

5. OBSERVATION SPATIALE ET ENVIRONNEMENTALE

- CHAVANA
- SEDILION*
- TEREAU*
- 3PC*
- DIAMOND*

* Chantier en cours de demande de labellisation

CHAVANA:

CHAntier Variabilité environnementAle aux échelles régioNales et décennAles

Démarrage: Mars 2011

Animateur: Serge Planton, Météo-France, Centre National de Recherches Météorologiques / CNRS-GAME

Partenaires: Jean-Marc Azaïs, Institut de Mathématiques de Toulouse

Anny Cazenave, Laboratoire d'Études en Géophysique et Océanographie Spatiale

Henri Decamps, ECOLAB

Laurent Terray, Centre Européen de Recherche et de Formation Avancée en Calcul Scientifique / CNRS-SUC

Objectifs généraux:

Une meilleure appréhension des changements environnementaux passe par la mise en place d'un cadre intégrateur et par de meilleures synergies entre différentes disciplines et outils. Une focalisation sur les échelles régionales et décennales doit permettre de mieux répondre aux enjeux d'adaptation à ces changements. Les principaux objectifs du chantier sont :

- La compréhension des mécanismes à l'origine de l'évolution des systèmes (climatique, hydrologique, écosystémique, sociologique) aux échelles décennales et régionales.
- Le développement et la mise en œuvre de méthodologies adaptées à la détection et l'attribution des facteurs à l'origine de ces changements.
- L'étude de la prévisibilité décennale des changements futurs aux échelles régionales.
- L'étude systémique des risques naturels et induits par ces changements

Réunion scientifique:

Atelier « Variabilité environnementale aux échelles décennales et régionales : détection et attribution des facteurs d'évolution », Toulouse, 14 juin 2011

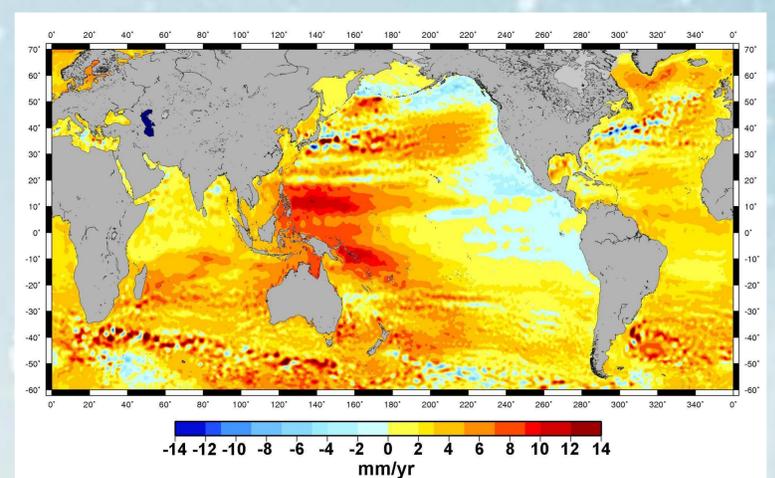
Perspectives:

Soumission d'un projet « Détection et Attribution de changements environnementaux » comprenant:

- L'application des techniques de détection et d'attribution à des données de niveau de la mer, température et salinité.
- L'application des techniques de détection et d'attribution à des données hydrologiques.
- Le développement de méthodes mathématiques nouvelles adaptées à la détection d'un effet anthropique sur l'évolution des statistiques d'extrêmes (canicules, vagues de froid, tempêtes, etc).

Proposition d'extension du périmètre du chantier vers des changements environnementaux spécifiques avec de nouveaux partenaires:

- Les surcotes en particulier associées à des valeurs extrêmes du niveau de la mer.
- Les pergélisols.

