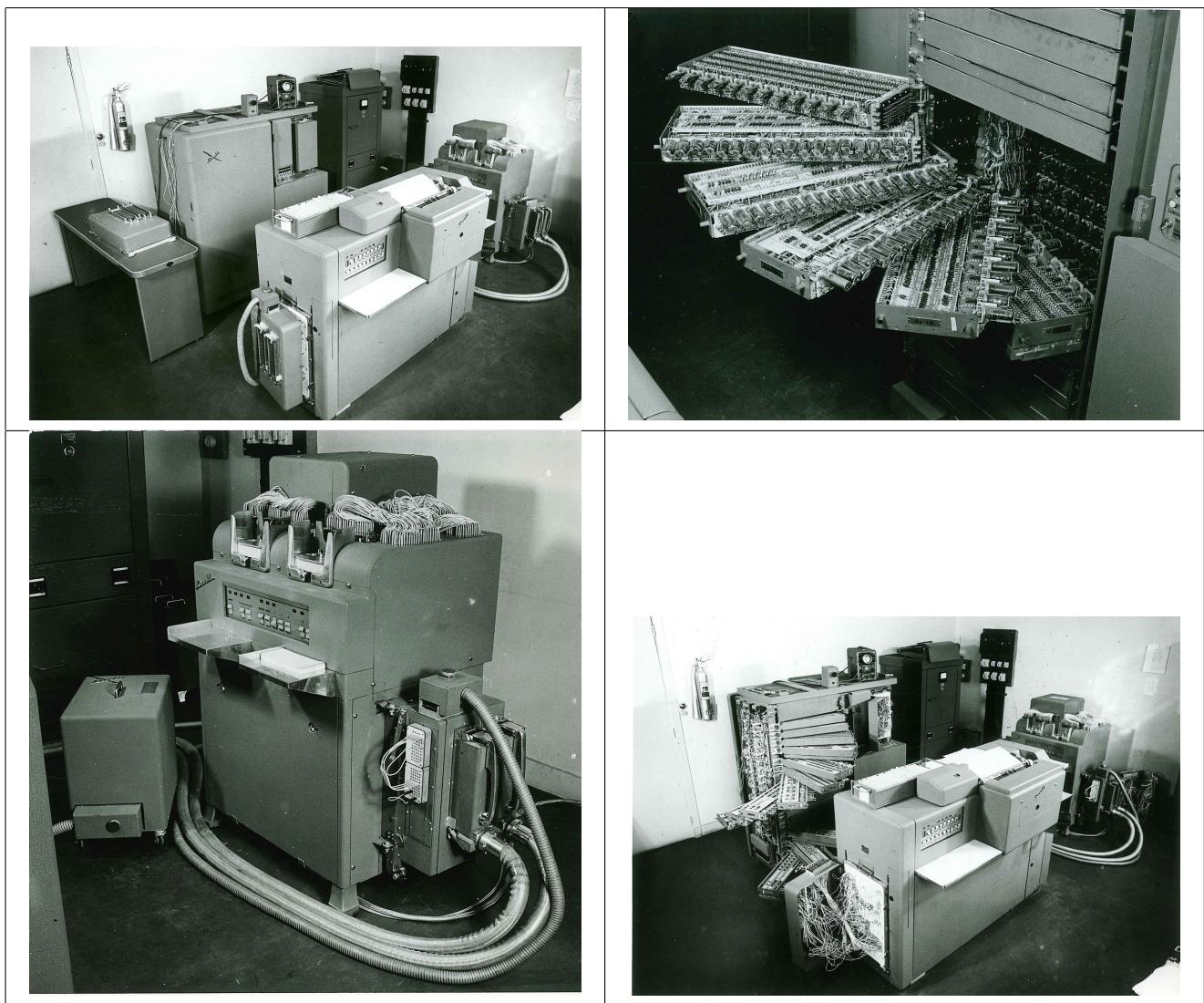
de compilation sur quelques instructions ajoutées à un programme en cours de mise au point était assez frustrant. D'autant plus qu'il n'était pas toujours possible de perforer soi-même ses cartes et qu'il fallait passer par l'atelier d'encodage...

Progressivement, les contraintes se sont libérées et en Biométrie-Versailles, il était possible aux scientifiques et ingénieurs aguerris de réserver la salle de calculs pour se livrer à des travaux simples comme lancer des jobs à partir de paquets de cartes, qu'ils pouvaient modifier sur le champ grâce à une perforatrice à leur disposition. Il y avait donc un planning d'occupation de la salle de calcul. Dans les centres de calcul plus importants comme celui des physiciens de la fac d'Orsay, on déposait son paquet de cartes à un guichet où il était remis après son passage : il fallait alors guetter sur une des deux très grosses imprimantes qui crachaient du papier accordéon dans une salle d'accès public, sa sortie repérable par plusieurs pages où était inscrit en très gros le nom de son job. Des salles annexes offraient aux utilisateurs des perforatrices en libre service qui permettaient de perforer soi-même les cartes.

