

A S S E M B L É E N A T I O N A L E

X I V ^e L É G I S L A T U R E

Compte rendu

Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques

Nomination à des organismes extraparlimentaires.....	2
Examen de demandes d'auditions publiques sur les Assises de la recherche et sur les organismes génétiquement modifiés...	2
Audition de Mme Catherine Rivière, présidente-directrice générale du Grand équipement national de calcul intensif (GENCI).....	3

Mardi 23 octobre 2012
Séance de 17 heures

Compte rendu n° 5

SESSION ORDINAIRE DE 2012-2013

**Présidence
de M. Bruno Sido,
sénateur,
*Président***



Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques

Mardi 23 octobre 2012

Présidence de M. Bruno Sido, Sénateur, Président

La séance est ouverte à 17 heures

– Nomination à des organismes extraparlimentaires

M. Bruno Sido, sénateur, président. – Nous devons désigner certains de nos collègues pour siéger au sein de cinq organismes extraparlimentaires. Je vous rappelle que la tradition de notre délégation est d'équilibrer ces nominations entre l'Assemblée nationale et le Sénat, ainsi qu'entre majorité et opposition.

Lors de sa réunion du 26 septembre, le Bureau a décidé de proposer :

- au **Haut conseil pour la science et la technologie (HCST)**, la nomination de votre Président, en remplacement de M. Claude Birraux, ancien Président ;

- au **Comité économique, éthique et social du Haut conseil des biotechnologies (HCB)**, les nominations de Mme Anne-Yvonne Le Dain, députée, comme titulaire et de M. Jean-Marc Pastor, sénateur, comme suppléant.

Ces propositions sont approuvées.

Par ailleurs, l'Office a procédé aux nominations suivantes :

Au **conseil d'administration de l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (ANDRA)** : M. Christian Bataille, député, vice-Président.

Au **conseil d'administration de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN)** : M. Michel Berson, sénateur est nommé pour deux ans. M. Denis Baupin, député, lui succédera.

Au **conseil d'administration de l'Agence d'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur (AERES)** : M. Patrick Hetzel, député.

*

– Examen de demandes d'audition publiques sur les Assises de la recherche et sur les organismes génétiquement modifiés

M. Bruno Sido, sénateur, président. – Le Bureau a été saisi de deux demandes d'auditions publiques dont il a approuvé le principe.

La première concerne les Assises de la Recherche et pourrait se tenir le mardi 4 décembre 2012.

M. Jean-Yves Le Déaut, député, premier vice-président.- Le Premier ministre m'a chargé d'une mission de liaison entre le Parlement et les Assises de l'enseignement supérieur et de la recherche, qui auront lieu les 26 et 27 novembre 2012. Je propose donc d'inviter les membres de l'Office à rencontrer la présidente, Mme Françoise Barré Sinoussi, le rapporteur général, M. Vincent Berger, et le comité de pilotage des Assises. Seront aussi conviés le conseil scientifique de l'Office, les rapporteurs territoriaux et tous les acteurs du monde scientifique qui souhaiteront y participer.

M. Bruno Sido. – La seconde audition publique porterait sur les OGM qu'une controverse récente a replacés au premier plan de l'actualité scientifique. Il est envisagé de l'organiser le mardi 20 novembre.

M. Jean-Yves Le Déaut.- Le premier rapport de l'Office sur le sujet date de 1998. Il fut suivi d'une Conférence des citoyens puis de nombreux textes.

Mme Chantal Jouanno, sénatrice. – A la suite de l'article de Gilles-Eric Séralini, le débat essentiel me paraît porter sur les protocoles d'expertise, plus encore que sur les OGM.

M. Jean-Yves Le Déaut.- Une audition publique sur le risque numérique serait également utile. Elle pourrait avoir lieu au début de l'année 2013.

Ces propositions d'auditions publiques sont approuvées.

*

– **Audition de Mme Catherine Rivière, présidente-directrice générale du Grand équipement national de calcul intensif (GENCI)**

Mme Catherine Rivière, PDG de GENCI (Grand Équipement national de calcul intensif). – Une stratégie pour la recherche civile dans le domaine du calcul intensif a été mise en place en France depuis 2007 avec la création de GENCI, qui compte 5 associés : le Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche, le CEA, le CNRS, la Conférence des présidents d'université et l'INRIA.

Qu'est-ce que le calcul intensif ?

Il s'agit tout d'abord de la simulation numérique, qui est le troisième pilier de la science aux côtés de la théorie et de l'expérimentation. La simulation numérique permet de résoudre virtuellement des problèmes qui ne peuvent l'être autrement. La climatologie, par exemple, ne peut s'étudier en laboratoire. Pour les industriels, la simulation numérique permet un gain de temps par l'amélioration de leurs procédés de production.