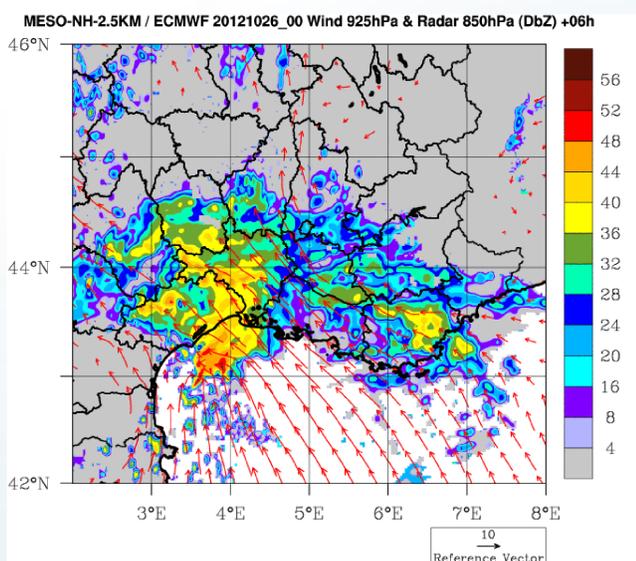


Carte globale de la distribution géographique des vitesses de variation du niveau de la mer (1993-2011) d'après Topex/Poséidon, Jason-1 et Jason-2. Source LEGOS.

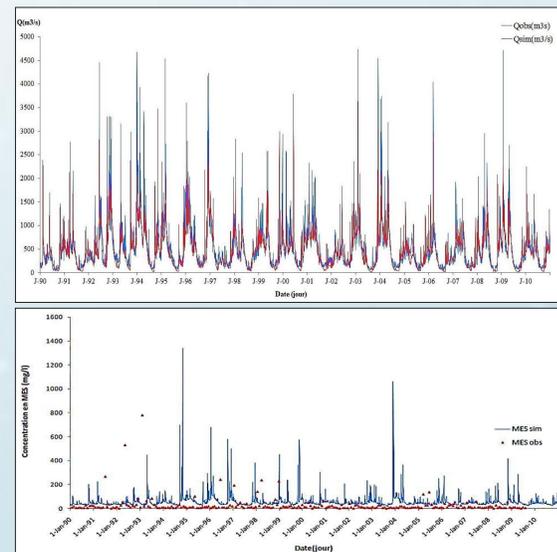
SEDILION

Transfert de matière associé à l'eau le long du continuum bassin versant – cours d'eau – océan
Chantier LA-LEGOS-CNRM-ECOLAB (Toulouse), LOMIC (Banyuls/mer)
Animation : Claude Estournel (claude.estournel@aero.obs-mip.fr)

L'objectif majeur du chantier SEDILION est la mise en place de modèles visant à simuler le transfert de matière associée à l'eau le long du continuum bassin versant, cours d'eau et océan. Une spécificité de ce chantier est l'importance accordée aux événements extrêmes que ce soit au niveau de événements précipitants, des crues éclair qui en résultent que des transferts induits vers l'océan profond lors des événements de tempêtes et de plongées d'eau dense en cascades. Les échelles visées par le chantier depuis l'étude des cinétiques d'échanges entre phases particulaire et dissoute jusqu'à l'étude intégrée du continuum du flux hydrique sont très larges. Le chantier sera focalisé sur la Méditerranée.

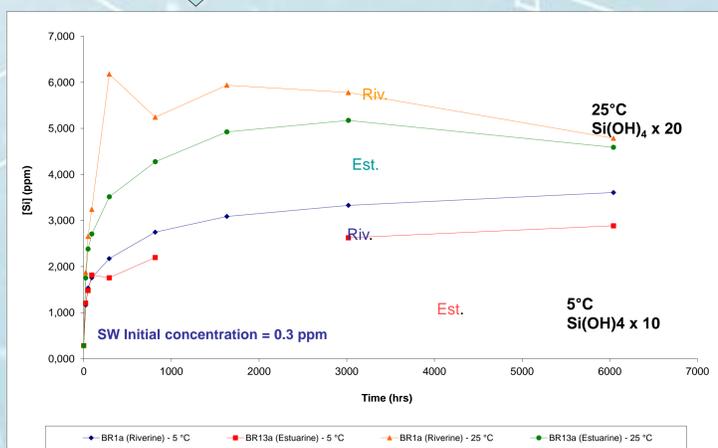


Prévision MesoNH de la réflectivité radar et du vent
26 octobre 2012 – Campagne Hymex



Prévision des débits journaliers de la Garonne (en haut) et de sa concentration en matière en suspension (en bas)

Les différents thèmes s'articulent autour d'une part, des facteurs déclenchant l'érosion (déclenchement et importance des crues), l'érosion elle-même et le transfert de la matière le long du réseau hydrique jusque dans les profondeurs océaniques et enfin le devenir de la matière dans le milieu aqueux (transfert particulaire / dissous).