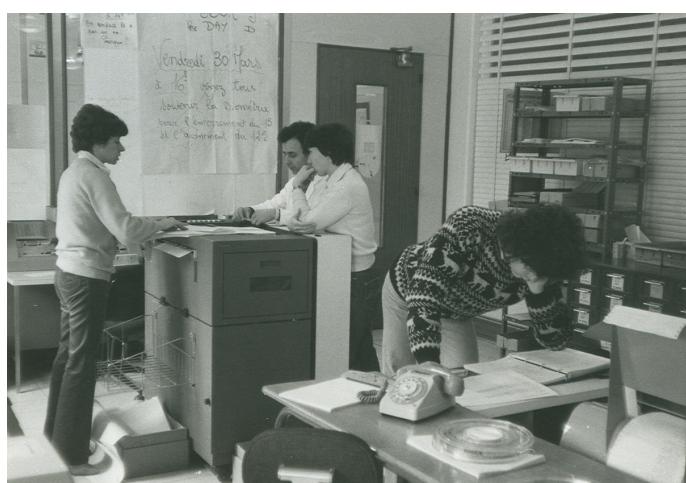
Ph. 153 – [1,1] Matrice double de connexion, définissant les opérations à effectuer. [2,1] : Matrice simple de connexion.



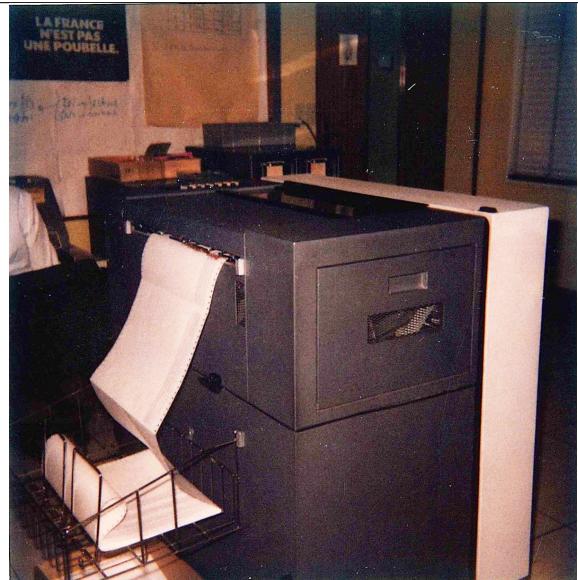
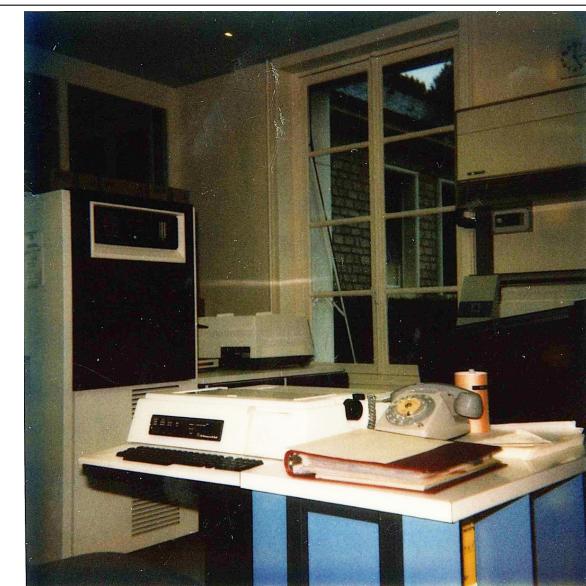
Ph. 154 – [1,1] Vue générale de la machine *Gamma-Bull*. Au premier plan à gauche se trouve une table sur laquelle est posée un tableau de connexion. Au premier plan à droite se trouve l'imprimante sur laquelle est posée un tiroir de cartes perforées. Derrière la table se trouve le bloc de l'unité centrale ; elle est suivie d'une armoire qui pourrait être l'extension tambour, mémoire magnétique disposée sur un tambour. Le dernier élément est le lecteur de cartes, au fond à droite. On notera la section impressionnante des câbles qui connectent les différentes composantes du système ; également l'oscilloscope sur l'unité centrale, utilisé pour diagnostiquer la panne en cas de mauvais fonctionnement. [1,2] : La porte de l'unité centrale a été ouverte et les séries de 12 lampes disposées en 6 tiroirs déployables apparaissent. 4 d'entre eux étaient dévolus à la mémoire vive, les autres à la communication. L'invention du transistor rendra caduque cette technologie. [2,1] : Lecteur de cartes en vue rapprochée. On notera la multiplicité des emplacements où une matrice de connexion par 'bretelles' permettait de paramétrier facilement la machine. [2,2] : Vue générale du système, les mémoires à lampes déployées.