La simulation numérique nécessite des superordinateurs. Celui du CEA à Bruyères le Chatel, le plus puissant en France, septième dans le monde et troisième au niveau européen, a une puissance de 2 Petaflops (PFlops) c'est-à-dire qu'il réalise 2×10^{15} opérations par seconde. 1 Pflop équivaut à 100.000 ordinateurs de bureau coopérant efficacement.

Pourquoi faut-il une véritable politique publique dans ce domaine ?

Le calcul intensif est stratégique pour la science, pour l'industrie et pour les politiques publiques :

- C'est un outil stratégique pour la science, dans certains domaines où les résultats ne sauraient être compétitifs au niveau mondial sans recours au calcul intensif : par exemple en météorologie, climatologie, sciences de la terre, mais aussi pour les sciences de la vie c'est-à-dire la compréhension des mécanismes biologiques et la mise au point de molécules ciblées. En astrophysique, un premier scénario de formation de l'univers a été réalisé sur nos ordinateurs.

- Dans le domaine industriel, trois illustrations de l'utilité du calcul intensif peuvent être apportées :

. Pour Safran, le calcul intensif a permis de réduire de six mois la durée de conception de moteurs d'hélicoptères, en aidant à résoudre des instabilités ;

. Dans le domaine de l'aéronautique, Airbus a une ligne d'utilisation de calcul intensif jusqu'en 2020 pour concevoir l'avion de demain par ordinateur. La simulation a permis de réduire les tests en soufflerie de 20 %.

. Pour Total, il s'agit d'éviter les forages inutiles, en apportant une aide à l'interprétation de la prospection sismique.

- Pour les politiques publiques, la simulation numérique est un outil d'aide à la décision, par exemple pour tester des scénarios d'évacuation de la population en cas de réalisation de risques naturels, pour modéliser la propagation de virus, ou pour connaître l'impact sur l'écosystème local à long terme de l'implantation d'un barrage.

Quel est le contexte du calcul intensif dans le monde ?

Les États-Unis sont leaders depuis plusieurs décennies, ainsi que le Japon et depuis cinq ans, la Chine, l'Inde et la Russie. En Europe, une communication de la Commissaire Neelie Kroes en date du 15 février 2012, a souligné le caractère stratégique du calcul intensif pour stimuler l'innovation en Europe. L'objectif est de passer d'un investissement de 600 M€an à 1,2 Md€an à partir de 2014, dans le cadre « Horizon 2020 ». Des initiatives ont également été prises en Allemagne et en Grande-Bretagne, notamment à l'intention des petites et moyennes entreprises qui jouent un rôle clef dans la compétitivité d'un pays. En 2010, une infrastructure de recherche de rang mondial a été créée (*Partnership for advanced computing in Europe* ou PRACE) qui met à disposition sur la base de l'excellence scientifique six machines dont 4 figurent parmi les dix premières mondiales. Il s'agit d'un investissement de 400 M€ sur 2010-2015, porté par 4 pays européens (France, Allemagne, Italie, Espagne). En juin 2012 a été lancée une plateforme de calcul intensif en vue de développer les technologies et services associés en Europe (ETP4HPC). Le paysage européen s'est donc récemment structuré.

Les États-Unis sont toujours leaders du classement des ordinateurs les plus puissants du monde pour la recherche académique. L'Europe a rattrapé l'Asie. La France est visible avec 3,8 Pflops accessibles pour les scientifiques européens (à comparer aux 50 Pflops américains). PRACE représente 80 % de l'effort européen pour la recherche académique. S'inscrire dans une logique européenne est en effet le seul moyen de demeurer dans la compétition au niveau mondial.

Pourquoi GENCI a-t-il été créé ? Quelles sont ses missions et réalisations ?

En France, l'écosystème du calcul intensif s'est structuré par la création de la société civile GENCI il y a cinq ans. GENCI compte 12 salariés et son budget est de 30 M€ par an. L'écosystème français est aujourd'hui organisé autour des fournisseurs de technologies, des infrastructures de pointe dont trois centres nationaux de calcul, des formations à l'utilisation de la simulation numérique et des communautés scientifiques et industrielles utilisatrices.

GENCI a été créé suite à trois rapports en 2004-2005 ayant souligné que la question du calcul intensif était cruciale et que la France connaissait un retard important. En 2000, l'OPECST avait également publié des préconisations à ce sujet en conclusion d'une étude de MM. Christian Cuvilliez, député, et René Tréguët, sénateur, sur le rôle des très grands équipements de recherche.

