

L'EXOBILOGIE AU CNES SON BILAN SA PROSPECTIVE SON GROUPE DE TRAVAIL

Michel Viso

Journées SFE

9 octobre 2014

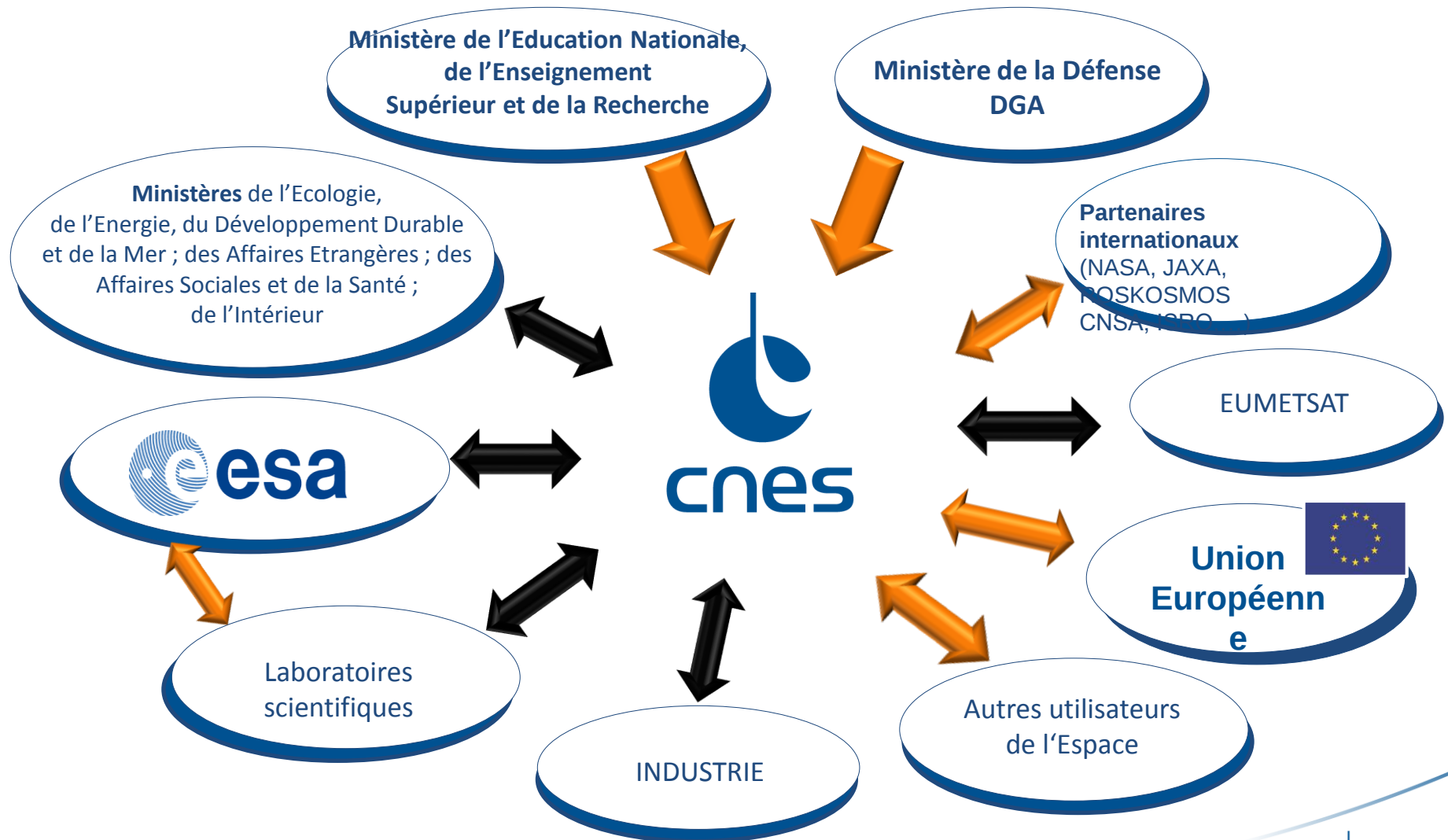
Créé en 1961, le CNES est un établissement public scientifique et technique à caractère industriel et commercial, doté d'une autonomie financière.

