

Le projet Nanosat-Biopuce

Développement d'une biopuce microfluidique pour la détection *in-situ* de molécules organiques sur les corps du Système Solaire

M. Dobrijevic, A. Le Postollec

(Laboratoire d'Astrophysique de Bordeaux, UMR 5084)

G. Coussot *(Institut des Biomolécules Max Mousseron, UMR 5247)*

P. Etienne, S. Bouzid *(Laboratoire Charles Coulomb, UMR 5221)*

J. Boch, J.R. Vaillé, T. Maraine *(Laboratoire IES, UMR 5214)*



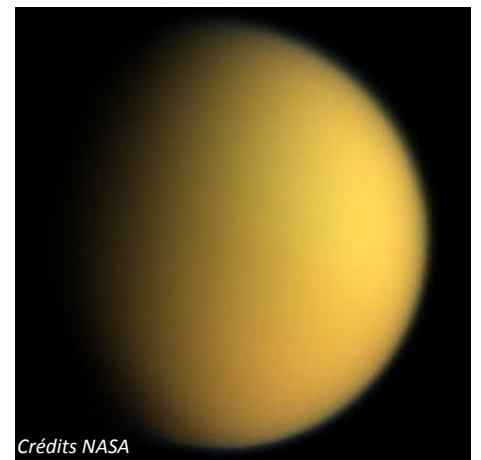
Mots clés : Exobiologie, puce à anticorps, microfluidique, nanosatellite.

Objectifs scientifiques

Exobiologie dans le Système solaire

(Mars, Europe, Titan...)

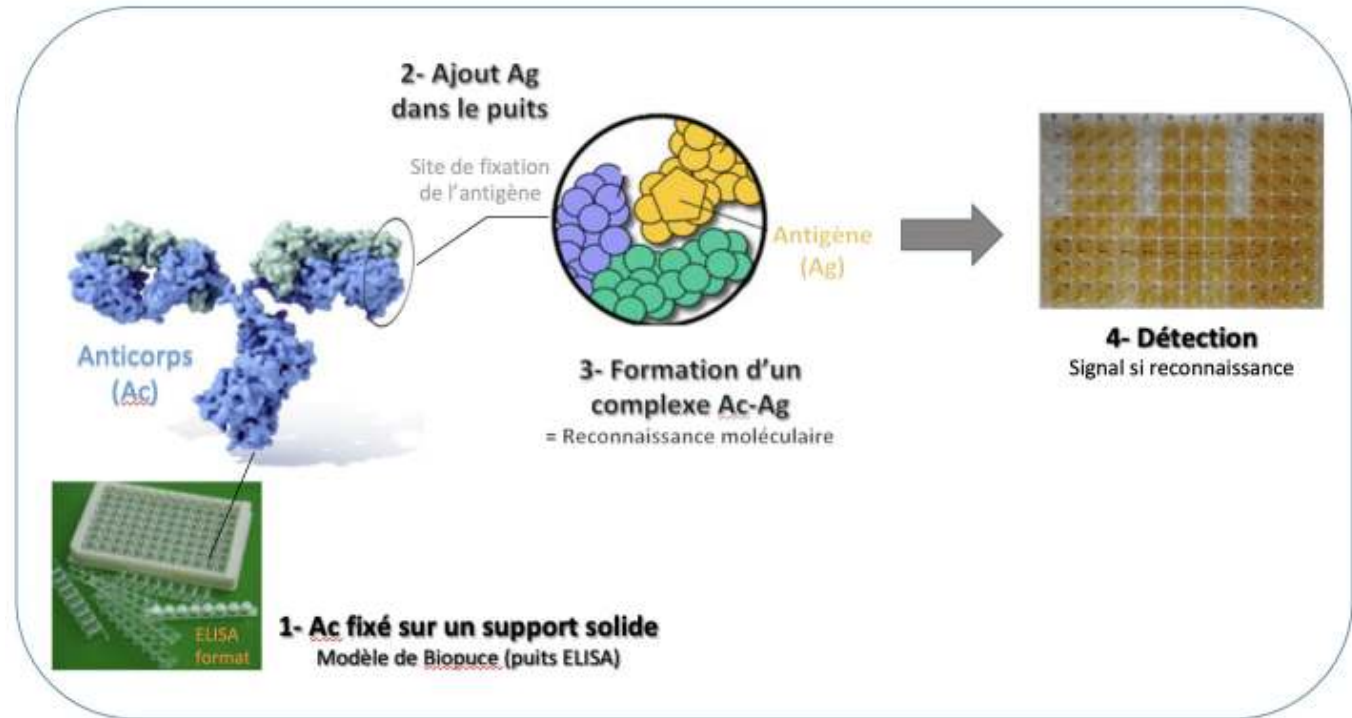
- Etude de la complexification de la chimie organique,
- recherche de traces de chimie prébiotique,
- recherche de traces de vie passée ou présente.



