



CHAMBRE DES REPRESENTANTS
DE BELGIQUE

BELGISCHE KAMER VAN
VOLKSVERTEGENWOORDIGERS

COMPTE RENDU ANALYTIQUE

BEKNOPT VERSLAG

COMITE D'AVIS POUR LES QUESTIONS
SCIENTIFIQUES ET TECHNOLOGIQUES

ADVIESCOMITE VOOR WETENSCHAPPELIJKE EN
TECHNOLOGISCHE VRAAGSTUKKEN

mercredi

woensdag

14-01-2004

14-01-2004

Après-midi

Namiddag

*Le Compte rendu analytique est un résumé des débats.
Des rectifications peuvent être communiquées par écrit
avant le*

22/01/2004, à 16 heures.

au Service de Traduction du CRA-BV

Fax: 02 549 82 33

e-mail: trad.crabv.corrections@laChambre.be

*Het Beknopt Verslag geeft een samenvatting van de
debatten. Rechtzettingen kunnen schriftelijk meegedeeld
worden vóór*

22/01/2004, om 16 uur.

aan de dienst Vertaling BV-CRA

Fax: 02 549 82 33

e-mail: vert.crabv.correcties@deKamer.be

<i>cdH</i>	<i>centre démocrate Humaniste</i>
<i>CD&V</i>	<i>Christen-Democratisch en Vlaams</i>
<i>ECOLO</i>	<i>Ecologistes Confédérés pour l'organisation de luttes originales</i>
<i>FN</i>	<i>Front National</i>
<i>MR</i>	<i>Mouvement réformateur</i>
<i>N-VA</i>	<i>Nieuw-Vlaamse Alliantie</i>
<i>PS</i>	<i>Parti socialiste</i>
<i>sp.a-spirit</i>	<i>Socialistische Partij Anders en Spirit</i>
<i>VLAAMS BLOK</i>	<i>Vlaams Blok</i>
<i>VLD</i>	<i>Vlaamse Liberalen en Democraten</i>

<i>Abréviations dans la numérotation des publications :</i>		<i>Afkortingen bij de nummering van de publicaties :</i>	
<i>DOC 51 0000/000</i>	<i>Document parlementaire de la 51e législature, suivi du n° de base et du n° consécutif</i>	<i>DOC 51 0000/000</i>	<i>Parlementair document van de 51e zittingsperiode + basisnummer en volgnummer</i>
<i>QRVA</i>	<i>Questions et Réponses écrites</i>	<i>QRVA</i>	<i>Schriftelijke Vragen en Antwoorden</i>
<i>CRIV</i>	<i>Version Provisoire du Compte Rendu Intégral (sur papier vert)</i>	<i>CRIV</i>	<i>Voorlopige versie van het Integraal Verslag (op groen papier)</i>
<i>CRIV</i>	<i>Compte Rendu Intégral, avec, à gauche, le compte rendu intégral définitif et, à droite, le compte rendu analytique traduit des interventions (sur papier blanc, avec les annexes)</i>	<i>CRIV</i>	<i>Integraal Verslag, met links het definitieve integraal verslag en rechts het vertaald beknopt verslag van de toespraken (op wit papier, bevat ook de bijlagen)</i>
<i>CRABV</i>	<i>Compte Rendu Analytique (sur papier bleu)</i>	<i>CRABV</i>	<i>Beknopt Verslag (op blauw papier)</i>
<i>PLEN</i>	<i>Séance plénière (couverture blanche)</i>	<i>PLEN</i>	<i>Plenum (witte kaft)</i>
<i>COM</i>	<i>Réunion de commission (couverture beige)</i>	<i>COM</i>	<i>Commissievergadering (beige kaft)</i>

<i>Publications officielles éditées par la Chambre des représentants</i>	<i>Officiële publicaties, uitgegeven door de Kamer van volksvertegenwoordigers</i>
<i>Commandes :</i>	<i>Bestellingen :</i>
<i>Place de la Nation 2</i>	<i>Natieplein 2</i>
<i>1008 Bruxelles</i>	<i>1008 Brussel</i>
<i>Tél. : 02/ 549 81 60</i>	<i>Tel. : 02/ 549 81 60</i>
<i>Fax : 02/549 82 74</i>	<i>Fax : 02/549 82 74</i>
<i>www.laChambre.be</i>	<i>www.deKamer.be</i>
<i>e-mail : publications@laChambre.be</i>	<i>e-mail : publicaties@deKamer.be</i>

SOMMAIRE

Auditions sur la problématique de la navigation spatiale 1

Orateurs: **Herman De Croo**, **Simonne Creyf**, **Frank De Winne**, colonel-aviateur-Ir, **Martin Zizi**, Professeur, **Nathalie Pattyn**, Docteur, **Johan Martens**, Professeur, **Dominique Tilmans**, **Frieda Van Themsche**, **Marc Verhaegen**

INHOUD

Hoorzittingen over de ruimtevaartproblematiek 1

Sprekers: **Herman De Croo**, **Simonne Creyf**, **Frank De Winne**, Kolonel-vlieger-Ir, **Martin Zizi**, Professor, **Nathalie Pattyn**, Doctor, **Johan Martens**, Professor, **Dominique Tilmans**, **Frieda Van Themsche**, **Marc Verhaegen**

COMITE D'AVIS POUR LES QUESTIONS SCIENTIFIQUES ET TECHNOLOGIQUES

du

MERCREDI 14 JANVIER 2004

Après-midi

ADVIESCOMITE VOOR WETENSCHAPPELIJKE EN TECHNOLOGISCHE VRAAGSTUKKEN

van

WOENSDAG 14 JANUARI 2004

Namiddag

01 Auditions sur la problématique de la navigation spatiale

La séance est ouverte à 14.14 heures par M. Herman De Croo, président de la Chambre et par Mme Creyf, présidente du Comité d'avis.

01.01 Herman De Croo, président: Je souhaite de tout cœur la bienvenue à toutes les personnes participant à cette audition sur la problématique de la navigation spatiale. Cette initiative s'inscrit dans le cadre de l'intérêt que le Parlement porte, par le biais du Comité d'avis pour les questions scientifiques et technologiques, au secteur de l'aéronautique, en général, et au rôle joué par notre pays dans ce domaine, en particulier. La contribution de la Belgique au développement de la navigation spatiale est, en effet, relativement importante, en particulier si on la compare à la taille de notre pays. Ces efforts sont principalement consentis par l'entremise de l'*European Space Agency* (ESA). Nous n'accordons naturellement pas encore autant d'importance à la navigation spatiale que les Etats-Unis, par exemple, où il existe même un barreau d'avocats qui s'occupe exclusivement de problèmes aéronautiques.

Je souhaite tout particulièrement la bienvenue au colonel Frank De Winne, figure de proue de la Belgique dans la navigation spatiale. Depuis son aventure dans l'espace, il n'a eu de cesse de populariser tout ce qui se rapporte à l'aéronautique, notamment par le biais de ses nombreuses conférences et visites dans les écoles. Objet de toutes les attentions et de toutes les louanges, le colonel a su conserver sa simplicité et sa modestie

01 Hoorzittingen over de ruimtevaartproblematiek

De vergadering wordt om 14.14 uur geopend door de heer Herman De Croo, voorzitter van de Kamer en door mevrouw Creyf, voorzitter van het Adviescomité.

01.01 Voorzitter Herman De Croo: Ik heet iedereen hartelijk welkom op deze hoorzitting over de ruimtevaartproblematiek. Ze kadert in de belangstelling die het Parlement via het Adviescomité voor Wetenschappelijke en Technologische Vraagstukken koestert voor de ruimtevaartsector in het algemeen en voor de rol die ons land erin speelt in het bijzonder. Het aandeel van België in de ontwikkeling van de ruimtevaart is inderdaad vrij aanzienlijk, zeker in verhouding tot onze grootte. Deze inspanningen gebeuren hoofdzakelijk via het instrument van het *European Space Agency* (ESA). Ruimtevaart is voor ons natuurlijk nog niet zo belangrijk als bijvoorbeeld in de Verenigde Staten waar er zelfs een balie van advocaten bestaat die zich uitsluitend met ruimtevaartproblemen bezighouden.

Ik heet in het bijzonder kolonel Frank De Winne welkom, het boegbeeld van België in de ruimtevaart. Sinds zijn ruimteavontuur heeft hij zich onverdroten ingezet voor het populariseren van alles wat met ruimtevaart te maken heeft, onder meer door zijn talrijke lezingen en schoolbezoeken. Te midden van al de aandacht en lofuitingen is de kolonel altijd even eenvoudig, bescheiden en toegankelijk gebleven: een echte ambassadeur

tout en restant accessible : il est devenu un véritable ambassadeur pour notre pays et le secteur de l'aéronautique.