Ph. 155 – [1,1] Vue générale de la salle de calcul du Mitra 125 dans les années 1970. Sur cette vue générale, on peut repérer depuis la gauche vers la droite : les armoires de tiroirs à cartes, une console graphique au premier plan, Simone Corbé à la console centrale (qui est cachée), l'unité centrale, deux dérouleurs de bandes magnétiques, deux téléphones posés chacun sur un modem, la table traçante. Les dalles carrées constituait le faux plancher sous lequel couraient les câbles de connexion ; elles s'extrayaient à l'aide d'une double ventouse. [1,2] : Autre vue de la salle de calcul. [2,1] : Autour de l'imprimante : Simone Corbé, Mohamed Fraoua et Micheline Briand. Penché sur son listing à la recherche de l'erreur : Bruno Andrieu. [2,2] : Autre vue de la salle de calcul.



Ph. 156 – [1,1] Console de pilotage du Mitra 125. [1,2] : Unité centrale et lecteur de disques magnétiques sur sa droite. [2,1] : Lecteur de cartes. [2,2] : Vue arrière de l'imprimante où sortait le papier accordéon. [3,1] : Table traçante Benson. [3,2] : Micheline Briand à la console du système.



3.3 Evolution de l'Accès au Calcul Informatique

Durant la période que couvre la majorité des objets de la collection, c'est-à-dire la cinquantaine d'années de 1960-2010, un certain nombre de phases caractéristiques peuvent être définies relativement à l'accès au calcul informatique. Bien sûr la séquence proposée est caricaturale et imparfaite, bien sûr les différentes phases se sont chevauchées, bien sûr leur période varie beaucoup d'un contexte à un autre,... elles permettent cependant d'offrir un référentiel approximatif à l'évolution qui s'est réalisée sous nos yeux et d'en mesurer la trajectoire. Par contre, pour pressentir ce que sera l'évolution future, sans doute encore plus formidable, elle ne sert à rien d'autre qu'à montrer un caractère d'imprévisibilité.

1. **Les calculatrices et premières calculettes.** Cette classe de machines permettait essentiellement de réaliser de manière automatique des calculs que l'homme pouvait réaliser par papier et crayon. Cela diminuait les efforts nécessaires, augmentait la rapidité d'exécution et réduisait la probabilité des erreurs.
2. **Les premiers ordinateurs.** Malgré leurs lenteurs, leurs capacités bien faibles, leur encombrement, leurs coûts très élevés (en matériel, en personnel, en entretien), les premiers ordinateurs se sont imposés car ils permettaient la mise en œuvre d'algorithmes complexes et le traitement systématique de données importantes. Plus que le calcul au sens strict, leur atout était le traitement de volumes d'informations inaccessibles à l'être humain.
3. **Les calculatrices programmables.** En parallèle, mais un peu après, les calculatrices, essentiellement les calculettes dont les deux avantages majeurs étaient la simplicité pour les choses simples et la portabilité exceptionnelle, ont acquis aussi la qualité de devenir programmables. De ce fait, elles purent satisfaire un certain nombre de besoins limités.
4. **Les ordinateurs personnels.** Les **PC** et leurs dérivés ont représenté et représentent toujours une vraie révolution dans la pratique de l'informatique. Comme leur dénomination pertinente le laisse entendre, ils mettent à disposition des individus, pour un coût de plus en plus raisonnable les capacités des ordinateurs centraux. Tout ce que ceux-ci permettent, à quelques exceptions près d'usage institutionnel comme les calculs intensifs, le traitement d'énormes bases de données, peuvent se réaliser sur le propre bureau de l'usager.
5. **L'informatique décentralisée.** La généralisation du calcul informatique, puis la gamme de plus en plus large de services qu'ont offert les ordinateurs, a rendu impossible l'utilisation des salles de calcul telles que décrites précédemment. Et ce d'autant plus que la montée en puissance de la micro-informatique rendait les usagers plus exigeants. On a donc assisté à une utilisation des ordinateurs centraux, qualifiés de serveurs, de plus en plus distante de la machine elle-même.

