



Erol Gelenbe

Professeur à l'Institut d'Informatique théorique et appliquée de l'Académie des sciences de Pologne, Membre de l'Académie des technologies.

Renforcer la place des universités européennes dans le concert mondial

Les pays de l'UE peuvent se targuer de posséder quelques-unes des plus prestigieuses universités et organismes de recherche dans le monde. Pourtant la part des innovations technologiques que produit le continent reste faible au regard du potentiel de recherches que l'UE représente. Comment redresser la barre et mieux armer les universités européennes dans la compétition exacerbée que se livrent les grandes puissances ? Après une analyse du financement et du mode de fonctionnement comparés des universités dans le monde occidental, l'auteur propose quelques recommandations fortes pour donner à la France et l'Europe de la recherche les moyens de se confronter à armes égales avec ses concurrents.

Introduction

Quelques statistiques éclairantes

En 2019, le PNB des Etats-Unis, de l'Union européenne (UE) et de la Chine s'élevaient respectivement à 21 430, 18 377 et 14 340 milliards de dollars, c'est-à-dire que l'Europe se situait quasiment au niveau des Etats-Unis, bien devant la Chine. Mais parmi les vingt plus grandes marques technologiques au monde en matière de capitalisation, une seule est européenne (SAP), quatre d'entre elles sont chinoises et une est coréenne (Samsung). En ce qui concerne les entreprises technologiques classées en fonction de leur chiffre d'affaires, sur les 18 premières, aucune n'est européenne. Parmi les 50 premières entreprises en matière de revenus, seules 8 sont européennes, et en 2020, les opérations de capital-risque européennes ne représentaient que 43 milliards de dollars, soit environ 17 % d'un total mondial estimé à 250 milliards de dollars.

Ces indicateurs, qui incluaient encore le Royaume-Uni dans l'UE, nous disent que malgré son histoire et sa culture, la taille de sa population et la qualité de vie qu'elle nous offre, l'UE n'a pas encore atteint le niveau d'investissement économique pour l'avenir que l'on pourrait attendre de sa richesse matérielle et de son riche patrimoine culturel, technologique et scientifique.

Pourtant les pays de l'UE ont longtemps bénéficié de grands organismes de recherche (CNRS, Max-Planck Gesellschaft, EMBO pour la biologie fondamentale, CNR et INFN en Italie, CERN, INRIA, etc.) et d'organismes de recherche et de technologie (RTO) comme Fraunhofer, le CEA, le VTT en Finlande, IMEC en Belgique, etc... En outre en 2016 l'Europe produisait à elle seule 28,1 % des publications scientifiques mondiales, devant les Etats-Unis (19,3 %) et la Chine (17,7 %), alors que la majorité des prix Nobel est attribuée depuis de nombreuses années à des chercheurs qui ont obtenu leur doctorat aux Etats-Unis, un pays qui s'efforce aussi de recruter assez

fréquemment les littéraires ou scientifiques qui ont obtenu des prix Nobel ailleurs, après leur reconnaissance par ce prix prestigieux. Dans le même temps, nous constatons que l'industrie innovante européenne investit beaucoup moins dans la recherche que ses homologues aux Etats-Unis et en Chine (mais plus que ses homologues au Japon)¹.

Les récents développements industriels et économiques basés sur la technologie, d'abord aux Etats-Unis, puis en Asie, ont été soutenus par des investissements majeurs dans la science de ces pays, ainsi que dans leur recherche technologique et dans l'enseignement supérieur, alors que les investissements correspondants de l'Europe au cours des trois dernières décennies sont restés en retrait, malgré de nombreuses initiatives positives visant à soutenir la coopération industrie-université.

¹ <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/73e624aa-406c-11eb-b27b-01aa75ed71a1/language-en>.