Depuis 2005 !

Le Projet BiOMAS

Biochip for Organic Matter Analysis in Space



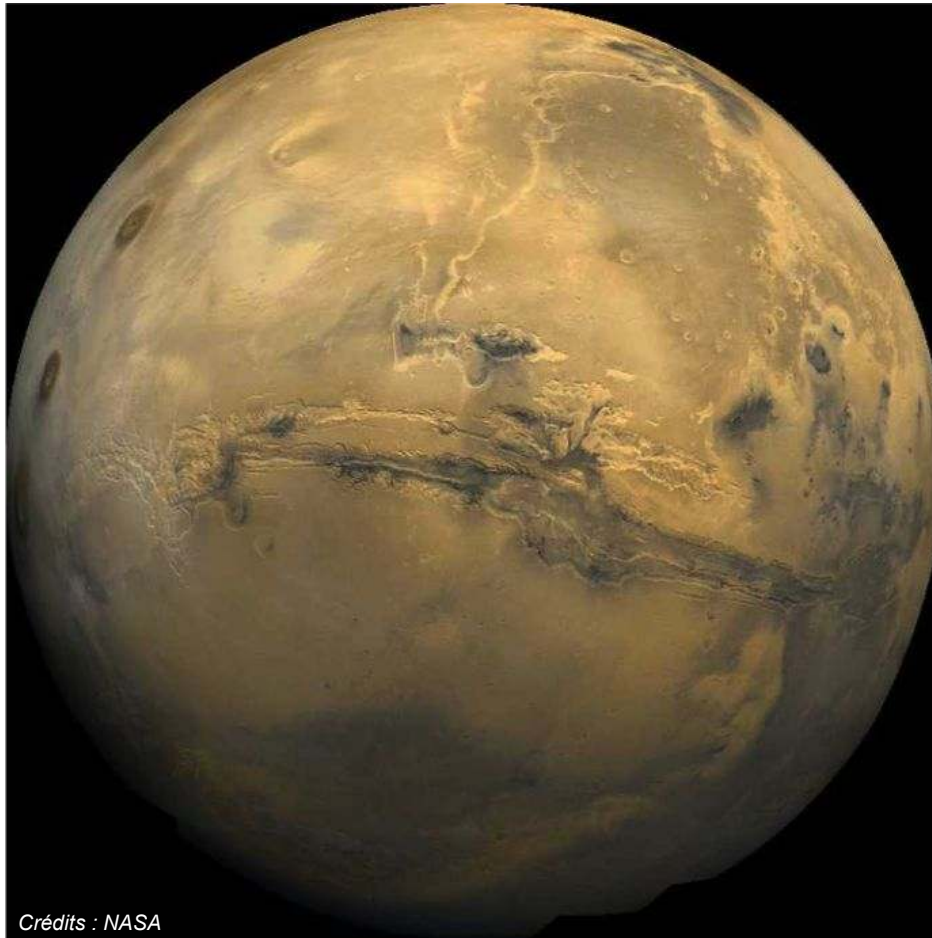
Avantages :

- Système miniaturisable
- Analyse simultanée d'une grande variété de cibles "marqueurs" reconnus par des éléments de reconnaissance biologiques (anticorps)
- Analyse rapide, simple d'utilisation, sensible, reproductible et spécifique.

