

## Compte rendu du Conseil Scientifique MINAS du 22 Juin 2009

Présents : M. Bafleur, F. Cristiano, D. Dragomirescu, H. Granier, A.M. Gué, G. Landa, O. Llopis, F. Lozes, F. Mathieu, C. Rossi

### Ordre du jour :

- Projet « Technologies Bio-inspirées »
- Prospective RTRA
- Projet d'intégration du LATTIS
- Programme NanoInnov

### Projet « Technologies Bio-inspirées » :

Une réflexion est engagée depuis quelques mois sur l'opportunité et l'intérêt de développer, au LAAS, une filière technologique bio-inspirée, c'est-à-dire utilisant la matière biologique (ADN ou protéines par exemple) à des fins de structuration et de construction pas forcément biologiques. Un petit comité, constitué d'A. Estève, A. Bancaud et E. Dague, est en charge de conduire cette réflexion. A. Estève présente le domaine et ses perspectives (transparents ci-joints). Une journée de travail ouverte à tous sera organisée le 29 Juin au LAAS.

### Prospective RTRA

Le RTRA a engagé un travail de réflexion prospective afin de dégager, d'ici à Octobre prochain, ses grandes lignes d'action pour les 5 années à venir. 6 groupes de travail ont été constitués (intitulés et composition en annexe).

Le LAAS participe à 3 de ces groupes :

- capteurs et Instrumentation (P. Temple-Boyer)
- systèmes embarqués (R. Chatila, M. Bafleur, R. Plana, R. Alami, Y. Deswartes)
- technologies en émergences (J. Arlat, A.M. Gué)

#### Capteurs et Instrumentation

P. Temple-Boyer n'a pas souhaité rendre compte de l'état de la réflexion dans ce groupe devant le CS de pôle. Il le fera en Conseil de Direction (sic). Le CS insiste pour les informations soient diffusées.

#### Systèmes embarqués

Le compte-rendu est effectué par M. Bafleur.

Les membres du groupe sont :

Maryse Bafleur, gestion de l'énergie, compatibilité électromagnétique (LAAS-CNRS)  
Francis Castanié (remplacé par Ponia Pech), télécommunications, navigation (TéSA)  
Yves Deswarte, sécurité informatique (LAAS-CNRS)  
Patrick Fabiani, automatique et contrôle embarqué (absent)  
Gérard Ladier, validation des logiciels embarqué (Airbus)  
Bernard Lécussan, informatique embarquée (ONERA)  
Dominique Séguela, systèmes embarqués spatiaux (CNES)  
Michèle Sibilla, gestion de réseaux (IRIT)  
Rachid Alami, coordonnateur du projet ROSACE (excusé) (LAAS-CNRS)  
Robert Plana, coordonnateur du projet SYMIAE (LAAS-CNRS)  
Alain Albarello, animateur du groupe (Thales)  
Raja Chatila, correspondant du bureau du RTRA (LAAS-CNRS)

Le travail est divisé en 7 sous-thèmes :

- Énergie (MB)
- Gestion Réseaux (MS)
- Sûreté/sécurité (YD)
- Autonomie (DS) + robustesse
- Ingénierie (GL, DS, AA, GL)
- Hétérogénéité (AA) systèmes de communication (MS)
- Réseaux de capteurs (RP, MB)

5 réunions de travail sont planifiées d'ici à début septembre.

### Technologies en émergence

Le compte-rendu est effectué par A.M. Gué.

