

The logo for Wallonia 4 Space features the word "WALLONIA" in large white capital letters, with "4 SPACE" below it in blue. Above the "4" are four blue dots arranged in a 2x2 grid. The background of the entire page is a space-themed image with a planet, rings, and an astronaut.

WALLONIA 4 SPACE

EDUCATION | RESEARCH | INDUSTRY | HUMAN SPACEFLIGHT

M. LE MINISTRE WILLY BORSUS,

VICE-PRÉSIDENT DE LA WALLONIE, MINISTRE DE L'ÉCONOMIE, DU
COMMERCE EXTÉRIEUR, DE LA RECHERCHE ET DE L'INNOVATION

EURO
SPACE
CENTER



WALLONIE ESPACE

Skywin 
Aerospace cluster of Wallonia

WALLONIA 4 SPACE

EDUCATION | RESEARCH | INDUSTRY | HUMAN SPACEFLIGHT

AGENDA

- 13H45 : L'industrie et la recherche aérospatiale de Wallonie en 2023
Etienne Pourbaix (Skywin) & Thierry du Pré-Werson (Wallonie Espace)
- 14h00 : La structuration de la recherche spatiale en Wallonie
Serge Habraken (CSL ULiège) & Philippe Chatelain (UCLouvain)
- 14h20 : Pause-café
- 14h50 : Les nouvelles initiatives industrielles et scientifiques
- 16h00 : Les nouveaux défis du secteur spatial
- 17h00 : Cocktail de clôture

EURO
SPACE
CENTER



Skywin
Aerospace cluster of Wallonia





WALLONIA 4 SPACE

EDUCATION | RESEARCH | INDUSTRY | HUMAN SPACEFLIGHT

LE PÔLE SKYWIN

ETIENNE POURBAIX

**EURO
SPACE
CENTER**



WALLONIE ESPACE

Skywin 
Aerospace cluster of Wallonia





Some figures : 7500 jobs and 2 m€ of turnover

• Members

- In 2006 : 86 members
- End 2022 : 147 members
 - 18 Large Enterprises
 - 100 SME
 - 9 Universities or Colleges
 - 14 Research centers
 - 2 Competence centers
 - 4 divers

• Projects

- 95 labellized projects over 36 calls
 - 65 R&D projects
 - 20 Investments projects
 - 10 training projects
- For a total budget of 285 m€



STRATEGY SKYWIN

New Strategy for Skywin (Dec2021)

- 5 Missions (*based on a structural deal with Walloon Gvt*)
- 5 Technological Areas
- 4 Economic Sectors



MISSIONS

- Support for the regional strategy
- Innovation
- Economic growth
- Talent development
- Internationalisation



TECHNOLOGICAL AREAS - DAS

- Structures, propulsion and flying subsystems
- Innovative materials and processes
- On-board and communicating systems
- Data economics, artificial intelligence
- Simulation, modelling and test facilities



SECTORS

- Aeronautics
- Space
- Drones
- Defense



4 Economic Sectors



AERO

- **Walloon Aeronautics Industry:**
90 members

- **Turnover:** ± 1500 Million €
- **Employment:** 6.000 jobs

- i.e. 70% of the Belgian aeronautical activity



SPACE

- **Walloon Space Industry:**
40 members

- **Turnover:** ± 300 Million €
- **Employment:** 2000 jobs

- Belgium: worldwide second place in space investment



DEFENCE

- 30 members
- Focus on « flying » defence industry
- Collaboration with cluster MecaTech



DRONE

- 15 members
- Growing sector
 - Focus on development of applications, sensors, control systems, ...



5 Missions

- **Support for the Regional Strategy**

- Skywin develops strategic and technological roadmaps for its sectors.
- Skywin leads 3 thematic working groups (Civil aeronautics, Defense and Space) aiming to anticipate mid-term technical and business evolutions
- Skywin supports and pilots with the administration the Walloon structuring project WINGS dedicated to future carbon-free aviation

- **Innovation**

- Skywin provides a technology watch to enable its members to anticipate future technological challenges.
- Skywin advises and accompanies companies in the development of collaborative projects (R&D, training and investment) up to their labelling and financing.
- Skywin supports the management of the labeled collaborative projects and provides assistance in the economic valorization of these projects



5 Missions

- **Economic Growth**

- The members of the cluster have access to a wide network of Walloon and international industrial, scientific and training partners
- Skywin regularly organises thematic events to promote exchanges and partnerships (conferences, seminars, technology roundtables)
- Skywin participates in the scale-up program for Walloon SMEs (in collaboration with Wallonie Entrepreneurs and WSL)

- **Talent Development**

- Skywin participates in the circulation and acquisition of the skills necessary for the technological development of companies.

- **Internationalisation**

- The cluster offers international visibility to its members and their projects through the organization or participation in various events or exhibitions (in collaboration with AWEX).
- Skywin collaborates to promote the involvement of companies in European projects (with NCP Wallonia)
- The cluster has a network of international partners (France, Canada, Germany, etc.), and is an active participant in the European Aerospace Cluster (EACP) and the European Network for Defense-related Regions (ENDR).



5 Technological Areas (DAS)

- **Structures, propulsion and flying subsystems**

- This theme covers all structural elements and their integration into aircraft, drones, propulsion systems, launchers and satellites, at all stages of their life cycle. It encompasses the adaptation of existing systems and subsystems to take account of the issue of environmental transition.
- In the longer term, this theme goes beyond such adaptation by gradually integrating the energies of tomorrow (H2, synthetic fuels, hybridisation, electrification, etc.) which are due to profoundly transform the flying systems and subsystems of the future.

- **Innovative materials and processes**

- This covers various aspects of flying systems and subsystems (aircraft, drones, launchers, satellites):
 - materials (intelligent materials, composites, metals), manufacturing and associated special processes (additive manufacturing, advanced composite processes, process equipment,...);
 - mechanical components and their assembly;
 - surface treatments and coatings.
- The theme also covers the sectorial specific qualification/certification aspects as well as the environmental transition, integrating the principles of the circular economy. It is supported by the solutions developed in the « data management and AI » theme, in particular to integrate with the establishment of an industry of the future.



5 Technological Areas (DAS)

- **Embedded and communicating systems**

- This theme covers systems embedded in flying systems and subsystems (transducers, sensors, communication systems, energy management, human/machine interfaces) to meet the main challenges of the following four pillars:
 - autonomy supported by on-board artificial intelligence;
 - electrification, with the challenge of increasing power and voltage;
 - continuous connectivity is a major issue on land, at sea, in the air and in space;
 - cyber security to provide safe and secure platforms.
- Embedded systems contribute to the challenges of digital continuity, massive data processing, systems of systems, and miniaturisation in all areas such as drones and satellites.

- **Data economics and artificial intelligence**

- This theme covers methods and tools for data processing and mining.
 - Firstly, it covers the data economy and the specific integration of artificial intelligence.
 - Second, it includes services related to data from earth observation (space, drones, etc.) and from test and maintenance benches.
 - Finally, it supports the development of the industry of the future (Industry 4.0).

- **Simulation, modelling and test facilities**

- This last theme brings together :
 - the development of agile and secure design algorithms and software;
 - the development and operation of numerical simulation methods and numerical twins techniques;
 - facilities for ground tests and physical simulations (NDT, engine testbeds, autonomous systems, aerodynamics, vibration, radiation, extreme conditions, etc.).

The logo for Wallonia 4 Space features the word "WALLONIA" in large white capital letters, with "4 SPACE" below it in blue. Above the text are three blue dots arranged in a triangle.

WALLONIA 4 SPACE

EDUCATION | RESEARCH | INDUSTRY | HUMAN SPACEFLIGHT

SECTEUR SPATIAL EN WALLONIE

THIERRY DU PRÉ WERSON

The logo for Euro Space Center consists of the words "EURO SPACE CENTER" in blue, with a small blue dot above the "O" in "EURO".

EURO
SPACE
CENTER

The logo for Skywin includes the word "Skywin" in blue, with a blue arrow pointing upwards and to the right. Below it is the text "Aerospace cluster of Wallonia".