Dans les milieux politiques, d'aucuns formulent des critiques à l'égard des efforts consentis par notre pays dans le secteur de la navigation spatiale. Je rejette ces critiques. L'impact de ces efforts est considérable, non seulement sur le plan scientifique, mais également sur le plan économique.

Je salue également aujourd'hui trois personnalités scientifiques qui, en collaboration avec le colonel De Winne, ont participé au projet ODISSEA : le professeur Martens de la KULeuven et les docteurs Pattijn et Zizi de la VUBrussel. Je souhaite également tout particulièrement la bienvenue à M. Poncelet de l'ESA, pour qui les lieux sont naturellement familiers puisqu'il les a arpentés dans une vie antérieure.

J'invite le colonel De Winne et les autres invités à ne pas trop s'étonner de la présence à "géométrie variable" des parlementaires lors de cette audition. Nul n'ignore plus depuis longtemps que la seule chose prévisible, en politique et au sein de cette maison, c'est l'imprévisible, ce qui contraste fortement avec la science où l'imprévisible est proscrit.

01.02 Mme **Simonne Creyf**, présidente : A mon tour, je souhaite la bienvenue à toutes les personnes qui participent à cette audition sur la navigation spatiale. Ce comité d'avis a été mis sur pied lors de la précédente législature, notamment sous l'impulsion de M. Poncelet, député à l'époque. L'objectif du comité est de collecter des informations sur les différents aspects de la société de la connaissance, qui évolue rapidement. Les parlementaires souhaitent connaître le mieux possible leurs dossiers lorsqu'ils doivent élaborer des lois tendant à réglementer cette société de la connaissance. Nous sommes, dès lors, conscients de la nécessité d'élargir notre horizon par le biais d'auditions comme celle-ci. Ces dernières années, le comité s'est principalement penché sur des aspects du traitement et de la diffusion des informations, notamment dans le domaine de l'internet.

Au cours de la présente législature, nous focaliserons notre attention sur le secteur de l'aéronautique. En l'espèce, il s'agit d'une problématique qui exerce une fascination certaine. Les efforts consentis par notre pays en faveur de la navigation spatiale sont loin d'être négligeables. Environ 95 pour cent des moyens, soit 160 millions

pour ons land en voor de ruimtevaartsector.

In politieke kringen hoort men her en der kritiek op de inspanningen die ons land levert voor de ruimtevaartsector. Ik wijs deze kritiek af. De impact van deze inspanningen is aanzienlijk, niet alleen op wetenschappelijk, maar ook op economisch vlak.

Ik begroet vandaag ook drie wetenschappers die, samen met kolonel De Winne, hebben meewerkt aan het ODISSEA-project: professor Martens van de KULeuven en de doctors Pattijn en Zizi van de VUBrussel. Ik heet in het bijzonder ook de heer Poncelet van de ESA welkom, die dit huis natuurlijk van uit een vroeger leven kent.

Ik roep kolonel De Winne en de andere genodigden op zich niet te zeer te verwonderen over de "géométrie variable" inzake de aanwezigheid van de parlementsleden bij deze hoorzitting. Het is al langer geweten dat het enige voorspelbare in de politiek en in dit huis het onvoorspelbare is. Dit staat natuurlijk in schril contrast met de wetenschap waar het onvoorspelbare uit ten boze is.

01.02 Voorzitter **Simonne Creyf**: Op mijn beurt heet ik iedereen hartelijk welkom op deze hoorzitting over de ruimtevaart. Dit Adviescomité is tijdens vorige zittingsperiode opgericht, onder meer onder impuls van het toenmalige Kamerlid Poncelet. De bedoeling van het Comité is het inwinnen van informatie inzake de diverse aspecten van de snel evoluerende kennismaatschappij. De parlementsleden willen zo beslagen mogelijk op het ijs komen, wanneer ze wetten moeten maken die deze kennismaatschappij moeten regelen. Vandaar het besef van de noodzaak van een Comité waarin via hoorzittingen als deze onze horizon wordt verruimd. Tijdens de voorbij jaren heeft het Comité zich vooral beziggehouden met aspecten van informatieverwerking en –verspreiding, onder meer op het vlak van internet.

Tijdens de huidige zittingsperiode wordt de schijnwerper gericht op de ruimtevaartsector. Het gaat hier om een problematiek van waaruit nogal wat fascinatie uitgaat. De inspanningen die ons land zich getroost voor de ruimtevaart zijn zeker niet onaanzienlijk. Zo'n 95 procent van deze inspanningen – 160 miljoen euro – gaat naar de

d'euros, sont affectés à l'ESA. Mais les investissements budgétaires débouchent sur des résultats importants : des contrats pour les entreprises belges, l'essor de spin-offs universitaires spécialisées et la synergie renforcée entre les universités et l'industrie.

Qui mieux que le colonel Frank De Winne peut nous guider dans ce voyage à travers le monde fascinant de la navigation spatiale et nous commenter les efforts de notre pays en la matière. Je lui cède donc volontiers la parole.

01.03 M. **Frank De Winne**, colonel-aviateur-Ir, astronaute ESA (*en néerlandais*): Je remercie le comité d'avis de m'avoir invité et de nous offrir aujourd'hui la possibilité de mettre en lumière la contribution belge en faveur du secteur de l'astronautique.

Mon vol dans l'espace a duré dix jours et a été fortement suivi. Nous ne pouvons cependant oublier que de très nombreux efforts ont été consentis au préalable, notamment en ce qui concerne la préparation des expériences scientifiques et, ensuite, le traitement des résultats.

L'Europe a plusieurs ambitions importantes et indispensables: créer une identité européenne, stimuler la croissance économique et accroître la sécurité. L'élargissement amplifie encore ces besoins. L'Europe est par ailleurs confrontée à de grands défis, en particulier sur le plan environnemental. La navigation spatiale peut contribuer à la réalisation de ces ambitions et à apporter une réponse aux problèmes.

(*En français*) Il s'agit d'abord des sciences de l'espace, ensuite, des sciences dans l'espace et, enfin, des sciences vers l'espace. Les sciences de l'espace concernent l'observation de la terre en vue d'étudier les changements climatiques. Il s'agit là d'un volet important pour l'Europe, notamment en raison des engagements nés des accords de Kyoto. Les sciences dans l'espace offrent la possibilité de réaliser de nombreuses expériences, notamment en biologie, mais également sur certains matériaux. Enfin, les sciences vers l'espace nous apprennent énormément quant à l'origine de l'univers grâce aux photographies du télescope d'Herschel. Dès lors, elles nous permettent de tirer de nombreux enseignements quant à notre propre origine.

Différents outils existent pour soutenir les politiques européennes. D'abord, l'application Galileo est un

ESA. De budgettaire input wordt echter gecompenseerd door een belangrijke output. Zo zijn er de contracten voor Belgische bedrijven, de bloei van gespecialiseerde spin-offs van de universiteiten en de groeiende synergie tussen universiteiten en de industrie.

Wie anders is beter geplaatst dan kolonel Frank De Winne om ons te begeleiden doorheen de fascinerende wereld van de ruimtevaartsector en de inspanningen van ons land terzake. Ik geef hem dan ook graag het woord.

01.03 Kolonel-Vlieger-Ir **Frank De Winne** (*Nederlands*): Ik dank het Adviescomité voor de uitnodiging, die ons vandaag de kans geeft om de Belgische bijdrage in de sector van de ruimtevaart even in de schijnwerper te plaatsen.

Mijn ruimtevlucht heeft tien dagen geduurd en heeft veel aandacht gekregen. We mogen echter niet vergeten dat daaraan heel veel inspanningen vooraf zijn gegaan, onder meer wat betreft de voorbereiding van de wetenschappelijke experimenten en de verwerking van de resultaten achteraf.

Europa heeft een aantal belangrijke en noodzakelijke ambities: een Europese identiteit creëren, de economische groei stimuleren en de veiligheid vergroten. De uitbreiding vergroot die behoeften nog. Daarnaast zijn er grote uitdagingen, in de eerste plaats de milieuproblemen. De ruimtevaart kan bijdragen tot de realisatie van die ambities en mee een antwoord bieden op de problemen.

(*Frans*) Het gaat in de eerste plaats om de ruimtewetenschap, in de tweede plaats om wetenschap in de ruimte en ten slotte om ruimtegerichte wetenschap. De ruimtewetenschap omvat waarnemingen van de aarde met het oog op het bestuderen van klimaatveranderingen. Dat is een belangrijk hoofdstuk voor Europa, meer bepaald in het licht van de uit de Kyoto-akkoorden voortvloeiende verbintenissen. Dankzij wetenschapsbeoefening in de ruimte zullen heel wat experimenten kunnen worden uitgevoerd, inzonderheid biologische experimenten, maar ook experimenten met bepaalde materialen. Ten slotte kunnen we uit de bevindingen van de ruimtegerichte wetenschap, en de foto's van de telescoop van Herschel, heel wat leren over de oorsprong van het heelal, en bijgevolg over ons eigen ontstaan.