- ◆ Il est chargé de proposer au gouvernement la politique spatiale française et de la mettre en œuvre au sein de l'Europe.
- ◆ Il est un architecte système chargé d'innover et de concevoir les nouveaux systèmes spatiaux.

Le CNES a pour mission d'apporter une vision d'ensemble des solutions spatiales grâce à sa compétence système et à sa capacité d'innovation. Il est :

- ◆ A l'écoute des utilisateurs et de leurs besoins.
- ◆ Au carrefour des laboratoires scientifiques/technologiques, des entreprises industrielles et de services.
- ◆ Au service des besoins institutionnels et commerciaux en stimulant la recherche et l'innovation scientifique, technologique et industrielle.

Le CNES et ses Partenaires



LES 4 CENTRES



LES SCIENCES SPATIALES AU CNES

Christian Sirmain (responsable de l'équipe par interim)

Chaque discipline est administrée par un "thématicien" (program scientist)

Astronomie : Olivier La Marle

Soleil, Héliosphère et Magnétosphère : Jean Yves Prado

Physique fondamentale : Sylvie Leon-Hirtz

Système Solaire : Francis Rocard

Science de la Vie : Guillemette Gauquelin-Koch

Science de la Matière condensée : Christophe Delaroche

Exobiologie : Michel Viso

Fonctions transversales: Myriana Lozach (Allocations de recherche),
Martine Degrave (site sciences et techniques), Jean Blouvac
(exploration), François Spiero (ISS)

GROUPES ET SÉMINAIRE

Chaque discipline est dotée d'un Groupe de Travail –GdT
Tous les 5 ans le Cnes organise un séminaire de prospective qui donne les grandes orientations pour les années qui viennent.

- Préparation par un appel à idées
- Discussion, ateliers pendant 1 an
- Conclusions présentées lors du séminaire



Après on fait face aux réalités programmatiques des partenaires et financières du moment.

17 - 20 MARS 2014
La Rochelle

17 - 20 MARS 2014
La Rochelle





BILAN ET PROSPECTIVE GROUPE DE TRAVAIL « EXOBIOLOGIE »

Christian Mustin pour le Groupe de Travail

Membres du groupe : N. Arndt, N. Biver, C. Brochier, H. Cottin, S. Derenne, C. Engrand, J.-C. Guillemin, A. Lecavelier, L. Lemelle, H. Martin, C. Mustin, D. Sourdive, M. Viso.



EXOBILOGIE ET EXPLORATION SPATIALE

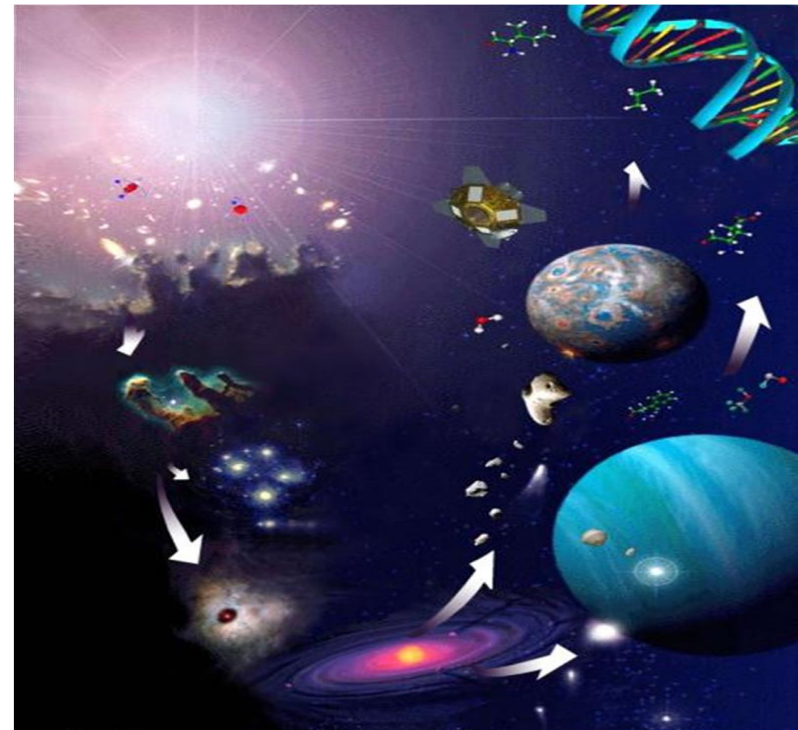
Y a-t-il de la vie ailleurs ? Comment la détecter?