Le matériel clef pour cette transformation a été le **terminal**, cf. les photos 157. Basiquement, un terminal est un couple clavier-écran ; le clavier sert d'entrée, l'écran de sortie. Il ne s'agit que d'un organe de communication, le traitement s'effectue sur le serveur. D'abord très frustre, l'écran est monochrome et en mode caractère, il se sophistiquera peu à peu, devenant graphique puis plus tard écran couleur. On pourra adjoindre au terminal d'autres périphériques de communication comme une imprimante, une souris. Les codes de programmation furent vite saisis au travers de ces terminaux court-circuitant complètement la phase d'encodage traditionnel à l'aide des *feuilles 80 colonnes inféodées au fortran* que componaient les programmeurs. Le code qui venait d'être produit pouvait être lancé immédiatement après son écriture et corrigé dans la foulée. Pour les données, lorsqu'elles étaient volumineuses, il fallait bien entendu recourir à des spécialistes de la frappe, et eux

aussi utilisèrent assez vite les terminaux signant ainsi le déclin définitif de la carte perforée.

La grande question était celle de la connexion de ces terminaux au serveur. Dans un premier temps furent mises en place des *salles communes de consoles*, console était le terme employé à l'époque. Ces salles se situaient à proximité de la machine centrale et quelques câbles suffisaient. C'est ainsi qu'en Biométrie Versailles, la salle de calcul fut divisée en 2/3 pour la machine et 1/3 pour une demi-douzaine de consoles pour les usagers (cf. photo 158). Puis les choses se complexifièrent. Il devint possible de se connecter à distance par l'utilisation de lignes téléphoniques spécialisées. A l'Inra, un ordinateur dédié au calcul scientifique fut installé sur le centre de Jouy-en-Josas. Il était relié à des *frontaux* sur la plupart des autres centres, frontal à partir desquels partaient des faisceaux de fils téléphoniques dédiés vers la plupart des bâtiments pour connecter un répartiteur (photo 87) auquel se trouvaient reliés les terminaux des utilisateurs qui pouvaient alors se trouver dans leurs locaux de travail habituels.

Finalement, les micro-ordinateurs furent dotés d'applications qui permettaient de simuler la fonction de terminal. Selon les désirs de l'utilisateur, la ressource utilisée pouvait être locale ou distante. Le schéma classique était la réalisation des gros calculs sur le serveur, et le traitement de texte sur l'ordinateur personnel. La raison pour un tel choix était que la qualité des liaisons était loin d'être parfaite. Chacun des nœuds de la connexion pouvait faillir, il suffisait d'une coupure électrique, d'un coup de pelleteuse maladroit, d'une intervention erronée sur les boîtiers de connexion lors de l'ajout d'un nouvel utilisateur. Une fois lancé, le calcul pouvait se terminer isolément sur le serveur, par contre la phrase inachevée restait en plan... et le fichier mal clos pouvait se retrouver endommagé.

L'architecture évoquée paraît simple et fonctionnelle. Dans la réalité de son installation progressive, les usagers étaient victimes de nombreux dysfonctionnements, conséquences de la difficulté de coordonner des matériels et logiciels très divers, et aussi de la fragilité d'une construction complexe. A l'Inra, un certain nombre d'usagers, non informaticiens de formation ou de fonction, se sont investis, souvent avec succès, dans les problèmes qui les bloquaient et sont devenus des auxiliaires très utiles pour leurs collègues moins avertis, en particulier dans le cadre des *commissions informatiques de centre*.

