

Le GCOS 7 de Bull

L'AHTI avait prévu, pour son AG du début de 2005, une présentation conjointe de deux grands projets d'une ampleur et d'une durée comparable, E 10 pour les télécoms et GCOS 7 pour l'informatique. Mais l'exposé concernant les télécoms, publié dans le dernier numéro des Cahiers, n'ayant pas permis une comparaison, les auteurs de l'exposé sur GCOS 7 sont peu enclins à rédiger leur exposé. Aussi nous contentons-nous de rendre compte assez succinctement, d'après les projections effectuées, des réunions communes de l'AHTI, de Bull et de la FEB, sur le même sujet tenue en septembre-octobre 2004, au Conservatoire national des Arts et Métiers, à l'occasion du 30^{ème} anniversaire de GCOS 7.

La naissance d'une gamme

*Lors de la première réunion, consacrée à « **La naissance d'une gamme** », sous la présidence de **Jean-Pierre Brulé**, ancien PDG de CII-HB, **Pierre Davous**, ancien DGA de Bull, a ouvert la séance en rappelant le contexte de la fusion Bull / General Electric.*

Les protagonistes au moment des accords étaient General Electric, Bull, à l'exception de sa filiale SIBGE, et, partie non négligeable, l'Etat français, alors assez dirigiste sous la présidence de V. Giscard d'Estaing. De premiers contacts entre Bull et General Electric ont lieu de mai à novembre 1964 : évaluation technique de Bull par GE, visite de Rader, patron de GE, à Bull, nouvelle direction de Bull, visite technique de Bull à Phoenix, Arizona.

Le projet GE 140 est élaboré de octobre 1964 à décembre 1966. Après deux avant-projets, alpha et bêta, le GE 140 est en développement de janvier 1965 à décembre 1966. Mais, le 2 décembre survient l'annulation du projet jugé non satisfaisant !

Après une réorganisation de la division Informatique de GE, une étude préliminaire est menée sous le nom de projet Charlie. Elle s'achève en décembre 1967. A la suite de ce projet, une gamme de produits, dits L 178, est lancée, de janvier à novembre 1968. A partir de là, le plan dit *Advanced Product Line* est mis en œuvre de décembre 1968 à juillet 1969, suivi du projet *Shangi-La* de juillet à octobre 1969.

Mais en ce même mois d'octobre, General Electric se retire de l'alliance et un nouvel accord est conclu en avril 1970 avec Honeywell. Une nouvelle politique de produits va naître.

Ensuite, Marc Bourin, ancien DG Systèmes grands et moyen à CII-HB, parle de la naissance d'une gamme d'ordinateurs à Bull.

Durant la période de l'accord Honeywell-Bull, de 1970 à 1976, l'organisation opérationnelle s'établit autour du concept de Missions, exercées sous le contrôle mondial de *Honeywell Information Systems*. M. Bourin dirige alors la mission Systèmes moyens. Il s'agit de conduire les développements au niveau mondial, d'en assurer la qualité et la fiabilité, avec les actions correctives nécessaires, et de rapporter à la direction. L'avantage de ces missions est de permettre une responsabilité claire et d'avoir des moyens d'action importants, mais les inconvénients sont d'avoir peu de prise sur les développements hors de sa juridiction et sur les commercialisations.

Le département Systèmes moyens a une expérience en développements matériels, mais non en logiciels ; il a une bonne expérience des livraisons clients et du support client. Un plan est établi en avril 1970, en vue d'une livraison en 1973 qui doit donner naissance à la gamme GCOS 7.

Les développements logiciels sont partagés entre la France et les Etats-Unis, avec une prépondérance américaine, les développements matériels le sont aussi, mais avec un poids important sur l'Hexagone. En effectifs, le projet passe de 511 unités à la fin de 1970 à 866 à la fin de 1975, avec un pic à 1009 en 1974. Les dépenses s'élèveront à 141 M\$, dont 91 pour Paris et 50 pour BCO, avec une répartition 79 en matériel, 60 en logiciel. Le total de lignes-code par version sera de 1 450 000 lignes. Le premier système est sorti à la fin de 1972 par Angers et en mi-1973 par Brighton.