Les missions de GENCI sont triples :

- Coordonner la stratégie française autour des trois centres nationaux de calcul et en lien avec les centres régionaux de calcul : GENCI possède la maîtrise d'ouvrage des moyens de calcul nationaux répartis dans trois centres de calcul qui ont un rôle de maîtrise d'œuvre (CEA-Bruyères-le-Châtel, Montpellier pour l'enseignement supérieur, CNRS à Orsay). Un seul critère est retenu pour l'usage de ces moyens : l'excellence scientifique, jugée par des comités indépendants. En 2011, 615 projets ont été retenus pour un total de 454 millions d'heures de calcul. Les ressources sont utilisées au maximum. Il y a 1,5 à 2 fois plus de demandes que de ressources disponibles. Nous nous appuyons aussi sur des moyens régionaux que nous avons contribué à développer, dans le cadre du programme d'investissement d'avenir, grâce à un Equipex dont nous bénéficions. Nous avons dix partenaires académiques et universitaires au niveau régional. Les moyens ont été doublés. Ils permettent de relayer localement des initiatives en faveur des PME.

- Participer à la réalisation d'un espace européen du calcul intensif, par une forte implication dans PRACE (GENCI y représente la France) : lancée en 2007, cette initiative réunit aujourd'hui 26 pays. C'est une association de droit belge dont le budget annuel est de 500 M€ Fin 2012, 15 Pflops sont disponibles en Europe grâce à PRACE, ainsi que des services à haute valeur ajoutée (formation, support). Notre objectif est de construire une pyramide de calcul intensif : base régionale, centres nationaux, équipements européens (en France, celui de Bruyères-le-Châtel).

- Promouvoir la simulation et le calcul intensif pour la recherche et l'industrie : une initiative lancée avec OSEO et INRIA en direction des PME vise à leur faciliter l'accès aux moyens de la simulation numérique et du calcul intensif. Vingt à trente PME sont aujourd'hui concernées, dans tous les domaines et dans toute la France. Par exemple : Danielson Engineering (moteurs prototypes pour l'automobile, l'aéronautique et la défense), PROTOMED (ingénierie biomédicale) et HydrOcean (ingénierie navale, offshore, nouvelles énergies).

En cinq ans, nous avons multiplié par 80 la puissance de calcul disponible pour les scientifiques français. Nous avons simplifié l'accès aux moyens de calcul. Plus de 600 projets par an sont retenus, dont des premières mondiales. Nous avons mis l'accent sur le soutien à la compétitivité avec l'initiative en faveur des PME.

A titre d'exemple, dans le domaine de la recherche fondamentale, nous avons contribué à une première mondiale pour la compréhension de la formation et de l'évolution

des galaxies. L'évolution des 500 milliards de particules issues du Big Bang a été modélisée à Bruyères-le-Châtel, ce qui représente une précision inégalée à ce jour. Dans le domaine de la santé, la simulation numérique a servi à mieux comprendre les mécanismes chimiques, à l'échelle moléculaire, impliqués dans le développement de la maladie d'Alzheimer. Dans le domaine des risques naturels, le calcul intensif permet de progresser dans la prédiction des répliques de séismes en comprenant les modes de propagation des ondes sismiques générées lors d'un tremblement de terre. Nous avons par exemple été sollicités par le gouvernement italien après le tremblement de terre de l'Aquila en 2009 pour la prédiction des répliques. Dans le domaine de l'environnement, une équipe de l'Institut français du pétrole et des énergies nouvelles (IFPEN) a travaillé à l'optimisation de la combustion des moteurs automobiles dans l'objectif de réduire la consommation d'essence, les émissions de CO₂ et autres polluants. Dans le domaine de l'énergie, la conception du programme ITER ne peut se faire sans la simulation numérique. Pour la première fois, une description détaillée de la dynamique de la turbulence du plasma a été réalisée par une équipe du CEA de Cadarache. Enfin, dans le domaine de la musique, le calcul numérique sert à modéliser le fonctionnement d'un piano, en vue de la fabrication des instruments.

En conclusion, la France a rattrapé son retard dans le domaine du calcul intensif. Des scientifiques français reviennent en France pour cette raison. Notre objectif est maintenant de consolider les réalisations de GENCI pour valoriser les investissements financiers et humains réalisés, en renouvelant régulièrement les ordinateurs (tous les quatre ans environ), en favorisant et amplifiant la coopération interdisciplinaire et l'innovation, en développant les compétences, en attirant les meilleurs chercheurs et en soutenant la compétitivité nationale.

