



Assemblée parlementaire de l'OTAN

SOUS-COMMISSION SUR  
LES TENDANCES TECHNOLOGIQUES ET  
LA SÉCURITÉ (STCTTS)

---

**RAPPORT DE MISSION**

---

**BERLIN, MAGDEBOURG, BRÊME  
ALLEMAGNE**

**13 – 17 NOVEMBRE 2017**

## I. INTRODUCTION

1. Depuis deux ans, la commission des sciences et des technologies (STC) a décidé de concentrer ses travaux sur les risques et les opportunités liés aux technologies, ainsi que sur les mesures que doit prendre l'OTAN pour s'adapter à l'évolution rapide que connaissent aujourd'hui ces dernières. C'est dans le cadre de ce recentrage que treize parlementaires de huit pays alliés et de deux pays partenaires – la Géorgie et la Serbie – ont séjourné durant une semaine en Allemagne, où ils ont recueilli des informations sur les technologies civiles et militaires de demain ainsi que sur les possibilités et les risques dont elles sont porteuses. La délégation était emmenée par Jean-Christophe Lagarde (France), vice-président de la sous-commission de la STC sur les tendances technologiques et la sécurité. Karl A. Lamers, chef de la délégation de l'Allemagne auprès de l'AP-OTAN a accueilli les membres à Berlin et leur a souhaité la bienvenue.

## II. GRANDS AXES DE LA RECHERCHE ALLEMANDE AU SERVICE DE L'INNOVATION

2. À Berlin, la délégation a rencontré Herbert Zeisel, directeur de la division des technologies clés pour la croissance au ministère fédéral de l'éducation et de la recherche, qui a présenté un tour d'horizon des travaux de recherche menés en Allemagne en vue de promouvoir l'innovation.

3. « L'innovation ne se résume pas à la seule recherche », a rappelé Herbert Zeisel. Pour canaliser ses efforts en la matière, le gouvernement allemand a mis en chantier, dans neuf secteurs technologiques, des « projets phares » auxquels collaborent toutes les parties intéressées issues des secteurs tant public que privé (figure 1). La recherche à haut risque est financée a) par des subventions pouvant couvrir jusqu'à 100 % des dépenses/coûts dans le cas des universités et des organismes de recherche financés par le secteur public, et jusqu'à 50 % des coûts dans le cas des entreprises commerciales et b) au travers de programmes spéciaux pour les petites et moyennes entreprises (PME).

4. M. Zeisel a rappelé le caractère essentiel que revêt la coopération internationale pour la recherche allemande au service de l'innovation. Outre qu'elle conditionne l'obtention de résultats, cette coopération marque souvent le point de départ de synergies entre partenaires dans les domaines du développement et de la production, a-t-il précisé.

| <b>Figure 1 – Technologies génériques essentielles</b>               | <b>Montants directement alloués</b> |
|--|-------------------------------------|
| Nouveaux matériaux : piles   | 80 millions d'euros                 |
| Production & services : l'avenir du travail                          | 117 millions d'euros                |
| Technologies quantiques : photonique                                 | 95 millions d'euros                 |
| Science des données et technologies de l'information : Industrie 4.0 | 141,5 millions d'euros              |
| Recherche dans le domaine de la sécurité                             | 57 millions d'euros                 |
| Électronique : véhicules électriques autonomes                       | 128 millions d'euros                |
| Interaction homme-machine et évolution démographique                 | 75 millions d'euros                 |
| Systèmes de communication : sécurité informatique                    | 73 millions d'euros                 |

### **III. RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT POUR LES FORCES ARMÉES EN ALLEMAGNE**

5. Ralf Schnurr, directeur adjoint de la division Équipements du ministère fédéral de la défense, a expliqué aux délégués comment son pays administre la recherche et le développement (R&D) en matière de défense.

6. En Allemagne, la recherche en matière de défense repose sur trois piliers, à savoir les ministères, la recherche fondamentale financée par le secteur public et la recherche contractuelle. Le ministère de la défense compte 12 installations ou services menant des activités technologiques et de recherche dans différents domaines pour lesquels la recherche civile n'est pas en mesure de proposer des solutions. S'agissant de la recherche fondamentale financée par le secteur public, le ministère de la défense fait appel aux instituts du groupe Fraunhofer (pour de plus amples informations, voir ci-après), au Centre allemand de technologies aérospatiales (DLR) et à l'Institut franco-allemand de recherches de Saint-Louis (ISL), en France. Le groupe Fraunhofer et le DLR sont des organismes à but non lucratif financés sur des fonds institutionnels. Le ministère de la défense collabore le plus souvent avec sept à dix des instituts regroupés au sein de Fraunhofer, pour un effectif total de 2 500 personnes et un budget annuel de 250 millions d'euros. Le DLR emploie quant à lui 800 personnes réparties entre 40 organismes de recherche. Enfin, l'ISL, fondé en 1958, emploie 300 personnes pour un chiffre d'affaires annuel proche des 50 millions d'euros. Le ministère de la défense fait également appel à des entreprises extérieures pour de nombreux projets menés dans les installations de Fraunhofer, du DLR ou de l'ISL ou dans d'autres établissements, firmes ou universités.

7. M. Schnurr a notamment évoqué les travaux menés en collaboration avec l'Institut Fraunhofer d'analyse des tendances technologiques en vue de recenser les lacunes capacitaires et de détecter les tendances technologiques en gestation. Il a cité en guise d'exemples deux domaines auxquels, selon Fraunhofer, le ministère de la défense devrait s'intéresser de plus près, à savoir les mégadonnées, dont l'analytique offre des débouchés intéressants, et les infrastructures spatiales, qui sont en butte à des menaces de plus en plus lourdes (pour de plus amples informations, voir ci-après). Le ministère de la défense a réagi à cet appel et consacre désormais plus de temps, d'attention et de crédits à ces deux domaines.