Skywin
Aerospace cluster of Wallonia

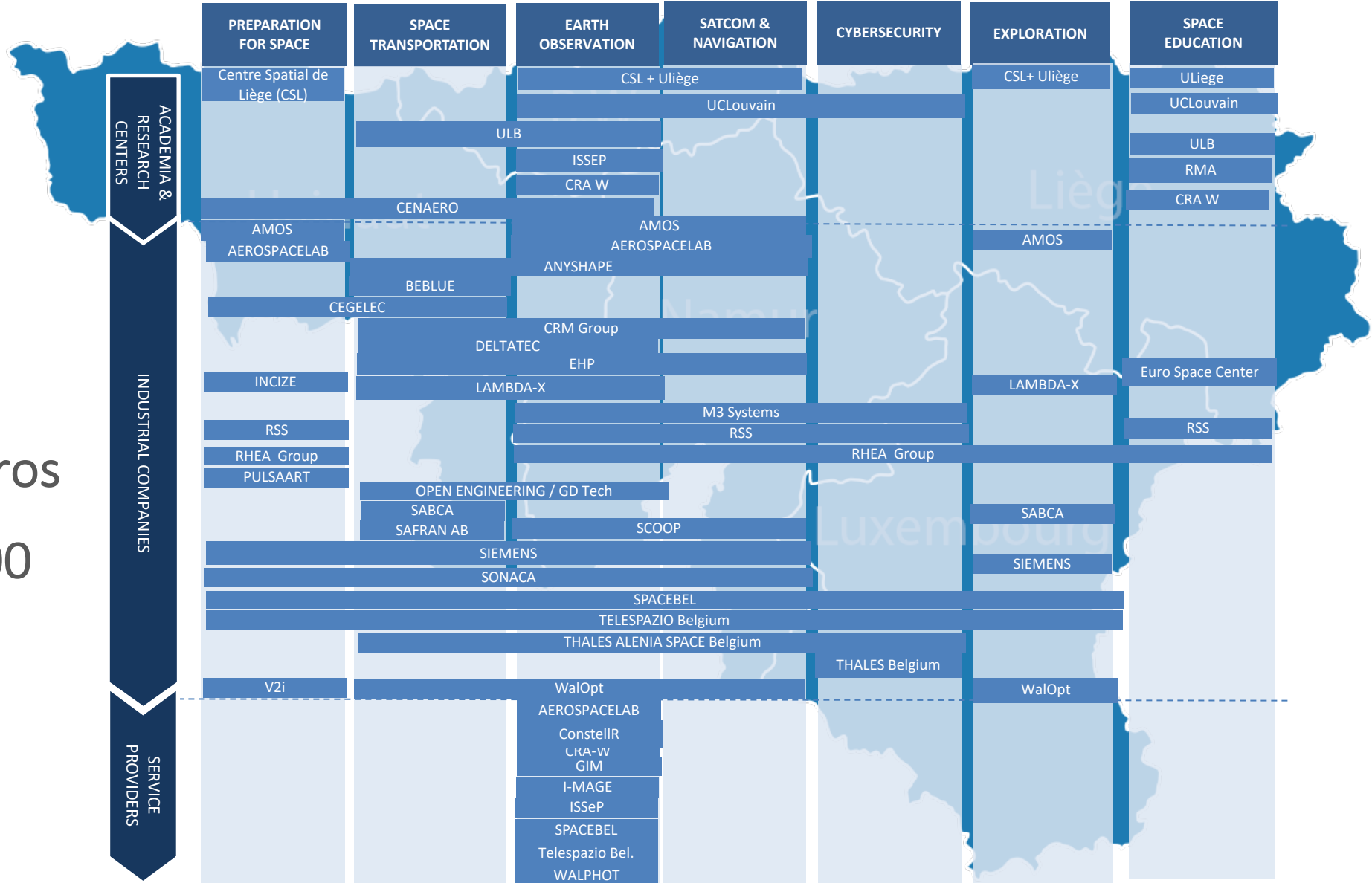


SPACE IN WALLONIA- 4 MAIN POLES



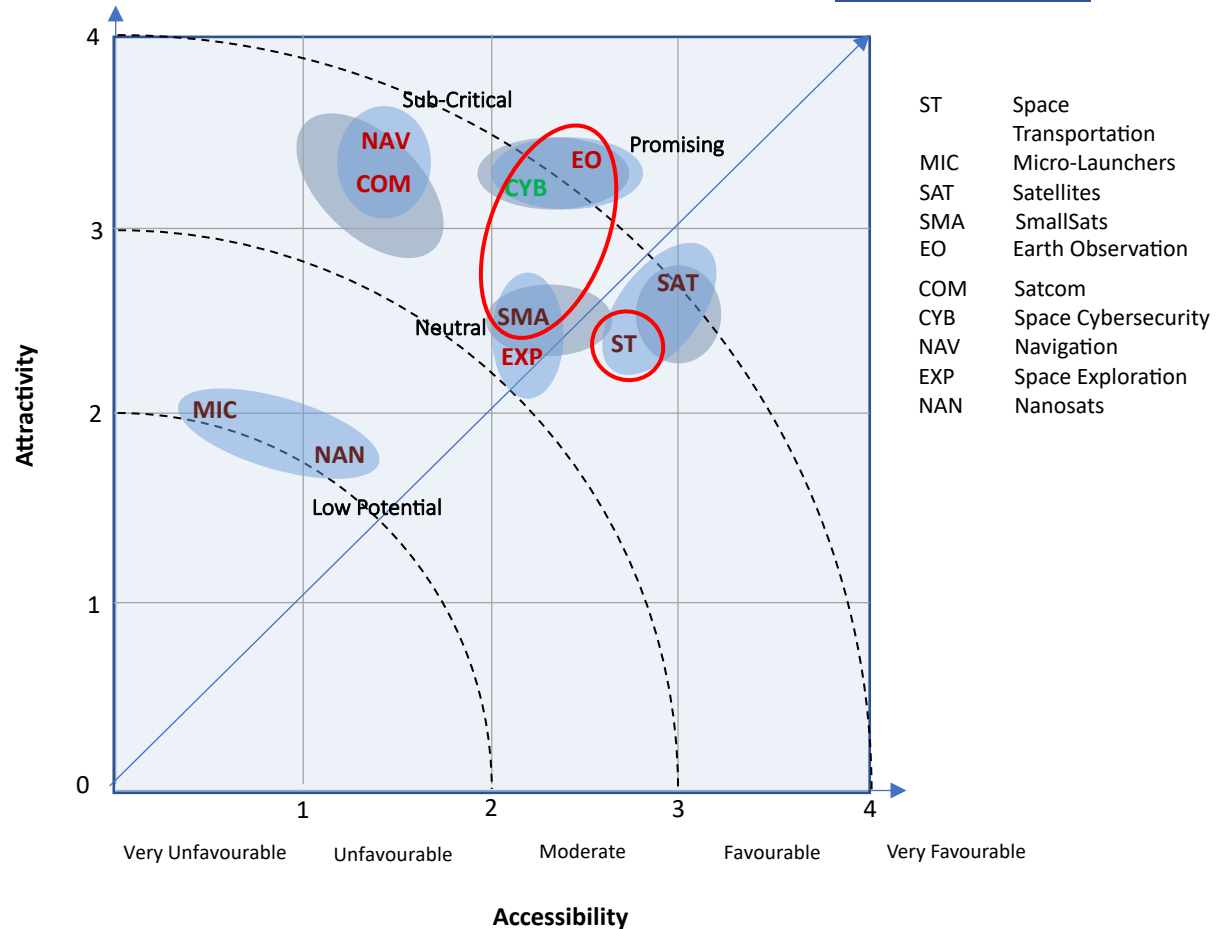


- An ecosystem of
- >40 actors
 - 7 segments
 - CA : 300 Meuros
 - Emplois : 2.000



REGIONAL LEVEL : SPACE « INDUSTRIAL CHAINS » ANALYSIS

- Analysis of the 7 industrial segments present in Wallonia (realisations, quality, number of actors, future developments, ..) to define the accessibility of our the industrial landscape to world markets.
- Analysis of the potential of future space markets and their attractiveness at world level.



The mapping of the Skywin actors along the two key dimensions of attractiveness and the accessibility, the following typology emerges:

- The "traditional" sectors: Space Transportation and Satellites, offering strong relative accessibility and moderate relative attractiveness
- The "promising" sectors: Earth Observation and Space Cybersecurity, offering strong attractiveness and moderate to favourable accessibility.
- The "neutral" sectors: SmallSats and Exploration, which appear to offer both moderate relative attractiveness and accessibility.
- The "sub-critical" sectors: Navigation and Satcom, offering strong attractiveness but low relative accessibility.
- The "low potential" sectors: Micro-launchers and Nanosats, which appear to be moderately attractive but poorly accessible.



REGIONAL LEVEL : 2 SPACE INDUSTRIAL CHAINS TO ACTIVELY SUPPORT

With the support of the Walloon Regional Government, Skywin decided to actively support 2 industrial value chains



- The Earth Observation industrial Chain (More than **25 actors** involved)

including

- Upstream Segment
- Downstream Segment
- And cybersecurity dimensions



- Space Transportation, in its “reusable launcher” niche (More than **15 actors** involved)





REGIONAL LEVEL : “Earth Observation 2025” target and roadmap

Target :

- ▶ **Bring to industrial and commercial maturity, by 2025, a competitive Walloon offer at international level in the field of Earth Observation,**
 - ▶ both on the upstream part (i.e., development and serial production of SmallSats intended for EO constellations)
 - ▶ and on the downstream part (i.e., processing and analysis of geospatial data and associated cybersecurity services) of the value chain

Roadmap :

- ▶ **Selection by regional government of 3 industrial collaborative projects developing collaborations between EO actors in early 2023**
- ▶ **Structuring of research capacities in EO in the different entities (University and Research Center) in Wallonia and Brussels around "great challenges" (Space4Relaunch)**
 - ▶ In terms of PhDs and post-docs dedicated to EO industrial chain
 - ▶ In terms of shared equipment's to support EO industrial chain
- ▶ **Accelerate the integration of cyber challenges in the Earth Observation domain around the assets at ESA Redu (ESEC) and Galaxia Pôle**



REGIONAL LEVEL : “Reusable Launchers 2025” target and roadmap

Target :

- ▶ **Bring to industrial and commercial maturity, by 2025, a competitive Walloon offer at international level in the field of Reusable Launcher subsystems**
 - ▶ **Development and manufacture of electromechanical equipment and sub-assemblies, nozzle actuators, high power and/or high voltage electronics, complex structural parts in metallic and composite technologies, cryogenic valves, embedded software, liquid propulsion, control and test benches**

Roadmap :

- ▶ **Selection by regional government of 2 industrial collaborative projects developing collaborations between Launchers actors in early 2023**
- ▶ **Structuring of research capacities in Launchers in the different entities (University and Research Center) in Wallonia and Brussels around "great challenges" (Space4Relaunch)**
 - ▶ **In terms of PhDs and post-docs dedicated to reusable launchers industrial chain**
 - ▶ **In terms of shared equipment's to support reusable launchers industrial chain**



REGIONAL LEVEL : SUPPORTS TO SPACE ECOSYSTEM

- **JRI4Space : Structuring the relation between Industry and Research bodies via the creation of a “Joint Research Institute 4 Space”**
 - exchange forum between industry, research bodies, Skywin and the Walloon administration
- **Support the “Space ecosystem” via**
 - the regional Space seeds Fund hosted at “Wallonie Entreprendre”
 - the development of Start Ups with Galaxia Space Innovation
 - breaking the silos between the space sector and emerging digital technologies (AI and Cyber)

WE





FEDERAL LEVEL : CONTRIBUTION TO ESA

- **Increase the annual contribution to ESA upto 295 M€ with the focus on**
 - **The technological programs (GSTP, ARTES, Civil Security from space, Connectivity, PRODEX) – 38%**
 - **Human & Robotic Exploration – 14%**
 - **Space transportation – 13%**
 - **Earth Observation – 11%**



FEDERAL LEVEL : SPACE FOR DEFENSE

- **Identify a budget of 400 M€ dedicated for space related matters**
 - **Earth Observation**
 - **Cybersecurity**
 - **Secured connectivity**
 - **Space Situation Awareness (NEO)**
 - ...

The logo for Wallonia 4 Space features the word "WALLONIA" in large white capital letters, with "4 SPACE" below it in blue. Above the "4" are four blue dots arranged in a 2x2 grid. The background of the entire image is a dark space scene with a planet and an astronaut.

WALLONIA 4 SPACE

EDUCATION | RESEARCH | INDUSTRY | HUMAN SPACEFLIGHT

UN NOUVEL ÉLAN POUR LA RECHERCHE SPATIALE EN WALLONIE

SERGE HABRAKEN – ULIEGE
PHILIPPE CHATELAIN – UCLOUVAIN

**EURO
SPACE
CENTER**



Skywin
Aerospace cluster of Wallonia



CONSTAT EN JANVIER 2022

- PRIORITÉS STRATÉGIQUES : ÉTUDE PARAGON
- Constellations de **SmallSats** pour l'**observation de la terre**
- Technologies nécessaires pour les **lanceurs réutilisables**





INITIATIVES 2022

- OUTILS ALIGNÉS DANS L'AXE DE MATURATION

TRL

Win4Excellence
Space4ReLaunch :

16.6 M€ sur 2 sous-projets,
3 universités et 3 CRA

Win4Doc
Outil SPW existant

FEDER
Sélection en cours...