Er bestaan verscheidene instrumenten om het Europese beleid te ondersteunen. Het Galileo-

volet important des politiques européennes, notamment en matière d'emploi mais également au niveau de l'indépendance de l'Europe. Ensuite, l'initiative GMES constitue un moyen de surveillance en vue, par exemple, de prévenir certaines catastrophes pétrolières. Enfin, le *Digital Divide* offre des solutions aux problèmes de connexion rencontrés dans certaines régions. Des discussions ont été entamées afin d'installer au bénéfice de toute l'Europe un accès à toutes les informations. Ces différents outils ont pour objectif l'exploration spatiale, mais ils nécessitent des supports importants.

(En néerlandais) L'exploration de l'espace, tant au moyen de vols habités qu'inhabités, occupera une place importante dans le programme de l'ASE au cours des prochaines années. Nous voulons que dans quelques décennies, un Européen marche sur la planète Mars. Afin de réaliser cet objectif, de gros budgets sont nécessaires, et il faut dès lors une contrepartie. Dans des domaines comme le progrès scientifique et la croissance économique, l'influence positive de la navigation spatiale peut se mesurer objectivement.

Il y a par ailleurs une valeur émotionnelle, plus difficile à évaluer mais qui à mon avis revêt une plus grande importance encore. La navigation spatiale suscite l'enthousiasme et accroît ainsi dans une large mesure l'attrait des sciences et des techniques. Les questions que l'on me pose après une conférence portent en majeure partie sur les aspects émotionnels de la navigation spatiale, comme "quelle sensation cela donne-t-il de voir la Terre de l'espace?", par exemple. La population se sent concernée par les expériences, les émotions et la perception des choses qui vont de pair avec la navigation spatiale. Si l'Europe souhaite bâtir la société de la connaissance la plus avancée au monde, elle doit être prête à fournir les efforts indispensables à cet effet.

La navigation spatiale favorise la collaboration entre scientifiques et entreprises des différents Etats membres. Elle peut apporter une contribution essentielle à l'intégration et à la stabilité européennes et à la construction d'une identité européenne. Enfin, l'exploration fait partie intégrante de la culture européenne. A présent que la Terre a été complètement explorée, voici venu le tour de l'espace.

(En français) Les vols habités, c'est la réunion de partenaires venant des quatre coins du monde, et la Station Spatiale internationale offre déjà à cet égard un bel exemple de collaboration. Nous devons nous interroger sur la manière de saisir les opportunités de réaliser des vols habités. D'abord, il nous faut

project is een belangrijk onderdeel van dat Europese beleid, niet alleen voor de werkgelegenheid, maar ook voor de onafhankelijkheid van Europa. Het GMES-project is een monitoringinstrument waarmee bijvoorbeeld olierampen voorkomen kunnen worden. Ten slotte moet de digitale kloof gedicht worden door oplossingen aan te reiken voor de connectieproblemen in bepaalde regio's. Er werden besprekingen aangeknoopt om voor heel Europa alle informatie toegankelijk te maken. Al die instrumenten hebben tot doel de ruimte te verkennen, maar daar is veel geld voor nodig.

(Nederlands) De exploratie van de ruimte, zowel bemand als onbemand, zal de volgende jaren een belangrijke plaats innemen in het programma van de ESA. Binnen enkele decennia willen we een Europeaan op Mars krijgen. Om dat waar te maken zijn er grote budgetten nodig en daar moet iets tegenover staan. Op gebieden als de wetenschappelijke vooruitgang en de economische groei is de positieve invloed van de ruimtevaart objectief meetbaar.

Daarnaast is er een moeilijker in te schatten emotionele waarde, die echter naar mijn mening van nog groter belang is. De ruimtevaart wekt enthousiasme en vergroot zo in sterke mate de aantrekkingskracht van wetenschap en techniek. De vragen die mensen mij na een lezing stellen, gaan voor het grootste deel over de emotionele aspecten van de ruimtevaart, bijvoorbeeld: 'wat voor een gevoel is het om de aarde vanuit de ruimte te zien?'. De bevolking voelt zich betrokken bij de ervaringen, gevoelens en visies die samengaan met de ruimtevaart. Als Europa de meest geavanceerde kennismaatschappij ter wereld wil opbouwen, moet het daar iets voor over hebben.

De ruimtevaart bevordert de samenwerking tussen wetenschappers en ondernemingen uit de verschillende lidstaten. Ze kan een essentiële bijdrage leveren tot de Europese integratie en stabiliteit en de opbouw van een Europese identiteit. Ten slotte is exploratie eigen aan de Europese cultuur. Nu de aarde helemaal is onderzocht, is de ruimte aan de beurt.

(Frans) Bij bemande vluchten slaan partners uit de hele wereld de handen ineen. Het internationaal ruimtestation is een mooi voorbeeld van die samenwerking. Hoe kunnen we elke gelegenheid aangrijpen om bemande vluchten de ruimte in te sturen? Dat is de vraag die we moeten stellen.

garder à l'esprit que réinventer le monde coûte trop cher, nous devons poursuivre ce qui a déjà été fait en veillant à ne pas dupliquer ce qu'ont déjà réalisé nos partenaires. Enfin, nous devons trouver une mission à réaliser. L'expérience russe montre que la technologie pour la technologie n'est pas souhaitable. La technologie russe n'est pas la plus performante, mais c'est une technologie qui fonctionne.

Je tiens à nouveau à souligner l'impact que peuvent avoir les vols habités sur l'imaginaire des gens. Ce genre de mission ne peut se réaliser sans volonté politique. Notons que la Belgique a énormément investi dans l'Agence Spatiale européenne. Ces investissements sont primordiaux pour notre pays qui entend bâtir une société de la connaissance. L'Agence Spatiale européenne détient déjà de nombreux outils, notamment les véhicules ATV. Il serait possible, dans un avenir relativement proche, d'envoyer un équipage européen vers une station orbitale à partir d'une base européenne dans un vaisseau russe.

La «Charte des Astronautes» est le code unique des seize astronautes de l'ESA qui sont originaires de huit pays européens différents et qui ont suivi des formations professionnelles diverses. Cette charte, créée en 1998 après des années de débat, synthétise leur vision commune du projet spatial européen fondé sur l'ambition de travailler dans l'unité et dans le respect de la diversité afin de construire et de partager des idées et des projets communs.

(En néerlandais) Je vous remercie chaleureusement de m'avoir laissé le temps de partager avec vous une partie de ma vision. Sans la science, il est impossible d'organiser des vols spatiaux habités.

01.04 Mme **Simonne Creyf**, présidente: Le point de vue original et l'implication émotionnelle de M. De Winne motivent les jeunes et les convainquent de l'importance de la science et du progrès.

C'est un plaisir pour nous de prendre à présent connaissance de deux expériences emmenées par M. De Winne dans l'espace et qui ont ainsi pu être réalisées. Le professeur Zizi et Mme Pattijn nous exposeront l'étude neuro-sensorielle qu'ils ont

Allereerst moeten we goed beseffen dat het veel te duur is om het warm water opnieuw uit te vinden. We moeten voortbouwen op wat al bestaat en het werk dat onze partners al hebben verricht, niet nog een keer overdoen. Ten slotte moeten we een duidelijke opdracht voor ogen hebben. Uit het Russische voorbeeld blijkt dat technologie om de technologie geen wenselijk streven is. De Russische technologie is niet de meest performante, maar is wel efficiënt.

Ik wil nogmaals de nadruk leggen op de impact van bemande vluchten op de beeldingswereld van de mensen. Voor dat soort van missies is geen politieke wil nodig. België heeft enorm veel geld geïnvesteerd in het Europees Ruimteagentschap. Die investeringen zijn van het grootste belang voor ons land, dat een kennismaatschappij wil uitbouwen. Het Europees Ruimteagentschap beschikt al over veel instrumenten, zoals ATV's (Automated Transfer Vehicles). Het zou mogelijk zijn om op relatief korte termijn een Europese bemanning in een Russisch ruimteschip vanaf een Europese basis naar een ruimtestation te sturen.

Het "Handvest van de Europese astronauten" (Charta of the European Astronaut Corps) is het charter van de zestien ESA-astronauten, die afkomstig zijn uit acht verschillende Europese landen en uiteenlopende beroepsopleidingen hebben gevolgd. In dat handvest, dat in 1998 gestalte kreeg na jarenlange debatten, wordt de gemeenschappelijke visie van de Europese astronauten op het Europese ruimtevaartproject samengevat; dat project stoelt op het streven om samen te werken volgens het principe van "eenheid in verscheidenheid" en gemeenschappelijke ideeën en plannen samen te concretiseren en uit te werken.

(Nederlands) Ik dank u hartelijk voor de tijd die ik kreeg om een stuk van mijn visie met u te delen. Zonder de wetenschap zijn er geen bemande ruimtevluchten mogelijk.