Les membres du groupe sont :

P. Aimar, LGC  
J. Arlat, LAAS  
H. Audiard, INRA et vice-président AGRIMIP  
A. Cadiou, CNES  
A.M. Gué, LAAS  
JP Jung, ONERA, membre du Comité de Pilotage du RTRA  
E. Lansard, THALES Alenia-Space  
P. Raynal, Actia  
Y. Ségui, LAPLACE  
E. Snoeck, CEMES

Le travail est divisé en 4 sous-thèmes :

- Matériaux hétérogènes et multifonctionnels (Animateur : E. Snoeck)
- Gestion des informations (Animateur : J. Arlat)
- Energie (Animateur : Y. Ségui)
- Environnement (Animateur : P. Aimar)

Les sous groupes se réuniront indépendamment, une première synthèse devant le groupe complet est prévue le 10 juillet. Afin que le LAAS soit représenté au mieux dans chacun des sous-groupes, B. Estibals et O. Llopis participeront respectivement aux thèmes « Energie » et « Gestion des informations ». A.M. Gué assurera les 2 autres thèmes.

**Il est demandé aux chercheurs du pôle de faire remonter aux membres LAAS des groupes de réflexion toutes les informations ou idées qui permettront d'enrichir la réflexion et de positionner au mieux les activités du LAAS dans la stratégie future du RTRA.**

**Projet d'intégration du LATTIS**

Les chercheurs du LATTIS ont présenté l'ensemble de leurs activités devant le laboratoire le 4 Juin dernier. En première analyse, leurs thématiques de recherche semblent en bonne convergence avec celles du LAAS et la répartition. La possibilité d'intégration est donc perçue positivement.

En ce qui concerne MINAS, 2 chercheurs du groupe « Systèmes communicants sans fil », E. Campo et J Llibre, pourraient rejoindre naturellement le groupe N2IS. Rappelons que E. Campo est Chercheur associé LAAS et travaille en collaboration avec le groupe depuis toujours.

L'équipe CEM pourrait également rejoindre un groupe du pôle MINAS. La réflexion n'est pas encore aboutie et doit se poursuivre afin de dégager les meilleures synergies et la solution optimale.

L'intégration globale du LATTIS pose, hors problématiques scientifiques, de nombreuses questions. En particulier, il est souligné que, lors des demandes d'association de chercheurs, le laboratoire a toujours exigé vis-à-vis des candidats à l'association une implication effective dans des activités de recherche. Ne serait-il pas injuste et incohérent de ne pas maintenir une telle exigence aujourd'hui ?

**Programme NanoInnov**

L'appel à projets NanoInnov est ouvert. Il est géré par l'ANR (<http://www.agence-nationale-recherche.fr/AAP-262-Nano-INNOV.html>). Les axes thématiques du programme sont :

- **Thème 1** : Matériaux et énergie,
- **Thème 2** : Internet des objets,
- **Thème 3** : Santé et qualité environnementale

La date limite de soumission est le 18 Aout à 13H. Les projets auront une durée de 15 mois.

Les propositions issues du LAAS devront être soumises de façon coordonnées. La direction du laboratoire assure cette coordination. D'ores et déjà plusieurs projets sont en discussion concernant les 3 axes thématiques du programme.

**Questions diverses**

Les dates des prochains CS sont :

28/09

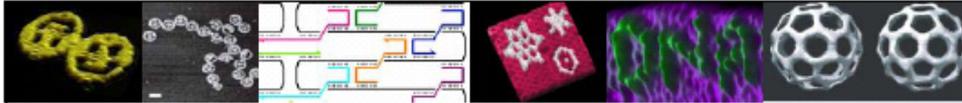
26/10

23/11 (à confirmer ou annuler suivant les circonstances)

14/12

**Le CS de septembre sera dédié, comme les années précédentes, à la demande de moyens CNRS. Il aura lieu impérativement dans la première quinzaine du mois.**

**Il est demandé aux groupes de préparer activement cette demande d'ici là.**



## ADN et Technologie au LAAS

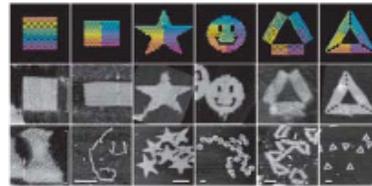
Alain Estève, Aurélien Bancaud, Etienne Dague