Soutien à la filière
industrielle

Plan de relance...

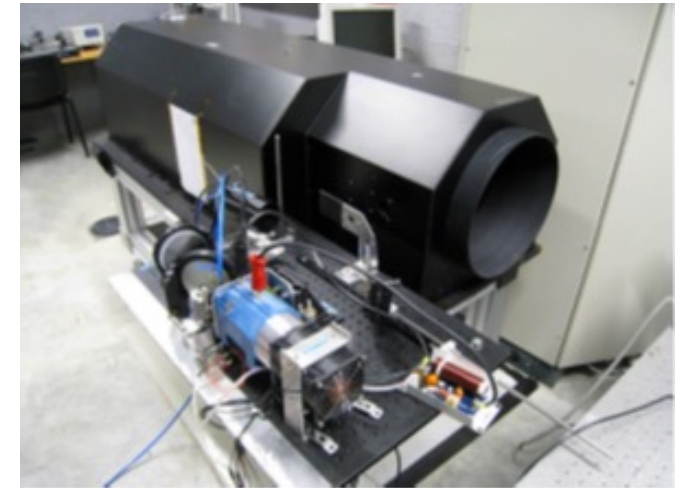
Autres outils: CGS?, ...

Plateformes Technologiques d'Excellence
18.75 M€ répartis sur les 3 universités



Plateforme Technologique d'Excellence / Spatial

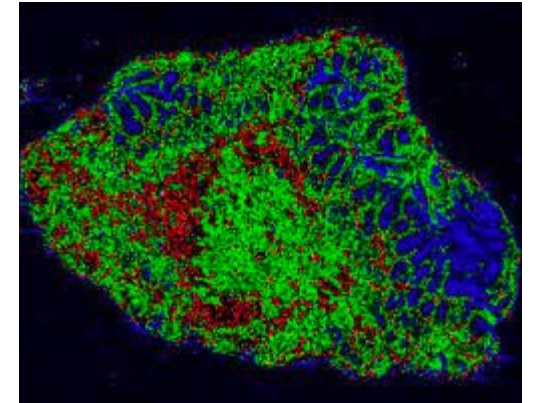
- Nouveaux équipements et infrastructures dédiés aux priorités stratégiques
- Accès facilité aux entreprises, CRAs et universités wallons.nes
- Qq. exemples :
- ULiège
 - CSL : Banc de calibration (sources multi lg d'onde, collimateurs...) dédié aux équipements des SmallSats EO t.q. Caméras Hyperspectrales.
 - A&M : Validation des concepts d'amortissement en préparation au télescope Einstein
 - AGO : Télescope robotique 1m pour la détection d'exoplanètes



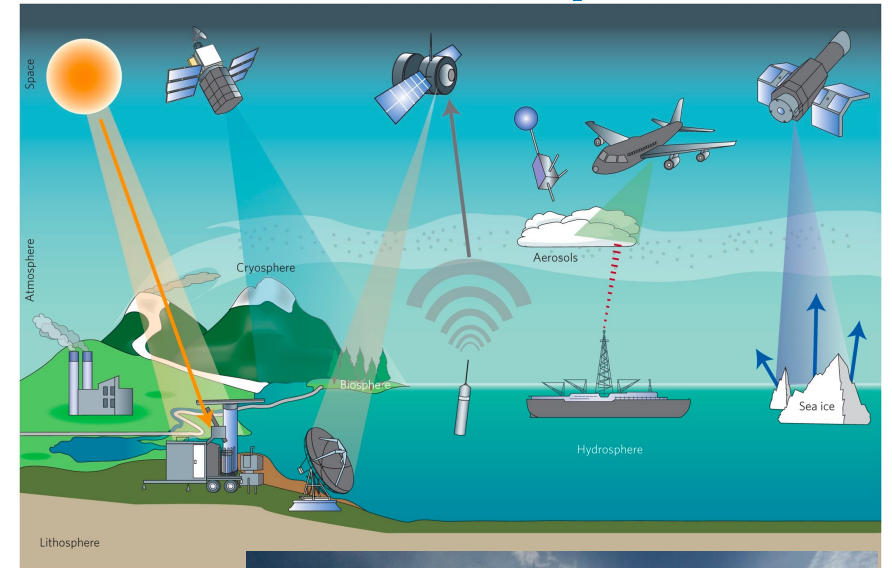


Plateforme Technologique d'Excellence / Spatial

- UCLouvain :
 - Amélioration de la plateforme WELCOME dédiée à la chaîne de caractérisation complète des dispositifs / capteurs / circuits / systèmes couvrant les micro et nano technologies (application notamment en Satcom RF)
 - Amélioration des équipements disponibles au Centre de Ressources du Cyclotron (nouvelles sources de radiations)
 - Spectroscopie IR/Raman pour de la spectroscopie sur des solides/liquides dans des conditions extrêmes (géologie de matériaux planétaires et/ou extraterrestres)
- ULB
 - Infrastructure « Support aux opérations en environnement lunaire » : chambre climatique...
 - Infrastructure « Systèmes de communications spatiales » : prototypage de systèmes de communication de 1 à 40 GHz (bandes SHF et Ka) (convertisseurs et antennes)
 - Infrastructure « Battery/Supercapacitor " – Synthèse, assemblage et tests



Space4Relaunch (appel "Win4Excellence")

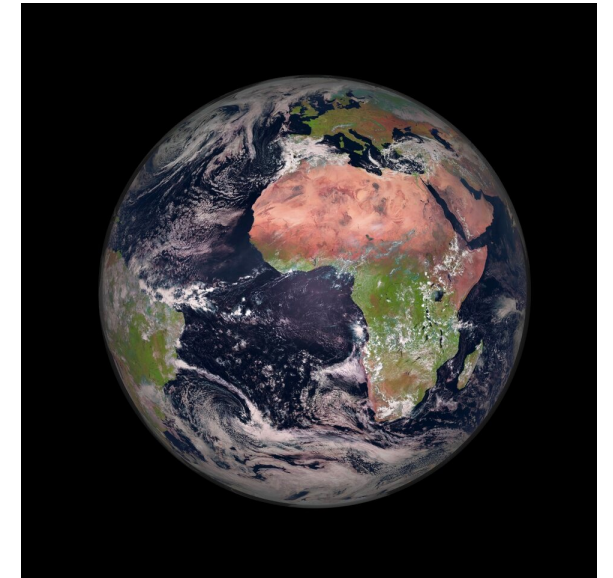


- Projet « Observation de la terre » (Win4Space)
 - Articulé autour de 20 thèses de doctorat!
- Projet « Lanceurs réutilisables » (Win4ReLaunch)
 - Articulé autour de 10 thèses de doctorat!
- Résumé sous forme de fiches : [Lien envoyé par e-mail](#)



Space4Relaunch

Projet « Observation de la terre » (Win4Space)



- Une R&D à TRL 2-4 en adéquation aux besoins des industriels wallons du secteur spatial!
- Articulation au travers de *Défis* classés sous 4 workpackages

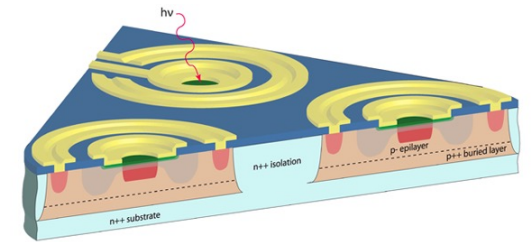
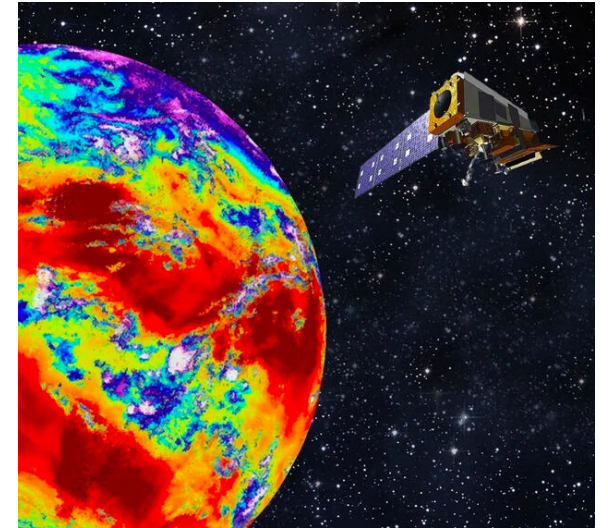


Space4Relaunch / Win4Space (EO)

WP1 : Instruments

2 Défis / 6 thèses :

- Imagerie et spectrométrie satellitaire aux grandes longueurs d'onde (infrarouge et au-delà) à hautes résolutions spatiale et spectrale (UCLouvain, ULiège, Sirris, Cenaero)
- Composants optiques et détecteurs fonctionnalisés et ultralégers (ULiège, UCLouvain, Sirris, Cenaero)



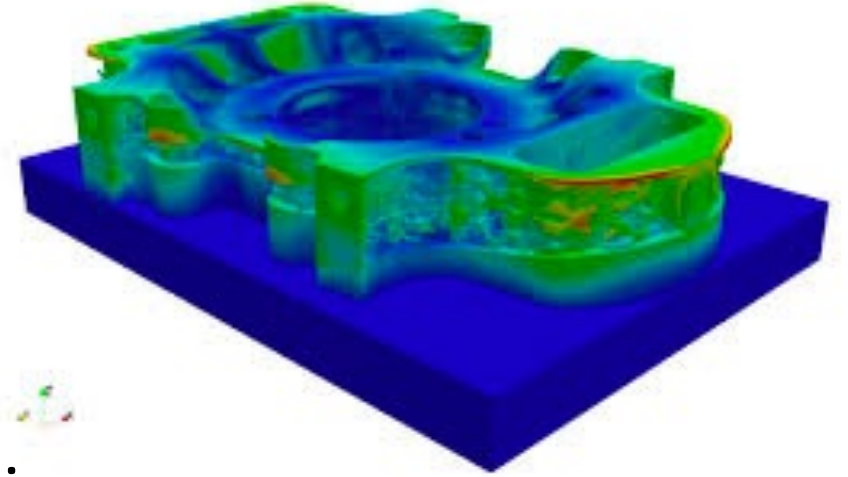


Space4Relaunch / Win4Space (EO)

WP2 : Système

3 Défis / 6 thèses :

- Optimisation des systèmes d'actionnement (UCLouvain, ULiège, Cenaero, Sirris)
- Résistance aux sollicitations extrêmes (thermiques, mécaniques, vibrations, radiations) (UCLouvain, ULiège, ULB)
- Allègement des structures (ULiège, UCLouvain, Cenaro, Sirris)