01.04 Voorzitter **Simonne Creyf**: De originele invalshoek en de emotionele betrokkenheid van de heer De Winne zijn motiverend voor jonge mensen en overtuigen hen van het belang van wetenschap en vooruitgang.

Het is voor ons een genoegen om kennis te nemen van twee van de experimenten die de heer De Winne mee op missie nam en die daardoor mogelijk werden gemaakt. Professor Zizi en mevrouw Pattijn spreken over het neurosensorisch

menée à propos du stress et des prestations cognitives et sensorielles au cours d'un séjour dans l'espace.

01.05 Professeur **Martin Zizi**, département de Physiologie et de Physiopathologie, Ecole médicale VUB (*en français*): Notre projet multidisciplinaire rassemble des chercheurs de l'ULB, de la VUB et de la Défense Nationale. L'objectif est d'instaurer un pôle technologique de haute compétence et une dynamique de recherche pour améliorer notre compréhension scientifique et les performances humaines au cours d'une mission spatiale. La recherche physiologique dans l'espace ambitionne donc de comprendre et d'expliquer les causes et les conséquences pour les hommes d'un vol habité dans l'espace. Les trois problèmes majeurs nécessitant une adaptation de l'homme à cet environnement complexe sont d'une part les radiations et la micro-gravité, qui peuvent être résolus technologiquement, et d'autre part les facteurs humains liés à l'isolement et l'enfermement, afin de gérer au mieux les relations entre astronautes, leur stress et leurs performances.

01.06 Dr. **Nathalie Pattyn**, département de Physiologie et de Physiopathologie, École médicale, VUB (*en français*): La performance cognitive est très importante puisque la cognition permet à l'homme de comprendre, de décider et d'agir en fonction des circonstances et des environnements. Cet aspect de la physiologie détermine en effet comment fonctionne le système humain, comment nous recevons et comprenons les informations afin de réagir le plus efficacement possible. Ceci a des implications majeures, d'une part quand cette performance est poussée à ses limites dans un environnement extrême comme l'espace, et d'autre part quand les conséquences d'une baisse de qualité de la performance sont dramatiques.

Dans le domaine spatial, l'intérêt expérimental est donc d'étudier la performance cognitive poussée à ses limites. L'intérêt opérationnel réside quant à lui dans le développement d'un outil permettant de quantifier un des facteurs les plus importants des vols de longue durée.

La performance cognitive est cependant très difficile à mesurer. D'un point de vue théorique, il s'agit à la fois d'un concept multidimensionnel composé notamment d'attention, de capacité de raisonnement et de mémoire, mais aucune méthode ne permet actuellement de mesurer directement l'efficacité du traitement de l'information

onderzoek dat zij voerden naar stresscognitieve en fysiologische prestaties tijdens een verblijf in de ruimte.

01.05 Professor **Martin Zizi**, departement Fysiologie en Fysiopathologie, Faculteit Geneeskunde, VUB (*Frans*): Onderzoekers van de ULB, de VUB en Landsverdediging werken samen aan dit multidisciplinaire project. Ons doel bestaat erin een uiterst deskundige technologische pool uit te bouwen en de onderzoeksdynamiek aan te zwengelen, zodat wij tijdens ruimtemissies onze wetenschappelijke kennis kunnen uitbreiden en betere prestaties kunnen leveren. Het fysiologische onderzoek in de ruimte beoogt dus de redenen en de gevolgen van een bemande ruimtevlucht voor de mens te begrijpen en te verklaren. De drie belangrijkste problemen die een aanpassing van de mens aan die complexe omgeving vereisen zijn enerzijds de stralingen en de microzwaartekracht, waarvoor een technische oplossing bestaat, en anderzijds, de menselijke factoren die verband houden met de afzondering en de beperkte bewegingsvrijheid, waarbij wordt getracht de verhoudingen tussen de astronauten, hun stressbestendigheid en hun prestaties te optimaliseren.

01.06 Doctor **Nathalie Pattyn**, Departement Fysiologie en Fysiopathologie, Faculteit Geneeskunde, VUB (*Frans*): De cognitieve prestatie is uitermate belangrijk omdat het kenvermogen de mens ertoe in staat stelt te begrijpen, te beslissen en te handelen naargelang de omstandigheden en de omgeving. Dit fysiologische aspect bepaalt namelijk de werking van het menselijk systeem, hoe wij de informatie ontvangen en verwerken om zo doeltreffend mogelijk te reageren. Dit heeft een aantal belangrijke gevolgen, enerzijds, wanneer deze prestatie in een extreme omgeving zoals de ruimte tot het uiterste wordt gedreven, en anderzijds, wanneer de kwaliteit van de prestatie zodanig wordt aangetast dat dit ingrijpende gevolgen heeft.

In het ruimteonderzoek zijn experimenten belangrijk omdat zij toelaten de cognitieve prestatie die tot het uiterste wordt gedreven, te bestuderen. De praktische waarde ervan bestaat in de ontwikkeling van een instrument waarmee één van de belangrijkste factoren bij langeafstandsvluchten in cijfers kan worden uitgedrukt.

Het is echter erg moeilijk om de cognitieve prestatie te meten. Vanuit theoretisch oogpunt is zij een multidimensioneel concept, samengesteld uit aandacht, redeneervermogen en geheugen. Op dit ogenblik bestaat er echter geen enkele methode om rechtstreeks te meten in hoeverre de informatie op een doeltreffende manier door het menselijk brein

par le cerveau humain.

Notre réflexion porte donc principalement sur la validité des outils utilisés. Les études récentes démontrent le peu de variabilité des mesures choisies. Cependant, les astronautes font état de difficultés dans l'exercice de leurs facultés cognitives. À côté de la raison théorique, il y a une évidence expérimentale de la difficulté de mesurer la performance cognitive. Il faut donc développer un outil de mesure valide.

Les outils de mesure utilisés jusqu'à présent doivent donc être adaptés. Pour ce faire, nous préconisons l'approche suivante.

1. Les tests doivent être adaptés à la population ciblée. En effet, les tests de mesure sont en général conçus dans les Facultés de psychologie et basés sur des expérimentations faites sur des étudiants. Les mêmes tests effectués sur des pilotes de chasse ou des astronautes posent un problème. C'est comme si on mesurait une autoroute américaine à l'aide d'un double mètre de menuisier: des erreurs résulteraient de la différence d'échelle entre l'instrument de mesure et l'objet de celle-ci.

2. Il faut intégrer une dimension émotionnelle aux mesures: il doit être tenu compte du stress (dont la nature reste d'ailleurs à préciser) que provoque un voyage dans l'espace.

3. Il faut effectuer les mesures sur des tâches multidimensionnelles, afin de coller davantage à la réalité.

4. Il faut mesurer davantage l'effet que la performance. Si on considère un test effectué à l'aide d'un ordinateur, on mesure le temps de réponse et le taux d'erreur. Il s'agit de tenir compte de l'influence de la microgravité sur le temps de réponse, et donc de la différence entre situation dans l'espace et situation normale qui constitue une interférence, plutôt que du temps de réponse lui-même.

5. Il faut combiner différentes mesures indirectes, par exemple les tests cognitifs et paramètres physiologiques.

On peut appliquer cette approche à la mesure de l'effet Stroop.

Des mots apparaissent sur l'écran de l'ordinateur dans des couleurs données. Tantôt le mot correspond à la couleur (par exemple le mot

wordt verwerkt.

Wij denken dus vooral na over de geldigheid van de gebruikte instrumenten. Recente onderzoeken tonen aan hoe weinig variabel de gekozen meetinstrumenten zijn. De astronauten maken nochtans gewag van moeilijkheden bij het gebruik van hun cognitieve vermogens. Daarvoor is niet alleen een theoretische reden, de experimenten tonen ook aan hoe moeilijk de cognitieve prestatie zich laat meten. Er dient dus een geldig meetinstrument te worden ontwikkeld.

De tot op heden gebruikte meetinstrumenten dienen dus te worden aangepast. Wij bevelen hiertoe de volgende benadering aan.

1. Men dient de tests aan de doelgroep aan te passen. De meettests worden over het algemeen in de faculteiten Psychologie ontworpen en zijn gestoeld op experimenten met studenten. Indien straaljagerpiloten of astronauten dezelfde tests afleggen, rijzen er problemen. Het is alsof men een Amerikaanse snelweg met een dubbele meter van een timmerman zou opmeten: het schaalverschil tussen het voorwerp dat men wenst te meten en het meetinstrument dat men gebruikt, zou tot fouten leiden.

2. Men dient een emotionele dimensie in de metingen op te nemen: men dient rekening te houden met de stress (waarvan de juiste aard trouwens nog dient te worden bepaald) die een ruimtevlucht meebrengt.