8. M. Schnurr s'est déclaré particulièrement satisfait du paysage allemand de la recherche en matière de défense. Il a notamment rappelé que le ministère de la défense était parvenu, grâce au secrétaire d'État actuel à la défense, à donner plus de visibilité politique à la R&D de défense. Le taux de réussite des projets de recherche dépasse aujourd'hui les 95 %, a-t-il encore précisé.

9. Pour M. Schnurr, la coopération R&T au niveau européen a un bel avenir devant elle. On peut s'attendre, au cours des deux prochaines années, à ce que les enseignements de l'Action préparatoire sur la recherche en matière de défense commencent à porter leurs fruits, aidant ainsi à jeter les bases du Fonds européen de la défense (FED). L'Union européenne, a-t-il rappelé, doit encore se prononcer sur la structure de gouvernance du FED et notamment sur le rôle de l'Agence européenne de défense (AED). L'Allemagne est globalement favorable à une AED forte au sein du FED, a-t-il déclaré. Il a également indiqué que la coopération R&T européenne ne rivalisera pas avec l'OTAN mais sera complémentaire à cette dernière.

### **IV. INTELLIGENCE ARTIFICIELLE**

10. L'intelligence artificielle (IA) figurait également parmi les grands thèmes abordés lors de cette visite. L'Allemagne finance des recherches dans ce domaine depuis 20 ans déjà, mais il faudra encore attendre 20 années supplémentaires avant que ces travaux débouchent réellement sur du concret, a déclaré M. Zeisel, représentant du ministère fédéral de l'éducation et de la recherche.

11. La délégation s'est rendue dans deux installations du Centre de recherche allemand sur l'intelligence artificielle (DFKI) – le plus grand laboratoire de recherche IA au monde. Créé en 1988 autour d'un petit groupe de cinq personnes seulement, le DFKI a vu son chiffre d'affaires doubler tous les dix ans et emploie aujourd'hui 450 personnes. Cinq cent douze scientifiques répartis entre dix départements de recherche sont à l'œuvre sur les trois sites principaux (Kaiserslautern, Saarbrücken et Brême). Avec un volume de commandes linéarisé de 44,1 millions d'euros, le DFKI est considéré comme une institution de recherche de taille moyenne. Il ne dispose pas de fonds propres, et fonctionne uniquement sur la base d'un financement par projet.

12. « Nous voulons mettre au point des ordinateurs dotés d'yeux, d'oreilles et de bon sens » : c'est en ces termes que Christoph Lüth, directeur adjoint du Centre et administrateur pour la recherche sur les systèmes cyberphysiques, énonce la vision du DFKI. Celui-ci couvre le cycle complet de l'innovation, depuis la recherche fondamentale sans pratique immédiate jusqu'à la commercialisation. Cela dit, il s'intéresse en priorité aux technologies susceptibles d'application directe, a-t-il précisé. Le DFKI ne se contente donc pas de faire de la recherche fondamentale, mais concentre également une bonne partie de ses efforts sur la recherche appliquée, comme en témoignent les nombreuses entreprises dérivées mises sur les rails par ses chercheurs.

13. Sven Schmeier, directeur adjoint du laboratoire de technologies linguistiques du DFKI à Berlin, a présenté aux délégués un bilan des travaux que mène le Centre dans ce domaine, et fait le point sur ses propres activités en la matière. Les technologies linguistiques sont une composante essentielle de l'intelligence artificielle. Les géants de l'internet comme Google, Facebook et Apple notamment n'auraient jamais parcouru un tel chemin si les technologies du langage n'avaient pas connu les immenses progrès que l'on sait. Les chercheurs du DFKI axent leurs efforts sur la traduction automatique des langues moins répandues et sur les technologies linguistiques devant aider à l'inclusion sociale, par exemple.

14. Le DFKI se distingue notamment par ses « laboratoires vivants », en fait, des démonstrateurs fonctionnant sans interruption. Les délégués ont visité certaines de ces installations à Brême, le plus récent des trois sites du DFKI fondé en 2006. L'implantation de Brême emploie 140 personnes – chercheurs et personnel administratif – et accueille 75 étudiants stagiaires, pour un volume de commandes linéarisé de 13,5 millions d'euros.

15. Anja Dahlmann, membre de la division Recherche sur les politiques de sécurité de l'Institut allemand pour les affaires internationales et de sécurité (SWP), a évoqué devant les membres de la commission un des risques inhérents à l'intelligence artificielle, à savoir sa combinaison éventuelle avec la robotique dans les armes létales autonomes. Une fois activées, ces armes seraient susceptibles d'effectuer toute une série de tâches en l'absence d'intervention humaine. Ces systèmes d'armes n'existent pas encore et pourraient bien ne jamais voir le jour, mais la tendance aujourd'hui est à l'abandon progressif du contrôle humain, comme en témoignent déjà les drones pilotés à distance et certains systèmes de défense aérienne.

16. D'un point de vue militaire, les armes dotées de fonctions autonomes comportent un certain nombre d'avantages. Ainsi, elles peuvent exécuter certaines tâches plus rapidement que les humains et n'exigent donc pas de connexion permanente avec un(e) opérateur/ice. Mais ces atouts ont un prix, à savoir les questionnements juridiques, éthiques et sécuritaires qu'ils soulèvent.