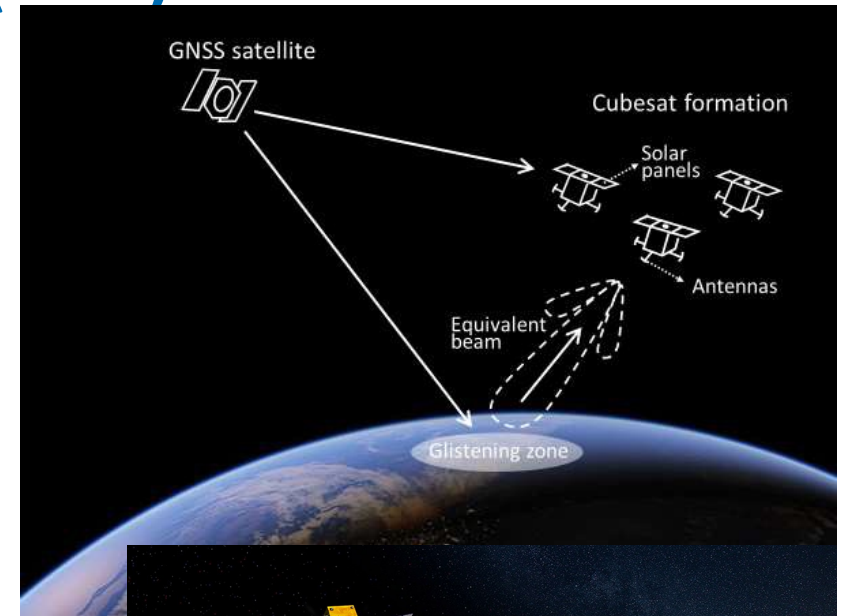


Space4Relaunch / Win4Space (EO)

WP3 : Télécom

2 Défis / 4 thèses :

- Etendre la fraction de l'orbite au cours de laquelle le téléchargement peut avoir lieu, pour un lien opérant aux fréquences millimétriques (bande Ka), via des réseaux multi-antennes reconfigurables (UCLouvain et ULB)
- Utiliser des techniques d'optique adaptative et de distribution de clés quantiques pour un lien opérant de manière robuste et à très large bande en infrarouge proche (ULiege, UCLouvain et Multitel)



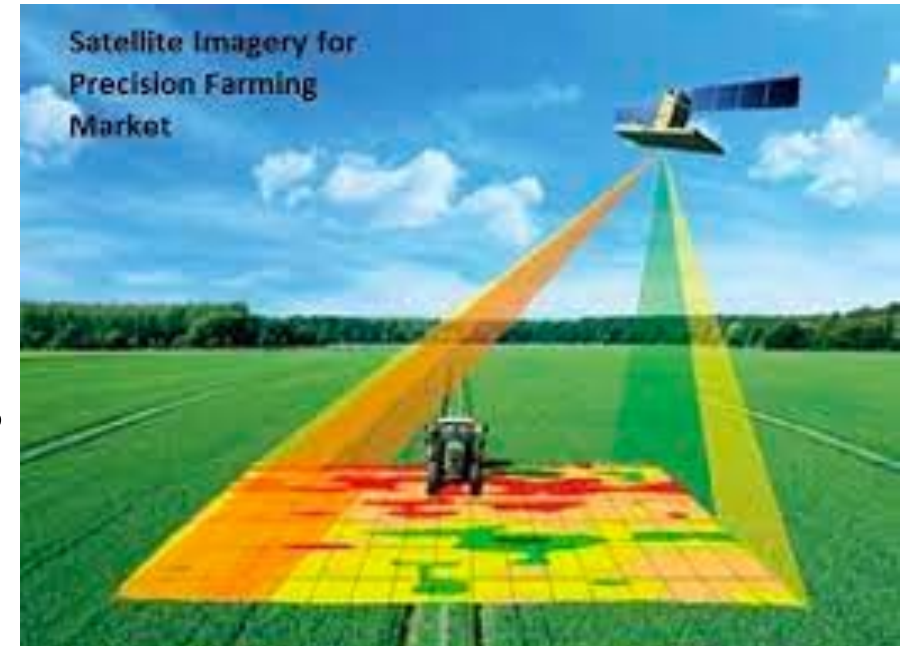


Space4Relaunch / Win4Space (EO)

WP4 : Données

2 Défis / 4 thèses :

- Pour une agriculture plus productive et plus verte (ULiège et UCLouvain)
- Sur la contribution de l'agriculture dans les émissions de gaz à effet de serre (GES) et de polluants de l'air (UCLouvain, ULB et ULiège)



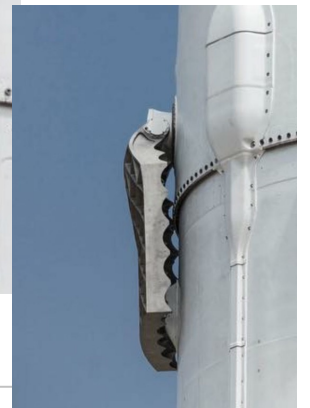
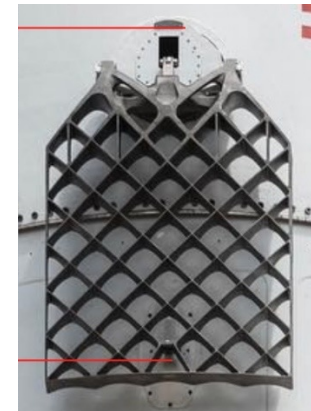


Space4Relaunch / Win4ReLaunch (LR)

WP1: Systèmes

2 Défis / 6 thèses

- *Reusable Space Launcher Valves*
- Reusable Actuation Systems for Launchers



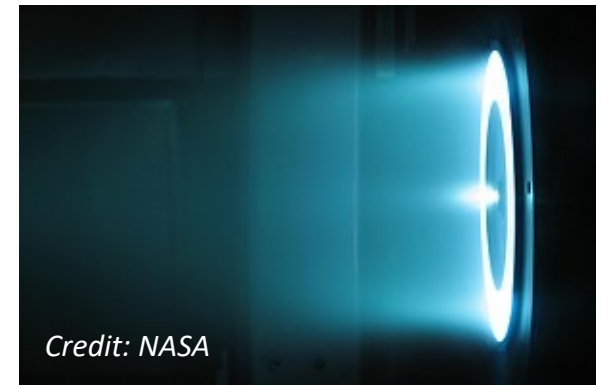
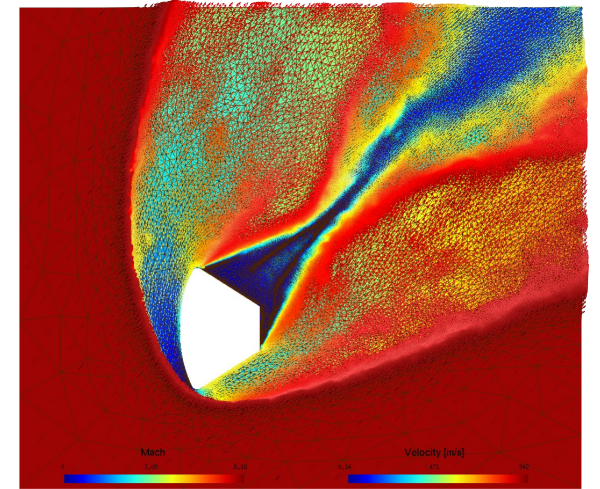


Space4Relaunch / Win4ReLaunch

WP2: Digital Twins

2 Défis / 4 thèses :

- Développement d'outils de simulation haute-fidélité pour la prédiction des phénomènes aéro-thermiques
- Développement d'outils de simulation pour les moteurs à effet Hall (tels qu'envisagés pour des manœuvres orbitales par des nanosats)





JRI4SPACE

- UN INSTITUT SPATIAL WALLON
- Regroupement des principaux acteurs par la signature d'un accord de collaboration (en cours) :
 - **Académies** : UCLouvain, ULiège, UMons, UNamur et ULB
 - **CRAs** : Cenaero, Sirris et Multitel
 - **Pôle** : Skywin
 - **Entreprises** : SABCA, SONACA, Thales Alenia Space, Safran Aero Boosters, Spacebel, AerospaceLab, AMOS, Lambda-X, DeltaTec et ConstellIR

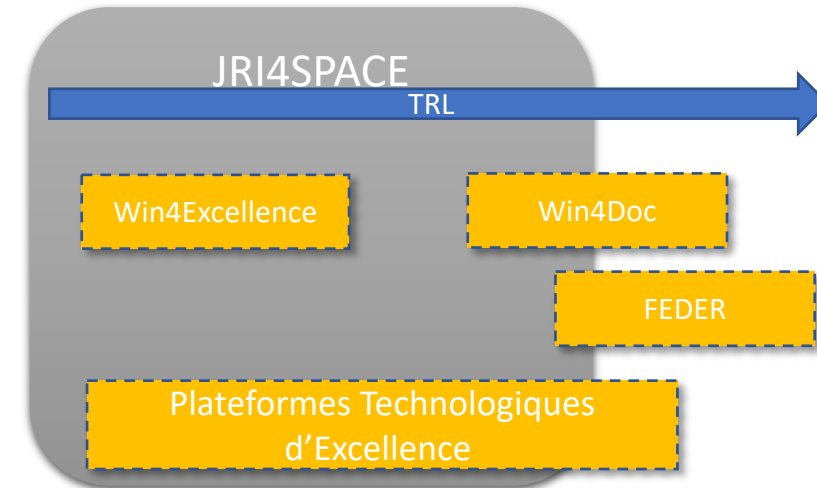
JRI4SPACE

JOINT RESEARCH INSTITUTE FOR SPACE



• COORDINATION DES INITIATIVES ET PERENNISATION

- Renforcement des synergies
Recherche – Entreprises – Pouvoirs publics
- Recherche orientée : Research For Space
Industry (R4SI)
 - Win4Space / Win4Relaunch
 - Plateforme Technologique d'Excellence -- Espace
- Formation et pérennisation des compétences en
Wallonie: Training For Space (T4Space)
 - Win4Space / Win4Relaunch: réseau doctoral
 - Développement d'offres de formation





