

techniques analogiques et, d'autre part, les balbutiements des technologies numériques. C'est indiscutable: quand, au milieu des années 1950, un industriel souhaitait concrètement entrer dans le «calcul électronique», il devait s'équiper en «analogique» et non en «numérique».



Pour se lancer dans le calcul électronique, il fallait s'équiper en analogique

Il faut dire qu'à l'époque, les outils de calcul analogique des industriels étaient encore essentiellement mécaniques: il s'agissait de trouver les solutions d'un problème en construisant un système mécanique analogue, c'est-à-dire décrit par des équations similaires, et pour lequel les mesures étaient plus simples et moins coûteuses. Mais quand, au tournant des années 1950, les amplificateurs opérationnels ont été inventés et ont commencé à être produits en série, les industriels se sont massivement tournés vers le calcul électronique. De fait, constitués à l'époque de tubes électroniques (des électrodes placées dans un tube sous vide), ces dispositifs capables d'amplifier le signal électrique reçu en entrée offraient un moyen simple d'effectuer des opérations mathématiques comme l'addition, la soustraction, l'intégration et la dérivation, ce qui simplifiait considérablement les modélisations. C'est donc le choix que firent EDF et le Commissariat à l'énergie atomique (CEA) en 1955, aux débuts de l'industrialisation de l'énergie atomique en France.

L'AVÈNEMENT DES CALCULATEURS ÉLECTRONIQUES

EDF passa ainsi commande à la SEA, la Société d'électronique et d'automatisme, d'un analyseur différentiel, un calculateur électronique fondé sur des amplificateurs à courant continu. C'est sur cette machine que, peu après, fut réalisée pour la première fois en France la simulation cinétique d'un réacteur nucléaire. La même année, le CEA créa à Saclay, en banlieue parisienne, un laboratoire de calcul analogique au sein de son service des constructions électriques. Le laboratoire s'équipa d'abord d'une machine comprenant trente amplificateurs – c'est ce nombre qui détermine

la puissance de calcul de ces machines –, puis de deux nouvelles, puis, en 1957, de quatre machines de type «Djinn», produites par la société française Derveaux; il acheta également des machines de la SEA. Du matériel français – on insistait sur ce point à l'époque – dont le coût s'élevait à 25 millions de francs. Ces machines permettaient de tracer plusieurs milliers de courbes, solutions des équations différentielles étudiées.

Dans le domaine nucléaire, les machines analogiques étaient utilisées pour étudier la stabilité, la régulation et la sécurité des réacteurs: les ingénieurs cherchaient à savoir quelles seraient les réponses du réacteur aux perturbations ou aux éventuels accidents. Pour cela, il leur fallait déterminer un modèle mathématique qui représente de façon convenable le fonctionnement du réacteur (équations relatives aux comportements neutroniques et thermiques) et de ses auxiliaires (échangeurs, réfrigérants, groupes tournants, organes de régulation). Chaque sous-partie était ensuite testée par des expérimentations sur machine réelle, ce qui permettait d'obtenir un modèle mathématique global de l'installation. Les ingénieurs pouvaient alors, enfin, mener des essais de sécurité sur la machine analogique, essais très spectaculaires puisqu'il était permis d'effectuer toutes les manœuvres interdites dans la réalité et de simuler tous les incidents susceptibles d'avoir lieu.

À partir de 1958, les études analogiques de Saclay furent menées sur des calculateurs américains EAI 231R, plus précis et plus fiables que les matériels français (voir la photo pages 78 et 79). Le laboratoire disposait alors au total de 260 amplificateurs, 450 potentiomètres manuels, 40 multiplieurs... Dès le début des années 1960, le programme du Centre de calcul analogique de Saclay fut très chargé. Un second laboratoire fut donc créé en 1962 sur le site du CEA de Cadarache, près d'Avignon, lui aussi équipé d'EAI 231R.

De fait, dans ces années, l'entreprise Electronic Associates Inc. (EAI), dans le New Jersey, qui construisait l'EAI 231R, est devenue la principale productrice de calculateurs analogiques. Fondée en 1945 par des ingénieurs du Corps des communications de l'armée américaine, EAI avait fourni à la société Westinghouse, dès 1953, un calculateur pour la conception du Nautilus, le premier sous-marin à propulsion nucléaire. Elle avait connu ensuite un succès commercial considérable avec un client très important, la Nasa, pour le développement des lanceurs spatiaux et des satellites. Son succès était tel qu'au début des années 1960, EAI installa à Bruxelles un centre européen de calcul analogique, où de nombreux ingénieurs vinrent se former au calcul analogique électronique.

Mais, concrètement, qu'est-ce qu'un calculateur analogique électronique? Le nom de ces ➤