### OMNT

Veille Nanoconstruction  
Veille Nano « bio-inspirées »

### Dans le sillage des Technologies Si et polymère

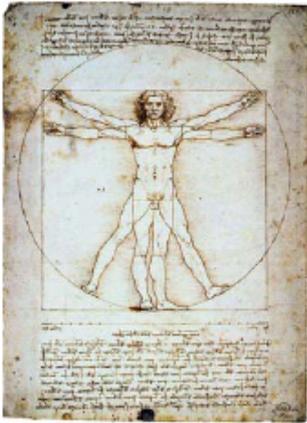
Les biomolécules pour la fabrication « bottom-up »  
de nanosystèmes



ADN et Technologie au LAAS

## ADN et Technologie au LAAS

### Matériaux et Fonctions Bio-inspirées



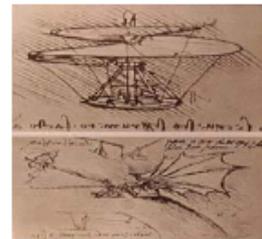
Bio-molécules, bio-architectures, fonctions Biologiques  
utilisées à des fins non-nécessairement biologiques

Une révolution nano fortement multi-disciplinaire en marche

L'ADN, un matériau miracle

Les protéines

Quel rôle pour le LAAS...



ADN et Technologie au LAAS

## Les biomolécules: pourquoi ?

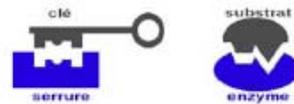
Un monde à 3 dimensions =>

Reconnaissance moléculaire

Une propension

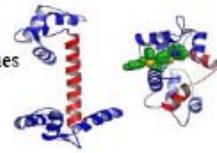
Pour les protéines ( 22 acides aminés)

Le modèle "lock and key" Emil Fisher.  
Fischer E., Ber. Dtsch. Chem. Ges. 27, 2985-2993, 1894



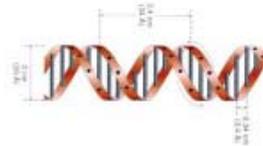
Mais: - « induced-fit »

- interactions faibles et pas nécessairement spécifiques



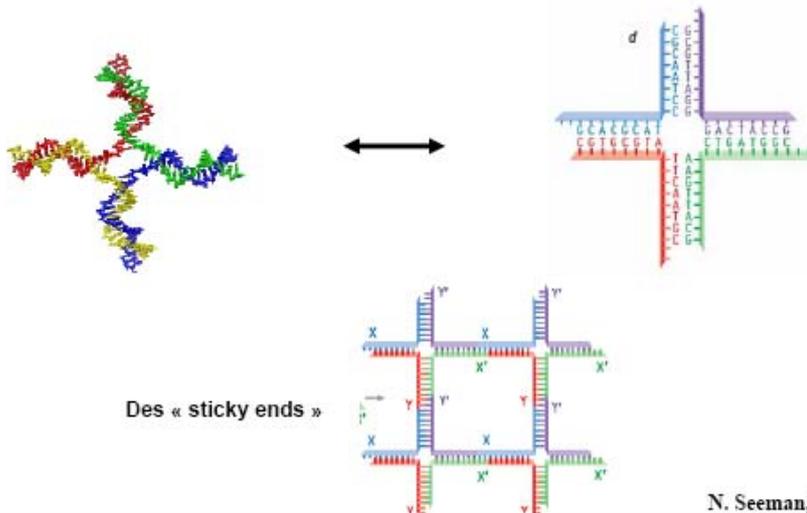
Pour l'ADN (4 bases azotées)

- Les brins non-appariés fournissent des interactions intermoléculaires prévisibles, faibles, programmables.
- L'ADN est facile à synthétiser et à multiplier
- Il peut être manipulé à l'aide d'enzymes commercialisés
- Rigidité 50 nm
- Existence d'une chimie de modification de l'ADN