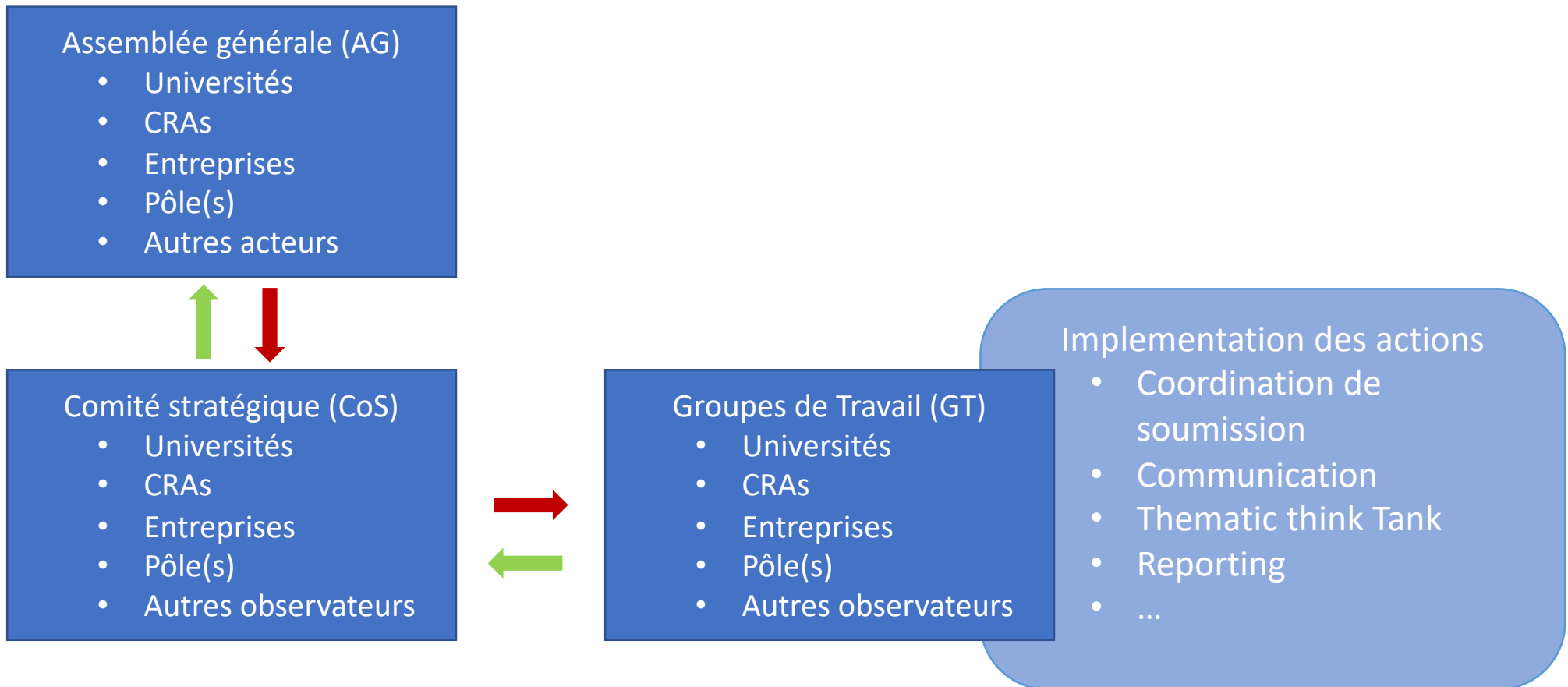
JRI4SPACE

- OBJECTIFS
- Définition d'axes stratégiques communs ==> Cohérence
- Renforcer le lien entre la recherche universitaire/CRA et les besoins des entreprises
- Développer une approche systémique pour le développement du secteur spatial
- Soutenir l'innovation de rupture
- Maintenir l'expertise du spatial wallon en Europe et à l'international
- Relever le défi du NewSpace et Space 4.0
- Dynamiser la formation de haut niveau dans les métiers du secteur spatial



JRI4SPACE

• STRUCTURE ET GOUVERNANCE





WALLONIA 4 SPACE

EDUCATION | RESEARCH | INDUSTRY | HUMAN SPACEFLIGHT

PAUSE CAFÉ (25 MINUTES)

**EURO
SPACE
CENTER**



WALLONIE ESPACE

Skywin

Aerospace cluster of Wallonia

WALLONIA 4 SPACE

EDUCATION | RESEARCH | INDUSTRY | HUMAN SPACEFLIGHT

AGENDA (SUITE)

- 14h50 : Les nouvelles initiatives industrielles et scientifiques
- 16h00 : Les nouveaux défis du secteur spatial
- 17h00 : Cocktail de clôture

EURO
SPACE
CENTER



WALLONIE ESPACE

Skywin

Aerospace cluster of Wallonia





WALLONIA 4 SPACE

EDUCATION | RESEARCH | INDUSTRY | HUMAN SPACEFLIGHT

LES NOUVELLES INITIATIVES INDUSTRIELLES ET SCIENTIFIQUES

OBSERVATION DE LA TERRE (initiatives industrielles)

- AEROSPACELAB (Alix De Beusscher)
- DELTATEC (Eric Callut)

EURO
SPACE
CENTER



WALLONIE ESPACE

Skywin
Aerospace cluster of Wallonia



WALLONIA 4 SPACE

EDUCATION | RESEARCH | INDUSTRY | HUMAN SPACEFLIGHT

ROUSY

ALIX DE BEUSSCHER – AEROSPACELAB – SPACE

**EURO
SPACE
CENTER**



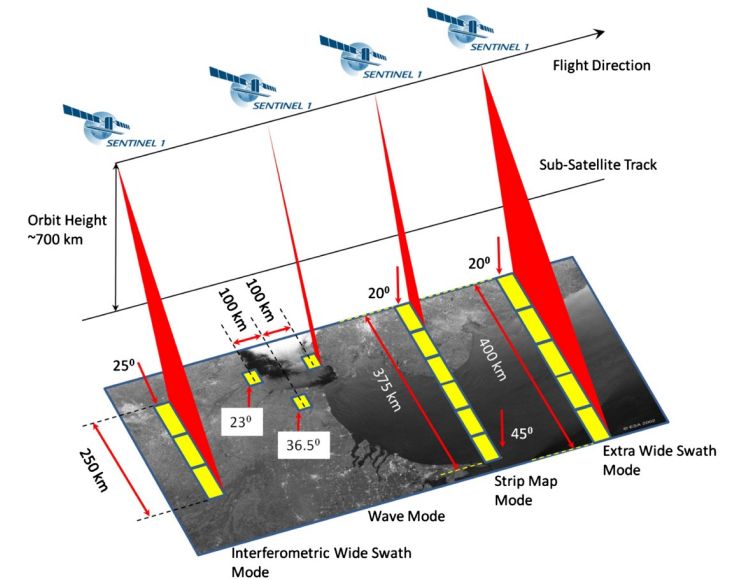
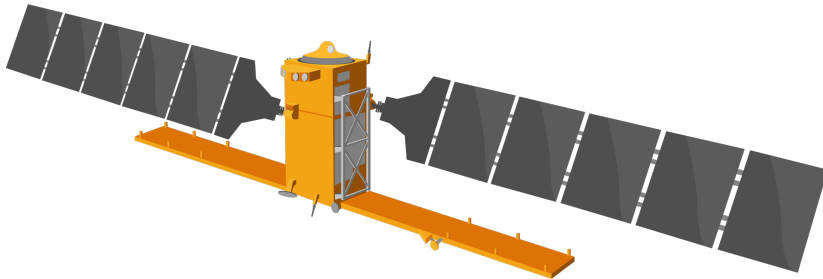
WALLONIE ESPACE

Skywin 
Aerospace cluster of Wallonia

ROUSY Project




🎯 Development of a **SAR payload** generating better quality images at lower costs

- ✓ Flight demonstration of a functional SAR payload precursor
- ✓ SAR payload for microsatellite constellation (150 kg)
- ✓ Ground segment





Strategic goals for Wallonia

-  **Diversify** the Walloon offer and **reinforce the anchoring** and the Walloon reputation on the international space scene.
-  **Competitive advantages** brought by the products/services developed by the consortium
-  To address regional social and environmental challenges through the **opening and maintenance of a variety of positions** requiring diverse profiles.



Consortium and work division



IOD SAR with deployable antenna
(mechanical design, radar signal amplification, satellite platform, flight demonstration)



Development offer of innovative composite parts



Improvement of the processes for the implementation of composite parts.

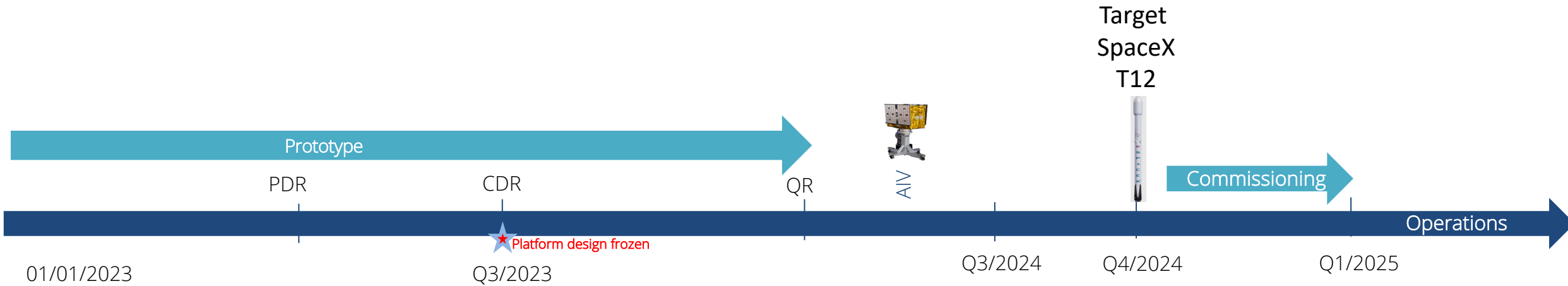


Extend antenna measurement and design services to other markets.
(antenna design, RF measurements)



Development of broadband SDR (> 300 MHz) adapted to 5G and 6G.
Processing algorithms and SDR useful for future drone platform.
(radar signal reconstruction, generation/acquisition of radar signals)

Timeline



Project duration = 24 months → fly on SpaceX Transporter-12 (Oct 2024)

Avec le soutien de



Wallonie

WALLONIA 4 SPACE

EDUCATION | RESEARCH | INDUSTRY | HUMAN SPACEFLIGHT

OBIT

L'INFRAROUGE LOINTAIN POUR L'OBSERVATION DE LA TERRE ET LE
SERVICE EN ORBITE

ERIC CALLUT – DELTATEC

EURO
SPACE
CENTER



WALLONIE ESPACE

Skywin

Aerospace cluster of Wallonia



L'INFRAROUGE LOINTAIN POUR L'OBSERVATION DE LA TERRE ET LE SERVICE EN ORBITE

Dans une approche **NewSpace**, nous allons étudier pour les marchés visés

- les nouveaux **capteurs** disponibles pour ces longueurs d'ondes (8-14um),
- leurs **électroniques** de proximité,
- les différentes **optiques**,
- **traitement** des données.