Quelles sont les conditions physico-chimiques nécessaires à l'émergence de la vie et suffisantes pour que la vie se maintienne?

Exobiologie : Champ de recherche interdisciplinaire

⇒ Comment l'exploration spatiale apporte-elle des éléments de réponse à ces questions?

Couplage entre mesures, observations et expérimentations





CONTEXTE PROGRAMMATIQUE (2009-2013)

Points forts

CASSINI mission étendue

- Chimie de l'atmosphère de Titan

EXPOSE R

- Expositions en orbite sur ISS / Expérimentation sol

Mars Science Laboratory (MSL)

- Soutien scientifique à la planétologie (habitabilité)

COROT / KEPLER / Télescopes sols

- > 1000 exoplanètes découvertes
- intérêt pour les signatures atmosphériques

Faiblesses

PHOBOS GRUNT

- Echec sur un retour d'échantillons

ExoMars (2016-2018)

- Planification chaotique



Expose R sur ISS



Exomars 2018



BILAN SCIENTIFIQUE

Facteurs structurants pour la communauté
d'exobiologie



BILAN SCIENTIFIQUE (2009-2013)

Chimie complexe sur Titan

Analyses/observations vs. analogues de laboratoire
(CASSINI-HUYGENS)

Matière organique d'intérêt exobiologique

Synthèse et caractérisation
(ROSETTA, Spectres MIS, Chiralité, Météorites)

Stabilité dans le milieu interplanétaire
(ISS-EXPOSE)

Propriétés optiques des poussières carbonées
(A300 ZéroG - PROGRA2)

Contribution aux préparations missions et instruments

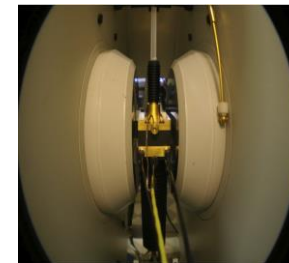
Banque de données : analogues minéraux et organiques

RPE : marqueurs de biogénicité et syngénicité

Encyclopédie d'Astrobiologie (2011, Springer).



Chiral MicMoc - Synchrotron Soleil



Cavité RPE @ LCMCP



Expérience PROGRA2



CHIMIE COMPLEXE SUR TITAN

Mission CASSINI - Huygens

Les ingrédients d'une chimie prébiotique sont présents !

Sous les brumes rouges de Titan

Photochimie en haute atmosphère

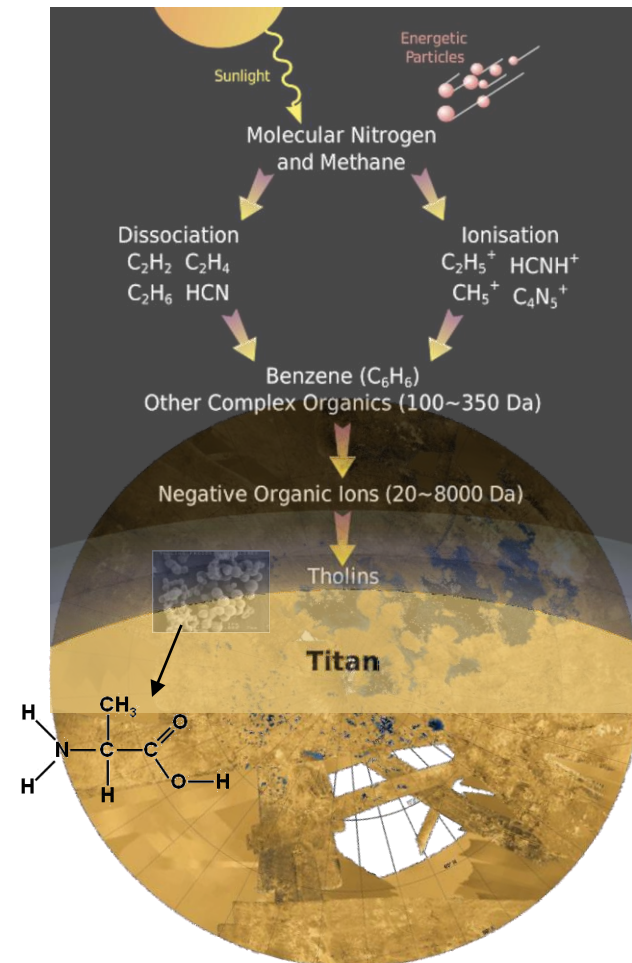
$[N_2 : CH_4] + h\nu \rightarrow$ aérosols C/N (Tholins)