17. De nombreux aspects du droit humanitaire international comme les principes de distinction et de proportionnalité, ou encore la nécessité militaire, font appel au jugement humain. Cette composante n'est pas prise en compte à partir du moment où la machine engage les objectifs en l'absence de supervision humaine, ou si l'opérateur humain ne dispose que d'un bref délai pour interrompre le processus à partir d'informations fortement filtrées, a indiqué Mme Dahlmann.

18. Cette technologie pourrait, comme c'est le cas pour n'importe quelle arme d'un nouveau type, déclencher une course aux armements entre États et exacerber les risques de conflit, a encore averti Mme Dahlmann. De même, il ne faut pas oublier le risque de prolifération, car les logiciels et d'autres composants équipant les armes létales autonomes sont disponibles sur le marché civil. Enfin, en cas de conflit, le rythme accéléré des opérations et l'absence de jugement humain pourraient alimenter une escalade.

19. Les armes létales autonomes ne sont pas véritablement autonomes en termes d'intention ou de finalité. À partir du moment où le contrôle humain disparaît du cycle de désignation de l'objectif, le recours à la force létale ne va pas se baser sur la décision d'une entité, mais sur des méthodes statistiques. La dignité humaine pourrait s'en trouver mise en question, ce qui déboucherait sur une situation foncièrement non éthique, a encore fait valoir Mme Dahlmann.

20. Le débat international sur une éventuelle réglementation se poursuit aujourd'hui dans le cadre de la Convention des Nations Unies sur certaines armes classiques (CCAC). L'accent est mis tout particulièrement sur une utilisation de ces armes qui soit conforme au droit humanitaire international. Les intervenants sont principalement confrontés à l'absence de définition et hésitent à adopter des positions qui pourraient limiter l'utilisation des armes existantes et restreindre de nouveaux développements dans le monde civil et commercial. Une porte de sortie éventuelle – même s'il ne s'agit pas de l'option privilégiée – consisterait à annexer à la CCAC un nouveau protocole interdisant le développement et l'utilisation d'armes ne soumettant pas le recours à la force à un contrôle humain significatif. À ce jour, les États parties à la CCAC ont travaillé sur la question dans le cadre de trois réunions informelles d'experts dont la première s'est tenue en 2015. Une nouvelle phase de négociation s'est ouverte en novembre 2017 avec l'entrée en scène d'un Groupe d'experts gouvernementaux chargés de dégager des recommandations à caractère obligatoire. Mme Dahlmann a vivement invité les membres à suivre l'évolution de ces débats.

## **V. SYSTÈMES CYBERPHYSIQUES**

21. L'Allemagne travaille dur et consacre de nombreux moyens – 500 millions d'euros depuis 2012 – à la mise en place d'un processus évolutif devant permettre d'atteindre les objectifs d'Industrie 4.0. Les systèmes cyberphysiques (ou Internet des objets) se trouvent au cœur d'Industrie 4.0, qui vise à doter les usines et leurs équipements d'un contrôle et de connexions intelligents. L'initiative Industrie 4.0 tourne autour de la reconfigurabilité et de l'auto-optimisation des systèmes, met l'accent sur la flexibilité et privilégie la production d'articles et de services individualisés. Ce projet a des liens étroits avec les travaux sur l'avenir du travail – un avenir dans lequel la numérisation et une interaction étroite entre l'humain et la machine se retrouveraient à l'avant-plan.

22. À Berlin, la délégation a visité l'Institut du groupe Fraunhofer pour les systèmes de production et les techniques de construction (IPK), qui joue un rôle de pionnier en la matière. Holger Kohl, chef de la division Gestion d'entreprise, a présenté un bilan du modèle Fraunhofer de recherche orientée vers les applications pratiques dont s'aident l'industrie et les gouvernements. Il a aussi évoqué les travaux que mène le Centre des technologies de production implanté à Berlin, et expliqué la vision d'Industrie 4.0 portée par Fraunhofer, qui avait déjà développé le concept d'Industrie 3.0. La délégation s'est rendue sur un certain nombre de projets gérés par l'IPK.

23. Avec plus de 5 000 familles de brevets, l'Institut Fraunhofer est le plus gros établissement de recherche appliquée en Europe. Créé en 1949 à Munich, il compte aujourd'hui 69 instituts et unités de recherche implantés en Allemagne, emploie plus de 24 500 personnes et fonctionne sur un budget annuel dépassant les 2,2 milliards d'euros, dont 1,9 milliard provenant du secteur public et de l'industrie. Son brevet le plus connu est celui portant sur le format musical MP3, qui lui rapporte plus de 80 millions d'euros en droits de licence par an.

24. Fait plutôt rare dans le monde de la recherche, les Instituts Fraunhofer travaillent pour l'industrie. Un tiers de leurs projets sont financés à la demande par cette dernière, et ne bénéficient donc pas de subventions publiques. Les instituts ont développé cette spécificité au cours des années 1970 et 1980, époque à laquelle ils ont vu leur financement commencer à grimper au rythme des résultats positifs obtenus dans le secteur industriel. L'Allemagne peut certes compter sur un secteur universitaire solide et des entreprises innovantes à même de créer de nouveaux produits moyennant des conditions financières avantageuses, mais ce sont des organismes de recherche et de technologie comme Fraunhofer qui parviennent à combler les retards dans le domaine de l'innovation R&D. Cette situation est en net contraste avec nombre d'autres modèles nationaux, notamment ceux des États-Unis et du Royaume-Uni, où ce rôle revient dans la plupart des cas aux universités, par exemple. En gros, deux tiers des dépenses exposées au titre de la R&T sont aujourd'hui couverts par des investissements en provenance de l'industrie.