L'apport des programmes de recherche européens

En effet, le tissu scientifique et technologique de l'UE a pu bénéficier des programmes de recherche européens, Framework puis Horizon, d'un financement significatif de la recherche fondamentale via l'ERC (*European Research Council*) et les «Flagships», et des efforts récents pour soutenir l'innovation d'origine industrielle ou académique via l'EIT (*European Institute of Technology*) qui n'a pas pu encore atteindre ses ambitions initiales, et auquel le nouveau EIC (*European Innovation Council*) devrait apporter un soutien plus efficace. Mais les sommes engagées ont été insuffisantes pour combler les retards de financement du tissu de l'enseignement supérieur et de la recherche.

Malgré ces difficultés, un rapport récent au sujet des programmes Horizon 2020 et FP7 reconnaît le succès des PME et des universités dans l'innovation européenne, et affirme que «...En outre 70% des innovations à haut potentiel sont co-développées par des universités, la collaboration entre les universités et les PME semble être particulièrement fructueuse, et de nouveaux produits sont co-développés beaucoup plus souvent dans le cadre d'une collaboration impliquant des universités...»

Cette situation est similaire à celle des États-Unis où les connaissances et le savoir-faire diffusés principalement par les universités et les «start-up» - souvent créées par des universitaires ou des doctorants récents - sont la source d'une partie significative des innovations qui sont à l'origine de l'augmen-

“Le rôle essentiel des universités qui collaborent avec les start-up et les grandes entreprises a été à nouveau mis en évidence de manière spectaculaire, avec le développement de certains vaccins Covid 19 en un temps record.”

tation constante de la richesse de ce pays dans les dernières décennies.

Le cas révélateur des vaccins anti-Covid

Le rôle essentiel des universités qui collaborent avec les start-up et les grandes entreprises a été à nouveau mis en évidence de manière spectaculaire, avec le développement de certains vaccins Covid 19 en un temps record.

Deux des vaccins contre le Covid 19, développés et commercialisés par des programmes remarquables de recherche-développement en Europe résultent du travail d'équipes universitaires, notamment Biontech en Allemagne des professeurs d'origine turque Ugur Sahin et Ozlem Tureci de l'université de Mayence et leur équipe², et le vaccin Astra-Zeneca de la Professeure Sarah Catherine Gilbert de l'université d'Oxford en Grande-Bretagne. D'ailleurs, le vaccin Moderna aux États-Unis, tout comme le vaccin Biontech, est basé sur l'œuvre de

la pionnière hongroise, la professeure Katalin Karikó.

Réduire le poids des charges d'enseignement et de la bureaucratie dans les universités

Nous constatons donc une nouvelle fois, à l'occasion de cette pandémie, que nos universités peuvent offrir des solutions inattendues à nos principaux défis, de même que dans les années 1980 ce sont les universités qui ont lancé le grand rattrapage de pays comme l'Allemagne ou la France dans le domaine de l'informatique, sujet sous-estimé à l'époque mais aujourd'hui largement reconnu comme crucial. Nous avons aussi observé ci-dessus que l'UE constate leur grande utilité en matière d'innovation et de création de nouveaux produits dans le cadre des programmes Horizon.

Nous pensons qu'il convient d'urgence de réduire dans les universités les contraintes qui clouent les enseignants-chercheurs au sol, à savoir les charges individuelles excessives d'enseignement et l'excès de réglementation, d'administration voire de bureaucratie.

Dans beaucoup de pays européens, des charges d'enseignement trop élevées, qui s'accompagnent d'un lourd travail de préparation de ces enseignements, d'heures de contact essentielles avec les étudiants, de charges administratives imposées par l'organisation et l'évaluation de l'enseignement ainsi que de contraintes administratives excessives de gestion, brident fortement la capacité créative des enseignants-chercheurs des universités, y compris dans leurs travaux et leurs relations avec le secteur industriel et productif, au cœur de nos préoccupations.



² Cette réussite spectaculaire a permis notamment de mettre en évidence les possibilités d'intégration d'enfants d'immigrés étrangers en Allemagne.