ADN et Technologie au LAAS

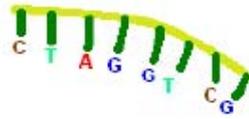
## L'ADN pour la nanoconstruction : les idées de base



ADN et Technologie au LAAS

## L'Origami ADN: principes de base

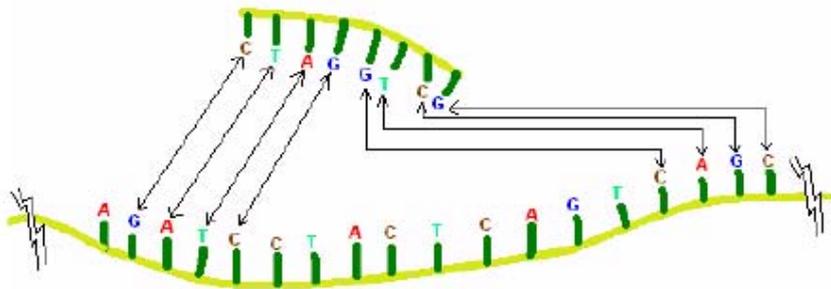
Une agrafe



Une séquence simple brin connue

ADN et Technologie au LAAS

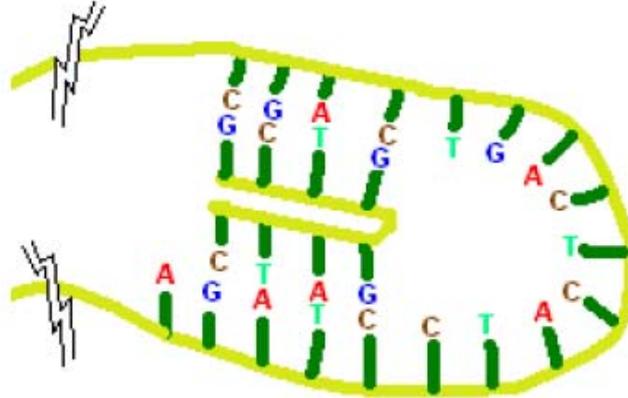
## L'Origami ADN: principes de base



ADN et Technologie au LAAS

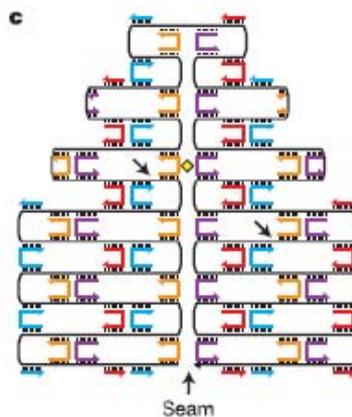
## L'Origami ADN: principes de base

Processus d'auto-assemblage menant au repliement de la séquence longue

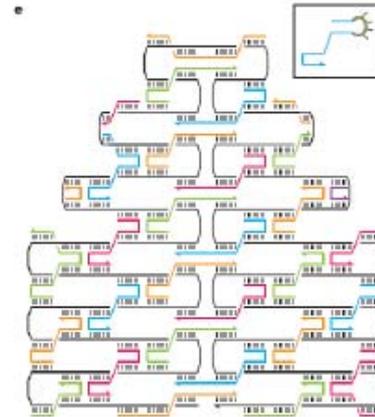


ADN et Technologie au LAAS

## L'Origami ADN: des techniques alternatives



Agrafes courtes

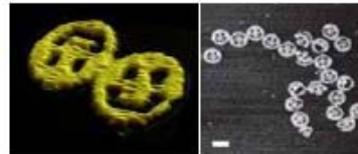
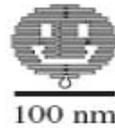
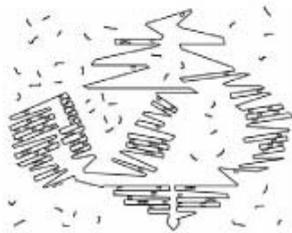
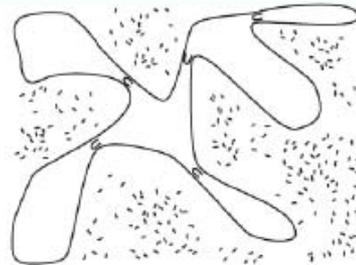
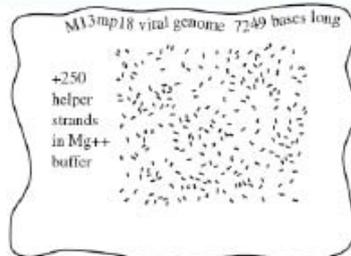


Agrafes longues

Rothemund, 2006

ADN et Technologie au LAAS

## L'Origami ADN : mode opératoire



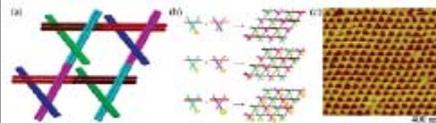
P. Rothemund, Design of DNA origami, IEEE/ACM International Conference on Computer-Aided Design. Nov. 2005

ADN et Technologie au LAAS

## L'Origami ADN des réalisations toujours plus ambitieuses



DNA origami (P. Rothemund, Nature 2006)



J. Zheng, Nano Letters 2009



Yu He, Nature 2008



Ebbe Andersen, Science 2009

ADN et Technologie au LAAS

## L'Origami ADN un outil pour l'auto-assemblage « à façon »

### Une CAO avec des logiciels libres d'accès

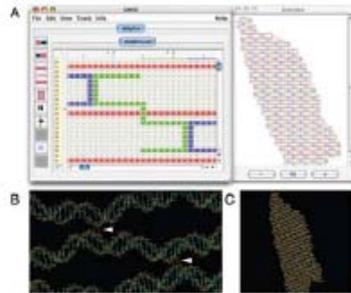