Les études permettront la mise en œuvre de **briques technologiques**

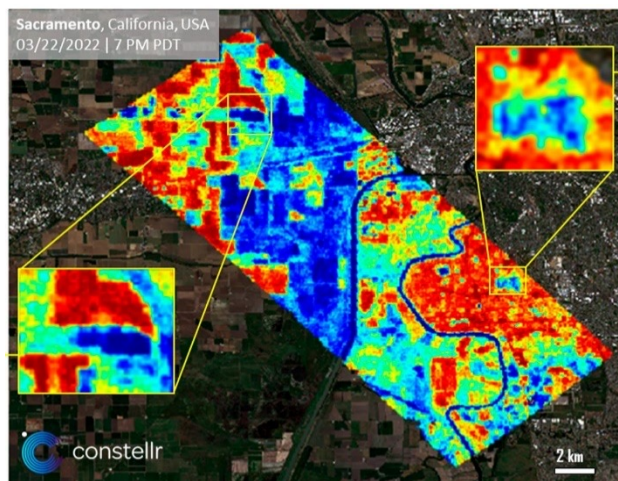
Le projet vise également la mise en œuvre de ces différents modules dans **deux solutions complètes**, validées en environnement représentatif, pouvant être présentées sur le marché

- L'une pour l'**Observation de la Terre**
- L'autre pour le **Service en Orbite** (Docking, Détection de débris ...)

- Opérateur de constellation.
- Une caméra testée et validée sur l'ISS.
- Des produits **d'imagerie thermique** et hyper-spectrale.
- Une constellation en développement.

Rôle Dans le Projet
Etude et définition des **exigences technico-scientifique** de l'imagerie thermique infrarouge pour **le marché de l'observation de la terre.**

Contribution à la définition technique de l'interface de données et logiciel.

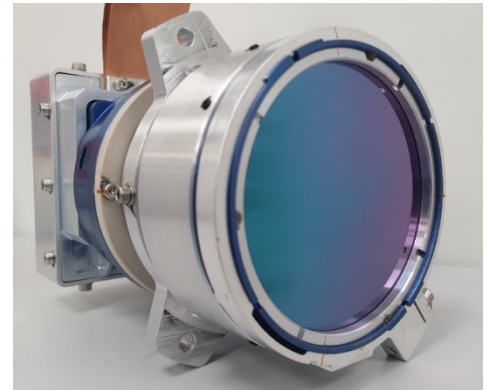


Lambda-X offre à ses clients un **service d'accompagnement et d'aide à l'innovation** pour la réalisation et la fabrication **d'instrumentation optique** dans plusieurs secteurs d'activité dont celui de **l'Espace**.

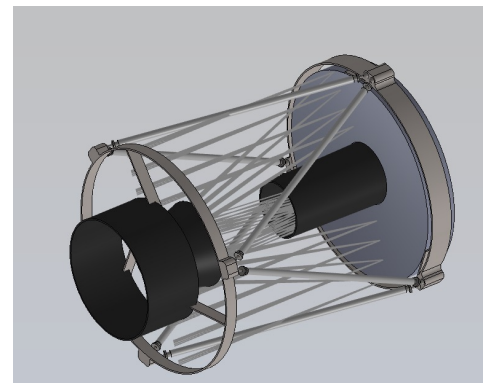


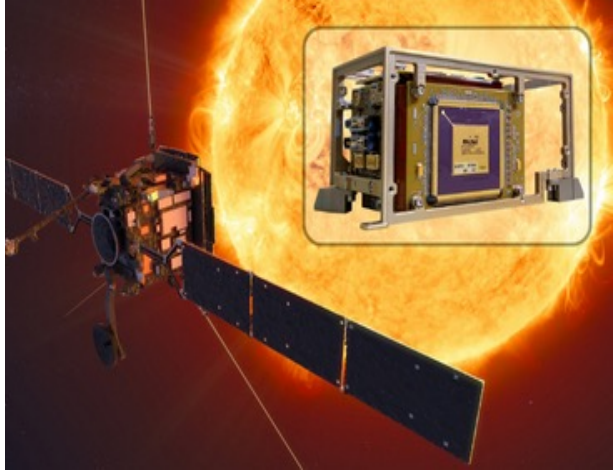
La **contribution de Lambda-X au projet** concerne l'étude et la validation de **solutions optiques en imagerie infrarouge**, permettant de répondre aux besoins du marché:

- Résolution au sol, champ de vue, qualité image, résolution thermique
- Encombrement, masse embarquée
- Fiabilité en environnement spatial
- Optimisation du temps de développement
- Coût récurrent de production pour les futures constellations



Les capacités de Lambda-X se basent sur une large expertise optique, une importante flexibilité et agilité, une forte expérience en spatial et une approche orientée client.

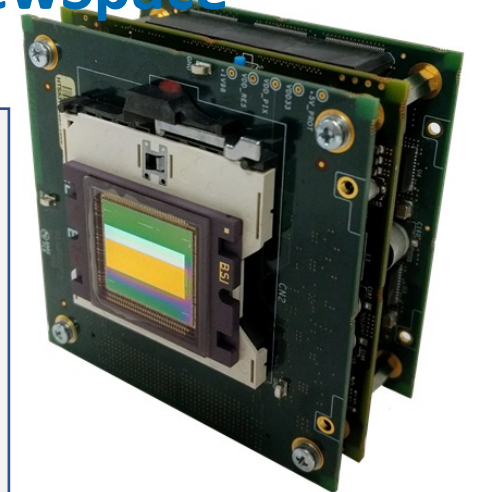




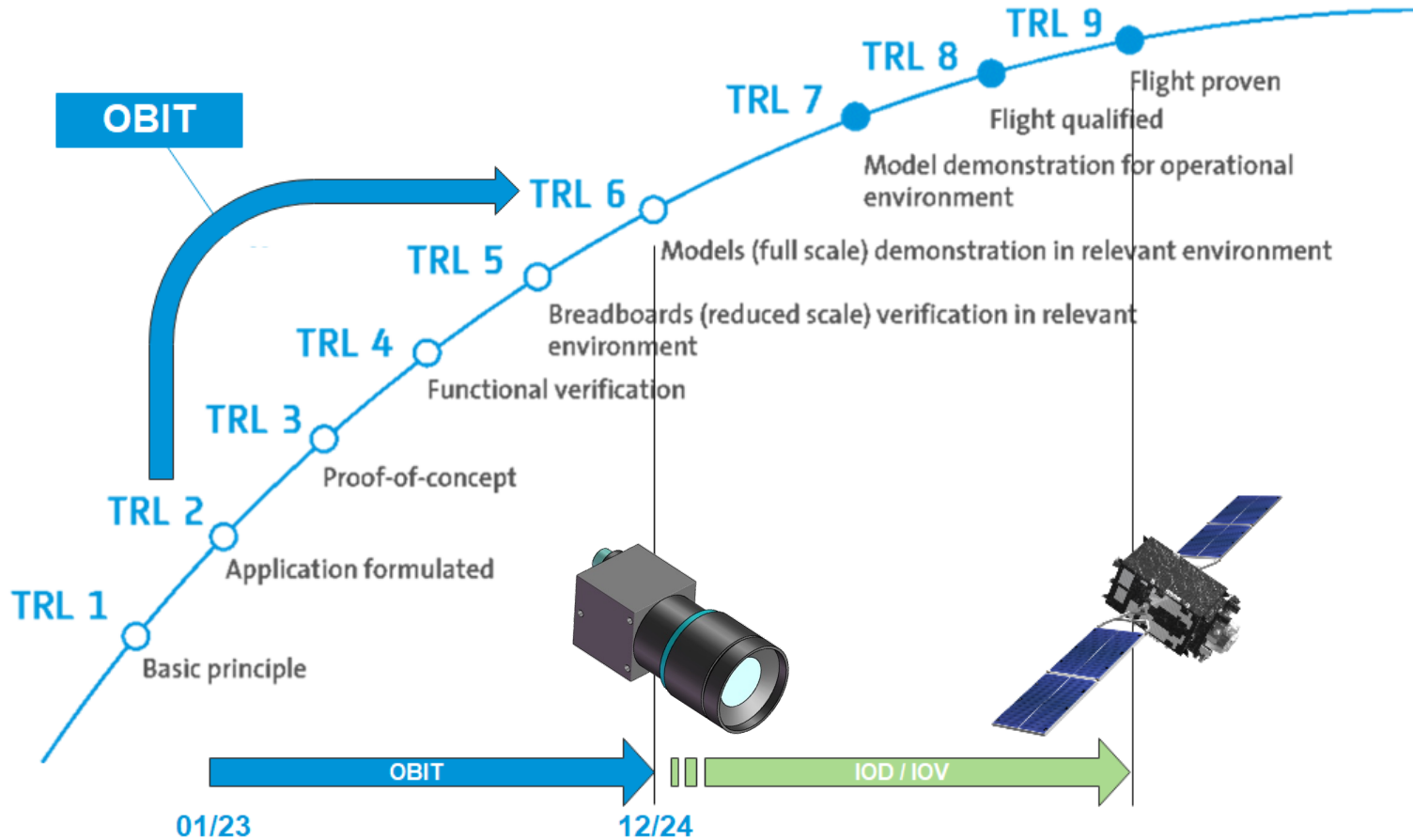
DELTATEC est une société d'engineering électronique spécialisée dans les **technologies vidéo** (acquisition, traitement, transmission, stockage...) depuis plusieurs décennies pour les marchés de la vision industrielle, du broadcast, du médical et du spatial

Fort de ses expériences sur ces différents marchés, **DELTATEC** se positionne idéalement sur le marché du **NewSpace**

Coordinateur du projet, **DELTATEC** sera responsable de **l'étude des capteurs**, de la conception et la validation de leurs **électroniques de lecture** et du **traitement embarqué** dans la camera.



PLANNING ET OBJECTIFS





WALLONIA 4 SPACE

EDUCATION | RESEARCH | INDUSTRY | HUMAN SPACEFLIGHT

PANSOL

ALIX DE BEUSSCHER – AEROSPACELAB – SPACE

EURO
SPACE
CENTER



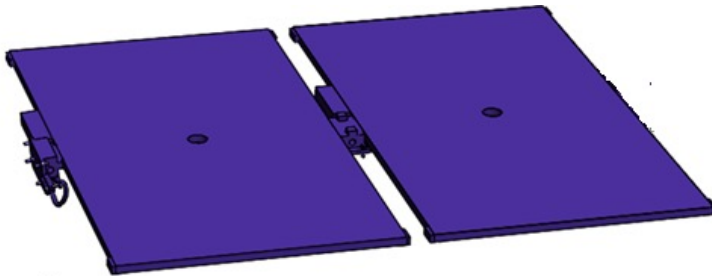
Skywin 
Aerospace cluster of Wallonia

PANSOL Project

🎯 Design of **double solar panels** for microsattellites





+ An automated **assembly process** in series

- ✓ Cost-effective and automated production
- ✓ Based on COTS (Commercial Off-The-Shelf) photovoltaic cells
- ✓ Meet the needs of the "Earth Observation" sector
- ✓ To bring new critical industrial space know-how to Wallonia






Strategic goals for Wallonia

-  Become a **world leader** in the manufacture of solar panels
-  **Diversify** the Walloon offer in terms of COTS in order to **reinforce the anchoring** and the Walloon reputation on the international space scene.
-  The combination of Cilyx, Incize and Aerospacelab expertise to quickly characterize the requirements and thus directly **adapt** the automated manufacturing processes to **meet the market needs**.
-  To address regional social and environmental challenges through the **opening and maintenance of a variety of positions** requiring diverse profiles.