●●● En effet, au début des années 1980, au moment où la plupart des universités américaines de premier rang (notamment les 250 universités faisant partie du classement R1+R2) réduisaient la charge d'enseignement de leurs professeurs à 60 ou au maximum 90 heures de cours annuels devant des classes de 25 à 40 étudiants, les professeurs et maîtres de conférences d'université en France se voyaient « gratifiés » d'une augmentation massive d'heures d'enseignement qui passaient brutalement de 75 heures à 120 heures par an, le plus souvent devant des groupes de 200 ou plus d'étudiants, ou de 180 heures de travaux dirigés.

Cela étant, on pourrait se demander si la situation est bien différente dans les grandes universités internationales que nous admirons tant pour leurs contributions au développement scientifique et économique de leurs pays et du monde tout entier. Pour ce faire, notons pour commencer que la moyenne du nombre d'étudiants par enseignant-chercheur dans les universités en France se situe entre 18 et 20, tandis que les universités francophones belges ont un taux comparable de 21:1.

En effet, si l'on examine la situation des «100 meilleures» universités du classement de Shanghai, ou même les « meilleurs établissements» de la plupart des autres classements, le ratio du nombre d'étudiants par professeur (temps complet), tous grades confondus, donne un aperçu de la charge d'enseignement des universitaires et des limites imposées à leurs activités créatives et leur capacité à contribuer à la recherche et à l'innovation. Par exemple, les chiffres officiels montrent que l'université de Cambridge dispose d'un professeur pour 2,93 étudiants, soit un taux d'encadrement plus de six fois plus important que l'Université



■ University College (Londres).

dans son ensemble en France. A l'University College de Londres, le taux est d'un enseignant pour 5,68 étudiants, tandis que l'Imperial College bénéficie pour tous les cycles (y compris les doctorants) d'un rapport de 4 étudiants par enseignant-chercheur. On est bien loin de la moyenne en France.

Si l'on considère encore les «100 meilleures», nous voyons qu'aux Etats-Unis, Duke University bénéficie d'un taux d'encadrement de 3,92:1, l'université de Washington Saint-Louis d'un taux de 4,26:1, tandis qu'en Grande Bretagne l'université d'Edimbourg bénéficie d'un taux d'encadrement de 7,86:1 ! Dans ces conditions, peut-on attendre la même productivité scientifique, ou le même souci de travail en commun avec les industriels ou d'acquisition de contrats de recherche, d'un enseignant-chercheur dans une université qui affiche 21 étudiants par ensei-

gnant-chercheur par rapport à une autre dotée de moyens qui lui permettent de recruter quatre ou cinq fois plus d'enseignants-chercheurs pour le même nombre d'étudiants ?

Et qu'en est-il du nombre de doctorants que ces enseignants-chercheurs peuvent encadrer ? En effet, les évaluations internes des universités aux Etats-Unis constatent que les plus grandes universités de recherche arrivent au taux moyen de deux docteurs diplômés par an pour chaque enseignant-chercheur, ce qui voudrait dire - sur une période doctorale de quatre ans en moyenne - qu'ils encadrent chacun au moins huit doctorants. Nous disons «au moins» car différents facteurs, comme les échecs inévitables et l'attraction exercée par les emplois dans l'industrie, réduisent tout naturellement l'efficacité ou la productivité de la formation doctorale.

Mais huit doctorants pour un professeur c'est bien le double de ce qui est accepté comme une limite supérieure dans la plupart des universités en France. Les charges d'enseignement ainsi que nos propres contraintes administratives appliquées uniformément, sans prendre en compte les capacités de direction de recherche et de

“La moyenne du nombre d'étudiants par enseignant-chercheur dans les universités en France se situe entre 18 et 20, tandis qu'aux Etats-Unis, Duke University bénéficie d'un taux d'encadrement de 3,92:1.”

création de sujets nouveaux des uns et des autres, expliquent la différence.

Modèles de financement pour certaines grandes universités

Quelques cas exemplaires d'universités américaines...

Le financement des meilleures universités aux États-Unis repose principalement sur les frais de scolarité et sur leur dotation privée d'un montant total de plus de 500 milliards de dollars à l'échelle nationale. Cette somme comprend les dotations d'universités publiques telles que les universités du «Texas System», y compris la Texas Austin, San Antonio, Dallas, Houston Medical Center, El Paso, etc., dont la dotation globale en capital s'élève à 31 milliards de dollars.