3. Men dient de metingen op multidimensionele taken uit te voeren, zodat zij nauwer bij de werkelijkheid aansluiten.

4. Men dient meer de uitwerking dan de prestatie te meten. Als men de resultaten van een computertest beoordeelt, meet men de antwoordtijd en het foutenpercentage. Men dient niet zozeer rekening te houden met de antwoordtijd zelf, maar met de invloed van de microzwaartekracht op de antwoordtijd, en dus met de verschillende toestand in de ruimte en op aarde, die op de resultaten inwerkt.

5. Men dient verscheidene onrechtstreekse maatregelen te combineren, zoals bijvoorbeeld cognitieve tests en fysiologische parameters.

Men kan deze benadering toepassen bij de meting van het Stroopeffect.

Op het computerscherm verschijnen woorden in bepaalde kleuren. Soms stemt de betekenis van het woord overeen met de kleur (het woord "rood" staat

"rouge" écrit en rouge) ou ne correspond pas (par exemple le même mot écrit en vert). Dans ce dernier cas, la non-congruence du terme et de la couleur induit une différence de temps de réponse et constitue une interférence.

Une autre interférence réside dans le contenu émotionnel plus ou moins chargé du mot dont il faut reconnaître la couleur (par exemple "table" ou bien "viol" tous deux écrits en rouge). Il faut plus de temps pour réagir au mot le plus émotionnellement chargé, ce qui constitue aussi une interférence.

Nous avons ainsi deux paramètres d'interférence.

Nos cinq critères ont été appliqués de la manière suivante.

Nous avons adapté les instruments de mesure en comparant les résultats sur des populations d'étudiants, de pilotes de chasse et d'astronautes.

La dimension émotionnelle est représentée par les interférences, qui donnent une indication du stress.

Pour ajouter une dimension aux tâches, nous avons demandé de retenir l'ordre d'apparition des mots.

Nous avons mesuré non les temps absolus de réponse, mais les effets, c'est-à-dire les différences entre les temps de réponse.

Enfin, nous avons combiné aux mesures du temps de réponse et du taux d'erreur la mesure de l'activation physiologique, matérialisée par le rythme respiratoire, le rythme cardiaque et la tension artérielle.

Il nous restait à établir que les réponses sont différentes en fonction des populations, ce qui peut paraître trivial mais n'a jamais été démontré dans la littérature, et n'a donc jamais été intégré dans le choix des tests effectués sur les astronautes.

Pour les mots congruents ou non congruents et pour les mots émotionnellement chargés ou non, la différence entre les temps de réponse est très significative pour les étudiants, alors qu'elle l'est très peu pour les pilotes de chasse.

Chez les astronautes, la différence de temps de réaction est énorme entre les mots congruents et non congruents et de grandes variations apparaissent entre les mots émotionnellement chargés ou non. On explique ces différences par l'activation physiologique. Leur interprétation doit encore être recherchée, mais un signal pertinent et mesurable a été trouvé.

bijvoorbeeld in het rood), soms niet (hetzelfde woord staat bijvoorbeeld in het groen). In het laatste geval is er interferentie: het verschil tussen de betekenis en de kleur van het woord leidt tot een andere antwoordtijd.

Een andere interferentie wordt veroorzaakt door de emotionele geladenheid van een woord waarvan men de kleur dient te herkennen (bijvoorbeeld "tafel" of "verkrachting", beide in het rood). Men heeft meer tijd nodig om te reageren op het woord dat de grootste emotionele geladenheid heeft.

Er zijn dus twee parameters voor de interferentie.

Onze vijf criteria werden als volgt toegepast.

Wij hebben de meetinstrumenten aangepast door de resultaten bij de studenten, de straaljagerpiloten en de astronauten te vergelijken.

De emotionele dimensie wordt weergegeven door de interferenties, die een idee geven van de stress.

Om een dimensie aan de taken toe te voegen, hebben wij gevraagd de volgorde van de woorden te behouden.

Wij hebben niet de absolute antwoordtijden maar de uitwerking gemeten, d. w. z. de verschillen in de antwoordtijden.

Ten slotte hebben wij naast de antwoordtijd en het foutenpercentage ook de fysiologische activering gemeten. Deze valt af te leiden uit het ademhalingsritme, de hartslag en de bloeddruk.

Wij dienden nog vast te stellen dat de antwoorden verschillen naargelang de doelgroep, wat wellicht banaal lijkt maar nooit in de literatuur werd aangetoond, en dus nooit de keuze voor bepaalde tests bij astronauten heeft beïnvloed.

Voor de woorden waarvan de inhoud en de kleur al of niet overeenstemmen en voor de woorden die al of niet emotioneel geladen zijn, worden er aanzienlijke verschillen genoteerd in de antwoordtijden van de studenten, terwijl de verschillen bij de straaljagerpiloten miniem zijn.

Bij de astronauten is er een enorm verschil in de reactietijd voor de woorden met en zonder overeenstemming. Ook tussen de woorden met en zonder emotionele geladenheid treden er grote variaties op. Dit kan worden verklaard door de fysiologische activering. Deze verschillen dienen nog verder te worden geïnterpreteerd, maar zij vormen reeds een relevant en meetbaar signaal.

En conclusion, les résultats ont démontré la pertinence de l'approche proposée en mettant en évidence les différences de résultats entre les populations et les variations du signal aux différents points de mesure.

Si on veut mesurer les limites de la performance, il faut tendre vers cette limite, ce qui implique que, pour les astronautes, il faut mesurer jusqu'à quel point ils fonctionnent et à partir de quel point ils ne fonctionnent plus.

Les outils utilisés sont perfectibles

Le retour d'informations confirme la justesse de notre démarche. Notre approche en cinq points est pertinente car elle débouche sur un signal mesurable. Il n'y a pas de variations non significatives. Le prochain pas concerne la manière dont on peut interpréter ce signal.

01.07 Professeur **Johan Martens**, Centre de Chimie de surface de la KUL (*en néerlandais*): Je remercie la Chambre pour son invitation à présenter nos recherches spatiales sur les matériaux, les nanomatériaux et la nanotechnologie.

Cela nous amène dans le domaine des zéolithes. Il s'agit de matériaux qui comportent des pores dont les dimensions dépassent à peine celles d'une molécule. Les molécules peuvent donc entrer et sortir librement par ces petites ouvertures et entre-temps être transformées en d'autres molécules. Il s'agit de la catalyse. Les catalyseurs sont utilisés dans les moteurs à combustion, par exemple. Les zéolithes sont importantes dans la raffinerie du pétrole et dans la production d'adoucisseurs d'eau.

Toutes les applications des zéolithes nécessitent d'autres zéolithes. De nombreuses applications attendent une zéolithe appropriée. Pour l'instant, elles sont uniquement découvertes fortuitement. La synthèse de zéolithes nécessite énormément de temps et se fait à des températures de cent à deux cents degrés Celsius. Nous ignorons la cause de la difficulté avec laquelle s'accomplit le processus.

Il est essentiel de savoir, dans le cadre de cette recherche, comment grandissent les zéolithes. Les nanoparticules, de la taille d'un milliardième de mètre, ont déjà l'apparence de zéolithes. En fait, ce sont des zéolithes miniatures. Si l'on pouvait les associer, de nouvelles zéolithes seraient créées. Les nanoplaquettes ont été formées spontanément à température ambiante. La question est alors de savoir pourquoi il est si difficile de fabriquer des

Tot besluit blijkt de relevantie van de benadering uit de resultaten, die hebben aangetoond dat de doelgroepen uiteenlopende scores behalen en dat het signaal bij de verschillende meetpunten varieert.

Indien men de grenzen van de prestatie wil meten, dient men in de richting van die grenzen te evolueren. Men dient dus te meten tot welk punt de astronauten functioneren en vanaf welk punt zij dat niet meer doen.

De gebruikte instrumenten kunnen nog worden vervolmaakt.

De feedback die we kregen, bewijst dat onze aanpak de juiste is geweest. Onze benadering via de voornoemde vijf punten is relevant omdat er een meetbaar signaal uit volgt. Er zijn geen onbelangrijke variaties. In een volgende fase zullen wij ons buigen over de wijze waarop wij dit signaal kunnen interpreteren.

01.07 Professor **Johan Martens**, Centrum Oppervlaktechemie KULeuven (*Nederlands*): Ik dank de Kamer voor de uitnodiging om een relaas te geven over ons ruimteonderzoek naar materialen, nanomaterialen en nanotechnologie.

Wij bevinden ons daarmee op het domein van de zeolieten. Dat zijn materialen die poriën bevatten, poriën met afmetingen die nauwelijks groter zijn dan een molecule. Door die gaatjes kunnen de moleculen dus vrij in- en uitstromen en ondertussen worden omgezet in andere moleculen. Dat is de katalyse. Katalysatoren worden bijvoorbeeld gebruikt in verbrandingsmotoren. Zeolieten zijn belangrijk in de petroleumraffinerij en in de productie van waterverzachters.