Mais à la fin de 1974, des doutes sérieux apparaissent en raison de retards logiciels, d'incertitudes sur les performances et de détérioration du bilan financier. Après d'intenses débats, la solution retenue refuse de réduire les fonctionnalités du système. Malgré les pressions américaines, il est décidé de transférer tous les développements à Paris et de réorganiser les équipes de développement logiciel. Heureusement, le japonais NEC offre de vendre Cobol en 1975, ce qui va permettre l'aboutissement du projet.

GCOS 7 devient ainsi une réalité et, à la fin de 1974, 175 commandes ont été enregistrées, puis 215 en 1975. Le système continue à s'améliorer compte tenu des réactions de la clientèle qui, à côté de l'approbation de ses bonnes performances et de sa qualité, note des défauts sur l'imprimante et critique les connecteurs, les conditions de reprise, le temps d'initialisation ou la fourniture de pièces détachées.

Finalement, le parc mondial installé atteindra 2430 systèmes en 1982 et, pour un chiffre d'affaire de 5334 M\$, Bull enregistrera un bénéfice de 773 M\$ en 1987. Les dépenses en marketing ont été importantes, portant sur les démonstrations, la formation, la documentation, les supports, les applications et la maintenance.

Mais tout succès a un revers et 100 programmeurs doivent être licenciés en 1972 chez Honeywell, alors que leur nombre double chez CII-HB en 1971.

L'exposé suivant, de Gérard Louzier, ancien directeur de la ligne de produits GCOS 7, porte sur « La stratégie d'introduction des systèmes ».

Historiquement, Honeywell-Bull avait une expérience dans les systèmes de puissance moyenne, avec les Gamma 10 et 30 des années 1960, la ligne GE 1XX

venue d'Italie et la ligne H200/0 de Honeywell en 1967, et elle avait une base de clientèle importante en France et ailleurs. Mais il lui fallait unifier ses gammes.

La série GCOS 64 est lancée en 1964 avec deux modèles 64-20 et 64-40. C'est une gamme multi-processeurs, avec une capacité à exécuter les applications des lignes GE 1XX et H200/0, une anticipation des logiciels et une gestion fine des capacités de production. Le système peut être loué ou mis en vente directe à 250 000 \$, en ciblant l'Europe pour GE 1XX et les Etats-Unis pour H200. Le réseau commercial conduit un effort de formation interne et de formation des équipes-clients, avec l'objectif de 250 signatures la première année et d'un succès à l'exportation. L'état des ventes en 1975 concerne 150 systèmes installés et 200 en commande, répartis surtout en France et en Europe.

En 1976, la gamme se complète avec 64-30 et 64-50, avec un nouveau logiciel et des technologies plus avancées. Le parc installé s'établit, à la fin de l'année, à 385 systèmes et 262 commandes, avec une présence internationale affirmée.

En 1979, le marché de l'informatique distribuée se développe et la réponse de Bull est le *Distributed System Environment*, avec le 64 DPS qui modernise les processeurs initiaux et offre une option télécom et des systèmes interactifs et transactionnels. En septembre, la fusion Bull-CII se matérialise et la montée en gamme s'accélère, avec une gamme de DPS 7, mais avec des faiblesses dans la gamme basse. Bull a de meilleures performances à prix égaux que la concurrence et une particulière compétitivité en transactionnel.

Jusqu'à nos jours, l'évolution permanente des matériels et des logiciels se poursuit dans toute la gamme GCOS, avec de nouveaux produits d'aide à la décision, des ateliers de génie logiciel et l'arrivée du système Unix et des normes TCP/IP et bientôt Internet, pendant que les PC remplacent progressivement les terminaux passifs. Logiciels et largeurs de gamme deviennent des orientations majeures. Plusieurs versions logicielles sont installées, des GCOS 64 aux GCOS 7.

*Un exposé sur « GCOS 7 et ses clients », présenté par **Christian Goursaud**, du ministère de l'Intérieur et de CUBE (Club des utilisateurs Bull européens), termine cette première réunion.*

Un premier témoignage provient du Support national logiciel, mis en place par H-B. Après des débuts assez difficiles, l'arrivée des grands clients du secteur public, après la fusion CII-HB, permet de prendre progressivement en compte les demandes d'amélioration, dans l'évolution du GCOS 64 vers le GCOS 7.