Figure 1. Design process of a DNA origami dolphin. (A) SARGE editor window showing a small part of the DNA origami design with backbone strands in red and staple strands in green and blue. The overview window, shown to the right, can be used to navigate the editor window. (B) An atomic model can be generated during the design process and visualized in a 3D viewer such as PyMol.<sup>19</sup> White arrows indicate crossover positions. (C) The same atomic model as in B at a lower zoom level. (D) The dolphin shape used as input. (E) The shape was stretched 1.125x, divided down the middle to insert a seam, and modified on back and tail fins. (F) Atomic model of the DNA origami design with indication of special features: a, nose; b, eye; c, 90° angle at back fin; d, narrow tail region; e, branching tail fins. Blue line in E indicates the position of a seam.

#### METHODS

**Software Development.** Several programs were developed to facilitate the DNA origami design process and made available as a program package for the semi-automated scientific data editor called SARGE.<sup>19</sup> The design process proceeds by the following steps: (1) a library file is imported, and the shape can be further modified in the SARGE editor; (2) a program is activated that automatically finds a folding path through the shape and adds staple strands with crossovers in the plane of the figure; (3) the SARGE editor

Ebbe Andersen, ACS 2009

ADN et Technologie au LAAS

## Les aptamères: des biomolécules synthétiques pour la reconnaissance moléculaire

- Courtes séquences (10-100 bases) d'acide nucléique (ADN ou ARN)
  - Adoptent une conformation permettant d'établir des interactions très spécifiques, similaires aux interactions antigène-anticorps
  - procédé de sélection *in vitro* SELEX industriel permettant l'aptamère pour une molécule donnée (y compris non biologique, toxine pour lesquelles il n'existe pas d'anticorps)
- => capteur, vecteur ...