Alle toepassingen van zeolieten hebben andere zeolieten nodig. Heel wat toepassingen wachten op een geschikte zeoliet. Die worden op dit ogenblik enkel toevallig ontdekt. Zeolieten synthetiseren vergt heel veel tijd en gebeurt bij temperaturen van honderd tot tweehonderd graden Celsius. Waarom dat zo moeilijk is, weten we niet.

Essentieel voor dit onderzoek is te weten hoe zeolieten groeien. Nanodeeltjes – ter grootte van een miljardste van een meter – zien er al uit als zeolieten. Het zijn eigenlijk miniatuurzeolieten. Als we die zouden kunnen koppelen, dan zouden nieuwe zeolieten ontstaan. De nanoplaatjes werden spontaan gevormd op kamertemperatuur. De vraag is dan waarom het zo moeilijk is om zeolieten te maken van nanodeeltjes.

zéolithes à partir de nanoparticules.

La croissance d'une zéolithe se déroule de la manière suivante. Nous partons de fragments d'une nanoplaquette. Par agrégation, elles forment une plaque. Ces petites plaques s'entassent pour former des médiateurs. Ces médiateurs s'agglomèrent finalement et forment des zéolithes.

Notre hypothèse était que la convection est le perturbateur dans ce processus, qu'elle entrave l'agglomération. Comment éviter cette convection? Pour répondre à cette question, nous avons voulu mener une expérience en microgravitation. Nous avons pu procéder à une première expérience dans une fusée balistique qui a été amenée à une altitude de 700 Km et qui crée, lorsqu'elle retombe, une situation d'apesanteur pendant plus de douze minutes. Nous nous attendions à ce que la situation d'apesanteur entraîne une réaction plus rapide des nanoparticules et donc une formation plus rapide des zéolithes. Le résultat du test a été, au contraire, un sérieux ralentissement.

Notre hypothèse est donc apparue erronée. Nous avons étudié le phénomène conjointement avec des spécialistes du domaine de la dispersion lumineuse, qui constituait une inconnue dans la recherche sur les zéolithes. Les médiateurs peuvent dépolariser la lumière, ce qui révèle une sorte de cristal liquide et accroît temporairement la viscosité. Cette étude a induit la nouvelle hypothèse selon laquelle les particules constitutives d'une zéolithe n'errent pas chaotiquement dans un liquide mais qu'il existe une forme de collectivité. Que se passe-t-il précisément dans l'espace? Des déplacements ou des collisions sont-ils nécessaires pour faire croître les zéolithes?

Le projet ODISSEA représentait l'occasion idéale de confronter nos résultats théoriques à la réalité dans l'espace. Deux expériences ont été programmées pendant le vol auquel participait Frank Dewinne. La première expérience, NANOSLAB, a malheureusement échoué pendant la mission. Un point de contact a été perdu de sorte que l'expérience n'a pas débuté. Après le vol, nous avons pu assez rapidement établir la cause de l'échec. La mission CERVANTES du mois d'octobre de l'année dernière nous a heureusement permis de réaliser une nouvelle fois cette expérience. Tout s'est alors parfaitement déroulé. Il est cependant encore un peu prématuré pour tirer dès à présent les conclusions définitives de cette expérience.

La deuxième expérience réalisée dans le cadre de la mission ODISSEA a été baptisée ZEOGRID. L'objectif de cette expérience était de démontrer l'existence de la phase collective dont je viens de vous parler. Cette expérience a été couronnée de

Het groeien van een zeoliet gaat als volgt. We vertrekken van fragmenten van een nanoplaatje. Door aggregatie vormen deze een tablet. Die tabletjes stapelen zich tot een intermediëren. Die intermediëren klitten uiteindelijk aan mekaar tot zeolieten.

Onze hypothese was dat de convectorie de verstoorder is in dit proces, dat de convectorie het samenklitten bemoeilijkt. Hoe kan die convectorie worden vermeden? Om die vraag te beantwoorden wilden wij een experiment uitvoeren onder microzwaartekracht. We konden een eerste experiment uitvoeren in een ballistische raket die op 700 km hoogte werd gebracht en bij zijn terugval een goede twaalf minuten een toestand van gewichtsloosheid creëert. Wij verwachtten dat de gewichtsloze toestand een snellere reactie van de nanodeeltjes zou veroorzaken en dus een snellere totstandkoming van de zeolieten. Het resultaat van de test was integendeel een ernstige vertraging.

Onze hypothese bleek dus fout te zijn. We bekeken de zaak samen met deskundigen op het gebied van lichtverstrooiing, wat een onbekende was in het zeolietonderzoek. De intermediëren kunnen licht depolariseren, wat wijst op een soort vloeibaar kristal en de viscositeit tijdelijk verhoogt. Dat leidde tot de nieuwe hypothese dat de samenstellende deeltjes van een zeoliet niet chaotisch rondzweven in een vloeistof, maar dat er een vorm van collectiviteit is. Wat gebeurt daarmee precies in de ruimte? Zijn er verschuivingen of botsingen nodig om de zeolieten te doen groeien?

Het ODISSEA-project was de geknipte gelegenheid om onze theoretische bevindingen aan de realiteit in de ruimte te testen. Er werden twee experimenten gepland tijdens de vlucht met Frank De Winne. Het eerste, NANOSLAB, is tijdens de vlucht helaas mislukt. Een contactpunt was losgekomen, zodat het experiment niet eens gestart is. Na de vlucht hebben we de reden van het falen vrij snel kunnen identificeren. De CERVANTES-missie van oktober vorig jaar heeft ons gelukkig de kans gegeven het experiment opnieuw uit te voeren. Bij deze gelegenheid is alles zeer goed verlopen. Het is wel nog iets te vroeg om nu al definitieve conclusies van dit experiment voor te stellen.

Het tweede experiment in het kader van ODISSEA werd ZEOGRID genoemd. De bedoeling ervan was het bestaan van de collectieve fase, waarover ik het daarnet had, aan te tonen. Dit experiment is volledig geslaagd. De collectieve fase is duidelijk. Dankzij de

succès. La phase collective est claire. Grâce aux données que nous avons pu récolter à partir de cette expérience, nous sommes parvenus à fabriquer des nouveaux matériaux parfaitement sensibles à la corrosion. Le secteur spécialisé en la matière a été très impressionné, ce qui a valu au monde scientifique belge la couverture du plus important magazine dans ce secteur, à savoir *Advanced Materials*.

01.08 Mme **Simonne Creyf**, présidente: Je remercie Mme Pattijn et MM. De Winne, Martens et Zizi pour leurs exposés intéressants. Je souhaite à présent permettre aux membres du comité d'avis de poser des questions à nos invités.

01.09 **Dominique Tilmans** (MR): La qualité du débat a mis en lumière les progrès technologiques offerts par l'espace.

Dans ce domaine, il me paraît essentiel de persuader la population et plus spécialement les jeunes.

Dès lors, j'aimerais savoir ce qui est réalisé au niveau de l'ESA afin d'enthousiasmer les plus jeunes et, surtout, de divulguer les sciences spatiales. En outre, que pourrions-nous faire à l'avenir au niveau de la Chambre ?

01.10 **M. Frank De Winne**, colonel-aviateur-Ir, astronaute ESA (*en français*): L'ESA ainsi que l'administration du département scientifique de Belgique montrent un intérêt certain pour les jeunes.

Concrètement, le département de l'éducation de l'Agence Spatiale européenne va prendre de l'ampleur très prochainement. En effet, Jean-Jacques Dordain, le directeur de l'Agence Spatiale européenne, a fait de l'éducation une priorité de l'agenda 2007. Ce dernier a été accepté par les États membres de l'Agence.

Des campagnes de vols paraboliques sont destinées aux jeunes en vue de les familiariser avec le phénomène de la microgravité. Des concours sont également organisés pour permettre des vols spatiaux. Malheureusement, ces concours sont souvent tenus au niveau national et non au niveau européen.

En Belgique, nous réalisons actuellement un montage vidéo qui sera diffusé dans les écoles. Cette expérience éducative de l'espace visera plus particulièrement les jeunes de 12 à 16 ans qui commencent à opérer des choix pour leur avenir.

gegevens die we uit het experiment konden distilleren, zijn we erin geslaagd nieuwe materialen met een uitstekende corrosiegevoeligheid te maken. De gespecialiseerde sector van de materialen was erg onder de indruk, wat de Belgische wetenschap de cover heeft opgeleverd van het belangrijkste tijdschrift in deze sector, met name *Advanced Materials*.

01.08 Voorzitter **Simonne Creyf**: Ik dank mevrouw Pattijn en de heren De Winne, Martens en Zizi voor hun interessante exposés. Ik wil nu de leden van het Adviescomité de kans geven vragen te stellen aan onze genodigden.

01.09 **Dominique Tilmans** (MR): Tijdens dit hoogstaande debat is duidelijk naar voren gekomen dat het ruimteonderzoek een motor is voor technologische vooruitgang.