Cinétique rapide de la libération des éléments chimiques lorsqu'on met de l'eau de mer en contact avec des sédiments (issus de rivières ou de milieux estuariens)



Image satellite de la turbidité associée aux apports fluviaux dans le Golfe du Lion

Des techniques de pointe telles que celles dédiées au calcul haute performance, l'utilisation de « lignes lumières » pour l'étude des particules ou encore les techniques innovantes de mesures en mer seront mises en oeuvre. Une seconde spécificité est l'utilisation de données de radars aéroportés, de satellites et de campagnes de terrain pour nourrir les modèles numériques.

Téledétection et Ressources en Eau (2013)

Animatrice: Anny Cazenave (LEGOS)

Partenaires: BRGM (M. Bardeau, C. Wittwer), CESBIO (Y. Kerr, A. Al Bitar, S. Gascoin, O. Merlin), CERFACS (S. Ricci), CLS (C. Ortega), CNRM (E. Martin), GET (P. Mazzega), ECOLAB (S. Sauvage), INRA (O. Therond), IRAP (M. Rabinowicz, T. Lopez), IRIT (C. Sibertin-Blanc), IMFT (D. Dartus), LEGOS (JF Cretaux, S. Biancamaria)

Objectifs: Ce chantier a pour objectif d'analyser l'impact de nouvelles techniques d'observations spatiales et aéroportées en hydrologie et explorer leur apport à la modélisation hydrologique, en vue de quantifier les ressources en eau et leur évolution dans le cadre des changements globaux dans différents types de régions du globe. L'objectif ultime est d'améliorer la gestion de l'eau dans les bassins versants, en tenant compte des contraintes sociétales et environnementales. Ce chantier se déclinera selon 2 thèmes : (1) la gestion de l'eau dans les bassins anthropisés et l'identification de l'apport de l'observation spatiale (humidité des sols avec **SMOS**, volume des eaux de surface avec **SWOT**, stock d'eau total par gravimétrie spatiale et aéroportée), avec un focus sur le Bassin-Adour Garonne et transposition de la méthodologie au cas de bassins non jaugés, et (2) l'identification et la caractérisation des eaux souterraines dans les zones semi arides, en particulier en Afrique, par **imagerie thermique satellitaire** et **gravimétrie spatiale et aéroportée**.

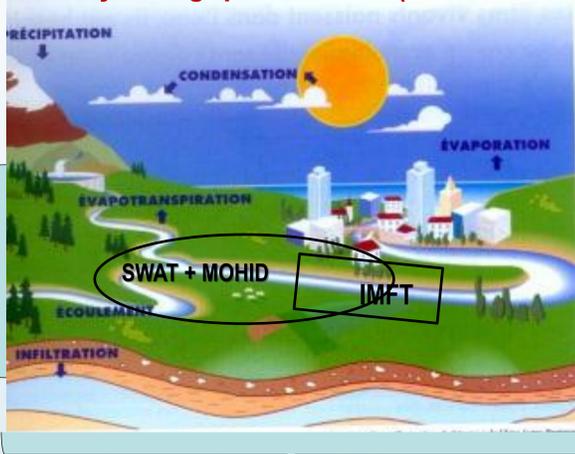
Thème 1: Evaluation de l'apport de la télédétection spatiale à la modélisation de la gestion de l'eau dans les bassins anthropisés