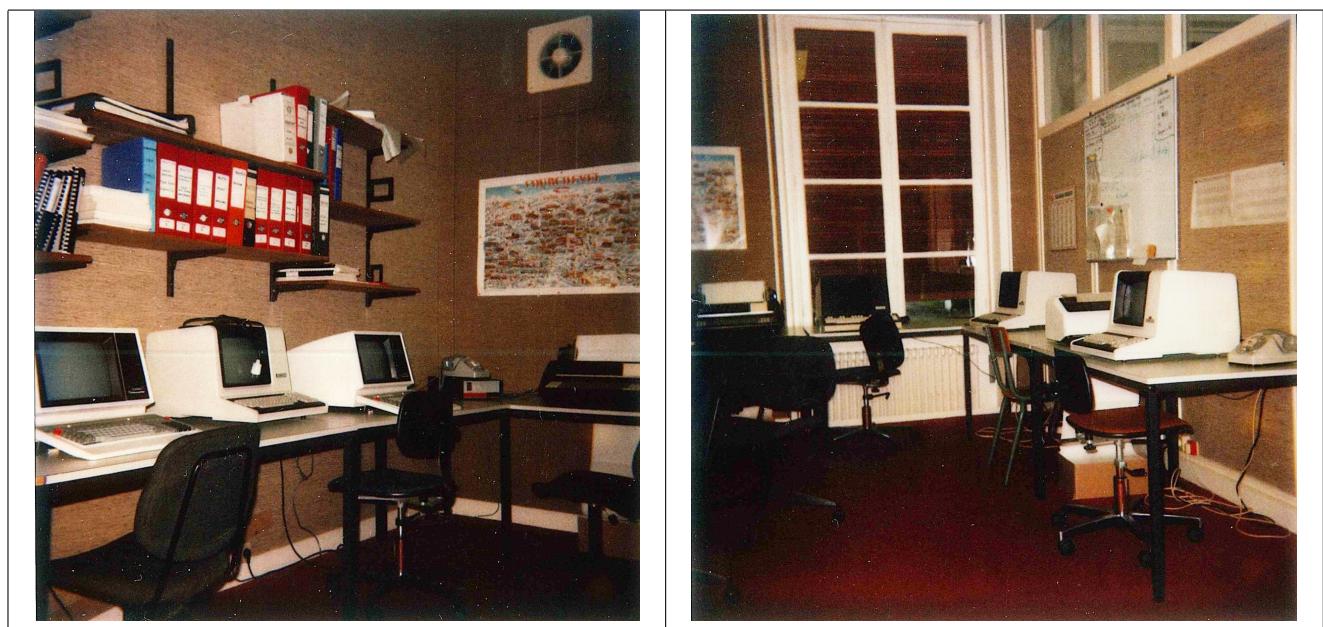
6. **La grande toile** La suite est plus récente et donc mieux connue, c'est celle de l'avènement progressif d'internet. Une première étape importante en France a été l'utilisation des *minitels* (photo 41). Petits terminaux mis en série du téléphone, en particulier au domicile d'usagers, ils permettaient un accès très large de services et aussi de connexions sur les serveurs qui leur donnaient accès. Sans doute, pour les scientifiques comme pour les autres, l'impact formidable qu'il a produit sur les conditions de travail est-il dû

- à la généralisation du courrier électronique (il faut cependant indiquer que sur certains systèmes centraux, comme *multics*, était en place un courrier électronique entre les usagers. Le partage de la machine permettait d'aller modifier, et même détruire, un courrier que l'on avait envoyé s'il n'avait pas encore été lu).
- à la mise en place de forum d'échanges.
- à l'accès à la documentation automatique.
- à l'accès à des services de calculs extérieurs à l'institut.
- plus généralement à l'accès à de grandes bases de données.
- ...

Ph. 157 – [1,1] Jean Vaillant connecté sur le serveur de Jouy depuis Versailles au travers d'un modem sur ligne téléphonique par un terminal Challenge. [1,2] : André Kobilinsky initie Anne Le Moenner aux joies d'APL sur la console Diablo reliée à l'Iris 80 de Jouy. [2,1] : Micheline Briand au terminal Diablo. [2,2] : Maryannick Soulier travaillant sur un terminal.



Ph. 158 – [1,1] Salle console collective de la biométrie à l'Inra-Versailles (à gauche). [1,2] : Salle console collective de la biométrie à l'Inra-Versailles (à droite).



3.4 Les Langages de Programmation Scientifique

La puissance des machines est un des ingrédients du calcul scientifique mais pour la mobiliser, il faut bien définir les calculs que l'on veut réaliser. La plupart du temps, on utilise une application standard, mais dans le contexte de la recherche, cela ne suffit généralement pas. Il faut descendre plus fin dans la spécification et utiliser un langage de programmation. Ci-dessous quelques mots sur des langages courants, passés ou présents, pour les chercheurs de notre département.

1. **Le Fortran.** Fortran pour **Formula Translation**, c'était le langage quasi-obligatoire pour ceux qui ont débuté dans les années 1970. Quelques heures de formation et on était lancé pour la vie. Les possibilités étaient limitées, les bibliothèques de *subroutines* quasi-inexistantes. Les compilateurs étaient rudimentaires. Il fallait définir soi-même l'espace mémoire associé à chaque tableau et si on écrivait au-delà de la dimension retenue, on écrasait un bout de mémoire qui pouvait être le code de son programme, voire du système, plantant la machine de manière définitive. Les opérateurs n'appréciaient pas vraiment ce genre d'erreurs, heureusement le multitâche n'existe pas et d'autres utilisateurs ne pouvaient pas être directement pénalisés. Cf. photo 159.

Ce langage a extrêmement évolué depuis sa création et les défauts signalés ont disparu. De grandes bibliothèques de calculs numériques existent en Fortran, c'est une des raisons qui expliquent sa pérennité. Une autre est probablement l'efficacité des compilateurs qui utilisent de manière optimale les processeurs.