Un autre témoignage vient du ministère de l'Intérieur, où de nouvelles applications sont mises en place, dans les activités de la police et dans la délivrance de titres, puis dans le domaine réglementaire. Le fonctionnement et les évolutions sont jugées pleinement satisfaisantes.

Enfin à CUBE, créé en 1984, l'existence d'un club indépendant d'utilisateurs permet d'exprimer aussi bien des demandes d'évolutions que des satisfecit.

Les logiciels et les architectures

*La deuxième réunion, présidée par **Claude Kaiser**, professeur au CNAM, a porté sur « **Les logiciels, les architectures et les options majeures** ». Cette réunion ayant été très technique, nous ne présentons que ses grands traits.*

*Le premier exposé était présenté par **Jean Bellec**, ancien responsable des développements de GCOS 64, qui expose l'architecture des systèmes GCOS 64 et 7*

Dans le temps, il a été produit par General Electric de 1968 à 1970 : APL OS, par Honeywell de 1971 à 1973 : NPL level-2 et de 1974 à 1980 : GCOS 64, par Bull de 1981 à 20** : GCOS 7, par NEC de 1974 à 20** : ACOC 4.

Les objectifs du système d'exploitation portaient sur la transition vers des systèmes transactionnels, avec l'influence de Multics émergent. Les spécifications externes utilisaient des mots de 32 bits, avec compatibilité avec l'IBM 360. L'adressage se faisait par filières, avec segmentations.

Les filières étaient conçues pour multiprocesseurs et basées sur sémaphores. Les procédures exécutaient des fonctions synchrones, avec des anneaux de protection. Le choix d'un *micro-kernel* permettait une unicité du logiciel, mais entraînait un coût d'extension des architectures.

*Le deuxième exposé portait sur « L'architecture du système d'exploitation » et était présenté par **Claude Carré**, ancien responsable de l'architecture des GCOS.*

Le contexte des années 1970 demandait un système moyen, avec une référence inévitable à IBM et un traitement en *batch*. Les évolutions prévisibles portaient sur la disponibilité, la sécurité et la maintenabilité, avec l'utilisation de matériels mutiprocesseurs, un fonctionnement en temps partagé, des mécanismes de mémoires virtuelles et l'utilisation de langages de programmation différents. Un compromis était à faire entre les demandes marketing, l'anticipation du futur et les contraintes de coût.

Les concepts fondamentaux comprenaient un groupe de processus dans la définition des programmes, un processus unique dans leur exécution et des instructions par sémaphores. Toute instruction appartient à un segment, regroupés en tables, ce qui offre une haute protection avec quatre anneaux de privilèges et des fichiers non intégrés au système de base. Le transactionnel est un impératif commercial.

Le développement du logiciel se fait, à partir de 1971, sur des systèmes Multics, avec des outils provenant de Boston.

Les dates clés du système ont été : 1974 G100 et H200, 1976 mode natif, 1977 mode transactionnel, 1978 mode interactif, 1979 accès X25, 1984 multiprocesseurs symétriques et base de données, 1986 mémoire virtuelle, 1988 périphériques et bus I/O, 1991 disques miroirs et système Unix, 1994 hexaprocesseurs, 2001 processeurs Intel. L'architecture définie en 1974 s'est avérée suffisamment extensible pour tenir 35 années.

*L'exposé suivant, traitant des « Langages et bases de données », était présenté par **Jacques Printz**, professeur au CNAM.*

Dans les années 1970, les langages de haut niveau étaient assez figés, quand le MIT lança Multics. Le rassemblement à Paris du développement des compilateurs, accompagné de transferts de technologies du MIT et de l'INRIA, favorisa le développement d'une architecture commune.

Dans ces mêmes années, l'apparition des disques va permettre le développement des bases de données, où Charles Bachman joue un grand rôle. Néanmoins, le développement du modèle relationnel fut laborieux, malgré l'aide de Ted Code d'IBM. Tous les compilateurs sont aujourd'hui dans une architecture relationnelle, où seuls les très grands objets posent encore quelques problèmes.