Cryo-volcanisme de surface : magma $[H_2O:NH_3]$

Analogues pour la chimie de Titan

Tholins ($C_nH_xN_y$) $\rightarrow$ Urée, acides aminés (hydrolyse)

- Caractérisation : IR, MS + Orbitrap, RMN





ANALOGUES COMÉTAIRES ET PRÉCURSEURS

Préparation Mission Rosetta

Formation et stabilité thermique des précurseurs

- POM (polyoxyméthylène – précurseur de formaldéhyde);
- HMT (hexaméthylène tétramine), ...

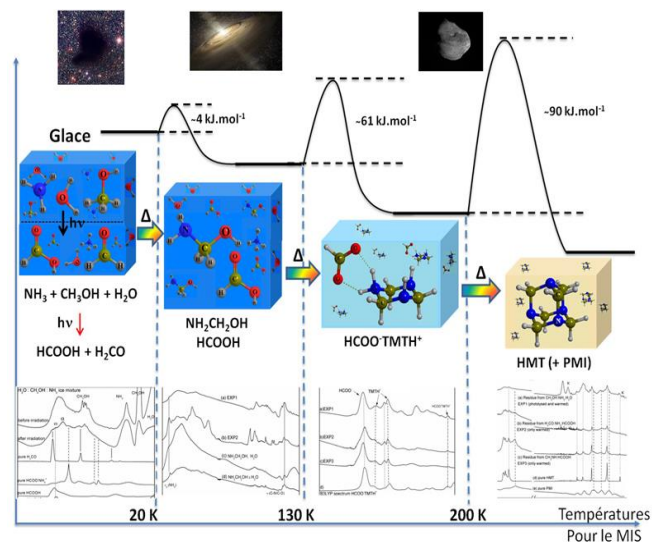
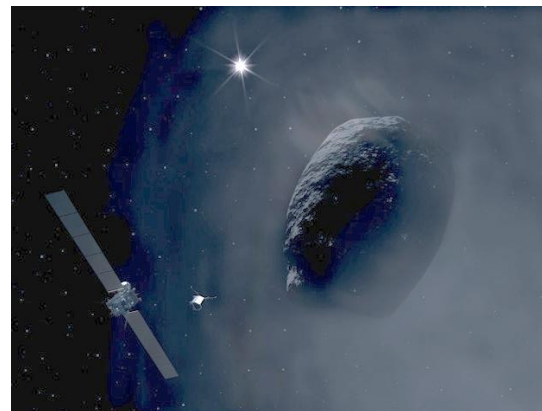
Grains cométaires

- UCAMMs - Micrométéorites ultracarbonées...

Synthèse de petites molécules fonctionnalisées / spectres de référence

Nitriles, iso-nitriles, dérivés carbonylés...