2. **APL** pour *A Programming Language* ou encore *Array Processing Language*. Ce langage fut inventé au sein d'IBM autour de 1960 pour le maniement commode des matrices (ou tableaux) de valeurs. Au départ, il s'agissait d'un outil pédagogique mais il connut pendant plusieurs dizaines d'années une véritable vogue de la part d'*aficionados* dont plusieurs membres du département. A cette époque, il apparaissait révolutionnaire par une gestion dynamique de la mémoire, des opérateurs appliqués à des tableaux de plusieurs indices (les matrices sont des tableaux à deux indices), une interactivité totale, le concept d'espace de travail et une concision extrême grâce à l'emploi d'une batterie de symboles spécifiques (cf. photo 160). Toutes ces qualités permettaient d'en faire un outil polyvalent et adaptatif, pour peu qu'on dispose d'un expert de sa programmation.

De manière humoristique, on cite la proposition suivante : *APL is a write-only language. One can write programs in APL, but can't read any of them!*

3. **Le Pascal.** Initialement conçu comme langage de programmation pédagogique, le Pascal, était un langage du même niveau que le Fortran. Il s'en différenciait par une rigueur extrême, ce qui rendait sa programmation plus fiable, au coût d'efforts de codage par le programmeur. Son succès, dans les années 1980 et 1990, repose essentiellement sur l'aventure *Turbo Pascal* de Borland qui le mettait à disposition dans le cadre, nouveau à l'époque, d'environnement de développement intégré. Il perdure actuellement dans l'environnement de développement rapide *Delphi*. Cf. photo 161.

4. **C et C++.** Le C est un langage de programmation généraliste, conçu pour la programmation système. Inventé au début des années 1970 dans le cadre du système d'exploitation UNIX, C est devenu un langage quasi universel du fait de son implantation native sur la plupart des systèmes d'exploitation, ce qui se justifiait par sa proximité aux caractéristiques des processeurs, en particulier pour les différents types de variables. Son efficacité est aussi due à l'utilisation intensive des pointeurs pour l'adressage mémoire. Pour une utilisation classique, il devait être complété

par des bibliothèques spécialisées pour le traitement des chaînes de caractères, la gestion des fichiers,... Cf. photo 162.

C++, fut conçu au début des années 1980 pour compléter C par des classes d'objets, et assurer un contrôle plus serré des types et de la gestion mémoire. Il s'agit d'un langage différent qui comprend la programmation orientée objet et l'héritage multiple des classes.

5. **MatLab.** MatLab pour *Matrix Laboratory* est un langage dit de 4ème génération, c'est-à-dire un langage qui décharge l'utilisateur de tâches fastidieuses et l'éloignant de ses objectifs (comme la gestion de la mémoire), mais aussi propose un catalogue important de fonctions spécialisées. Comme son nom le laisse entendre, MatLab est orienté vers le calcul matriciel, et plus généralement vers le calcul numérique et la présentation graphique de résultats numériques. Il comporte quelques fonctions de calcul formel, en particulier de différenciation. On peut lui adjoindre de nombreuses boîtes à outils, c'est un produit commercialisé qui a connu et connaît toujours un grand succès auprès des chercheurs et ingénieurs. Cf. photo 163.

Signalons l'existence de *SciLab* pour *Scientific Laboratory* dont les capacités et la syntaxe sont très voisines de MatLab. Il s'agit d'un produit libre distribué par l'INRIA.

6. **R** est un logiciel libre de traitement des données et d'analyse statistiques mettant en œuvre le langage de programmation **S** dont il a progressivement supplanté les versions commerciales existantes avant lui. **S** fut imaginé au début des années 1970 par John Chambers travaillant aux laboratoires de Bell. D'un point de vue de l'utilisation, il est très comparable à MatLab avec lequel il partage l'utilisation des mêmes grandes bibliothèques de calcul numérique, en particulier celles de calcul matriciel. Il est néanmoins principalement orienté pour les applications statistiques et la production de graphiques de qualité. A côté des fonctions de base dont il est pourvu, il permet d'accéder à la formidable collections de paquets mis à disposition par ses nombreux utilisateurs : pas moins de 6424 au moment où ces lignes sont écrites. Une forge de production est d'ailleurs proposée pour la confection puis la publication de nouveaux paquets. Avant d'être accepté comme tel, un nouveau paquet doit satisfaire à un grand nombre de normes et de contrôles, en particulier sur la bonne présentation de sa documentation auto-embarquée. Cf. photo 164.
7. **MacSyma** (cf. photo 165). Il ne serait pas logique d'oublier qu'à côté des calculateurs numériques, les calculateurs formels ont émergé durant la période que nous considérons. *MacSyma* est le premier que nous ayons connu, il poursuit sa carrière comme principal calculateur formel libre sous le nom de *Maxima*. Parmi ceux que nous utilisons, on peut citer *Mathematica* et surtout *Maple* qui était interfacé dans le pré-processeur Latex *Scientific Word* (photo 122).

```

FUNCTION FDST (V1)
COMMON /FDSTP/ DEL(2), GAIN(20), OFFSET(20)
COMMON /FDSTP/ JMIN, JMAX
COMMON /FDSTI/ V3
C DO HIGH PASS FILTER
V2 = V1 - V3
I = 1
IF (V2 .GT. 0.0) I = 2
V3 = V3 + DEL(I) * V2
C DO NON-CONSTANT GAIN
J = IFIX (V2)
IF (J .GT. JMAX) J = JMAX
IF (J .LT. JMIN) J = JMIN
J = J - JMIN + 1
FDST = V2 * GAIN (J) + OFFSET (J)
RETURN
END