25. L'IPK et l'Institut pour les machines-outils et la gestion des usines (IWF) de l'Université technique de Berlin coïmplanté avec celui-ci emploient plus de 800 personnes, pour un budget annuel de 35 milliards d'euros. L'IPK et l'IWF jouent un rôle de premier plan dans le secteur excessivement complexe de la fabrication personnalisée, a indiqué M. Kohl. La fabrication additive se trouve également au cœur de ces travaux.

26. Le terme Industrie 4.0 a vu le jour en 2012, lorsque la recherche a commencé à s'intéresser à l'Internet des objets. L'industrie 4.0 privilégie la numérisation d'un bout à l'autre des chaînes de processus à l'aide, principalement, de dispositifs pouvant se connecter à l'Internet au moyen de codes-barres, d'étiquettes RFID (identification par radiofréquences) ou d'eGrains.

27. Aujourd'hui, a déclaré M. Kohl, les humains disent aux systèmes ce qu'ils sont censés faire. Mais dans le futur, ce sera l'inverse. Actuellement, la production est gérée suivant un axe « descendant ». Lorsqu'un changement se produit, le sommet de la pyramide est obligé de replanifier les processus, avec pour résultat de nombreuses pertes d'efficacité, en particulier dans le secteur de la fabrication personnalisée. Avec Industrie 4.0, les fonctions se déplacent vers le bas. Ainsi, dans le futur, les matières premières communiqueront avec les machines et l'informatique migrera vers les *clouds* industriels avec toutefois un gros inconvénient, à savoir l'absence de normes en matière de protection de ces derniers.

28. Grâce à ce nouveau modèle, l'industrie réalisera des gains de temps, pourra réduire ses coûts de production et engranger des gains de productivité, a encore indiqué M. Kohl. La fabrication sera beaucoup plus productive, et c'est d'ailleurs la principale raison pour laquelle l'IPK reçoit un soutien énergétique du secteur public.

29. Bien sûr, de nombreux autres pays, comme les États-Unis, se lancent également dans ce domaine. La Chine elle-même se met à la normalisation. Malheureusement, les PME allemandes présentent une très forte aversion au risque. L'industrie n'étant pas en mesure, à l'heure actuelle, d'assumer de tels investissements, on ne peut se passer de l'intervention du secteur public.

30. Le débat sur les systèmes cyberphysiques s'est poursuivi à Brême, au département Recherche sur les systèmes cyberphysiques du DFKI. Ce service emploie 22 chercheurs qui étudient les possibilités de fusionner monde physique et virtuel dans un modèle adaptatif et mobile qui serait également autonome et coopératif. D'après M. Lüth (DFKI), la difficulté réside notamment dans le fait qu'il faut garantir un fonctionnement correct des applications critiques pour la sûreté tout en gérant une complexité croissante et en préservant la sûreté et la sécurité.

31. Plusieurs exposés et démonstrations ont été consacrés aux technologies équipant différents systèmes cyberphysiques. Ainsi, la délégation a visité le laboratoire brêmeois d'assistance à l'autonomie à domicile (ou BAALL). Il s'agit d'un appartement entièrement meublé qui, à l'aide de nouvelles technologies intelligentes, peut s'adapter aux besoins de ses habitants. Le principal défi consiste à mettre l'humain au centre du concept, a indiqué M. Lüth. Aujourd'hui, le BAALL demeure

très focalisé sur le volet technique : les technologies ne se combinent et n'interagissent pas de manière optimale et l'interaction vocale reste particulièrement problématique. Dans un monde idéal, les utilisateurs ne remarqueront même plus l'intervention des technologies.

32. Les délégués se sont également vu présenter le projet SIRKA, qui doit éviter l'apparition de malformations posturales chez les personnes effectuant des travaux lourds et ainsi, prolonger la vie active des travailleurs. Ce programme a été lancé à l'initiative d'une entreprise de construction navale et d'un service d'urgences médicales. Rappelant l'importance du respect de la vie privée et du contrôle des données, M. Lüth a indiqué que les informations étaient conservées uniquement au niveau local et ne pouvaient donc être utilisées pour évaluer les travailleurs.

## **VI. ROBOTIQUE**

33. La robotique est considérée en Allemagne comme une technologie générique clé. Les chercheurs allemands travaillent principalement sur les interactions humain-robot et la manière dont elles pourraient aider les humains dans leur vie quotidienne et au travail. Comme l'a déclaré M. Zeisel, du ministère fédéral de l'éducation et de la recherche, les robots sont appelés à devenir des « partenaires attentifs ». Il est indispensable, pour faire progresser la robotique, de perfectionner les systèmes de sécurité et capteurs radars devant constituer l'enveloppe extérieure virtuelle d'un robot. Il a également été question, tout au long de la visite, des progrès que cette technologie permettra d'apporter en termes de santé et d'assistance aux personnes âgées.

34. À Brême, les délégués ont également visité le Centre d'innovation robotique du DFKI. Jens Mey, directeur adjoint du Centre, leur a présenté les travaux menés au Centre et les a accompagnés dans une tournée des laboratoires.

35. Les principaux domaines de recherche et d'application pratique du Centre sont énumérés ci-après :

- robotique sous-marine
- robotique spatiale
- robotique de recherche, de sauvetage et de sécurité
- services de logistique de production et de consommation
- robotique de réadaptation
- mobilité électrique

36. Le Centre mobilise essentiellement des compétences de développement, de conception et de simulation, et est actif dans les domaines des systèmes autonomes, des outils logiciels, des interfaces et de l'expérimentation.