Objectif : modéliser l'hydrologie du bassin Adour-Garonne

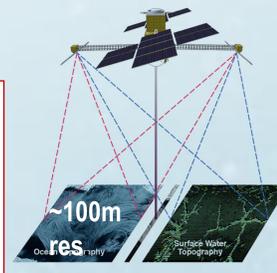
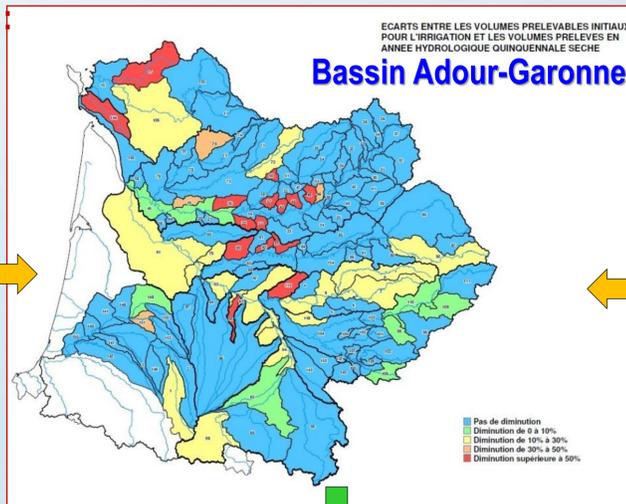
2 innovations:

1. Utiliser l'observation spatiale [apport de **CYMENT** -projet **RTRA**-]
2. Modéliser l'impact de l'activité humaine (irrigation, stockage, hydroélectricité, occupation des sols) [apport de **MAELIA**-projet **RTRA**-]

Modèles hydrologiques utilisés (multi-échelles) :

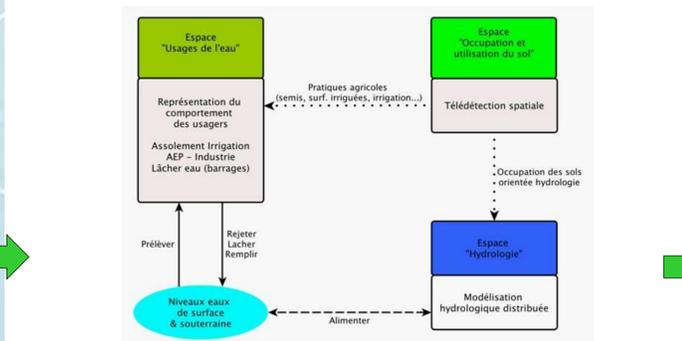


Aquifères (modèle BRGM)



Modélisation intégrée : couplage phénomènes naturels et activités humaines

• Impact des activités humaines sur l'eau
→ Représentation des processus sociaux et du comportement individuel (ex. agriculteurs)



• Evaluation des ressources en eau tenant compte des activités humaines et simulation de scénarios de gestion (en particulier aux étiages).
→ Variabilité et changement climatique + comportement usagers et gestionnaires de l'eau + télédétection spatiale

Thème 2: Observation de la signature thermique de nappes souterraines naturelles ou anthropiques

Objectif: Détection de l'eau dans les régions semi-arides

Principe: Détection de zones de résurgence de l'eau en surface par IR thermique → Mise en évidence de la circulation d'eau dans les aquifères par convection thermohaline en réponse au flux géothermique et à la présence de sels minéraux; testée sur MARS et Piton de la Fournaise (circulation d'air)

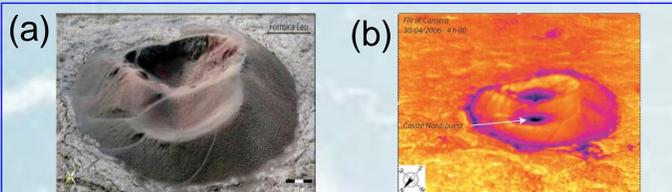
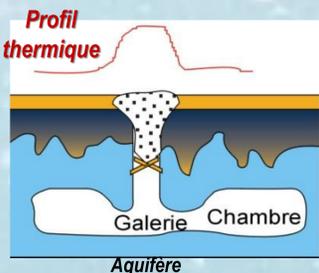