M. Bruno Sido, sénateur, président. – Vous nous avez montré l'importance de la modélisation pour la recherche scientifique mais également pour le développement technologique de pointe. Dans quelle mesure l'utilisation du grand calculateur s'ouvre-t-elle à l'industrie ou aux instituts Carnot ? Connaissez-vous le partage des temps de calcul entre recherche fondamentale et développement technologique en France et à l'étranger ? Comment GENCI articule-t-il son action avec les organes créés par la loi de 2006 (Alliances de recherche, instituts, Agence nationale de la recherche) ? Dans quelle mesure est-il partie au dispositif du Grand emprunt ? Enfin, les perspectives d'avancées de la micro et de la nanoélectronique permettent-elles d'escompter un accroissement de la puissance de calcul des très grands ordinateurs ? Dans l'affirmative, quels sont les voies et les objectifs d'une amélioration progressive ou d'une rupture technologique ?

Mme Catherine Rivière. – Le centre de Stuttgart en Allemagne a par exemple dédié une part de sa capacité à l'industrie automobile. En France, GENCI est dédié à la recherche académique. Nous ne vendons pas d'heures de calcul. Nous agissons plutôt en accompagnant les industriels par des démonstrations pilotes. A eux de se tourner vers le marché ensuite pour acheter les heures de calcul ou les machines dont ils ont besoin. Le Centre commun de recherche et technologie du CEA (CCRT) est une mutualisation de moyens de calcul ouverte aux industriels. Le CERFACS (Centre Européen de Recherche et de Formation Avancée en Calcul Scientifique) à Toulouse a pour partenaires EADS, Météo-France, Total, EDF, le CNES, qui mutualisent ainsi des besoins. GENCI coopère avec le CERFACS pour les aider à travailler sur les grands équipements français et européens. Quant au Grand Emprunt, nous avons un Equipex qui bénéficie à nos centres régionaux. 30 % de nos projets ont un financement ANR. Nous nous sommes rapprochés de l'ANR pour que nos processus d'évaluation respectifs soient cohérents.

M. Jean-Yves Le Déaut, député, premier vice-président. – Quel est votre budget annuel et celui des investissements que vous avez réalisés ? Qui fabrique les processeurs des machines ? Le modèle du supercalculateur n'est-il pas remis en cause par la possibilité de mettre des microprocesseurs en réseau pour obtenir la même puissance de calcul ? Quels sont les sauts technologiques prévisibles dans votre domaine ?

Mme Catherine Rivière. – Notre budget annuel est de 30 M€ Une machine pétaflopique coûte 50 M€ Il y a trois fabricants de processeurs (IBM, AMD et Intel). La technologie de base est américaine ; les mémoires sont asiatiques ; mais nous avons des industriels qui savent intégrer ces technologies (Bull en France, Eurotech en Italie). Nous avons un laboratoire commun avec Intel à Bruyères-le-Châtel dans l'objectif d'acquérir de l'avance dans l'utilisation des technologies du futur. Quant à la mise en réseau, elle ne permet pas d'obtenir la même vitesse de calcul que les supercalculateurs. Cette vitesse est liée à la proximité des processeurs entre eux et avec la mémoire. Les sauts technologiques prévisibles résulteront de la fin du silicium car les processeurs sont gravés de plus en plus finement. Vers 2020-2022 on arrivera à 7-9 nanomètres et on estime qu'il sera alors difficile de graver encore plus finement sans changer de support, par exemple en passant au graphène. Quant aux ordinateurs quantiques, ils n'en sont pour le moment qu'au stade de la R&D.

M. Patrick Hetzel, député. – Le décrochage par rapport aux États-Unis est-il rattrapable ou, au contraire, durable ? En termes de pilotage de politique publique, quel est le bon niveau d'investissement pluriannuel pour GENCI ?

Mme Catherine Rivière. – Nous comptons beaucoup sur la communication de Mme Neelie Kroes visant à un doublement des investissements en Europe, non pas pour devenir leaders, mais pour rester dans la course. Il y a une vraie volonté politique.

M. Bruno Sido. – Il est nécessaire d'avoir les bons ordinateurs ; mais encore faut-il aussi avoir les bons chercheurs.

Mme Catherine Rivière. – C'est pourquoi il faut un investissement régulier : pour que les chercheurs ne partent pas, car cela entraîne des déperditions de compétences qu'il est difficile de rattraper ensuite. S'agissant des aspects budgétaires, nous avons fait un exercice pluriannuel de prospective pour 2012-2020, dont il ressort que 30 M€an est un budget insuffisant. Nous avons multiplié les capacités par 80, en passant de 20 Teraflops (Tflops) en 2007 à 1,6 Pflops en 2012, mais très vite ces capacités nouvelles ont été à leur tour saturées. Si une machine coûte actuellement environ 50 M€, celles du futur seront bien plus chères.