Notons que le niveau de dépense des fonds de dotation de ces universités, qui sont investis principalement dans des sociétés cotées en bourse, représente en moyenne 5% de la valeur des fonds. Donc il s'agit d'une dépense annuelle d'environ 25 milliards de dollars au total, soit par

“Le financement des meilleures universités aux États-Unis repose principalement sur les frais de scolarité et sur leur dotation privée d'un montant total de plus de 500 milliards de dollars à l'échelle nationale.”

exemple 1,5 milliard de dollars pour une dizaine d'universités du Texas, ce qui représente une somme considérable.

Dans l'ensemble, 49% de cette dotation aux États-Unis est utilisée pour offrir des bourses ou une aide financière aux étudiants, tant pour les doctorants que pour les autres étudiants prometteurs.

Voici quelques exemples de dotations : 8,52 milliards de dollars pour l'université de Washington St Louis, qui, pour un taux de dépenses de 5%, offre une couverture de 426 millions de dollars par an aux dépenses de fonctionnement de l'université ; 38 milliards de dollars de Harvard qui couvrent 35% de ses dépenses de fonctionnement ; 26 milliards de dollars à Princeton, 16,5 milliards de dollars pour le MIT, ou encore 29

milliards de dollars pour Yale University laquelle est capable de dépenser 1,5 milliard de dollars par an pour l'enseignement et la recherche sans compter les recettes provenant des frais de scolarité et des contrats de recherche.

Les dotations des universités américaines sont abondées par des subventions et des contrats de recherche provenant du gouvernement fédéral (DoD, NSF, NIH, NASA, etc.) qui comportent généralement 45% ou plus de frais généraux en plus des dépenses directes, et par des dons de l'industrie et des individus³.

³ Pour une consultation de la liste des agences fédérales américaines qui subventionnent la recherche et l'enseignement supérieur : <https://research.wustl.edu>



I Université du Texas, Austin, États-Unis. Source : Shutterstock

●●● Un exemple intéressant et atypique, mais pas inhabituel, est l'Olinn College of Engineering du Massachusetts qui compte 350 étudiants et dispose d'une dotation en capital de plus d'un million de dollars par étudiant, ce qui lui permet d'offrir une formation de grande qualité - y compris par la recherche - dans un établissement de toute petite dimension. Selon son propre site web, l'énoncé de mission de son corps professoral indique que *«L'une des facettes importantes du rôle d'un membre du corps professoral d'Olin est de s'engager dans un travail significatif tourné vers l'extérieur grâce à des activités telles que la recherche, l'entrepreneuriat, le conseil technique et pédagogique, et le travail créatif ... En effet, cette recherche accomplit bien plus que la simple formation des scientifiques de demain, elle a également un impact aujourd'hui.»*

... et d'universités britanniques

Les universités britanniques obtiennent une majorité de financements privés grâce à des frais de scolarité substantiels, de l'ordre de 10 000 euros par an pour les citoyens ou résidents britanniques et de 15 000 à 25 000 euros par an pour les étudiants non-britanniques, ainsi que des sommes substantielles provenant de contrats de recherche et de subventions, y compris de l'UE.

Oxbridge (Oxford et Cambridge) constitue en plus une exception en Europe avec les dotations énormes des fondations liées aux « Colleges » qui les constituent. La capacité financière assurée par ces rentrées d'argent a aussi permis aux universités britanniques d'attirer des universitaires de renom et des doctorants de haut niveau, y compris de nombreux Européens. Ainsi, les cinq à six universités britanniques les plus prestigieuses (Oxford, Cambridge, Imperial College, University College London, Université d'Edimbourg, Université de Bristol, Université de Manchester) ont attiré ensemble chaque année de l'ordre d'un milliard d'euros de contrats de recherche de l'UE, ce qui est supérieur au montant total annuel des contrats de recherche européens obtenus par le CNRS. En effet, en plus d'un EPSRC britannique — équivalent de notre ANRT

— qui a dispensé environ 800 millions de livres par an directement dans les universités, et aussi d'autres financements de sources comme la Défense ou la recherche spatiale, les universités et l'industrie au Royaume-Uni ont systématiquement reçu plus de deux milliards d'euros par an de l'UE pour la recherche, renforçant leur solide assise financière.