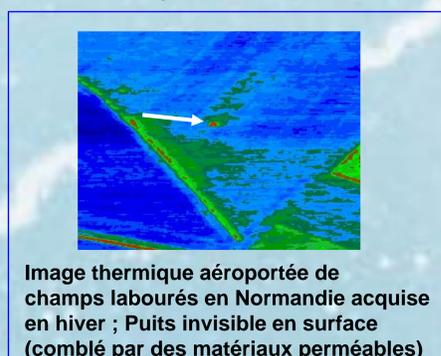
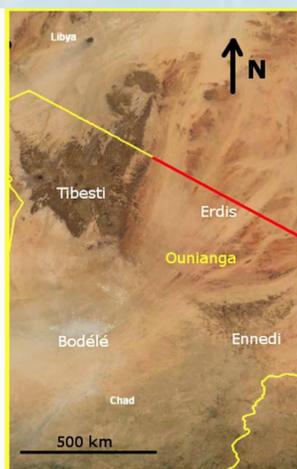
Photo du cône Formica Leo (La Réunion) (a). Noter la présence de 2 cavités; (b) Image thermique de Formica Leo au petit matin. Les 2 cavités constituant le cratère sont refroidies par des entrées d'air, alors que les crêtes sont chaudes, témoignant de sorties d'air. Le contraste de température entre fonds de cratères et crêtes est d'au moins 5°C

Applications en Afrique semi aride par imagerie thermique satellitaire (ex. données ASTER)

Région du Tibesti



Autres régions :
-Aquifères fracturés au Burkina Faso
-Réseaux karstiques en Oman



Plasmas Poussiéreux et Poussières Cosmiques - 3PC

Date démarrage : Janvier 2013

Animateur : Christine JOBLIN, IRAP, UMR 5277, Université de Toulouse et CNRS

Principaux partenaires :

Institut de Recherche en Astrophysique et Planétologie - IRAP, UMR 5277, Université de Toulouse et CNRS - Christine JOBLIN
<http://www.irap.omp.eu/index.php/irap>



Laboratoire PLASMA et Conversion d'Énergie - LAPLACE, UMR 5312, Université de Toulouse, (UPS, INPT) et CNRS - Kremena MAKASHEVA
<http://www.laplace.univ-tlse.fr/>

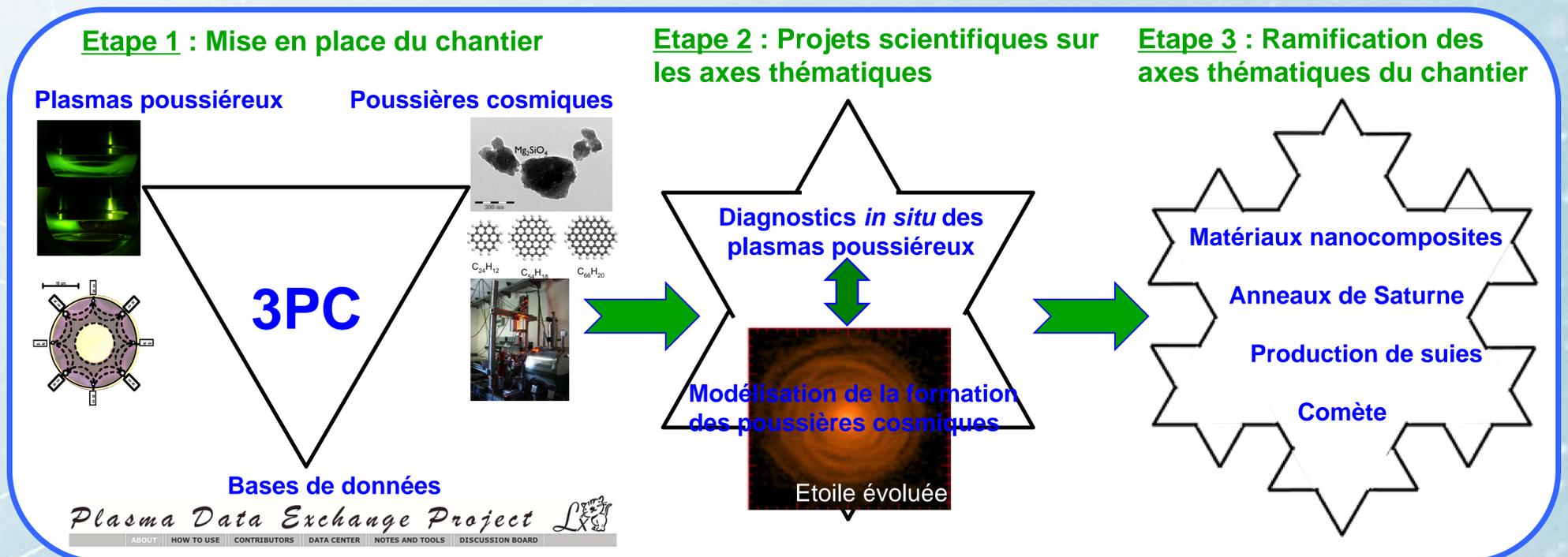
Objectifs généraux :