Challenge :

- Technique qui n'a pas encore été spatialisée !

Réponse à l'A.O. de Mars2020



SOLID
Signs of Life Detector

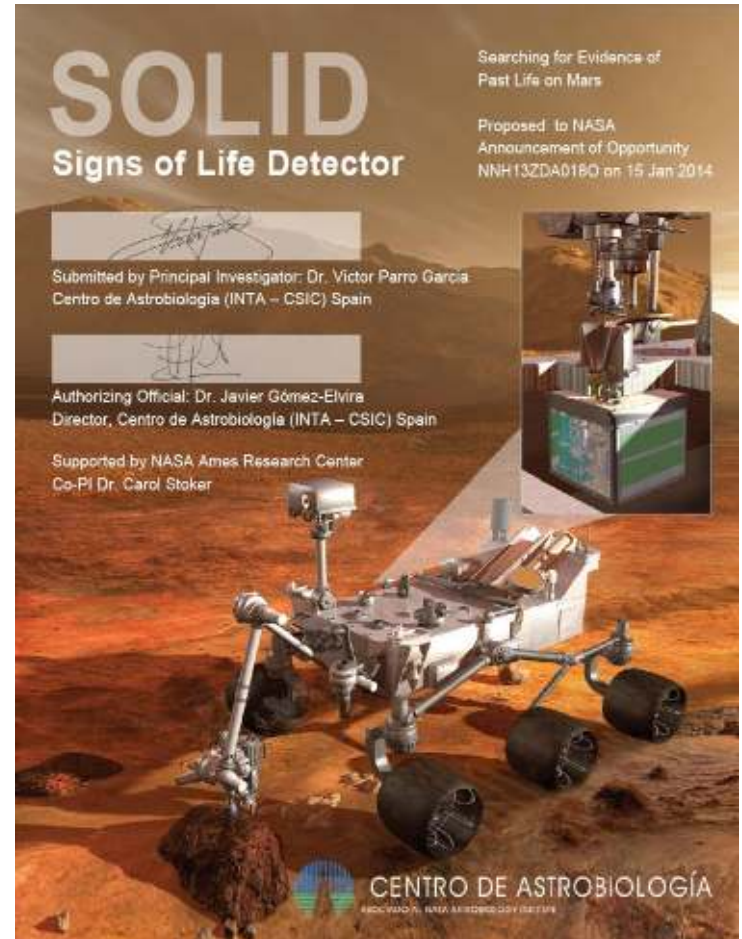
Searching for Evidence of
Past Life on Mars

Proposed to NASA
Announcement of Opportunity
NNH13ZDA0180 on 15 Jan 2014

Submitted by Principal Investigator: Dr. Victor Parro Garcia
Centro de Astrobiología (INTA – CSIC) Spain

Authorizing Official: Dr. Javier Gómez-Elvira
Director, Centro de Astrobiología (INTA – CSIC) Spain

Supported by NASA Ames Research Center
Co-PI Dr. Carol Stoker



CENTRO DE ASTROBIOLOGÍA
RESEARCH CENTER FOR SPACE AND ASTROBIOLOGY



Il faut démontrer qu'une biopuce est spatialisable

Une méthodologie “*au coeur de l'instrument*”

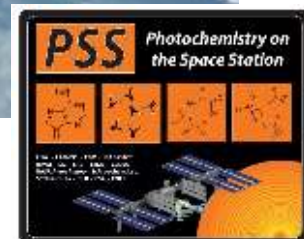
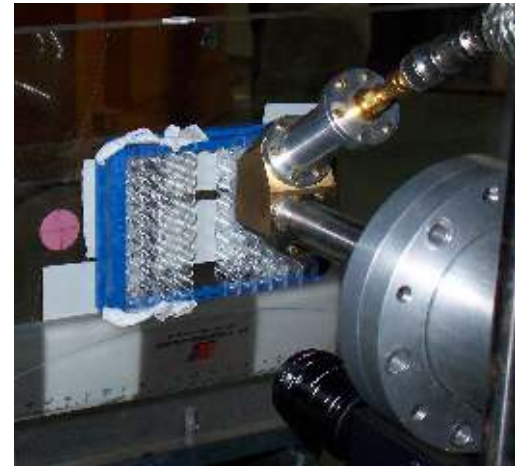
Développement de l'instrument sur la base de matériaux et de techniques d'analyses répondant aux exigences du spatial