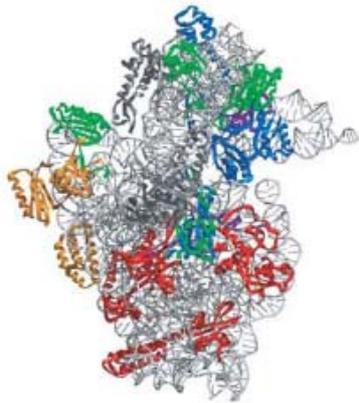
ADN et Technologie au LAAS

## Un premier bilan des vertues de l'ADN

- L'auto-assemblage
- La vectorisation
- La fonctionalisation
- Une chimie de modification (chimie de l'ADN, PNA, CDNA)
- Les aptamères (ADN, ARN, Oligonucléotides modifiés  
nanomédecine couple aptamère-nanoparticule  
aptamère-transduction => « bio » capteur)
- Une CAO émergente

ADN et Technologie au LAAS

## Quid des protéines ?



Ribosome, Sous unité 30 S, 305 protéines  
Tallington, Nature 2005

### Dans le cadre bio-inspiré:

- des reconnaissances spécifiques entre protéines et surfaces inorganiques
- travaux sur les moteurs moléculaire cf. C. Vieux
- une complexité accrue du potentiel de nanoconstruction 3D  
feuillets, hélices, séquences aléatoire...

### Mais...

- Synthèse plus complexe
- Interactions moins spécifiques
- Pas de modèles prédictifs pour la nanoconstruction

ADN et Technologie au LAAS

## Une vision micro et nanosystème

### 3 AXES STRATEGIQUES

- La fabrication des « instruments » en intégrant les acquis  $\mu$ systems et et les technologies issues de la biologie, en l'occurrence les «DNA-based technology ».
- Des études qui vont permettre de tirer le meilleur parti des vertus de l'ADN
  - Matériaux énergétiques
  - La détection d'espèces, qui suppose de fabriquer le détecteur, prélever l'échantillon à analyser, détecter et doser
  - ...
- La modélisation des interactions bio/non bio

ADN et Technologie au LAAS

## Un projet capteur à base d'aptamères

**Hypothèse** : la molécule à détecter est connue, un aptamère réactif est pré-sélectionné

On souhaite exploiter les propriétés des aptamères pour construire un détecteur

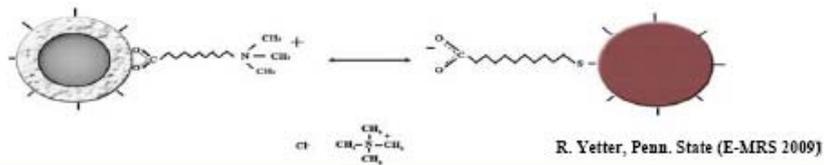
- A court terme, intégration du détecteur comme une composante microsystème classique:
  1. préparation de la surface ( $\text{SiO}_2/\text{Si}$ ),
  2. greffage de SAMS en contrôlant densité et conformation,
  3. greffage d'un aptamère sélectionné,
  4. Mise en interaction : molécule-aptamère,
  5. Mécanisme de détection: optique, électrostatique, électronique...
- A moyen et long terme, imaginer et construire une technologie DNA-intrinsèque
  6. Une surface nanostructuré ADN et fonctionnalisée à façon
  7. Un mode de détection qui prendra la mesure de l'édifice supramoléculaire
  8. Vers une structuration conformationnelle dirigée de la molécule détecteur

Des contacts nationaux et européens ont été pris...