```

[1]	□IO←1▫T←3 11 □NA 'DISPLAY'▫→L1[i0≠p, Q
[2]	Q←10 7pT, cT←'ABCDEFG'(3 4p12)'日本語表示'(2 3.+.+15)'' THIS IS A PEN.'
[3]	L1:T←□FX 3↓[2]T←(T[;i3]↑='A1 ')/T←□CR 'DISPLAY'▫vp←1000 707▫OSVE←30
[4]	↓(2←207 □SVO 'Cg')/→(0#□SVE)/DLC ◊ .'▫T←1 0 1 0 □SVC 'Cg'
[5]	Cg←'OPEN' ('1 ',vp,0 0)'CLEAR' 'WHITE' 'CURSOR' 1▫T←Cg
[6]	Cg←'COLMAP' (8 3p1000x, &2 2 2t0 1 4 5 2 6 3 7)▫T←Cg
[7]	Cg←'FONTDEF'('K' 'Courier APL2 Unicode')▫T←Cg
[8]	mp←((0.8,1÷0.8)×φmp)[mp←vp+φpQ+DISPLAY Q
[9]	Δ1 Q▫Cg←'IMAGE'(0 0,vp-1)▫W←2▫T←Cg
[10]	L2:Cg←'POINT' 0▫→L9[i51=↑T←Cg+→L2[iv/1≠ε(<1 4)]S←2▫T←X←S [2 3]
[11]	Cg←'POINT'(4,X)▫→L9[i51=↑T←Cg+→L2[i1≠↑S+2▫T▫→L2[iS [4]≠1
[12]	X←(X[1;] > X[2;])▫X←X, [0.5]S [2 3]
[13]	X[;2]←φvp [2]-X[;2]▫X+ [0.5+X÷ [2] mp▫X←φX
[14]	Cg←'CLEAR' 'WHITE'▫T←Cg
[15]	→L2[i0=p, S←X[1;]↓X[2;]↑Q
[16]	Δ1 S▫Cg←'WAIT' ''▫→L9[i51=↑T←Cg
[17]	Cg←'CLEAR' 'WHITE' 'MOVE'(0 0)'IMAGE' W▫T←Cg▫→L2
[18]	L9:Cg←'CLOSE' ''▫T←Cg
[19]	A1 Δ1 Q;S;T;U;V;W;X;Y;Z;mp
[20]	A1 mp←((0.8,1÷0.8)×φmp)[mp←vp+φpQ
[21]	A1 Cg←'FONT'('K',('1tmp'))▫T←Cg
[22]	A1 U←mp× [2]φ&(pQ)τ-1+T/1pT←,Q▫'▫chs←V←T/,Q
[23]	A1 U[;2]←vp [2]-U[;2]▫U←c [2]U▫W←c (T/V▫' ▉- ')/V▫S←T

' () + , - . / : ; < = > ? []
\ _ " ^ × ÷ ← ↑ → ↓ Δ ∇ ◊ ∧ ∨
∩ ∪ ~ ≠ ≤ ≥ ◌ ⊂ ⊃ [] ⊤ ⊥ ∗ ∏ ⊠
⊕ ⊖ ⊙ ⊚ ⊛ ⊜ ⊟ ⊙ ⊚ ⊕ ⊕ ⊖ ⊛ ⊜ ⊟ ⊖ ⊕
⊖ ⊔ ⊤ ⊥ ⊛ ⊜ ⊟ ⊚ ⊔ ⊖ ⊛ ⊜ ⊟ ⊥ ⊖ ⊔ ⊚
⊓ ⊔ ⊚ ⊜ ⊟ ⊔ ⊚ ⊜ ⊟ ⊖ ⊔ ⊚ ⊜ ⊟ ⊖ ⊔ ⊚
≈ ≈ ≈ ≈ ≈ ≈ ≈ ≈ ≈ ≈ ≈ ≈ ≈ ≈ ≈ ≈ ≈ ≈
l ω α ⊠ ⊞