Expériences en laboratoire

- Développements de méthodologies analytiques basées sur de l'immuno-détection : performances et simplicité analytiques (*contrôles, démarche qualité, validation*)
- Optimisation du procédé de lyophilisation des Ac
- Résistance des Ac sous contraintes forcées (solvants, chocs thermiques, irradiations...)

Expérience à bord de la Station Spatiale Internationale

- Test des éléments de reconnaissance en conditions “réelles”



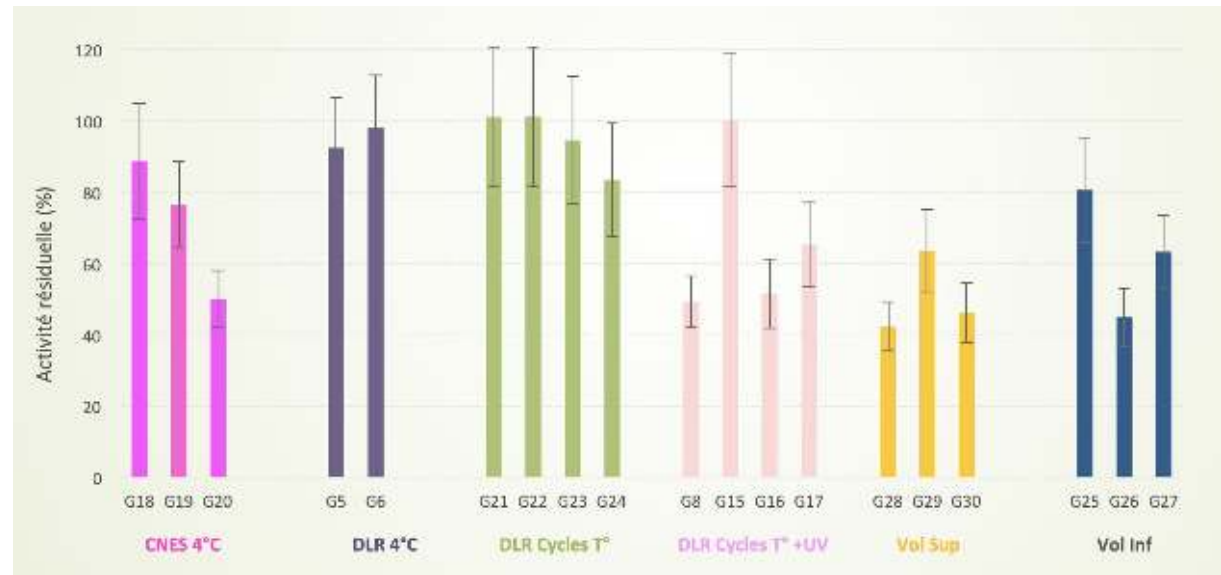
2009-2019

Principaux résultats ISS



Emplacement de nos échantillons à l'extérieur de l'ISS

Résultats anticorps greffés sur support solide

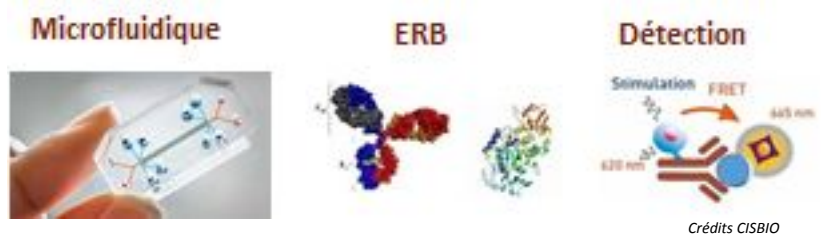


Nos conclusions

- Sur l'ensemble de la mission ISS (18 mois en orbite), 50 % des Ac greffés sont restés actifs.
- Recherche d'un système de détection adapté aux conditions spatiales.