On peut s'attendre à ce que les plus grandes universités britanniques restent en mesure d'assurer et d'augmenter leurs revenus provenant des frais de scolarité après le Brexit, car leurs nouveaux étudiants européens seront tenus de payer dès 2021 les mêmes frais de scolarité que les étudiants asiatiques ou américains, et la Grande-Bretagne n'aura plus le souci de financer les programmes ERASMUS.

Comment rétablir la compétitivité des universités en France et dans l'Union européenne ?

La France n'est pas le « mauvais élève » qu'on dit parfois

Pour sortir un peu du « French bashing », il nous semble juste et utile de saluer une grande réussite de la politique menée depuis les années 2010 par trois présidents de la République successifs en France, avec leurs conseillers pour l'enseignement supérieur et la recherche, et leurs ministres des

universités. En effet, aujourd'hui la France dispose de cinq universités qui font partie des cent premières du classement de Shanghai. Paris-Saclay, Paris Sciences et Lettres et Sorbonne Université sont toutes les trois dans les cinquante premières, tandis que l'Université de Paris et l'Université Grenoble Alpes se situent respectivement en 65^{ème} et 99^{ème} position. Aix-Marseille et Strasbourg arrivent ensuite dans le peloton des 101 à 150. C'est important car elles pourront toutes attirer aussi de très bons étudiants, des doctorants et d'excellents professeurs, notamment des étrangers, et plus de fonds européens ou privés.

Cette réussite montre aussi l'échec de la politique menée dans les années 70-90 avec son excès de spécialisation et d'atomisation des centres universitaires, et l'importance de disposer d'universités ayant une structure variée et non homogène, qui peuvent assurer un réel équilibre entre enseignement et recherche, entre unités de formation et laboratoires d'organismes de recherche, comprenant des « collèges » que sont les grandes écoles ou les IUT au sein d'une université, voire même des laboratoires industriels ou privés comme c'est le cas à Paris-Saclay.

Des recommandations de bon sens

On pourrait imaginer que d'autres pays s'en inspirent, par exemple la Belgique, l'Italie ou l'Allemagne. Mais ceci ne suffira pas, et il faudra aller plus loin en entreprenant des



■ Sorbonne Université (Paris). Source : Shutterstock

changements et des améliorations supplémentaires, énumérés ci-dessous :

- il faudra certainement plus de moyens en général, en mettant l'université au cœur des priorités de la France et de l'Europe ;

- il conviendra de revaloriser les carrières des enseignants-chercheurs, peut-être simplement en effectuant certains premiers recrutements à des grades plus élevés ;

- dans le même esprit, on pourrait s'attendre à ce que l'Europe puisse créer de l'ordre de deux mille «chaires européennes» dans toutes les disciplines, d'une durée de six ans renouvelables au plus une fois, dotées de deux cent mille euros par an incluant le salaire et les charges sociales et un montant de l'ordre de cinquante mille euros pour des dépenses de soutien pour les recherches du professeur. Cela représente un investissement annuel de quatre cent millions d'euros destiné à impulser un dynamisme nouveau, une plus grande émulation et à attirer d'excellents savants et scientifiques dans les universités de l'UE ;

- il sera alors tout aussi utile de mettre en place un «*tenure track*»⁴ de durée limitée (comme c'est le cas désormais en Allemagne, en Autriche et ailleurs) pour ceux qui voudraient obtenir une expérience de l'enseignement supérieur et de la recherche

avant de faire leur choix définitif de carrière, et aussi pour renforcer le vivier dans lequel les universités européennes pourront puiser ;