37. Au total, le Centre a mis au point une soixantaine de systèmes robotiques. Toute une série de nouveaux systèmes en cours de développement ont été présentés à la délégation. Ainsi, les membres ont pu voir un robot footballeur autonome en pleine action, un robot conçu à l'image d'un singe à même de se déplacer avec une très grande agilité, des robots appelés à explorer d'autres lunes et planètes et des voitures connectées intelligentes avec l'option « autonomie ». Il fut également question d'un projet novateur visant à mettre au point un exosquelette complet mobile, et d'un sous-système actif consistant en une unité indépendante de réadaptation robotisée conçue à l'intention de patients atteints de maladies neurologiques.

38. Pour les chercheurs du DFKI, l'heure de la collaboration entre humains et robots a sonné. D'ici à cinq ans environ, la collaboration humain-robot sera la norme dans les usines. La technologie des voitures autonomes existe déjà mais des considérations d'ordre juridique continuent de freiner son déploiement. Par contre, les robots ménagers polyvalents n'entreront pas en service avant bien longtemps, car il s'avère particulièrement difficile de leur insuffler l'indispensable « bon sens ».

## VII. ANALYTIQUE DES MÉGADONNÉES ET APPRENTISSAGE PROFOND

39. L'Allemagne investit actuellement des montants très importants dans l'analytique des mégadonnées et l'apprentissage profond. Le nombre de données disponibles s'accroît, et il devient nécessaire, parallèlement, d'en faire un usage intelligent. L'Allemagne a donc créé deux centres, à savoir le Centre des mégadonnées de Berlin, qui travaille à la fois sur la gestion des données et l'apprentissage-machine, et le Centre de compétences pour des services et des solutions évolutifs, qui met l'accent sur la qualité des données, l'analyse visuelle de l'intégration des données et la conception d'architectures efficaces.

40. Les délégués ont pu visiter le Centre des mégadonnées de Berlin, qui a été mis sur pied en 2016. Ils ont été reçus au forum Données intelligentes du Centre ainsi qu'au Centre pour les technologies d'imagerie immersive coïmplanté avec celui-ci, où on leur a donné des explications sur les travaux en cours, notamment au travers de démonstrations de technologies exploitables dans des domaines comme la gestion des crises, l'énergie, la santé et la mobilité.

41. Antje Nestler, directrice du centre de démonstration du forum Données intelligentes de l'Institut Henrich Hertz (HHI) (groupe Fraunhofer) a indiqué aux membres que l'institution a pour objectif de mettre l'utilisation intelligente de mégadonnées au service de l'économie et de la société. Le forum Données intelligentes fournit aux concepteurs d'innovations – entreprises, associations et initiatives impliquant politiciens et société civile, et chercheurs – un espace de rencontre où ils peuvent travailler sur de nouveaux modèles opérationnels. Le forum accueille également des conférences et dispense des formations.

42. Il a été beaucoup question, au forum Données intelligentes, d'économie collaborative. Sensibles à la problématique de la vie privée, les membres ont eu des échanges approfondis sur la sécurité et la souveraineté des données – autrement dit, sur les mesures à prendre pour assurer la sécurité de l'information et permettre aux utilisateurs de conserver le contrôle de celle-ci.

## VIII. TECHNOLOGIES AÉROSPATIALES

43. À Brême, « ville de l'espace », la délégation a visité les firmes OHB SE et Airbus, où leur ont été présentés les tout derniers progrès accomplis en matière de technologie spatiale, de même que les pistes de travail pour l'avenir. La discussion a pris un tour plus technique durant les visites des installations de production d'OHB et d'Airbus et dans les locaux brémois du DFKI, qui travaille essentiellement sur des systèmes robotiques destinés à l'exploration des planètes et des lunes du système solaire.

44. Fritz Merkle, membre du conseil d'administration d'OHB, a souhaité la bienvenue aux délégués sur le site OHB de Brême et a parcouru avec eux le portefeuille d'activités de l'entreprise, qui est spécialisée dans les systèmes spatiaux et aérospatiaux. Cette start-up fondée en 1981 est devenue une entreprise essentiellement familiale employant près de 2 400 personnes et générant un chiffre d'affaires annuel de 728 millions d'euros (2016).

45. OHB construit des satellites de télécommunication, de navigation, de reconnaissance, d'observation terrestre, de détection lointaine et de connaissance de la situation spatiale, de même que des engins scientifiques et d'exploration. Ainsi, 11 % du matériel de fusée utilisé dans le cadre du programme Ariane est produit par OHB. La firme a également construit 34 des satellites Galileo. OHB conçoit et construit par ailleurs des satellites de reconnaissance et d'observation terrestre pour les forces armées allemandes.

46. « L'espace est présent dans notre infrastructure quotidienne », a souligné Fritz Merkle. Sécurité, croissance économique, navigation : toutes sont tributaires des moyens basés dans l'espace. À l'heure où d'autres pays entreprennent de renforcer leurs capacités antisatellites, les



moyens déployés dans l'espace sont en butte à des menaces croissantes, a encore ajouté M. Merkle. Les débris – soit près de 4 000 satellites actifs et inactifs auxquels viennent s'ajouter 30 000 objets en orbite autour de la terre – deviennent progressivement, eux aussi, un danger pour les moyens spatiaux. Il est de plus en plus nécessaire de gérer l'espace de manière durable. « Dans l'espace, nous conduisons tous sur une même et unique route », a encore ajouté l'intervenant. Il faut imposer un code de conduite, et c'est d'autant plus cas que de nouvelles firmes, souvent moins préoccupées par la qualité, se pressent pour pénétrer le marché.