ADN et Technologie au LAAS

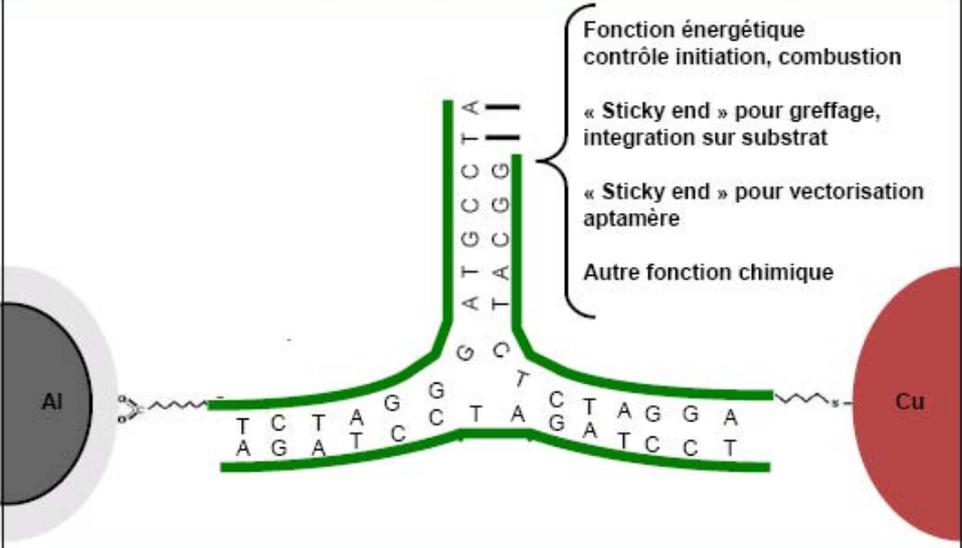
**Autre projet :**  
**des matériaux énergétiques multifonctionnels à nanostructuration « bio-inspirée »**

<b>Auto-assembler</b>	<b>nanostructuration « bottom-up »</b> <b>intégration</b>
<b>Vectoriser</b>	<b>intégration, application (nanomédecine)</b>
<b>Chimie de l'ADN</b>	<b>multi-fonctionnalité</b> <b>(libération d'espèces, température)</b>



**ADN et Technologie au LAAS**

**Concept : briques**



**ADN et Technologie au LAAS**

## Position du LAAS

### Rôle du LAAS:

Se positionner en tant qu'intégrateur

### Cela passe par:

Veille, réseaux de compétences (multidisciplinarité),  
évaluation en terme de filière et compatibilité techno.,  
instrumentation, modélisation

**Journée LAAS : ADN et Technologies  
lundi 29 juin**

### Groupe de réflexion numéro 1, *Défis aéronautiques*

<b>Laurent Rasmont</b>	<b>Animateur du groupe</b>	RATIER-FIGEAC
Grégoire Casalis	aérodynamique, physique du vol	ONERA
Pascal Gondot	aéronautique civile	Airbus
Benoît Guyon	Moteurs	SAFRAN
Christophe Magro	Matériaux	MIB Bordeaux
Leanne Pitchford	plasma et aéronautique	LAPLACE
Thierry Poinot	combustion numérique, moteurs	CERFACS
Frédéric Thivet	formation et recherche en aéronautique	ISAE
Marianna Braza	coordonnatrice du projet EMMAV	IMFT
Daniel Cariolle	co-coordonnateur du projet ITAAC	CERFACS
Eric Andrieu	co-coordonnateur du projet ARCS	CIRIMAT
Marc Montagnac	coordonnateur du projet OSYCAF	CERFACS
<b>Henri Boisson</b>	<b>Correspondant RTRA</b>	IMFT

### Groupe de réflexion numéro 2, *Observation et fonctionnement du système Terre*

<b>Jean-Luc Redelsperger</b>	<b>Animateur du groupe</b>	OMP
Roland Cantié	observation de la Terre	EADS-ASTRIUM
Gérard Dedieu	téledétection	CESBIO
Claude Estournel	océanographie côtière	OMP
Laurent Terray	modélisation climatique	CERFACS
Christophe Valorge	espace et applications	CNES
Yves Godderis	paléoclimats et biogéochimie	LMTG
Anny Cazenave	co-coordonnateur du projet CYMENT	LEGOS
Denis Dartus	co-coordonnateur du projet CYMENT	IMFT
Vincent-Henri Peuch	co-coordonnateur du projet POGÉQA	CNRM
Jean-Luc Attié	co-coordonnateur du projet POGÉQA	OMP
Valéry Masson	coordonnateur du projet ACCLIMAT	Météo-France
<b>Daniel Guédalia</b>	<b>Correspondant RTRA</b>	OMP