Interprétation de spectres MIS

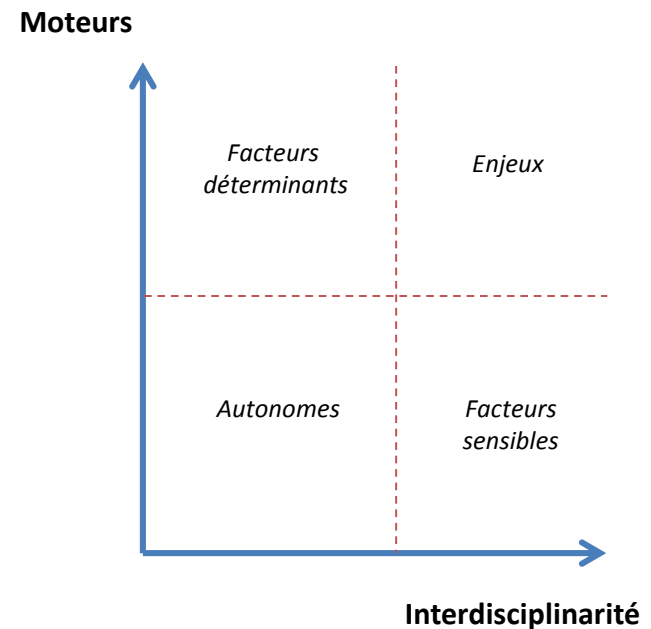




LES FACTEURS STRUCTURANTS POUR LA COMMUNAUTÉ EXOBIOLOGIQUE

Accompagnement du CNES sur un champ interdisciplinaire

Complémentarité Observation/Expérimentation





LES FACTEURS STRUCTURANTS POUR LA COMMUNAUTÉ EXOBIOLOGIQUE

Accompagnement du CNES sur un champ interdisciplinaire

Complémentarité Observation/Expérimentation

La collecte et l'analyse d'échantillons extraterrestres (planètes ou petits corps)

Préparation des missions de retour d'échantillons

Les recherches sur les analogues (M.O., roches...)

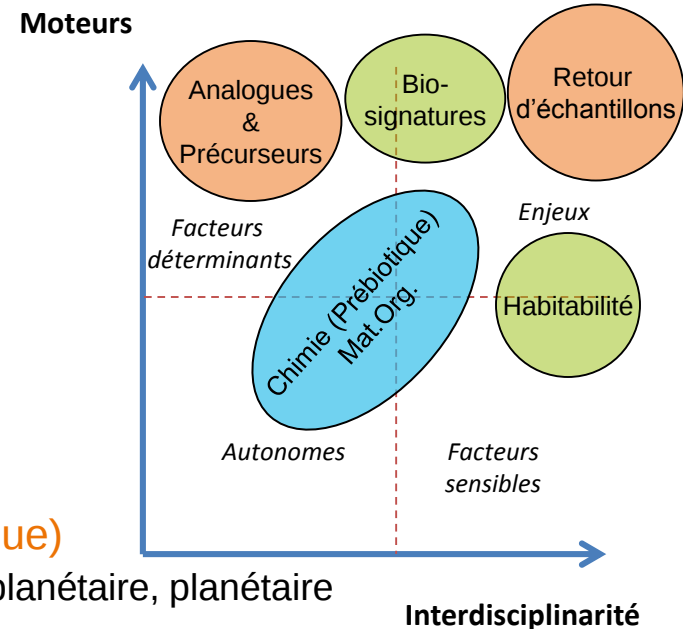
Modèles expérimentaux (simulation)

Préparation des missions d'exploration (calibration)

Habitabilité et recherche de biosignatures

Le passage chimie simple à complexe (prébiotique)

Evolution de la MO dans les milieux interstellaire, interplanétaire, planétaire





PROSPECTIVE DU GT EXOBIOLOGIE

Priorités et Recommandations



MISSIONS D'EXPLORATION (ESA, NASA...)