47. Thomas Zisik, adjoint à la direction chez Airbus Défense et Espace, a fait le point sur les travaux menés à Brême, où sont représentés tous les secteurs d'activité d'Airbus à l'exception de la branche « hélicoptères ».

48. Un des grands projets d'Airbus à Brême concerne le volet « fuselage et systèmes de soute » du programme de l'A400M, ce quadri-turbopropulseur multinational de transport militaire mis en service en 2013. La délégation a participé à une visite guidée détaillée des ateliers.

49. C'est également dans les installations Airbus de Brême que sont centralisés, pour l'Europe, les travaux concernant l'étage supérieur et l'intégration du programme de la fusée Ariane. Avec la nouvelle Ariane 6, la compagnie se lance dans la production industrielle du lanceur, l'objectif étant d'instaurer des processus similaires à ceux utilisés dans les systèmes d'assemblage d'aéronefs ou de voitures. La compagnie cherche ainsi à préserver sa compétitivité face aux nouvelles entreprises privées à vocation spatiale qui cherchent à prendre pied sur le marché. Airbus participe également au projet de la Station spatiale internationale et travaille à la mise au point d'un nouveau véhicule automatique de transfert pour cette dernière. Enfin, l'entreprise est active dans d'autres domaines, comme les services et l'exploration en orbite – dans le cadre de la mission Orion de la NASA –, la robotique spatiale, les remorqueurs spatiaux de nouvelle génération, les passerelles vers l'espace lointain, l'exploration lunaire et la fabrication additive.

50. Jörg Plaß a quant à lui évoqué les domaines d'actualité traités dans le cadre du programme Airbus sur la sécurité et la défense spatiale. À mesure que l'espace acquiert un caractère de plus en plus vital pour les forces armées (on pense notamment à la défense antimissile balistique, à la protection des infrastructures critiques, à la navigation ou encore au commandement et au contrôle), « les infrastructures spatiales doivent être protégées », a-t-il rappelé. Airbus se trouve aujourd'hui confrontée à trois nouvelles thématiques, à savoir les mégadonnées, la robotique et, plus généralement, son état de préparation face à l'avenir. La gestion des mégadonnées, en particulier, est une question à la fois urgente et importante, raison pour laquelle Airbus s'intéresse de près aux « autoroutes de l'information spatiale », à la cryptologie quantique et au traitement embarqué de données. S'agissant de la robotique, elle a un rôle à jouer dans la gestion du trafic et des débris spatiaux, ainsi que dans les scénarios non coopératifs. À l'avenir, il faudra travailler sur les interconnexions, les systèmes de systèmes et les réglementations. M. Plaß a également soulevé la crainte que les cyberattaques commencent à susciter vis-à-vis des opérations spatiales.

## **IX. CYBERSÉCURITÉ ET DÉFENSE**

51. L'Allemagne donne aujourd'hui un nouvel élan à ses activités de cybersécurité et de cyberdéfense. Le colonel Rainer Simon, chef de la branche Cyberstratégie informatique, cyberpolitique et coopération internationale du ministère de la défense, est revenu sur l'évolution des politiques allemandes de cybersécurité et de cyberdéfense.

52. Le cybermonde se transforme rapidement, a-t-il indiqué, en raison notamment de la progression rapide de l'Internet des objets. Pour cette raison, la cybersécurité et la cyberdéfense vont constituer, selon lui, la question déterminante du XXI<sup>e</sup> siècle. Les cyberattaques à l'encontre des États et de la communauté internationale ne relèvent plus de la fiction ; en effet, différents acteurs – étatiques ou non – peuvent aujourd'hui produire des effets exploitables dans le cadre de

la guerre conventionnelle et de la guerre hybride. La distinction entre sécurité intérieure et extérieure a disparu. Des attaques criminelles peuvent avoir des conséquences militaires concrètes, notamment sur le soutien du pays hôte que sont censés assurer les membres de l'OTAN. Ainsi, l'attaque menée en 2017 à l'aide du rançongiciel WannaCry a entraîné une mise à l'arrêt du système ferroviaire allemand qui aurait pu avoir de terribles conséquences sur le plan militaire en temps de guerre.

53. L'OTAN a déjà rappelé avec force que les cyberattaques pourraient, dans certaines circonstances, entraîner une invocation de l'Article 5. L'Alliance a par ailleurs érigé le cyberspace en domaine d'opérations. C'est pourquoi, a déclaré le colonel Simon, elle est en train d'adapter sa structure de commandement à cette nouvelle donne, et que l'Allemagne fait de même de son côté, à l'échelle nationale. Ce projet sera assorti d'un coût énorme en termes financiers et d'efforts, a-t-il encore ajouté.

54. Afin de maintenir la liberté de manœuvre pour les forces amies dans le cyberspace et de faciliter la projection de puissance dans ce domaine et au travers de ce dernier, les forces armées allemandes mènent des cyberactivités de trois types, à savoir des activités concernant les réseaux (dans le but d'instaurer la sécurité indispensable à la défense de l'environnement informatique) ; des activités à caractère défensif (réactives) et des activités à caractère offensif (actives).