*Ensuite, **Bernard Chuet**, ancien responsable des études systèmes, et **Daniel Poirson** ont présenté « Emulateurs et modes »*

L'enjeu était d'abord de construire sur le parc existant, G100 et H200, puis de disposer d'outils de reprise de la concurrence IBM 360, enfin d'assurer la continuité pour les clients CII. Des outils spécialisés ont permis la reprise du parc : des simulateurs, c'est-à-dire des mécanismes permettant l'exécution de programmes destinés aux machines précédentes, et des modes, qui ajoutent des impératifs de performances.

*L'exposé suivant portait sur « L'historique des communications » et était présenté par **Claude Roland**.*

En 1976-80, les applications transactionnelles nécessitaient une concentration de terminaux. En 1980-82, DPS 7 est mis en réseau, après fusion avec les équipes de la CII., et les GCOS s'inscrivent dans ces réseaux ISO/DSA. En 1964, l'interopérabilité avec le réseau SNA est réalisée et, en 1994, DPS 7 et GCOS 7 se retrouvent dans les systèmes ouverts des réseaux à hauts débits.

*Pour l'avant-dernier exposé, le même **Claude Rolland** présente les « Applications et coopérations sur GCOS 64 et 7 ».*

Les systèmes d'exploitation se sont élargis avec le temps et ont permis une extension des applications. Ainsi sont apparues sur les GCOS la gestion de bases de données documentaires, la gestion de production, la sécurisation d'accès aux applications, par exemple. A la fin de 1991, plus de 300 progiciels étaient déjà disponibles.

Se sont également développés des partenariats avec les éditeurs de logiciels ou des financements partagés entre partenaires. La commercialisation des applications s'est faite sur catalogue ou par filières sectorielles. Les clubs d'utilisateurs, comme CUBE, ont aussi joué un rôle.

*Il revenait à **Daniel Poirson**, ancien responsable planning et marketing, de présenter le dernier exposé, portant sur « UNIX sous GCOS 7 ».*

L'évolution de GCOS 7 vers le monde ouvert et les normes émergentes supposait une nouvelle stratégie d'interopérabilité, incluant UNIX et TCP/IP. L'ouverture avec UNIX est réalisée par portage, après acquisition de licence AT&T. L'étude est conduite avec l'université de Grenoble. Le choix du portage est fait en tant que sous-système, sous le nom d'OPEN 7, plutôt que sur machine virtuelle. Un prototype est réalisé en 1986, mais de nombreuses revues sont nécessaires et l'introduction en clientèle n'est possible qu'en 1991. Le projet aura mobilisé jusqu'à 30 personnes et aura coûté environ 100 personnes/an. Près de 200 copies auront été vendues en 1992. OPEN 7 constitue un apport fonctionnel majeur, surtout comme passerelle d'interopérabilité.

Le matériel GCOS 64/DPS7/DPS7000

*La troisième et dernière réunion portait sur « **Le matériel 64/DPS 7/ DPS 7000, architecture, évolution** » était présidée par **Jacques Weber**, ancien DGA de Bull. Ici aussi on résumera les exposés techniques.*

*Le premier exposé est présenté par **Michel Guillemet**, ancien responsable des microprocesseurs et sous-systèmes centraux de GCOS 7, et concerne les processeurs centraux.*

Le système central des processeurs et des sous-systèmes périphériques réalise un invariant, qui repose sur un code d'instruction fixe, l'*Interior Decor*. Les processeurs natifs de GCOS 7 sont optimisés en performances de gestion et utilisent une microprogrammation. Le choix a porté sur des multi-processeurs, plutôt que sur des conceptions en parallèle. Le système a connu trois générations successives de microprocesseurs, P7 de 1967 à 1974 pour le Level 64, P7G-Leo de 1977 à 1981 pour DPS-7/x0 et Auriga de 1987 à 1990 pour DPS 7000/x0.

*La deuxième présentation est due à **Jean Bellec**, déjà cité, et porte sur « *Les sous-systèmes périphériques.* ».*

Tous les sous-systèmes ont en commun un interface logiciel conforme à l'*Interior Decor*, des processeurs ayant les caractéristiques de mini-ordinateurs et ne sont pas programmables par le client.