Le contexte international

Habitabilité :

- Titan : Cassini (-> 2017)
- Mars : MSL (-> 2016)
- Satellites Jupiter : JUICE (2024-2035)
- Exoplanètes : PLATO (2024-2030),
CHEOPS (2017-2023),
JWST (2018-2028)

Apport en matière prébiotique

- Comète : Rosetta (2014-2016)

Missions et projets prioritaires

Mars:

- Réussir ExoMars (2016-2018)
- Programme facultatif MREP-2 (ESA)





MISSIONS MULTILATÉRALES ET D'OPPORTUNITÉ

Retour d'échantillons

Mars

- Mars 2020, Mars (MSR, I-Mars2), Phobos (PhootPrint)

Petits corps carbonés primitifs

- OSIRIS-REx (2016), Hayabusa II (2014)

Curation d'échantillons

Analyse *in situ*

Contribuer à la définition des sites d'atterrissage

R&T Détection des traces de vie

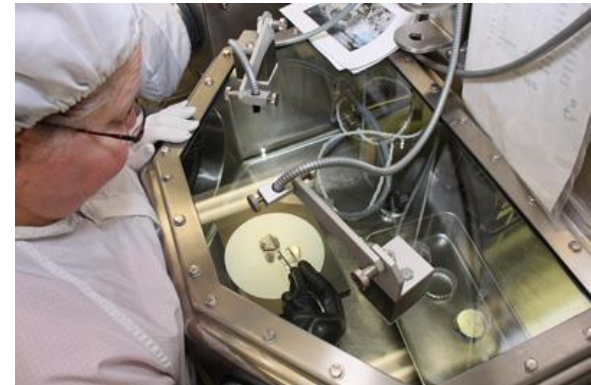
Exoplanètes

Caractérisation atmosphère : Mission d'opportunité (?)

- Nécessité d'une réflexion élargie sur les biosignatures spectroscopiques



Hayabusa II @ Jaxa



Lunar Curation @ Nasa



EXPLOITATION DES DONNÉES ET MOYENS DE CALIBRATION

Exploitations à poursuivre en priorité

Cassini (-> 2017)

Rosetta (-> 2016)

MSL Curiosity (GT Système Solaire)

Accompagnement des « Interdisciplinary Scientists (IDS) »

Moyens de calibration

Analogues minéraux (ISAR)

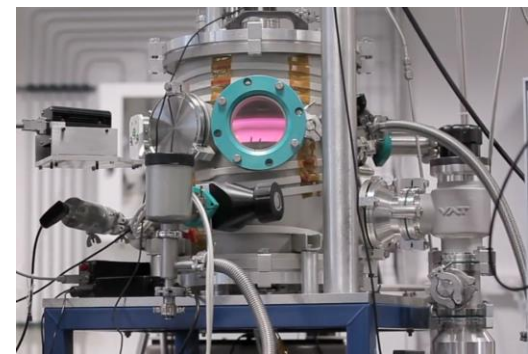
Analogues organiques (Titan, comètes, MIS...)

Soutien aux expériences en orbite (ISS)

Synthèse abiotique et évolution de la matière organique sous irradiation



*Analogues naturels ISAR @ BABERTON
(Afrique du Sud)*



Expérience PAMPRE @LATMOS



R&T ET INSTRUMENTATIONS INNOVANTES

Innovation

Spectrométrie et imagerie RPE: Analyse non destructive de matière organique

Spectrométrie de Masse Haute Résolution (Orbitrap) : $M/\Delta M > 10\,000$

- Démonstrateur Orbitrap : Entrée Prospective Ballon (aérosols atmosphériques terrestres)

Spatialisation

VITRINE : Cellules d'exposition instrumentée

- Phases 0/A à démarrer

Lithospace, HPLC

Potentiel des nano-satellites (3-50kg)

- Exposition en orbite basse, exploration martienne



Orbitrap



Module EXPOSE sur ISS



INTERACTIONS TRANSVERSES & INTERGROUPE SOUTIEN AUX ACTIVITÉS PLURIDISCIPLINAIRES

Entrées Prospective INSU

Création d'un nouveau Programme
interdisciplinaire (PI) intégrant le réseau
européen COST* Origins

- « Origins and evolution of life on Earth and in the Universe » (TD1308 ,2013->)

Groupe de réflexion inter-organisme et
interdisciplinaire : habitabilité, émergence et
maintien du vivant



1er Colloque ORIGINS 2011 (Montpellier)
Introduction plénière - Ada Yonath (Nobel Chimie 2009)



* COST : Cooperation in Science and Technology.



