

Dossier : Recherche

Recherche universitaire et défense aux Etats-Unis : une



par Alexandre Bayen,
professeur à l'université
de Berkeley

symbiose réussie

Face aux médias qui mettent souvent en avant à la fois l'image d'une profusion de moyens financiers aux Etats-Unis et celle de l'extrême exigence du système américain, sur fond de fuite des cerveaux, on reste perplexe quand on compare les structures universitaires de recherche françaises et américaines. Dans le domaine spécifique de la défense, les Etats-Unis ont une tradition de financement de la recherche universitaire par l'armée, qui remonte parfois à la création de leurs universités d'élite. Cette pratique se traduit aujourd'hui par des structures de financement qui influencent largement le fonctionnement actuel de l'université.

Financements militaires de la recherche universitaire

Il est difficile, au sein d'une université américaine, de rencontrer un département scientifique ou technique dont une partie conséquente du financement ne provienne pas d'une agence de défense. Parmi les plus connues d'entre elles, l'Office for Naval Research (ONR), la Defense Advanced Research Project Agency (DARPA), l'Air Force Office for Scientific Research (AFOSR), et la National Aeronautics and Space Administration (NASA) font figure de proue du financement de la recherche militaire aux Etats-Unis.

Pourtant, même s'il répond à une logique de rentabilité des investissements de la défense, le financement de la recherche universitaire par ces agences est loin d'être simple pour les professeurs qui en bénéficient. Tout est en effet mis en œuvre par ces agences pour garder un contrôle le plus étroit possible sur les activités qu'elles financent. De nombreux projets naissent ainsi d'appels d'offres, à l'initiative des forces armées, auxquels répon-

dent les directeurs de laboratoires. A l'instar d'un directeur de PME, le professeur envoie une proposition technique et financière définissant la manière dont il atteindra les objectifs. Dans le contrat passé à l'issue de la sélection, figurent des clauses très souvent inconfortables pour les directeurs de laboratoires, avec des objectifs dont la fréquence peut aller jusqu'au mois, des simulations, des implémentations en laboratoire puis sur le terrain. En permanence, un Professeur doit convaincre des progrès effectués, justifier ses dépenses, et finalement convaincre les agences concernées de l'intérêt des activités de recherche correspondantes. Il est fréquent de voir des représentants des agences fédérales effectuer des visites presque imprévisibles dans les laboratoires universitaires pour y évaluer l'environnement de travail.

Le management d'études amont est en effet réalisé par des personnels civils ou militaires souvent eux-mêmes issus de la recherche. Leur recrutement s'effectue jusque dans les universités (par exemple présidents de départements), ce qui garantit une interpénétration entre le milieu universitaire et la défense. Ces managers en charge d'un projet dont le budget se compte en millions de dollars pilotent ainsi partiellement les activités d'une dizaine de laboratoires animés par un objectif commun. Même si ces montants font pâle figure comparés aux budgets des programmes d'armement, ils sont considérables pour des études amont en milieu universitaire. Les managers répondent de leurs résultats devant une hiérarchie opérationnelle qui veut attendre l'impact direct des projets sur l'équipement et la stratégie militaire. Ce type de pression induit un environnement très

réactif dans lequel des programmes peuvent être supprimés du jour au lendemain (à la discrétion du manager), si l'universitaire ne donne pas satisfaction, ou si des considérations stratégiques l'exigent.

Par exemple, dans les semaines qui ont suivi le 11 Septembre, l'attribution des crédits de recherche a été réorganisée pour répondre mieux à la menace d'une attaque aérienne, ce qui s'est traduit par l'annulation de programmes en cours, et la création de projets à échéance très brève en lien direct avec le terrorisme.

Cette volatilité des financements, dont le montant est considérable, est doublée, pour les jeunes professeurs d'université, d'une période probatoire de cinq à sept ans. A l'issue de cette période, les professeurs peuvent être titularisés. Un des multiples critères de sélection pour la titularisation (« tenure ») est la capacité à obtenir des contrats et à contribuer ainsi au financement des départements correspondants. Cette incertitude se traduit par une pression très forte en début de carrière, ressentie aussi par les étudiants en thèse, et qui en général induit une productivité très importante. En contrepartie, la réactivité des agences de financement permet des délais inférieurs à six mois entre l'appel d'offre et la notification d'un marché allant jusqu'à dix millions de dollars répartis sur cinq universités!

Le rôle fédérateur des agences de défense

Il arrive souvent que les objectifs assignés par les agences fédérales soient volontairement trop ambitieux pour être traités de manière satisfaisante par un seul laboratoire. Les universitaires sont ainsi contraints de collaborer pour répondre à un appel

d'offre ou pour faire une demande spontanée de financement. Ce type de collaboration, très courant, permet ainsi de créer des partenariats solides entre des universités géographiquement très éloignées : un Multiple University Research Initiative (MURI) de l'ONR regroupe ainsi, à l'heure actuelle, MIT (Boston), Stanford (Palo Alto), University of Illinois (Urbana Champaign).

Les avantages de ce type de financement sont multiples pour la défense, par rapport à des micro-financements ponctuels. D'une part, une plus grande cohérence des projets est possible, et en particulier les duplications d'activités sont évitées. Ensuite, les universités agissent entre elles comme des censeurs: lors des multiples échanges de résultats, en présence des agences fédérales, un laboratoire ne peut pas masquer une absence de résultats tangibles face à ses confrères, qui pourraient se discréditer en cautionnant une démarche scientifique infructueuse. Enfin, l'objectif final étant souvent un système et son implémentation, la participation de nombreux laboratoires universitaires contraint à une unification du langage scientifique et des standards d'implémentation.