Consortium

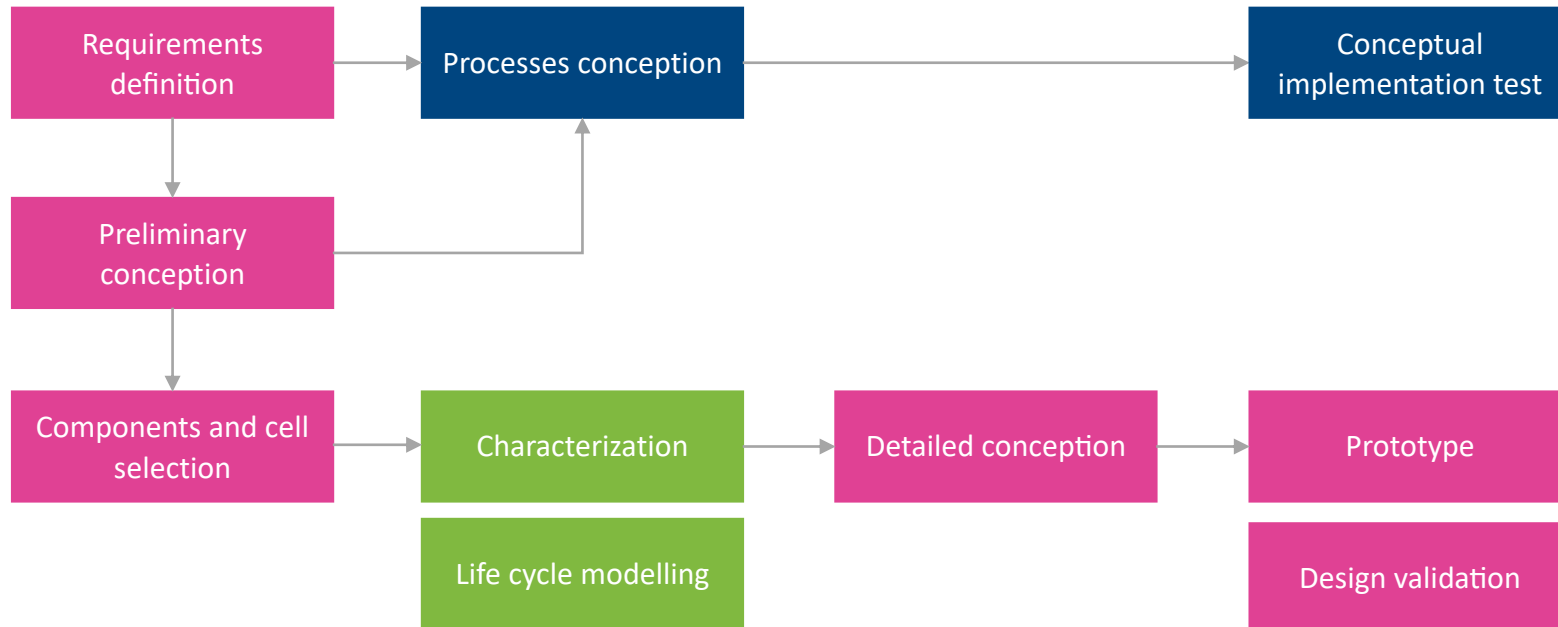
 aerospacelab High-performance dual solar panels for **satellites**

 CILYX Automation of the **manufacturing processes** to industrialize at lower cost

 incize Development of **new characterization services** for photovoltaic panels for space applications
www.incize.com we innovatively characterize

Work logic

Project duration = 24 months



- Project: Pierre Joachim/Louis Dechambre*
- Mechanics: Antoine Delille
- Electronics: Thomas Francois
- Manufacturing: Michael Marichal
- Procurement: Nicolas Van den Berge



- Marianne Renoz
- Christophe Pavageau
- Gilles Scheen



- Alexis Courtejoie
- Gregory Reichling



WALLONIA 4 SPACE

EDUCATION | RESEARCH | INDUSTRY | HUMAN SPACEFLIGHT

LES NOUVELLES INITIATIVES INDUSTRIELLES ET SCIENTIFIQUES

OBSERVATION DE LA TERRE (initiatives scientifiques)

- Marc Georges – Uliège
- Aude Simar – UCLouvain
- Christophe Craeye – UCLouvain
- Bernard Tychon – ULiège

**EURO
SPACE
CENTER**



WALLONIE ESPACE

Skywin 
Aerospace cluster of Wallonia

Avec le soutien de



Wallonie

WALLONIA 4 SPACE

EDUCATION | RESEARCH | INDUSTRY | HUMAN SPACEFLIGHT

OBSERVATION DE LA TERRE WIN4SPACE

EURO
SPACE
CENTER



WALLONIE ESPACE

Skywin

Aerospace cluster of Wallonia





DEPUIS L'INSTRUMENTATION JUSQU'AU TRAITEMENT DES DONNÉES...



WALLONIA 4 SPACE

EDUCATION | RESEARCH | INDUSTRY | HUMAN SPACEFLIGHT

WP1 - INSTRUMENTS

MARC GEORGES – ULIÈGE


EURO
SPACE
CENTER

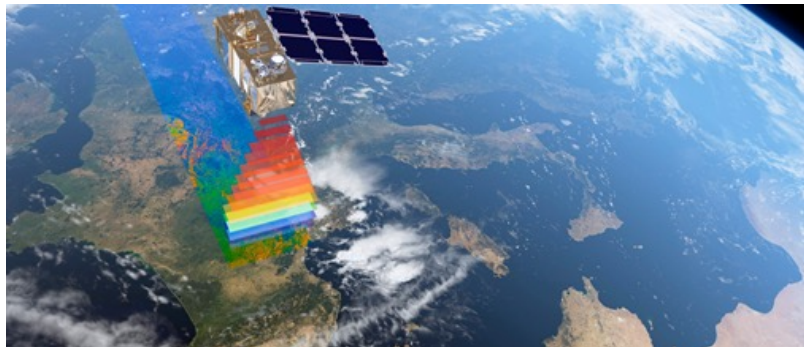



Skywin
Aerospace cluster of Wallonia

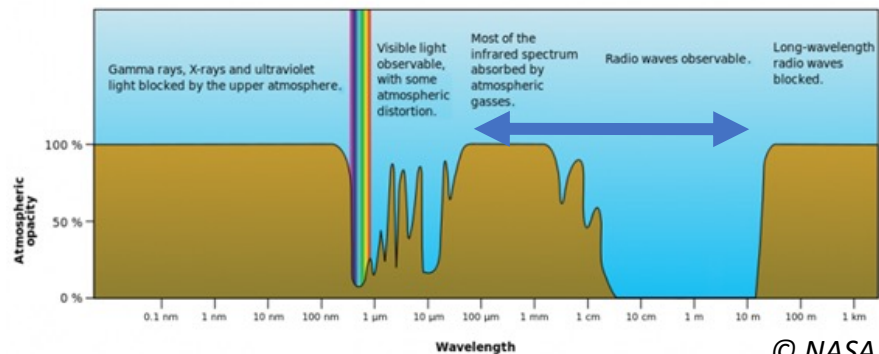


WP1: INSTRUMENTS

- Défi 1.1 → 3 thèses
- Nouvelles modalités d'imagerie et de spectroscopie aux grandes longueurs d'onde
- Hautes résolutions spatiales et spectrales

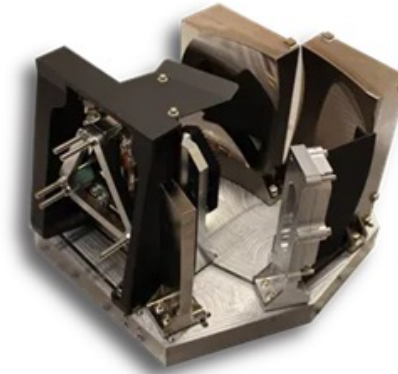


© ESA



© NASA

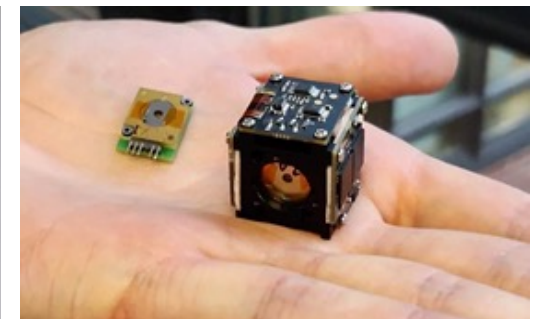
- Défi 1.2 → 3 thèses
- Composants optiques et détecteurs fonctionnalisés et ultralégers



© AMOS



© ESA



© University of Helsinki

WP1: INSTRUMENTS

Thèse 1.1.a

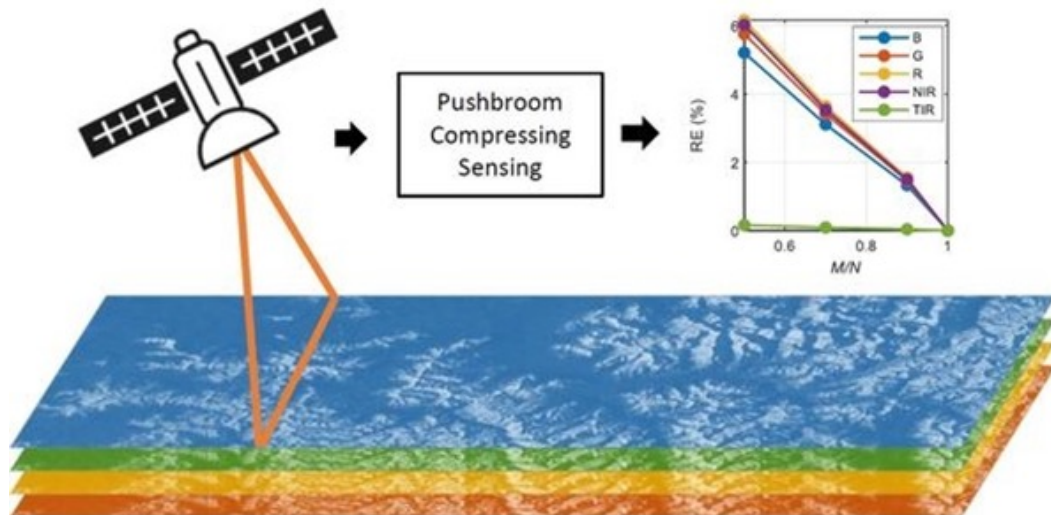
Imagerie infrarouge par compressive sensing