Le projet Nanosat-Biopuce

Objectifs technologiques

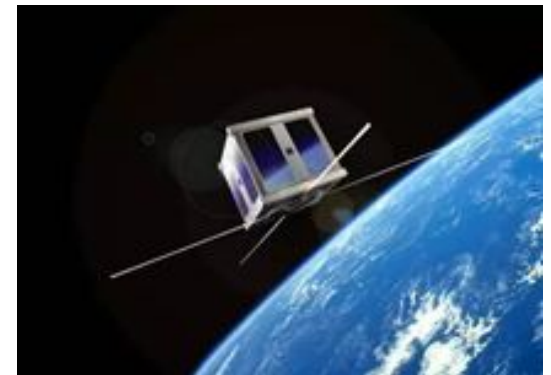


- Développer un prototype inédit de biopuce microfluidique capable :
- d'effectuer un événement de reconnaissance anticorps-cibles depuis l'espace,
 - d'envoyer le signal de détection sur Terre.

Moyen d'étude *in-situ*

- intégration du système d'analyse miniaturisé dans un nanosatellite

→ *Preuve de concept instrumental pour une exploration planétaire*

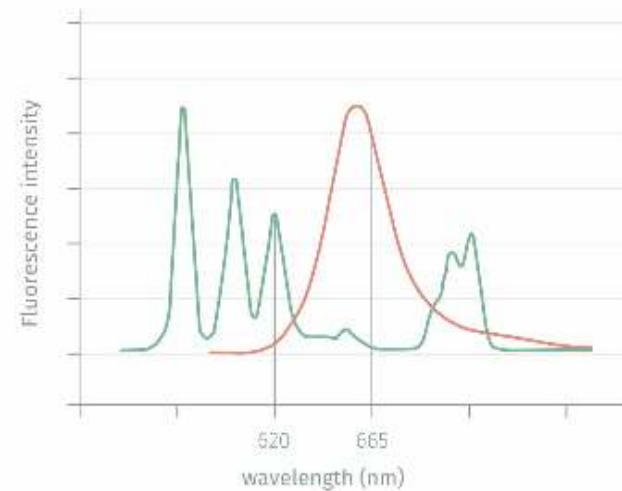
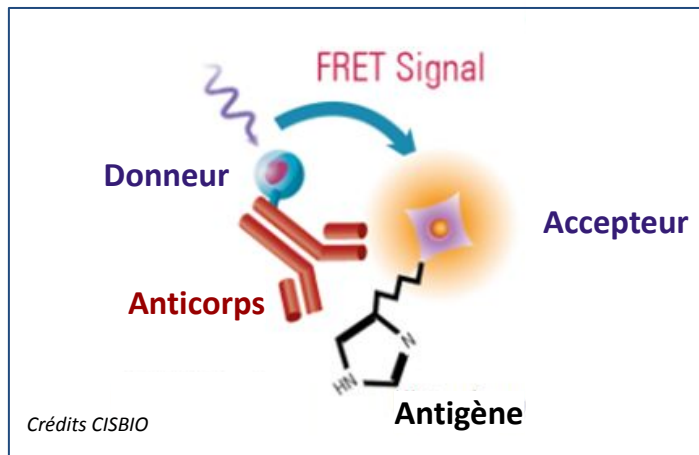


Système embarqué CubeSat en orbite autour de La Terre (charge utile 10×10×10 cm³)

Le projet Nanosat-Biopuce

Détection FRET : transfert d'énergie de résonance par fluorescence

= utilisation de 2 fluorophores (1 donneur, 1 accepteur)



Par l'intermédiaire de la cible, le donneur et l'accepteur se rapprochent



Cet événement s'accompagne d'une **émission spécifique**

- émission de l'accepteur loin du donneur
- émission de l'accepteur près du donneur

- Méthodologie "one step"
- Sensibilité de détection +++

Le projet Nanosat-Biopuce

Format microfluidique

Place limitée dans un nanosatellite (8x8x2 cm³ pour l'instrument)

-> nécessité de miniaturiser

=> intérêt du format puce microfluidique!