M. Patrick Hetzel. – Ne pourrait-on pas augmenter les contributions des organismes de recherche français, sur le modèle de l'Allemagne ?

Mme Catherine Rivière. – Les fonds de la loi de finances transitent par les organismes qui ne servent que de boîte aux lettres. Les organismes (CEA, CNRS, Universités) financent le fonctionnement des centres de calcul. Mais la façon dont la recherche est financée en France est différente de celle en Allemagne.

Mme Anne-Yvonne Le Dain, députée. – Comment choisissez-vous, et dans quels délais, les projets lors des appels d'offres ? GENCI constitue un modèle administratif permettant d'échapper aux contraintes de la gestion publique courante auxquels sont astreints

les établissements publics. En dehors du site de Bruyères-le-Châtel, quel est le devenir des deux autres sites nationaux (Orsay, Montpellier) ?

Mme Catherine Rivière. – Nous lançons deux appels à projets par an en janvier et juin. Les projets sont examinés par un comité indépendant d'évaluation des projets.

Mme Anne-Yvonne Le Dain. – Quelle est la répartition par thématiques et institutions ?

Mme Catherine Rivière. – Certains secteurs (climatologie, physique, astrophysique par exemple) utilisent le calcul intensif depuis de nombreuses années. D'autres (la biologie) l'utilisent beaucoup moins en France que dans d'autres pays. Nous veillons à ce que ces secteurs émergents puissent accéder au calcul intensif. Nous avons dix comités thématiques, dont un pour les secteurs en émergence. Ils sont renouvelés par moitié tous les trois ans. Sur l'évolution des investissements dans les trois centres de calcul, il est clair que certains scénarios budgétaires pourraient nous conduire à l'arrêt d'un centre. Le saupoudrage ne marche pas. On ne fait pas la même chose avec deux petites machines et avec une grosse.

M. Jean-Yves Le Déaut. – Pouvez-vous nous rappeler les puissances respectives des trois principaux centres de calcul français ?

Mme Catherine Rivière. – Celle du Centre Informatique National de l'Enseignement Supérieur (CINES) à Montpellier est de 267 Tflops.

Celle de l'Institut du développement et des ressources en informatique Scientifique (IDRIS) d'Orsay est de 200 Tflops. Elle va passer à 1 Pflop.

Celle du centre de Bruyères-le-Châtel est de 2 Pflops.

Mme Anne-Yvonne Le Dain. – Comment les amortissements sont-ils intégrés dans votre raisonnement financier ? Le fait d'être une société civile doit vous permettre d'intégrer ces amortissements.

Mme Catherine Rivière. – Le budget comptabilise des amortissements, les machines étant amorties sur quatre ans.

M. Bruno Sido. – Les ordinateurs dépassés, à l'issue de ce délai de quatre ans, peuvent-ils continuer à tourner pour ceux qui n'ont pas accès aux calculateurs de dernière génération ?

Mme Catherine Rivière. – Les ordinateurs sont utilisés à 92 %. Le reste du temps est consacré à la maintenance. Pour les ordinateurs dépassés, les coûts de maintenance explosent du fait du vieillissement, ce qui rend leur utilisation problématique. Des ordinateurs dépassés sont néanmoins vendus à des universités ou à des pays en développement. Mais cela induit des coûts, nécessite une logistique et de la formation.

M. Jean-Yves Le Déaut. – Quelles sont les puissances utilisées par les militaires d'une part et par les industriels d'autre part ?

Mme Catherine Rivière. – Les militaires ont des capacités du même ordre de grandeur que les nôtres. Les industriels possèdent également d'importants moyens. Dans le

prochain classement des machines les plus performantes du monde, la première européenne sera vraisemblablement celle de Total.

*

La séance est levée à 18 h 45

Membres présents ou excusés

Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques

Réunion du mardi 23 octobre 2012 à 17 heures

Députés

Présents. - M. Christian Bataille, M. Denis Baupin, M. Patrick Hetzel, M. Laurent Kalinowski, Mme Anne-Yvonne Le Dain, M. Jean-Yves Le Déaut

Excusés. - M. Claude de Ganay, Mme Anne Grommerch, Mme Françoise Guégot, Mme Maud Olivier, M. Bertrand Pancher

Sénateurs

Présents. - M. Michel Berson, Mme Chantal Jouanno, M. Christian Namy, M. Jean-Marc Pastor, M. Bruno Sido

Excusés. - Mme Delphine Bataille, Mme Fabienne Keller, Mme Virginie Klès