Het lijkt me dan ook van essentieel belang dat de bevolking, en meer bepaald de jeugd, hiervan overtuigd worden.

Wat doet de ESA om de jeugd warm te maken voor het ruimteonderzoek en de ruimtewetenschap te populariseren? En wat kan de Kamer in de toekomst doen?

01.10 Kolonel-Vlieger-Ir **Frank De Winne**, ESA-astronaut (*Frans*): De ESA en de administratie van het Belgische departement Wetenschap laten de jeugd geenszins links liggen.

Concreet wil dat zeggen dat het departement Vorming van de Europese Ruimtevaartorganisatie eerlang uitgebreid wordt. ESA-directeur Jean-Jacques Dordain heeft onderwijs prioritair aan de orde gesteld op de Agenda 2007, die door de ESA-lidstaten werd goedgekeurd.

De *Student Parabolic Flight Campaign* (parabolische vluchten voor jongeren) van de ESA heeft tot doel jongeren vertrouwd te maken met het verschijnsel microzwaartekracht. Er worden ook wedstrijden georganiseerd om ruimtereizen mogelijk te maken. Jammer genoeg worden die wedstrijden vaak op nationaal en niet op Europees niveau gehouden.

In België werken we momenteel aan een videomontage, die in de scholen zal worden vertoond. Doelgroep voor die educatieve kijk op de ruimte is de leeftijdsgroep van de 12-16-jarigen, die hun eerste keuzes maken met het oog op hun latere beroepsleven.

Au sein de l'ESA, il existe un fond destiné à l'éducation. Ce dernier se charge notamment de l'édition d'ouvrages scientifiques. Toutefois, nous rencontrons des difficultés de diffusion de ces livres et je pense que la Commission européenne pourrait jouer un rôle important dans ce domaine.

Je participe d'ailleurs à un groupe de travail entre l'ESA et la Commission européenne. Il ne faut pas oublier que le Livre blanc fait de l'éducation des jeunes une des priorités de l'Europe.

Nous devons donc exploiter les possibilités offertes par la Commission européenne. Différents projets sont en cours, mais il reste encore énormément de travail. Toutefois, j'insiste sur la priorité accordée à l'éducation au sein de l'ESA et de la Commission européenne.

01.11 Frieda Van Themsche (VLAAMS BLOK): Il s'avère que les fonds manquent pour permettre aux jeunes de se lancer dans le travail scientifique. Comment convaincre les autorités nationales de dégager les moyens nécessaires à cet effet ?

01.12 Professeur Johan Martens, professeur (en néerlandais): Le cycle universitaire n'est pas en phase avec le cycle économique. Lorsque la conjoncture est bonne, peu de diplômés se lancent dans la recherche à l'université et inversement. L'économie se trouve actuellement dans le creux de la vague, ce qui explique pourquoi il y a temporairement pléthore de candidats doctorants.

Nous souhaitons toutefois nous adresser aux jeunes de moins de dix-huit ans qui sont à la veille du choix des études qu'ils veulent entreprendre. Depuis des années déjà et indépendamment de la conjoncture économique, nous sommes confrontés à une pénurie structurelle de nouveaux ingénieurs et de diplômés en sciences exactes. L'industrie chimique belge, plus importante que celle des Pays-Bas, a par exemple besoin d'un nombre d'ingénieurs bien plus important que le nombre d'ingénieurs diplômés chaque année. Il importe dès lors d'encourager les jeunes à étudier une branche des sciences exactes. D'importants efforts de recherche doivent être consentis pour que l'industrie chimique soit en mesure de produire en respectant mieux l'environnement.

01.13 Marc Verhaegen (CD&V): Outre les exemples déjà mentionnés, l'aéronautique est probablement importante également pour d'autres disciplines encore. Lesquelles ?

Er bestaat een fonds voor vorming bij de ESA, dat onder meer wetenschappelijke werken uitgeeft. De verspreiding van die boeken verloopt niet zonder moeilijkheden, en mij dunkt dat de Europese Commissie op dat vlak een belangrijke rol zou kunnen spelen.

Ik zit trouwens in een werkgroep met vertegenwoordigers van de ESA en de Europese Commissie. Men mag niet vergeten dat het Witboek de vorming van jongeren als een van de Europese prioriteiten vooropstelt.

Wij moeten de door de Europese Commissie aangereikte kansen aangrijpen. Verscheidene projecten staan al op de rails, maar er is nog veel werk aan de winkel. Ik onderstreep echter dat vorming een prioriteit is voor de ESA en de Europese Commissie.

01.11 Frieda Van Themsche (VLAAMS BLOK): : Het blijkt dat er onvoldoende geld is om jonge mensen wetenschappelijk werk te laten doen. Hoe kunnen de nationale overheden ervan worden overtuigd hiervoor meer middelen uit te trekken?

01.12 Professor Johan Martens (Nederlands): De universitaire cyclus is in tegenfase met de economische. Als het economisch goed gaat, blijven weinig afgestudeerden onderzoek doen aan de universiteit en omgekeerd. De economie zit nu in een dip. Dat verklaart waarom er tijdelijk een overschot is aan mensen die willen doctoreren.

Wij willen ons evenwel richten tot de jongeren onder de achttien, die kiezen welke richting ze uit zullen gaan. Er is al jarenlang een structureel tekort, los van de economische ontwikkelingen, aan nieuwe ingenieurs en afgestudeerden in de exacte wetenschappen. De Belgische chemische industrie, die groter is dan de Nederlandse, heeft bijvoorbeeld behoefte aan veel meer ingenieurs dan er jaarlijks afstuderen. Het is dan ook van belang jongeren te stimuleren om een exacte wetenschap te studeren. Om de chemische industrie in staat te stellen milieuvriendelijker te produceren is er een enorme researchinspanning nodig.

01.13 Marc Verhaegen (CD&V): Waarschijnlijk zijn er naast de reeds aangehaalde voorbeelden nog andere disciplines waarvoor de ruimtevaart van belang is. Welke?

Quels sont les spin-offs des recherches menées dans l'espace?

La navigation spatiale frappe en effet l'imagination. L'ultime défi est un vol habité à destination de Mars. Faudra-t-il encore attendre 35 ans avant de voir un tel projet se concrétiser?

01.14 Professeur **Johan Martens**, (*en néerlandais*): Dans l'espace, on réalise des expériences sur la cristallisation des protéines pour déterminer leur structure et ainsi mieux comprendre le fonctionnement biologique. Cette connaissance est importante dans le domaine de la médecine. Je pense par exemple à l'étude de l'ostéoporose. En ce qui concerne la science des matériaux, des expériences se rapportant aux alliages de métaux sont également menées en vue de perfectionner l'agencement des atomes.

01.15 **M. Frank De Winne**, colonel-aviateur-Ir, astronaute ESA (*en néerlandais*): Les plans du module Colombus, qui devrait être prêt dans deux ans, montrent pour quelles disciplines scientifiques la navigation spatiale constitue une aide précieuse. Le module contiendra des laboratoires de biologie, de science des matériaux, de physiologie et de comportement des fluides.

La navigation spatiale revêt également une importance capitale dans le cadre de l'étude de l'atmosphère terrestre, des océans, des changements climatiques et de la couche d'ozone. Il en va bien évidemment de même pour l'observation de l'espace, des astres et des comètes.

En ce qui concerne les spin-offs, la plupart des recherches menées dans l'espace relèvent de la recherche fondamentale. Mais il existe un rapport indirect. Les expériences menées dans l'espace permettent de mieux comprendre certains processus et ainsi d'améliorer certains procédés sur terre. La recherche ne se concentre cependant pas directement sur les spin-offs.

Pour que les recherches menées dans l'espace présentent un intérêt pour la recherche industrielle, il convient de réduire le *turn around*, c'est-à-dire le temps entre la conception d'une expérience et sa réalisation. Les doctorants en tireraient également un bénéfice.

Le projet Mars de l'ESA est baptisé Aurora. L'ambition est d'envoyer un vol habité vers Mars d'ici 2030 ou 2035. Cette mission sera précédée par des missions d'exploration à l'aide de vols inhabités.

Leidt het onderzoek dat in verband met de ruimtevaart wordt gedaan tot spin-offs?

Ruimtevaart spreekt inderdaad tot de verbeelding. De ultieme uitdaging is een bemande vlucht naar Mars. Zal dat nog 35 jaar duren?

01.14 Professor **Johan Martens** (*Nederlands*): Er vindt in de ruimte onderzoek plaats naar het kristalliseren van proteïnen om hun structuur te bepalen en zo de biologische werking ervan beter te begrijpen. Die kennis is van belang voor de geneeskunde. Ik verwijs naar de studie van botontkalking. Op het gebied van de materiaalkunde vinden er ook experimenten plaats in verband met metaallegeringen teneinde de schikking van atomen te perfectioneren

01.15 Kolonel **Frank De Winne** (*Nederlands*): De plannen voor de Columbusmodule, die over twee jaar klaar moet zijn, illustreren voor welke wetenschappelijke disciplines de ruimtevaart waardevol is. De module zal laboratoria bevatten voor biologie, materiaalkunde, fysiologie en het gedrag van vloeistoffen.