Le premier des sous-systèmes est l'*Unit Record Controler* qui comprend les périphériques *Unit Record* et les processeurs de maintenance. L'URC a beaucoup évolué et continue à évoluer, comme support de terminaux et support de réseau et pour une réduction de coût.

Viennent ensuite les disques magnétiques. La réalisation des *Mass Storage Controlers* a été confiée à Billerica, avant de revenir à Paris. Les MSC ont aussi beaucoup évolué.

Les périphériques suivants sont les bandes magnétiques, qui ont aussi connu un aller-retour Billerica/Paris et qui ont évolué sous les versions MTC-E, ATP et MTA.

Dernier sujet, les communications avec les terminaux URC/UCLA et les terminaux frontaux.

Dans l'ensemble, l'évolution a consisté à mutualiser progressivement les équipements périphériques, d'abord avec Control Data en 1976, à réduire les coût dès l'arrivée des microprocesseurs et à concentrer les applications des serveurs.

*L'exposé suivant est présenté par **Christian Joly**, déjà cité, et porte sur « La technologie, le développement assisté et l'industrialisation ».*

L'exposé présente, de 1974 à 2004 et pour les matériels successifs Ligne 64, Ligne DPS 7, Ligne DPS 7000 et DPS 7000/XTA, en premier lieu l'évolution de la technologie, avec les standards de l'industrie et la technologie propriétaire à partir de 1979, les processus standard de l'industrie à partir de 1987 et les standards de l'industrie à partir de 2001.

L'auteur présente ensuite le développement assisté, dans le même cadre, pour la technologie permettant la modification sur machine, l'ère de mise au point matériel et prototype et l'assistance progressive au logiciel de développement à partir de 1974 et la technologie qui ne permet plus la modification sur machine, l'ère de mise au point logiciel et série directe et la simulation complète logicielle à partir de 1987.

Pour l'industrialisation, se succèdent les processus industriels standards à partir de 1974, les processus industriels spécifiques à partir de 1979 et le retour aux processus industriels standards à partir de 1987.

*L'exposé suivant de **Jean Bellec**, déjà cité, porte sur « L'évolution des systèmes similaires chez NEC : ACOS4 ».*

NEC signe un accord de licence avec Honeywell sur H-400 et H-200, puis Toshiba signe un accord avec General Electric et en 1970 Mitsubishi apporte ses équipes *Computers* à Honeywell Japan. Les droits renouvelés en 1972 couvrent les dossiers GCOS, mais ni Multics, ni les produits réseaux.

NEC, qui travaille surtout en location, donne la priorité à GCOS 64 et son logiciel ACOS4 en sera la base. De 1971 à 1977, on assiste à un transfert de technologie de Bull/Honeywell vers NEC, de 1984 à 1987 Bull importe un haut de gamme de NEC, en 1985 il acquiert Honeywell Information System et en 1987 NEC prend une participation dans Bull et une collaboration technique se poursuit. Celle-ci dure jusqu'à ce que les *mainframes* perdent de l'importance devant les systèmes ouverts, vers 1988.

*Ensuite, **Daniel Poirson**, déjà cité, parle de « GCOS 7 sur microprocesseur standard : projet Diane ».*

L'évolution technologique et la réduction des coûts conduisent à s'orienter vers des processeurs standards. Les études en ce sens débutent dès 1988, mais c'est seulement après 1997 qu'il est possible de retrouver des performances équivalentes, grâce aux microprocesseurs de Intel.

Le projet Diane, de 1999 à 2000, permet une reproduction du décor GCOS 7 dans un monde ouvert, avec une reprise du schéma global de l'architecture DPS 7000, mais une visibilité indirecte des périphériques et cartes d'interfaces.

Ce résultat permet une adaptation rapide aux évolutions technologiques, une disponibilité plus grande sur les plateformes de Bull et une ouverture aux applications des clients.

*En dernier exposé, **Xavier Stéfani**, ancien directeur des systèmes GCOS 7 / DPS 7, présente l'équipe de GCOS 7 chez Bull.*

GCOS 7 fut une « grande aventure humaine », menée par une grande équipe. Celle de 1967 comprenait quelques 70 personnes, mais au total jusqu'en 1995 ce sont 20 000 hommes/années qui furent nécessaires, par recrutement et par intégration des équipes CII. Les contributions extérieures des Américains d'Honeywell, des Japonais de NEC, des Indiens de PSI et de bien d'autres ont contribué à la dynamique du projet.