- Il sera aussi nécessaire d'augmenter le nombre d'emplois de «professeurs associés» pour accueillir plus de personnes venant de l'industrie et du monde entier, dans différentes phases de leur carrière ;

- Il sera important d'alléger les charges d'enseignement non seulement en augmentant le nombre d'enseignants-chercheurs mais aussi par des mesures ciblées comme :

- l'allongement des carrières en essayant de maintenir en fonction, par exemple jusqu'à l'âge de 76 ans, voire plus, les professeurs les plus aptes, sur une base de volontariat ;

- la possibilité de décharges de parts de service d'enseignement gagées par des mois personnes (PM) pris sur des contrats de recherche tels que ceux de l'UE ou avec l'industrie ;

- l'admission des étudiants non européens au niveau du Master et beaucoup moins qu'actuellement au niveau du premier cycle, pour alléger la charge et la difficulté d'assurer des enseignements initiaux pour des étudiants qui n'ont pas la formation linguistique ou scientifique indispensable ;

- la création de classes préparatoires spécifiques pour l'université, encadrées par des enseignants du second degré ;

- l'augmentation sensible du nombre de doctorants sur des emplois à durée limitée (type ATER) qui pourront assurer aussi quelques heures d'enseignement ou de tutorat, et qui seraient sélectionnés par des concours de niveau international pour attirer les tout meilleurs.

Restaurons la compétitivité des universités en France et dans l'Union européenne pour assurer notre avenir

Tous nos compétiteurs misent sur les universités et les relations université-entreprise pour assurer leur avenir, leur richesse, leur capacité à aider les pays les plus démunis, et pour assurer l'avenir de leurs enfants. Les investissements en enseignement supérieur et recherche de la Chine, de Singapour, de la Corée ou des Etats-Unis vont dans ce sens. Le Royaume-Uni vient d'annoncer un nouveau programme de financement pluridisciplinaire (l'ARPA) d'un milliard d'euros pour des recherches hautement innovantes, tandis que leurs meilleures universités se maintiennent devant celles de la grande majorité des pays du monde.

Il convient donc d'accepter ce noble défi. Dans la vieille Europe que nous aimons bien, il nous appartient de soutenir fermement et amplement nos scientifiques, nos savants et nos jeunes, et d'attirer les meilleurs, pour rétablir la compétitivité des universités en France et dans l'Union européenne. ■

⁴ Poste provisoire d'enseignement précédant une titularisation éventuelle

L'auteur

Erol Gelenbe, a été élu Fellow de l'IEEE, de l'ACM et de l'IFIP, pour ses travaux sur l'évaluation des performances des systèmes informatiques et sur les réseaux neuronaux aléatoires. Ancien élève de METU (Ankara), il obtient son PhD à New York University, est nommé «Assistant Professor» de l'Université du Michigan (Ann Arbor), puis est élu professeur titulaire à l'Université de Liège à vingt-sept ans. De 1973 à 1983, il est directeur scientifique à temps partiel à l'INRIA, où il crée les équipes de recherche en modélisation des systèmes informatiques, et soutient une thèse d'Etat à l'Université P. et M. Curie. Recruté par les universités de Paris-Orsay et Paris-Descartes, de 1983 à 1986, il est Conseiller technique du Secrétaire d'Etat aux universités, où il est chargé de divers dossiers d'importance nationale. Il repart aux Etats-Unis en 1994 comme directeur de département ou d'instituts aux universités de Duke et de Central Florida aux Etats-Unis, et en 2003 il est élu professeur titulaire de la chaire «Dennis Gabor» à l'Imperial College de Londres. Après le Brexit, il rejoint l'Institut d'Informatique théorique et appliquée de Pologne comme professeur. Membre de l'Académie des Technologies, il est aussi membre associé des académies des sciences de Belgique, de Hongrie et de Pologne, membre de l'Académie des sciences d'Istanbul, et «docteur honoris causa» de nombreuses universités européennes. Il est Chevalier de la Légion d'honneur, Commandeur de l'Ordre national du mérite et lauréat de plusieurs prix scientifiques internationaux.