Daarnaast is de ruimtevaart van essentieel belang voor het onderzoek naar de atmosfeer van de aarde, de oceanen, de klimaatveranderingen en de ozonlaag. Vanzelfsprekend geldt hetzelfde voor de observatie van de ruimte, de hemellichamen en de kometen.

Het meeste onderzoek dat in de ruimte plaatsvindt is van fundamentele aard. Er is wel een afgeleid verband. Onderzoek in de ruimte levert een beter begrip van bepaalde processen op. Daardoor kunnen we ook op aarde op een betere manier te werk gaan. Het onderzoek is echter niet direct gericht op spin-offs.

Om onderzoek in de ruimte interessant te maken voor industriële research is het noodzakelijk de *turn around* te verminderen. Dat is de tijd tussen het ontwerp van een experiment en de uitvoering ervan. Ook doctoraatsstudenten zouden daarbij gebaat zijn.

Het Marsproject van de ESA heet Aurora. De ambitie is om tegen 2030 of 2035 een bemande vlucht naar Mars te sturen. Daaraan zullen onbemande exploraties voorafgaan. Dat zijn meer

Nous avons dépassé le stade des rêves. Nous travaillons durement à leur réalisation.

Le projet Melissa mis en œuvre à Mol tend à la mise au point d'un circuit complètement fermé. Sur la planète Mars, il serait par exemple nécessaire de recycler les déchets en oxygène et en aliments. En cas de départ, dans trente ans, d'une capsule habitée, il conviendra de recycler nonante pour cent de l'eau usagée. Cette technique pourrait d'emblée être appliquée à nos habitations, dans le but de procéder au recyclage de l'eau sur place et de la réutiliser immédiatement. De fait, l'eau constitue l'un des principaux problèmes auxquels l'homme sera confronté à l'avenir. L'Europe souffre d'une surconsommation permanente d'eau douce : la consommation dépasse en permanence de dix pour cent la production. Ce projet est en voie de réalisation mais on ignore à quel moment précis il pourra se concrétiser.

01.16 Mme **Simonne Creyf**, présidente (*en français*): Peut-on déduire des études du Docteur Pattyn que les astronautes résistent mieux que les autres au stress ? Serait-ce en raison de la sélection très sévère à laquelle ils sont soumis?

01.17 Dr. **Nathalie Pattyn** (*en français*): Peut-être apparaissent-ils moins sensibles à un stress courant parce qu'ils ont mieux appris à le cacher. Ce qui nous occupe est justement la question des outils de mesure.

01.18 M. **Frank De Winne**, (*en français*): Je ne pense pas que nous cachions mieux notre stress. Mais l'entraînement auquel nous sommes soumis nous y adapte. Par exemple, si nous passons quatre heures en simulateur, où sont provoquées panne sur panne et où nos temps de réaction sont constamment observés, au bout d'un an de ce régime, on s'adapte au stress.

01.19 Professeur **Martin Zizi**, (*en français*): Si on veut éviter des drames, il est très important d'élaborer un instrument de mesure adapté au facteur humain, qui est multiparamétrique.

Jusqu'à présent, on n'a jamais mesuré le point de rupture des gens.

Si les mesures effectuées ne montrent rien, ou bien c'est que tout va bien, ou bien c'est qu'on ne mesure rien, parce que les tests calibrés pour des étudiants moyens sont appliqués à des gens entraînés à ne pas se tromper.

dan dromen, er wordt nu al hard aan gewerkt.

Het Melissa-project in Mol heeft tot doel een volledig gesloten kringloop op punt te stellen. Op Mars zou het bijvoorbeeld nodig zijn om afvalproducten te recyclen tot nieuwe zuurstof en voedsel. Als er over dertig jaar een bemande capsule kan vertrekken zal negentig percent van het gebruikte water moeten worden gerecycleerd. Die techniek zou ook meteen toepassing kunnen vinden in onze huizen, met de bedoeling het water ter plaatse te recyclen en meteen opnieuw te gebruiken. Water is immers een van de grote problemen van de toekomst. Er is een voortdurende overconsumptie van zoet water in Europa: er wordt chronisch tien percent meer verbruikt dan er wordt aangemaakt. Dit project heeft het stadium van de pure droom al achter zich gelaten, maar wanneer het precies kan worden gerealiseerd is niet voorspelbaar.

01.16 Voorzitter **Simonne Creyf** (*Frans*): Kan men uit de studies van doctor Pattyn concluderen dat astronauten stressbestendiger zijn dan andere mensenindividuen? Kan dit te wijten zijn aan de zware selectieproeven waaraan zij worden onderworpen?

01.17 Dr. **Nathalie Pattyn** : (*Frans*): Misschien lijkt het alleen maar dat ze minder te lijden hebben onder een gewone dosis stress omdat ze geleerd hebben die beter te verbergen. De kwestie van de meetinstrumenten is juist wat ons bezig houdt.

01.18 **Frank De Winne** (*Frans*): Ik denk niet dat wij onze stress beter verstoppen. Maar door onze training kunnen we er beter mee omgaan. Wij brengen bij voorbeeld vier uur in een simulator door waarin een reeks defecten wordt gesimuleerd en onze reactietijd constant wordt gemeten. Als men gedurende een jaar zo geleefd heeft kan men wel omgaan met stress.

01.19 Dr. **Martin Zizi** (*Frans*): Om tragedies te voorkomen is het van het grootste belang een meetinstrument te ontwikkelen dat aangepast is aan de factor mens die uit vele parameters is opgebouwd.

Tot heden heeft men nog niet kunnen meten wanneer de menselijke limiet bereikt werd.

Als de meetresultaten niets aangeven wijst dit erop dat ofwel alles goed gaat ofwel dat men niets meet omdat doortrainende individuen testen ondergaan die ontworpen zijn om gemiddelde studenten te meten.

Tout l'enjeu est donc d'élaborer des outils de mesure adaptés, auxquels pourraient par exemple être soumis une fois par semaine les astronautes en mission longue et qui donneraient une mesure fiable, à partir de laquelle on pourrait adapter leur programme de tâches.

Het komt er dus op aan aangepaste meetinstrumenten te ontwikkelen waarmee de astronauten die aan een lange missie deelnemen bijvoorbeeld eenmaal per week kunnen worden onderzocht en die betrouwbare meetresultaten geven aan de hand waarvan de planning van hun taken kan worden aangepast.

01.20 Dr. **Nathalie Pattyn** *(en français)* : L'impression ressentie par les astronautes d'un fonctionnement moins efficace a été jusqu'ici attribuée au stress, à défaut d'autre explication. Mais le stress est multiple (charge de travail, émotionnel et affectif, etc.). Comme l'a déclaré M. De Croo, on ne peut prévoir l'imprévisible et personne ne peut prédire ce qui se passerait si on enfermait des gens trois ans dans une boîte de conserve. C'est cette connaissance que nous voulons approcher le plus possible.

01.20 Dr. **Nathalie Pattyn** *(Frans)*: Als de astronauten de indruk krijgen dat ze minder goed functioneren werd dit tot heden bij gebrek aan een andere verklaring aan stress toegeschreven. Maar stress kan vele oorzaken hebben (werklast, emotionele en affectieve factoren, enz.). Zoals de heer De Croo al zei kan men het onvoorspelbare niet voorspellen en niemand kan voorspellen wat er zal gebeuren als men mensen voor drie jaar in een conservenblik opsluit. Die kennis willen we zo snel mogelijk verwerven.

01.21 Mme **Simonne Creyf** *,présidente (en néerlandais)*: C'est un sujet particulièrement passionnant. Nous sommes heureux d'avoir pu découvrir au moins deux des expériences. Je remercie le colonel et les professeurs de leur présence et de leur engagement en faveur de la science, qui est essentielle pour l'humanité. Je tiens tout particulièrement à remercier le colonel De Winne qui s'emploie résolument à raviver l'intérêt des jeunes gens pour la science.

01.21 Voorzitter **Simonne Creyf** *(Nederlands)*: Dit is een bijzonder boeiende materie. We zijn blij kennis te hebben gemaakt met minstens twee van de experimenten. Ik dank de kolonel en de academici voor hun komst en voor hun inzet voor de wetenschap, die belangrijk is voor de menselijkheid. Ik dank kolonel De Winne in het bijzonder omdat hij de taak op zich heeft genomen de interesse van jonge mensen voor de wetenschap op voluntaristische wijze aan te wakkeren.

La réunion publique est levée à 16.10.

De vergadering wordt gesloten om 16.10 uur.