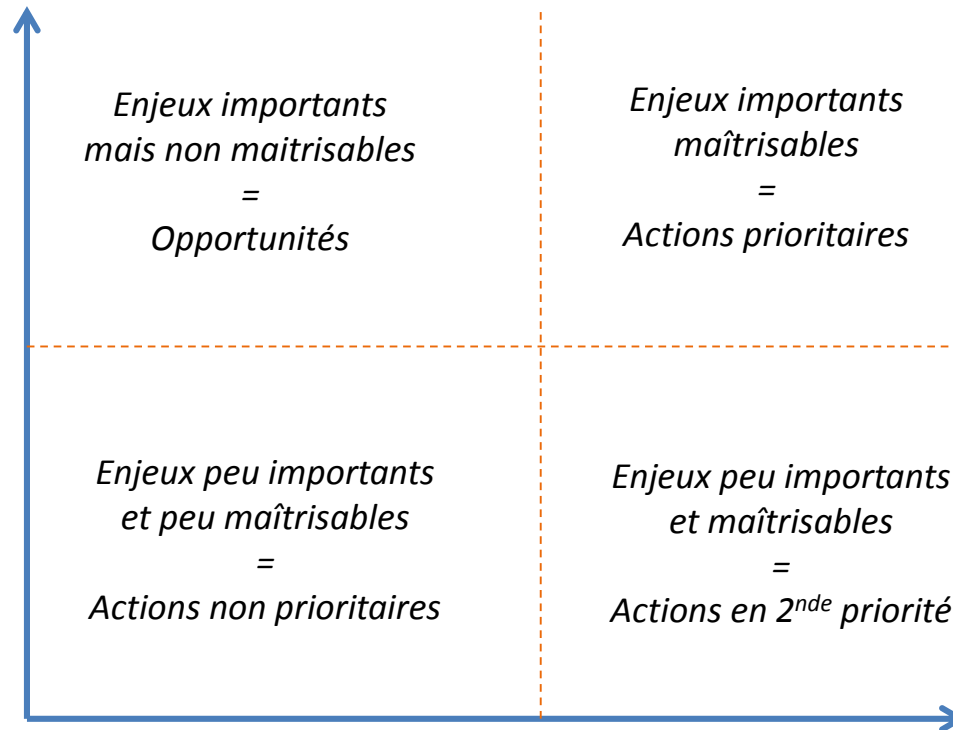
CONCLUSIONS

De la prospective à la stratégie à moyen terme



SYNTHÈSE STRATÉGIQUE À MOYEN TERME

**Importance
des enjeux
pour
l'exobiologie**



Degré de maîtrise (CNES)