Séquence des opérations :

- *Avant le décollage* : les molécules sont lyophilisées et stockées séparément

- *En orbite* : réhydratation et mise en contact des réactifs avec la cible, puis détection de l'événement de reconnaissance

Challenges analytiques

- **Lyophilisation et gestion de microvolumes**
- **Détection de petites quantités d'analytes**
- **Prototype du système d'analyse spatialisable: résistances aux contraintes thermiques, d'irradiations...**

Innovations - Résultats attendus

Campagnes d'irradiation

- Irradiation d'anticorps et de complexes anticorps-cibles (*irradiations gamma*) avec différents débits de dose.
- Irradiation des fluorophores pour la détection FRET.

Lyophilisation

- Lyophilisation sur des microvolumes (développement et optimisation des conditions)

Reconnaissance Anticorps-Antigène

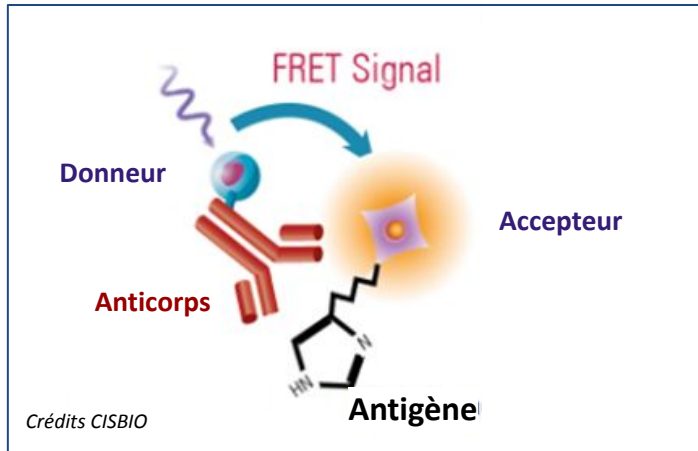
- Mise en contact d'un anticorps et de son antigène **en conditions spatiales.**

Détection

- Détection par FRET de l'événement de reconnaissance **en conditions spatiales.**

Manipulations prévues en 2021

1. Analyses biochimiques



Études effectuées avec

- *a minima* : 1 donneur, 2 accepteurs, 3 cibles
- d'autres sondes fluorescentes si nécessaire.

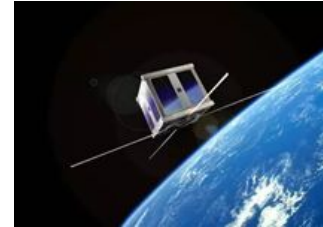


Spectromètre SPARK10M TECAN

Nombreuses expériences sur du matériel de pointe pour déterminer les conditions d'analyses optimales

Manipulations prévues en 2021

Vers un prototype spatialisable...



En collaboration avec nos partenaires

2. Lyophilisation de microvolumes



3. Expériences d'irradiation



4. Réalisation du détecteur



5. Test de nouveaux matériaux

FIN

Le projet Nanosat-Biopuce

Développement d'une biopuce microfluidique pour la détection *in-situ* de molécules organiques sur les corps du Système Solaire

M. Dobrijevic, A. Le Postollec

(Laboratoire d'Astrophysique de Bordeaux, UMR 5084)

G. Coussot *(Institut des Biomolécules Max Mousseron, UMR 5247)*

P. Etienne, S. Bouzid *(Laboratoire Charles Coulomb, UMR 5221)*

J. Boch, J.R. Vaillé, T. Maraine *(Laboratoire IES, UMR 5214)*



Mots clés : Exobiologie, puce à anticorps, microfluidique, nanosatellite.