Le chantier « Plasmas poussiéreux et poussières cosmiques » ou 3PC a pour but de créer un espace d'échanges autour des problématiques liées à la formation et au transport de nanograins/poudres dans des plasmas réactifs. Il rassemble les compétences de chercheurs des communautés astrophysique (IRAP) et plasmas (LAPLACE) et leur volonté de mettre en place un axe pluridisciplinaire autour de ces questions. Il met à profit les ressources locales en terme de dispositifs expérimentaux et de bases de données fondamentales tout en cherchant à développer des méthodologies innovantes.

Les objectifs du chantier 3PC sont

- (i)- une ouverture vers d'autres partenaires académiques et industriels,
- (ii)- l'émergence de projets innovants,
- (iii)- la valorisation de l'activité toulousaine dans ce domaine scientifique de pointe afin d'assurer un positionnement sur des grands projets nationaux et internationaux et
- (iv)- une veille sur les retombées potentielles dans le domaine socio-économique.

Moyens, programme d'action :



La première étape sera dédiée à la mise en place du chantier avec pour objectif principal de communiquer les enjeux scientifiques et technologiques du chantier aux chercheurs de différents laboratoires et à des industriels. A partir de réunions d'échanges, elle a pour but d'acquiescer une plus grande connaissance, expertise et reconnaissance des thématiques du chantier et de faire mûrir des projets scientifiques qui seront réalisés lors de l'étape 2. Cette réflexion s'appuiera sur les ressources locales et l'expertise de chercheurs seniors invités.

La troisième étape consistera à valoriser les résultats obtenus. Un bilan du chantier à mi-parcours devrait mettre en avant de nouveaux axes de recherche dans la dynamique du 3PC. Il s'agira en particulier d'exploiter les retombées potentielles dans les autres domaines applicatifs comme les plasmas poussiéreux dans la nébuleuse solaire, les matériaux nanocomposites élaborés par plasmas et les particules de suie générées dans l'atmosphère par le trafic aérien.

Perspectives :

Le chantier 3PC est un incubateur d'idées autour de la problématique de la formation et de l'interaction des nanograins (poudres) dans les plasmas et de ses champs d'applications. Il doit permettre l'émergence de projets originaux mettant en jeu la constitution de partenariats pluridisciplinaires en particulier entre les communautés plasma froid et astrophysique. La naissance de nouveaux axes de recherche à partir des résultats issus des projets va tracer le chemin du chantier vers des aspects socio-économiques.

DIAMOND

Discover, Instrument, Analyse and Mine Ore-bodies of the Next Decades Chantier 2013 – 2017

Animateur: David Baratoux (david.baratoux@irap.omp.eu)
Institut de Recherche en Astrophysique et Planétologie

La recherche de gisements (concentrations minérales) dans notre système solaire offre un nouveau fil conducteur pour son exploration spatiale.

Partenaires en France

Institut de Recherche en Astrophysique et Planétologie (IRAP)
Géosciences Environnement Toulouse
Institut Supérieur de l'Aéronautique et de l'Espace (ISAE)
Centre National d'Etudes Spatiales (CNES)

Partenaire étranger

Centre for Exploration Targeting (CET), Perth, Australie

Objectifs

- Réaliser un bilan de ces gisements
- Définir les observations à réaliser
- Proposer une nouvelle génération d'instruments pour ces observations

Partenariat pour l'innovation entre experts du domaine des ressources minérales sur Terre et spécialistes de l'exploration et de l'instrumentation spatiale.