SYNTHÈSE STRATÉGIQUE À MOYEN TERME

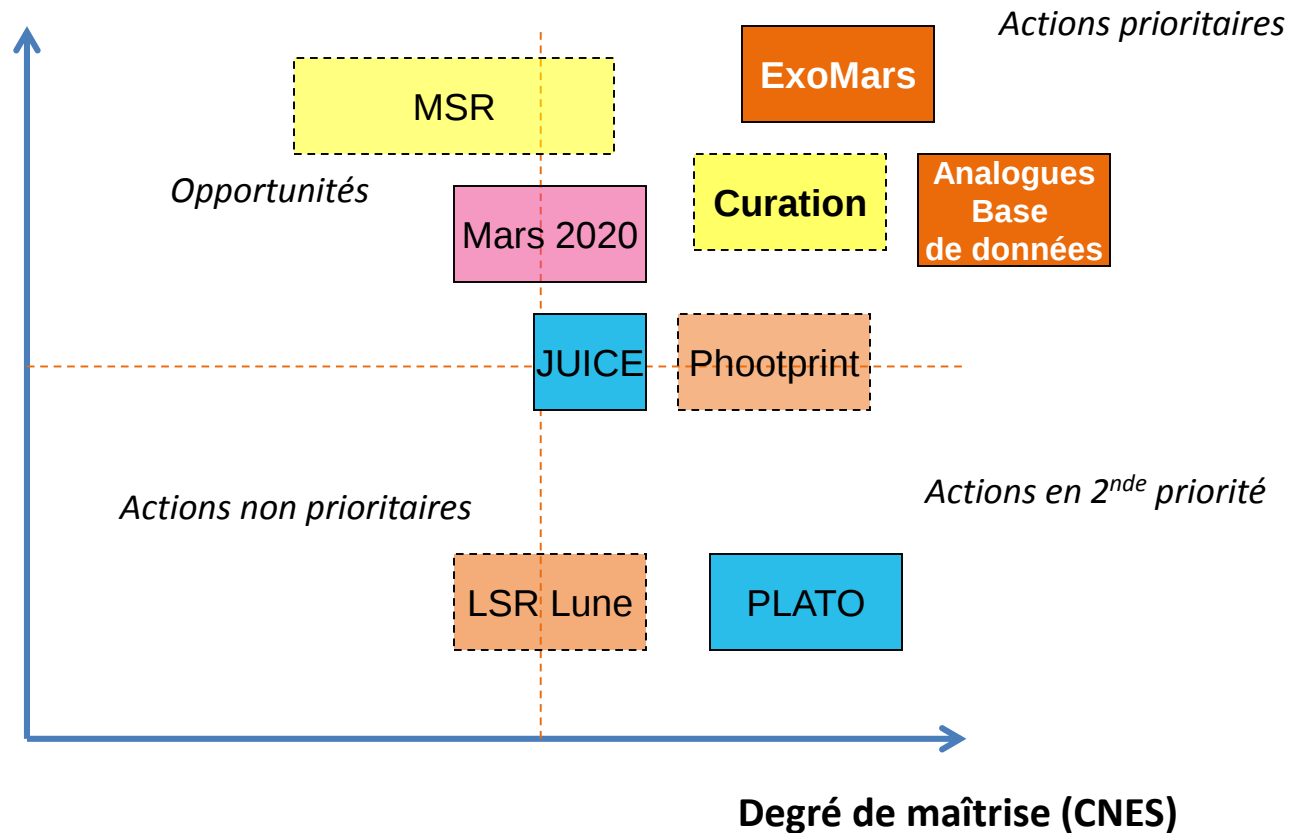
Importance des enjeux pour l'exobiologie

Prospective

Europe
International

Effective

Opportunité
Cosmic Vision
ESA (Facult.)





RECOMMANDATIONS GT EXOBIOLOGIE

1. Réussir Exomars 2016-2018 dans sa nouvelle configuration
2. Favoriser la création d'un programme scientifique pluridisciplinaire (chimie, astronomie, biologie, géologie, planétologie...)
3. Préparer les missions de retour d'échantillons martiens et de petits corps primitifs du système solaire (ESA MREP-2, Mars 2020, Phootprint, Hayabusa II, OSIRIS-REx...).
4. Poursuivre et accélérer la spatialisation de la spectrométrie de masse à haute résolution (Orbitrap)
5. Soutenir les communautés d'exobiologie et de planétologie fortement investies dans les missions Cassini-Huygens et Rosetta
6. Poursuivre les études sur la spatialisation de moyens d'analyse in situ (RPE, Lithospace, HPLC)
7. Encourager le développement d'une facilité de caractérisation préliminaire et de curation d'échantillons extraterrestres (Hayabusa II, OSIRIS-Rex, MSR).
8. Échantillons de référence et de standards analytiques (analogues naturels ou artificiels de matériaux extraterrestres) et leurs bases de données associées.
9. Poursuivre le soutien aux expériences d'exposition de M.O. en orbite (ISS) et en laboratoire
10. Organiser une réflexion élargie sur les biosignatures spectroscopiques des exoplanètes (PLATO, Hubble, JWST...).

LE GROUPE DE TRAVAIL EXOBIOLOGIE DU CNES



MUSTIN Christian Président

- PASCAL Robert
- QUIRICO Eric
- FRAY Nicolas
- SCHOEPP -COTHENET Barbara
- BROCHIER Céline
- LEMELLE Laurence
- BIVER Nicolas
- LECAVELIER Alain
- VUITTON Véronique
- SZOPA Cyril

Cnes : Michel Viso (secrétaire) et Pascale Chazalnoel

Principales missions SCIENCE de l'UNIVERS en cours