Les événements marquants ont été les fusions, avec CII notamment, l'achat d'Honeywell Information System, les remises en cause et les arrêts de projets, la saga des déménagements, mais avec une équipe toujours prompte à se mobiliser.

La formation fut un aspect important, en raison de l'évolution des métiers en logiciels, en matériels et en logiques.

L'organisation a évolué pour rapprocher les compétences en fonction des évolutions en architectures, en interfaces, en technologies et en maturité. Les unités de base étaient organisées en fonction des compétences et des métiers. L'organisation par produit des logiciels et par projet des matériels a eu un impact positif sur les mentalités. Une culture commune est née, fondée sur la méthode qualité et la capacité industrielle.

Si les acteurs sont aujourd'hui dispersés, la compétence demeure et la famille DPS 7 aussi.

Conclusion

*Pour conclure ces trois réunions sur le GCOS 7, **Dan Humbolt** et **Norbert Mauraisin** ont rappelé les principaux éléments de base de cette grande aventure.*

Le développement de GCOS 7, au-delà des étapes technologiques, a nécessité des choix critiques, qui sont toujours générateurs de bouleversements dans les techniques, dans l'organisation et dans le travail.

Pour les technologies, il a fallu définir à chaque étape celles propres à la commutation, la construction, la mise au point et la production et le test.

En 1974, la ligne L64 a utilisé la technologie *Standard Packaging 10*, avec 90 plaques en Unité centrale. En 1981, on a utilisé le *Micropackaging 32*, avec 9 plaques en UC, en 1984 *Standard Packaging 32* avec 14 plaques, en 1987 *Standard Packaging 45* avec une seule plaque et une méthode nouvelle de mise au point, en 1990 un processeur par plaque, et en 1993 quatre processeurs sur une plaque et en commutation un processeur et un cache sur une plaque.

La taille du processeur central est passée de 90 plaques en 1974 à une puce de 2,25 cm² en 1996., la puissance passant de 1 à 1000. Pour le développement assisté, Bull est passé d'une organisation taylorienne à des équipes pluridisciplinaires réduites, s'appuyant sur des stations de travail performantes et sur un centre de calcul capitalisant les performances de GCOS 7. Dans les années

1970, on traçait automatiquement des masques de CI nu ; en 1993, il fallait 90 minutes pour tracer un *chip* processeur.

Les choix technologiques décisifs ont été : en 1969 CI TTL, en 1976 CML et micropackaging, en 1977 processeurs en CML, canaux en TTL, en 1983 CMOS, en 1986 GCOS 7 virtuel, en 1993 processeur et cache sur une puce, en 2001 microprocesseurs INTEL.

Après une organisation par métier, le concept de projet est mis en œuvre en 1987 et en 1988 il est généralisé.

Toutes ces évolutions n'ont pas été sans conséquences sur les établissements industriels de Bull, à Angers notamment, où la réduction des composants à fabriquer et l'utilisation de produits sur étagère a conduit à diminuer les activités, sans compensation par les volumes à produire, et à une réorientation vers l'assemblage et le test.

A l'occasion de ces réunions au Conservatoire des Arts et Métiers, la FEB et l'AHTI ont fait don au Conservatoire, au nom de Bull, de cinq lots de matériels utilisés dans les fabrications des GCOS et d'un document « Naissance d'un ordinateur » décrivant toutes les étapes de création des ordinateurs GCOS, les personnes et les techniques.

Ce résumé relatif à GCOS 7 a été préparé par F. du Castel, avec l'aide de F. Holvoet-Vermaut.

Acronymes

CII, Compagnie internationale d'informatique
CUBE, Club des utilisateurs de Bull européens
FEB, Fédération des équipes Bull
GE, *General Electric*
HB, Honeywell-Bull
IBM, *International Business Machines*
ISO, *International Standard Organisation*
NEC, *Nippon Electronic Co.*
SNA, *System Network Architecture*