Savoir prédire, reconnaître, et analyser les réservoirs d'eau et de métaux sur les astéroïdes ainsi que les contextes géologiques exceptionnels responsables de la formation de gisements dans le cas des planètes ouvre de larges perspectives scientifiques concernant l'histoire précoce de notre système solaire, l'origine de l'eau et l'évolution des objets planétaires.

Objectif 1 – Bilan des gisements dans le système solaire

Lors de la différenciation de la Terre (Fig. 1), les éléments sidérophiles (qui « aiment » le fer, e.g., cobalt, nickel, platine, or, ...) ont migré vers le noyau avec un appauvrissement de ces éléments d'un facteur 10 à 1000 dans le manteau (Fig. 2). Des processus exceptionnels à la suite de l'extraction de ces éléments par fusion partielle du manteau et volcanisme sont nécessaires pour créer des anomalies de concentration dans la croûte terrestre.

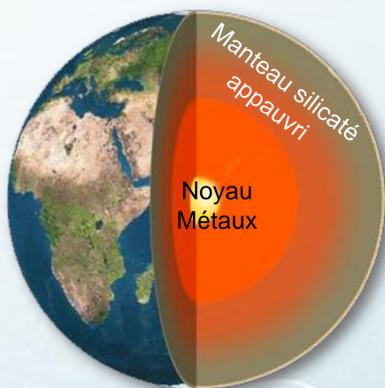


Fig. 1 – Différenciation de la Terre. Formation d'un manteau appauvri en éléments sidérophiles ayant migré vers le noyau.

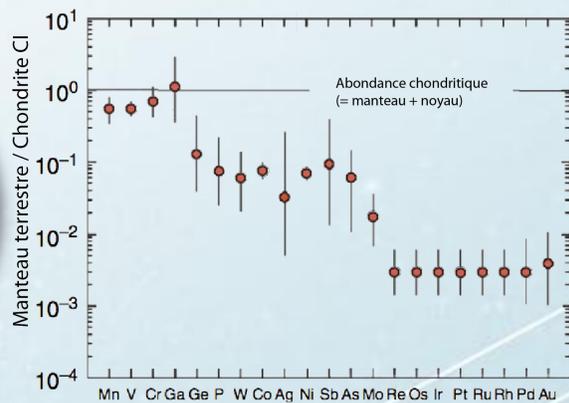


Fig. 2 Appauvrissement du manteau terrestre en éléments sidérophiles par rapport à la référence chondritique correspondant à la composition moyenne de la Terre (noyau + manteau).

Petits corps - Ces objets nombreux (Figs. 3-4) offrent des concentrations en métaux élevées. La diversité de ces gisements raconte l'histoire de la formation de notre système solaire (10 premiers millions d'années) dominée par l'énergie produite par la désintégration de l'²⁶Al et du ⁶⁰Fe.

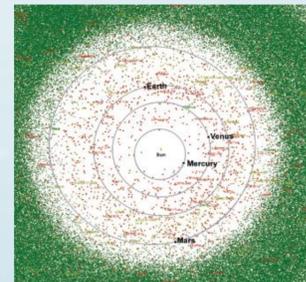


Fig.3 (Haut) Astéroïde Ida (56 x 24 x 21 km).
Fig. 4 (gauche) Astéroïdes dans le voisinage de la Terre (rouge) et au-delà (vert).

Objets planétaires (Mars et la Lune) - Les contextes géologiques associés à la formation de gisements, en particulier les provinces volcaniques de la Terre primitive ou les grands cratères d'impact (Figs. 5-7) sont rares sur Terre. Ils sont en revanche probablement fréquents sur les surfaces très anciennes de Mars ou de la Lune.

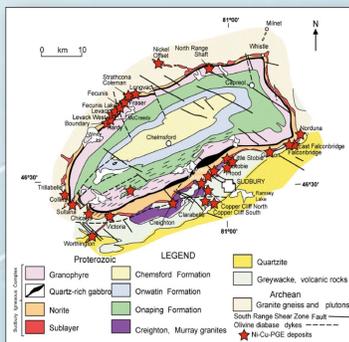


Fig. 5. Carte géologique du cratère d'impact de Sudbury avec gisements de Ni-Cu-PGE.