Le fonctionnement actuel de la NASA offre une illustration de cet aspect fédérateur des agences de financement de la recherche. La NASA finance aujourd'hui des efforts de recherche dans des domaines devenus cruciaux après le 11 Septembre (contrôle aérien en particulier), grâce à ses Joint University Programs (JUP). Dans le contexte particulier du contrôle aérien, plusieurs équipes (en particulier à NASA Ames en Californie) sont ainsi parvenues à fédérer les directions privilégiées de la recherche appliquée. Par un système de financement lié à des conférences spécialisées (American Institute of Aeronautics and Astronautics en particulier), les responsables de la NASA orientent plus ou moins directement les activités de certaines de chercheurs, fédérés sous son égide.

Un exemple de succès, le DARPA software enabled control program (SEC)

Vers le milieu des années quatre vingt dix, l'avènement des technologies de l'information, la croissance ininterrompue de la puissance de calcul informatique, et la miniaturisation de l'électronique conduisent la DARPA à lancer une nouvelle initiative intitulée Software Enabled Control (SEC). L'objectif est la mise en œuvre de l'électronique embarquée et de l'informatique distribuée à bord des véhicules militaires de toutes tailles : du F15 au robot miniature en passant par le drone, l'armée souhaite développer un cadre scientifique pour l'intégration de ces différentes technologies. Regroupant industriels, militaires et

universitaires, la DARPA fixe un but précis : le vol autonome d'engins militaires opérationnels à partir d'algorithmes de calcul embarqués développés en milieu universitaire.

Des financements sont accordés à des industriels, parmi lesquels Boeing et Lockheed, en vue de réaliser une plateforme d'essai, appelée Operating Control Platform (OCP), sur laquelle les universités doivent implémenter leurs technologies. Parmi les universités retenues, on compte MIT, Stanford, Berkeley et Georgia Tech. La NASA, également partie prenante, est très présente pendant toute la durée de cette aventure, qui débute en 1998 par le financement d'études amont, principalement centrées autour de problèmes d'algorithmique. Très rapidement, sous la pression de la hiérarchie militaire, le directeur de programme SEC oriente les activités vers des simulations, qui deviennent peu à peu des implémentations « hardware in the loop » (ou simulations hybrides, dans lesquelles certaines composantes physiques du système sont évaluées grâce à la simulation d'autres sous-systèmes encore inexistantes).

La concurrence s'installe entre les différentes universités, qui partagent des technologies communes, mais doivent montrer des résultats concrets indépendants. A MIT, un ingénieur de l'armement, le Professeur Eric Féron, comptant dans son équipe entre autres un ancien champion d'échecs du Kazakhstan, Vladislav Gavrilits, est le premier à réaliser un looping totalement automatisé sur une maquette d'hélicoptère. A Stanford, le Professeur Claire Tomlin, canadienne de Vancouver, secondée par un ingénieur singapourien du DSO Lab., Rodney Teo, et un ancien capitaine de l'armée coréenne, Jung-Soon Jang, réalise le premier évitement optimal de drones utilisant le formalisme complet de Hamilton-Jacobi. A Berkeley, le Professeur Shankar Sastry, ancien directeur de programme à la DARPA revenu diriger le Département Electrical Engineering and Computer Science, se distingue dans le contrôle de flotilles d'hélicoptères – véhicules terrestres. Entre temps, les événements du 11 Septembre conduisent à inclure dans le programme des problématiques d'évitement automatisé de bâtiments, en cas de détournement d'avions. Berkeley devient le leader dans ce domaine, grâce à Ian Mitchell, post-doc canadien devenu professeur à l'université de British Columbia.

Mais le directeur du programme SEC entend parvenir à des résultats sur des véhicules opérationnels : le programme doit aboutir à l'implémentation des algorithmes concernés sur l'OCP. Les équipes universitaires doivent alors se rendre fré-

« ...les semaines qui ont suivi le 11 Sept., l'attribution des crédits de recherche a été réorganisée pour répondre mieux à la menace d'une attaque aérienne... »

quement à Saint-Louis pour mettre leurs standards en conformité avec les équipements Boeing. Enfin, en 2004, sur la base militaire d'Edwards, une démonstration a lieu (en l'absence ou la présence éloignée de la plupart des concepteurs qui ne possédaient pas la nationalité américaine...), lors de laquelle deux avions (un T33 et un F15E Strike Eagle) effectuent des manœuvres répondant à des besoins opérationnels. Les pilotes lâchent les commandes en vol et laissent les algorithmes développés lors des phases précédentes du projet exécuter à leur place des manœuvres d'évitement d'obstacle et de vol en formation, totalement automatisées. L'aventure s'achève donc sur un succès, qui a permis à des laboratoires universitaires de développer de nouveaux algorithmes, à des industriels de développer de nouvelles technologies, et au monde militaire de bénéficier d'une collaboration d'experts hors pair dont les réalisations constitueront les bases de la nouvelle génération d'armement aux Etats-Unis.

Dans les années soixante, la NASA, alors en pleine aventure spatiale, a financé abondamment la recherche en automatique. Plus de quarante ans plus tard, les noms de pionniers tels Bryson ou Ho sont restés grâce à leurs découvertes financées et maintenant utilisées par l'armée, grâce à leurs étudiants devenus hauts fonctionnaires à la NASA, et grâce à leur héritage scientifique rendant indissociables l'histoire du contrôle, de la NASA et des départements d'aéronautique. Depuis, le contexte géopolitique et les priorités opérationnelles ont changé, mais l'union sacrée défense - université persiste, et on peut espérer que la génération actuelle de chercheurs marquera elle aussi son temps par ses contributions dans les domaines scientifiques émergents.

Propos recueillis par Louis le Pivain