55. L'année 2016 a vu la publication, en Allemagne, de deux documents majeurs touchant à la cyberdéfense et à la cybersécurité, et comportant dès lors des incidences pour le ministère de la défense et les forces armées. Il s'agit, en premier lieu, du nouveau Livre blanc du gouvernement sur la défense et la sécurité et en second lieu, de la Stratégie 2016 de cybersécurité pour l'Allemagne diffusée par le ministère de l'intérieur.

56. Le nouveau Livre blanc avait pour objectifs de :

- renforcer les capacités à l'échelle du gouvernement tout entier en consolidant la coopération au sein de ce dernier et en formant des réseaux avec les milieux scientifiques, l'industrie et les Alliés ;
- renforcer les cybercapacités [des forces armées allemandes], de manière à consolider l'architecture de sécurité des systèmes informatiques [de ces mêmes forces] et à la rendre plus résiliente ;
- consolider les systèmes d'armes, les postes de commandement et les chaînes d'acquisition et d'approvisionnement ;
- recruter des responsables clés en leur offrant des perspectives de cybercarrières intéressantes et en usant de stratégies de recrutement innovantes ;
- mettre un terme à l'éparpillement des responsabilités et des structures de manière à instaurer un ensemble de capacités robustes ; de concentrer les capacités de traitement de l'information et de désigner un point de contact unique pour les autres ministères et les Alliés.

57. Ces recommandations se sont traduites, pour le ministère de la défense :

- par la création d'une nouvelle direction générale Information et cybersécurité ;
- par l'instauration d'un nouveau service militaire dans le domaine de l'information et de la cybersécurité ;
- par la mise sur pied, pour le domaine de l'information et de la cybersécurité, d'un nouveau Centre de fusionnement de l'imagerie opérationnelle commune.

58. Le ministère de la défense a également mis en place un cyberpôle à Munich, poursuit la constitution d'une cyberforce de réserve, procède à des bilans de cyberhygiène et continue d'adapter ses processus d'acquisition et d'innovation.

59. Il met aussi l'accent sur la coopération internationale, plus particulièrement avec l'OTAN, l'UE, l'OSCE et les Nations unies.

60. Au cours de la discussion avec les membres de la délégation, le colonel Simon a souligné les difficultés rencontrées par le ministère de la défense pour recruter des experts informatiques et les garder à son service. De nouveaux plans de carrière restent à définir mais, a-t-il insisté, le ministère propose d'excellents programmes de formation et d'entraînement.

## X. LA POLITIQUE ÉNERGÉTIQUE DE L'ALLEMAGNE

61. La politique et à la sécurité énergétiques figurent de longue date au nombre des thèmes étudiés par la STC. La délégation a donc saisi l'occasion qui s'offrait à elle de recueillir des informations sur les derniers développements enregistrés dans le cadre du projet de transition énergétique (*Energiewende*) que mène l'Allemagne. Elle a particulièrement apprécié l'exposé présenté sur ce sujet par Uwe Beckmeyer, secrétaire d'État parlementaire auprès du ministère fédéral de l'économie et de l'énergie et ancien membre de la délégation de l'Allemagne auprès de l'AP-OTAN.

62. L'*Energiewende*, a indiqué M. Beckmeyer, n'est rien de moins qu'une refonte complète de l'approvisionnement énergétique en l'Allemagne. Le nouveau système énergétique auquel doit aboutir cette refonte devra impérativement obéir à trois conditions, à savoir être respectueux de l'environnement, garantir la sécurité d'approvisionnement et rester concurrentiel. Il s'agit d'un défi énorme s'étendant dans la durée, bien au-delà d'une seule législature, a-t-il ajouté.

63. La première version de la Loi sur les sources d'énergie renouvelables a été votée en 2000. Elle introduisait un système simple d'octroi de subventions prédéfinies qui a permis, entre 2000 et aujourd'hui, de faire passer la part de la production d'électricité représentée par ces sources d'énergie de 6 à 35 %. Dans le même temps, le coût de production du kWh a chuté de 50 à 5 centimes. L'Allemagne vise, d'ici à 2022, à porter à 40-45 % la quote-part de production d'énergie électrique en provenance de sources renouvelables. En 2050, ce chiffre devrait atteindre 85, voire 90 %.

64. Toutefois, ces subventions coûtaient cher, a indiqué M. Beckmeyer. La loi a donc été réformée en 2017, dans le but de pallier certaines insuffisances mises en lumière par la longue courbe d'apprentissage accompagnant la transition énergétique. Les taux de financement ne sont plus fixés par l'État, mais suivant un système d'appels d'offres fondé sur le marché. Autrement dit, le droit d'approvisionnement en électricité est accordé aux acteurs sollicitant les subventions les plus basses.

65. L'absorption des 20 % d'énergies renouvelables par le système n'a pas posé de problème particulier, mais il sera difficile d'aller plus loin avec les infrastructures énergétiques héritées du passé, a encore souligné M. Beckmeyer. Autrefois, la production était alignée sur la consommation. Aujourd'hui, le vent souffle dans le nord et l'on a besoin d'électricité dans le sud. Pour cette raison, l'Allemagne s'est lancée dans la construction de plusieurs lignes à haute tension reliant le nord au sud du pays. Or, si la transition énergétique en tant que telle recueille globalement les suffrages, les projets de construction de nouvelles lignes à haute tension alimentent les comportements NIMBY (« pas de ça chez moi ») et exposent les politiciens à de forts vents contraires.