### Groupe de réflexion numéro 3, *Systèmes embarqués*

<b>Alain Albarello</b>	<b>Animateur du groupe</b>	Thales Avionics
Maryse Bafleur	gestion de l'énergie, compatibilité électromagnétique	LAAS
Francis Castanié	télécommunications, navigation	TESA
Yves Deswarte	sécurité informatique	LAAS
Patrick Fabiani	automatique et contrôle embarqué	ONERA
Gérard Ladièr	validation des logiciels embarqués	Airbus
Bernard Lecussan	informatique embarquée	ONERA
Dominique Séguela	systèmes embarqués spatiaux	CNES
Michèle Sibilla	gestion de réseaux	IRIT
Rachid Alami	coordonnateur du projet ROSACE	LAAS
Robert Plana	coordonnateur du projet SYMIAE	LAAS
<b>Raja Chatila</b>	<b>Correspondant RTRA</b>	LAAS

### Groupe de réflexion numéro 4, *Capteurs et instrumentation*

<b>Maurice Comtat</b>	<b>Animateur du groupe</b>	LGC
Francis Bonhoure	capteurs dans l'industrie	Continental
Jean-Louis Brenguier	mesures aéroportées	CNRM
Xavier Briottet	aéronautique et spatial	ONERA
Bruno Cugny	spatial	CNES
Sylvestre Maurice	exploration du système solaire	CESR
Jean-Pierre Saintouil	santé	Pôle de compétitivité cancer-bio-santé
Pierre Temple	capteurs	LAAS
Jean-André Sauvaud	coordonnateur du projet CASA	CESR
Laurent Koechlin	coordonnateur du projet FDAI-UV	OMP
Philippe Behra	coordonnateur du projet MAISOE	LCA
Robert Bazer-Bachi	coordonnateur du projet I2MC	CESR
Catherine Lambert	Correspondant RTRA	CNES

### Groupe de réflexion numéro 5, *Simulation et modélisation*

<b>Pierre Degond</b>	<b>Animateur du groupe</b>	IMT
Eric Chaput	modélisation aérodynamique	Airbus
Mohamed Masmoudi	mathématiques appliquées	IMT
Mathias Paulin	architectures de calcul	IRIT
Serge Planton	modélisation du climat	Météo-France
Evelyne Richard	modélisation atmosphérique	OMP
Olivier Thual	assimilation de données	CERFACS
Philippe Villedieu	méthodes numériques	INSA
Florent Christophe	coordonnateur du projet PLASMAX	ONERA
Serge Gratton	co-coordonnateur du projet ADTAO	CERFACS
Pierre Mazzega	coordonnateur du projet MAELIA	LMTG
Jean-Claude André	Correspondant RTRA	CERFACS

### Groupe de réflexion numéro 6, *Technologies en émergence*

<b>Yvan Ségui</b>	<b>Animateur du groupe</b>	LAPLACE
Jean Arlat	sûreté de fonctionnement informatique	LAAS
Pierre Aïmar	génie des procédés et membranes	LGC
Anne Cadiou	espace	CNES
Pascale Fournier	matériaux aéronautiques	Airbus
Anne-Marie Gué	microsystèmes	LAAS
Hervé Ossard	transfert de technologies	IHRA
Etienne Snoeck	matériaux	CEMES
Erick Lansard	télécommunications	Thalès Alenia Space
Philippe Raynal	procédés électroniques	ACTIA
Jean-Pierre Jung	Correspondant RTRA	ONERA