Ph. 161 – Code Pascal.

```

File Edit Search Run Compile Debug Tools Options Window Help
[•] Barcode.pas
i,j:integer;
Begin
  s:=a[1];
  For i:=1 to n do
    For j:=2 to 5 do
      If a[j][i]<>'?' then s[i]:=a[j][i];
  Writeln('Sau khi ghep: ',s);
End;
{-----}
Function ChuyenNhiPhan(s:string):String;
{chuyen xau s tren thanh chuoi nhi phan theo de bai va gan chuoi nhi phan tim
Var
  s1:string;
  i:integer;
Begin
  s1:='';
  If ((length(s)>1) and (s[length(s)-1] = '?') and (s[length(s)]='?')) or
    ((length(s)>2) and (s[1]='?') and (s[2]<>s[3])) then {voi cac truong hop
      Begin
        Write('NO SOLUTION');
        Readln;
        Exit;
      End;
    For i:=1 to length(s)-2 do
      Begin
        If ((s[i]='.') and (s[i+1]='?') and (s[i+2]='X')) or
          ((s[i]='X') and (s[i+1]='?') and (s[i+2]='.')) or
          ((s[i]='?') and (s[i+2]='?')) or
          ((s[i]='?') and (s[i+1]='?')) or
          ((s[i]='?') and (s[2]<>s[3])) then {cac truong hop tren cung khong xac
            Begin
              Write('NO SOLUTION');
              Readln;
              Exit;
            End;
      End;
    }
  }
  58:1 = •
F1 Help F2 Save F3 Open Alt+F9 Compile F9 Make Alt+F10 Local menu

```

Ph. 162 – Code C.

```

/* Code segment 11*/
int curDist, newDist;
int newU1[100], newU2[100];

curDist = Dist(U);
do {
    int i;
    oldDist = curDist;
    for (i=1; i<=K+1; i = i + 1) {
        newU1 = U + F[i];
        newU2 = U - F[i];
        newDist = Dist(newU1);
        if (newDist == 0 || newDist < curDist) {
            curDist = newDist;
            U = newU1;
        }
        newDist = Dist(newU2);
        if (newDist == 0 || newDist < curDist) {
            curDist = newDist;
            U = newU2;
        }
    }
} while (curDist > 0 && curDist < oldDist);

```

Ph. 163 – Code Matlab.

```
valid=0;
for k=i : n
    if(valid==0)
        for j = i+1 : n
            if(A(i,k)==0)&&(A(j,k)~=0)&&(i~=n)
                T=A(i,:);
                A(i,:)=A(j,:);
                A(j,:)=T;
            end
        end
        if(A(i,k)~=0)
            for j = i+1 : n
                A(i,:)=(A(i,:)/A(i,k));
                A(j,:)=-(A(i,:)*A(j,k))+A(j,:);
            end
            valid=1;
        end
    end
end
disp('A = ');
disp(' ');
disp(A(:,:,1));
disp(' ');
disp('-----');
```

Ph. 164 – Code R.

```
{
vcara <- as.character(vcara);
vide <- (length(vcara) == 0);
if (length(vcara) == 1) { if (vcara == "") {
    vide <- TRUE;
}}
if (vide) {
    res <- none;
    if (length(none)==0) {
        OPA <- CPA <- "";
    }
} else {
    for (hd in bf(vcara)) {
        hdc <- paste0(opa,vcara[hd],cpa);
        if (hd == 1) { res <- hdc;
        } else { res <- paste0(res,sep,hdc);}
    }
}
res <- paste0(OPA,res,CPA);
if (cr) { res <- paste0(res,"\n");}
if(!imp) { return(res);}
cat(res);
invisible();
}
#>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>>
```

```
(%i1) integrate(1/(1+x^3), x);
(%o1) - $\frac{\log(x^2-x+1)}{6} + \frac{\operatorname{atan}\left(\frac{2x-1}{\sqrt{3}}\right)}{\sqrt{3}} + \frac{\log(x+1)}{3}$ 

(%i2) diff(% , x, 1);
(%o2)  $\frac{2}{3\left(\frac{(2x-1)^2}{3}+1\right)} - \frac{2x-1}{6(x^2-x+1)} + \frac{1}{3(x+1)}$ 

(%i3) ratsimp(%);
(%o3)  $\frac{1}{x^3+1}$ 

(%i4) integrate(% , x, 0, 1);
(%o4)  $\frac{6\log(2)+\sqrt{3}\pi}{18} + \frac{\pi}{2\sqrt[3]{2}}$ 
```