Fig. 6. Métaux associés à une veine de sulfures dans des roches volcaniques anciennes (Pechenga, Russie).

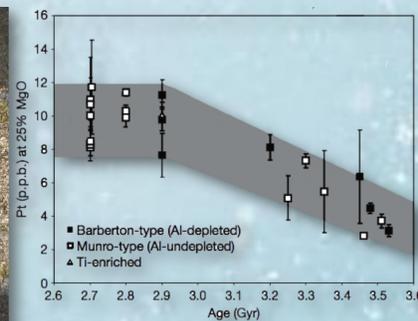


Fig. 7 – Concentration en platine dans les roches magmatiques archéennes illustrant l'apport météoritique et son mélange progressif dans le manteau terrestre.

Objectif 2 – Exploration des gisements – solutions technologiques

Les gisements offrent la possibilité d'étudier des questions scientifiques à l'échelle planétaire à partir de zones restreintes. Ils représentent donc un intérêt majeur pour la définition des futurs sites d'exploration in-situ et leur instrumentation.

- Déterminer les observations chimiques, minéralogiques, et géophysiques nécessaires afin de confirmer la présence d'un gisement (phase de découverte), et de le caractériser (quantité et qualité des ressources, phases concernées, âge du gisement).
- Imaginer de nouvelles générations d'instruments capables d'effectuer ces observations avec un objectif de réduction du coût de sondes spécialisées dans l'exploration d'astéroïdes ou de planètes
- Identifier les difficultés et solutions technologiques envisageables afin de déboucher sur 1 ou 2 nouveaux projets instrumentaux pertinents dans notre contexte régional.

Pistes envisagées: Technologique LIBS pour la chimie (e.g., héritage Chemcam), spectrométrie de masse, imagerie géophysique (Moonster).

Projet Moonster (Moon Student Explorer) - Etude d'un prototype de paquet géophysique autonome pour les corps sans atmosphère. Développement d'un capteur sismique pour explorer la subsurface des corps sans atmosphère.

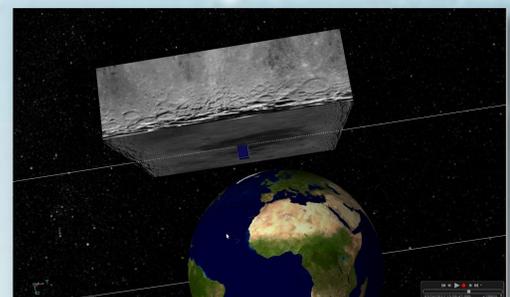


Fig. 8 Etude thermique d'un paquet géophysique reposant sur la technologie NanoSatellite (cube bleu) à la surface d'un corps sans atmosphère (projet MOONSTER).

Résultats attendus

- Recensement des contextes de formation de gisements de la Lune à Mars, en passant par les petits corps dans le voisinage de la Terre.
- L'exploitation de données spatiales en collaboration avec les spécialistes de l'exploration minière offre un nouveau champ de valorisation des efforts financiers et humains réalisés pour acquérir ces informations.
- Définition d'une nouvelle génération d'instruments pour l'exploration du système solaire, avec un fil conducteur original autour de l'exploration des concentrations minérales.
- Pour le sondage de subsurface, le résultat technique attendu pour la fin 2014 est un prototype d'instrument qualifié spatial dans le cadre du projet MOONSTER à destination de la Lune

Programme d'action sur 2013 – 2017

- Programme d'action organisé autour de séries d'ateliers organisés en deux volets : a) bilan des concentrations minérales et enjeux scientifiques, b) solutions technologiques/instrumentation spatiale.
- Thèse de doctorat sur les ressources minérales à la surface de Mars en cotutelle Univ. de Toulouse, CET (Univ. d'Australie Occidentale), Perth.
- Séjours à Toulouse de chercheurs confirmés dans le domaine de l'exploration minière et de l'instrumentation spatiale. Actions de formation vers nos filières universitaires dans le domaine de l'Astrophysique et des Sciences de la Terre.
- Emergence de nouveaux projets instrumentaux et expérimentaux pour l'identification et l'analyse de gisements.