66. L'Allemagne va être rapidement confrontée dans un futur proche à deux problématiques urgentes, a-t-il encore indiqué aux délégués, à savoir atteindre les objectifs ambitieux qu'elle s'est fixés et réduire la part du charbon et du lignite dans le système. On ne peut pas se contenter de donner plus de place aux énergies renouvelables sans réduire la part des anciennes sources d'énergie, a-t-il déclaré. La réduction graduelle du recours au charbon, en particulier, s'annonce difficile. Les populations vivant dans les régions concernées ne doivent pas être abandonnées à leur sort, mais recevoir l'aide voulue pour en finir progressivement avec le charbon et le lignite et ainsi, accompagner la transition. Autre problème : l'utilisation des énergies renouvelables dans les

secteurs du chauffage et des transports, qui continuent de dépendre fortement des carburants fossiles. Si l'Allemagne tient vraiment à atteindre ses objectifs climatiques, une taxation du CO<sub>2</sub> s'impose, a encore déclaré M. Beckmeyer. L'efficacité énergétique représente une autre pièce décisive du puzzle. Cela étant, d'après l'intervenant, les différentes parties s'accordent globalement sur l'*Energiewende*, et le débat politique porte plus sur les modalités de cette dernière que sur son principe.

67. À Magdebourg, la délégation a eu la possibilité de visiter les installations de l'entreprise Enercon, chef de file dans le secteur de l'énergie éolienne, où elle a reçu des informations sur les retombées pratiques de la transition énergétique. Enercon emploie plus de 20 000 personnes et gère 39 bureaux de ventes – 9 en Allemagne et 30 à l'étranger. Fondée en 1984, elle représente 43 GW de puissance installée. Elle est numéro un du marché allemand, avec 39,9 % de la puissance installée dans ce pays. Sa part de marché à l'échelle européenne est proche de 25 %, et elle représente 5,1 % du marché mondial. La délégation a également entendu un exposé sur la collaboration qu'entretiennent le ministère de la défense et le secteur de l'énergie éolienne pour éviter que les parcs éoliens ne perturbent les opérations militaires.

## **XI. CHANGEMENT CLIMATIQUE ET SÉCURITÉ**

68. À Berlin, la STC est revenue sur la problématique du changement climatique et de la sécurité avec Benjamin Pohl, chef principal de projet chez Adelphi (cellule de réflexion indépendante et reconnue fournissant des services de consultance en matière de politiques publiques sur le climat, l'environnement et le développement), qui a présenté un exposé consacré à la menace que le changement climatique fait peser sur la sécurité.

69. Adelphi étudie les risques et les dynamiques de conflit d'ores et déjà perceptibles aujourd'hui. Le changement climatique va cumuler ses effets avec ceux d'autres chocs et pressions et accentuer les risques d'instabilité pour les États et les sociétés, a indiqué M. Pohl. Le lien de causalité entre changement climatique et fragilité étatique est loin d'être simple. Ces relations de cause à effet sont en effet multiples, raison pour laquelle il s'avère difficile d'en mesurer exactement les incidences. En revanche, cette multiplicité offre aux décideurs différents angles d'attaque pour l'atténuation des impacts.

70. Selon M. Pohl, le changement climatique est une des pressions parmi celles que subit aujourd'hui la planète – avec l'essor des besoins en ressources, la croissance démographique, les disparités du développement économique et les inégalités, la dégradation de l'environnement et enfin, l'urbanisation. Combinés, ces différents facteurs génèrent sept risques composites mettant États et sociétés en péril, à savoir :

- concurrence pour l'obtention de ressources au niveau local ;
- insécurité des moyens de subsistance et migrations ;
- phénomènes météorologiques extrêmes et catastrophes naturelles ;
- volatilité des prix des denrées alimentaires et approvisionnement incertain ;
- gestion transfrontalière des ressources en eau ;
- montée du niveau des océans et dégradation des environnements côtiers ;
- effets indésirables des politiques climatiques.

71. Pour M. Pohl, les politiques relatives aux principaux secteurs concernés par ces problématiques ne sont pas suffisamment intégrées. En effet :

- les plans d'adaptation au changement climatique proposant une approche globale de la fragilité et des conflits restent trop peu nombreux ;
- la majorité des États fragilisés ne bénéficient pas du financement climatique ;

- les activités de développement en matière d'adaptation au climat ne suivent pas encore un schéma normalisé, en particulier dans les situations de fragilité ;
- nombre de pays fragilisés sont dénués de capacité d'absorption et sont confrontés à une volatilité de l'aide plus marquée ;
- le changement climatique n'est pas encore suffisamment pris en compte dans les études d'impact sur la paix et les conflits ;
- les décideurs et les praticiens n'ont pas de véritable expérience des liens entre consolidation de la paix et adaptation au changement climatique.

72. Pour dégager des synergies et des gains communs, la communauté internationale doit faire tomber les barrières entre les différents domaines d'action et intégrer les approches à l'échelle des différentes communautés clés, a insisté M. Pohl. Les politiques de qualité doivent également faire l'objet d'une vaste mise en œuvre. De ce point de vue, le concept de résilience pourrait être érigé en objectif commun.

73. Le G7 a chargé Adelphi et différentes organisations partenaires de mener une réflexion sur des mesures qui, prises à l'échelle mondiale, pourraient produire des effets sur le changement climatique et la sécurité au niveau local. Les auteurs du rapport issu de cette recherche ont recommandé de nouer des partenariats et des relations de soutien avec les acteurs locaux, les gouvernements et les ONG dans les pays fragilisés, et de prendre les mesures appropriées pour que les initiatives menées au niveau mondial permettent de renforcer la résilience locale face aux risques de fragilité induits par le climat, a conclu M. Pohl.

---