Promoteur: M. Georges

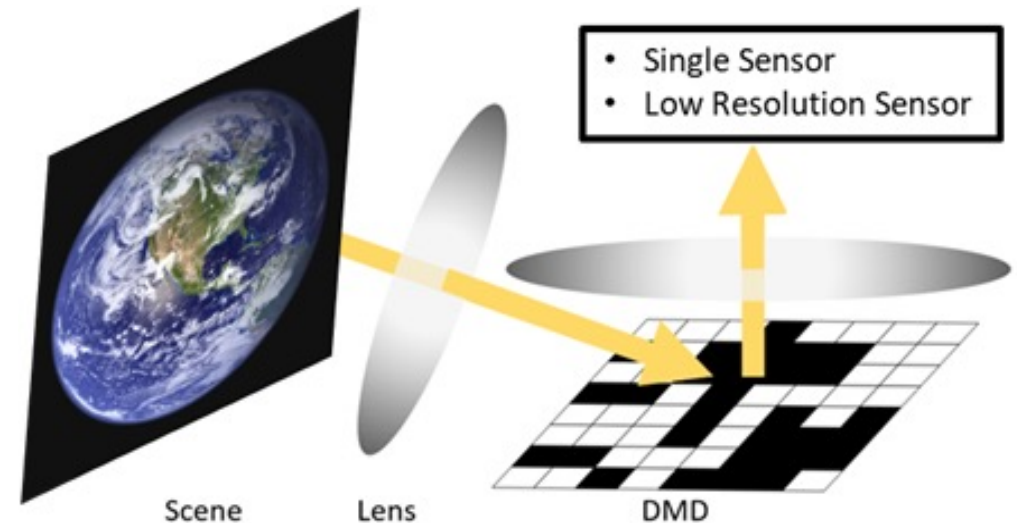
co-promoteur : L. Jacques



- Le compressive sensing permet de reconstruire des images à hautes résolutions sur base de détecteurs à basse résolution
- Intéressant en infrarouge thermique et au-delà



© L. Oggioni et al., Remote Sens. 2022, 14(2), 333



Adapted from © CCDC ARL

WP1: INSTRUMENTS

Thèse 1.1.b

Imagerie GNSS-R synchronisée

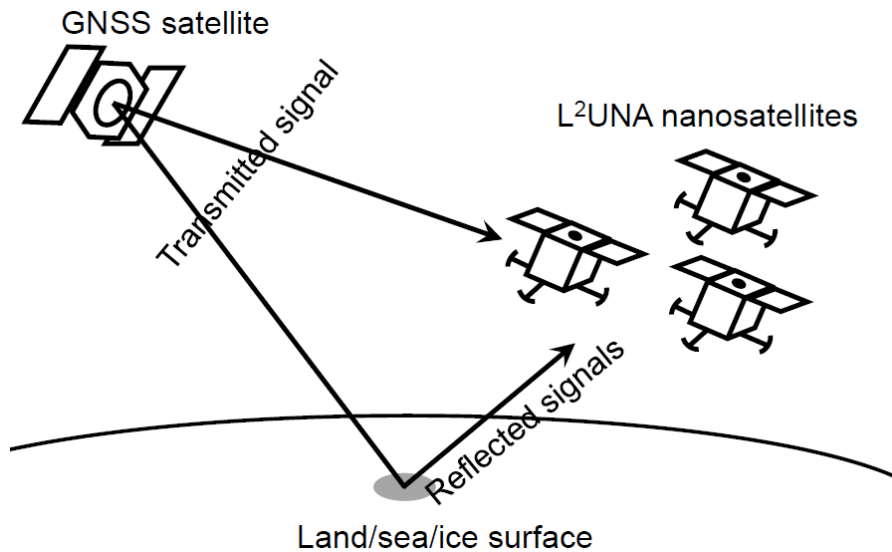
Promoteur: C. Craeye

UCLouvain

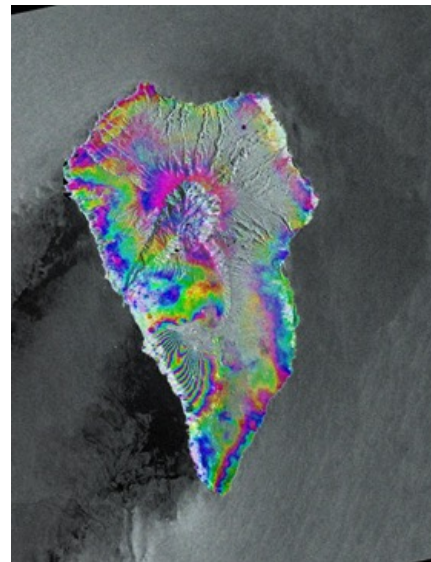
co-promoteur : D. Derauw

LIÈGE université

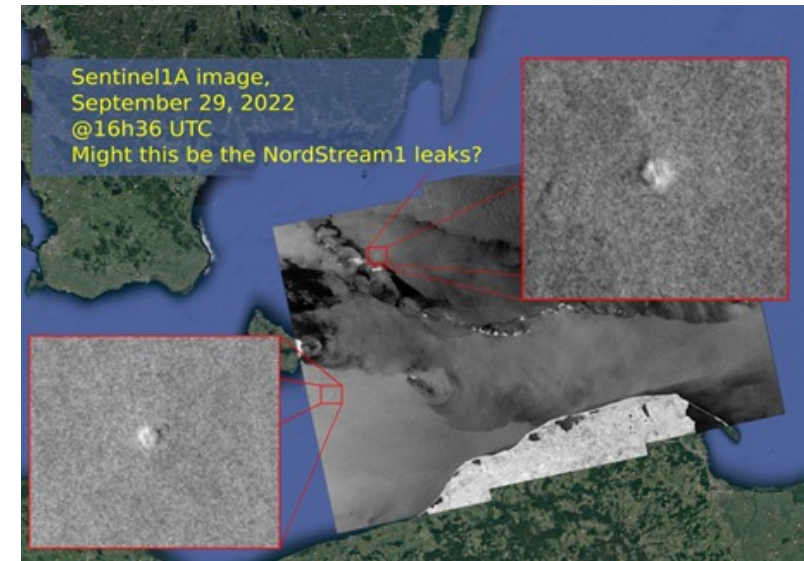
- Synchronisation de plusieurs satellites GPS
- Traitement de type SAR
- La combinaison permettra de faire passer la résolution sol à 1 km au lieu de 10 km actuellement



© C. Craeye, UCLouvain



© D. Derauw, CSL-ULiège



© D. Derauw, CSL-ULiège

WP1: INSTRUMENTS

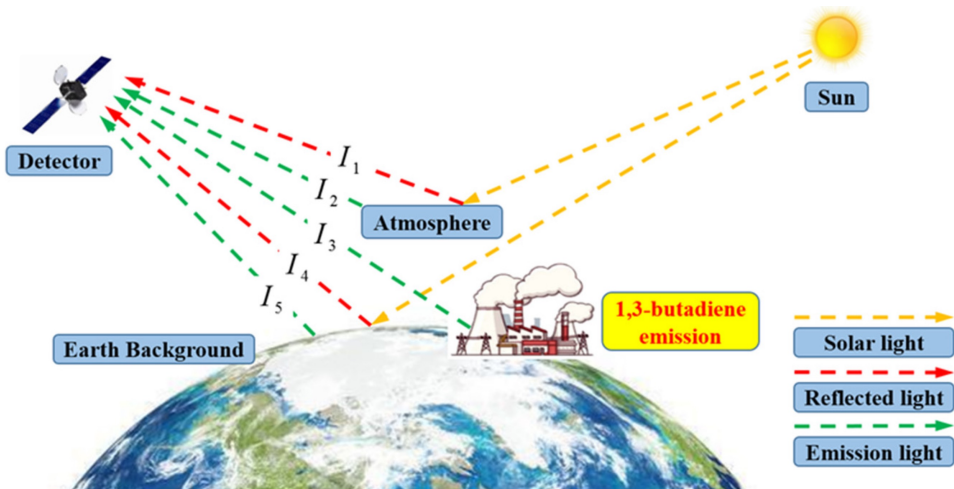
Thèse 1.1.c

Spectromètre micro-ondes pour mesures embarquées

Promoteur: D. Lederer
co-promoteur : M. Georges

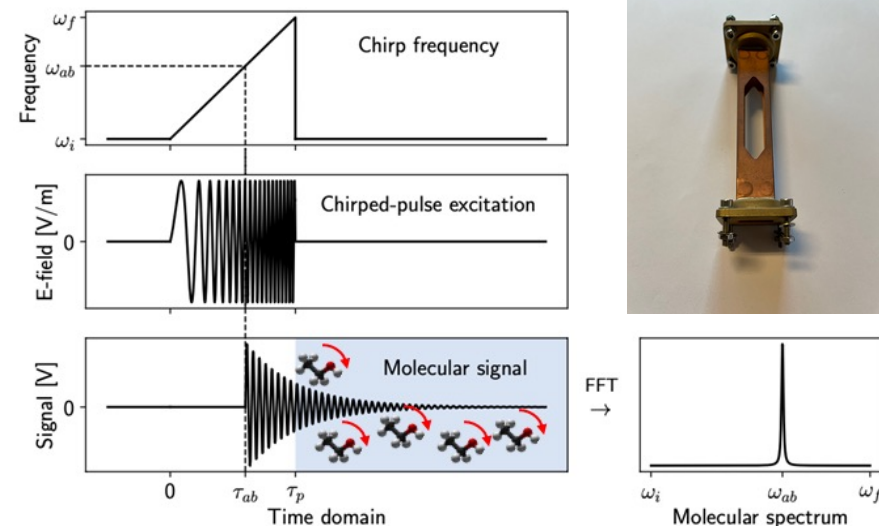


- Un spectromètre compact sera étudié et utilisera une architecture innovante et compacte
- Sera basé sur verrouillage de phase strict et guide d'onde optimisé
- Utilisation dans les sondeurs atmosphériques
- Mesures concentrations espèces chimiques, surveillance fumées, etc...



© J. Bai et al., Remote Sens. 2022, 14(19), 4788

© D. Lederer, UCLouvain



© D. Lederer, UCLouvain



WP1: INSTRUMENTS

Thèse 1.2.a

Détecteur SPAD matriciel pour mesures Doppler

Promoteur: J-M. Redouté
co-promoteur : D. Flandre



- Nouveaux détecteurs SPAD (Single Photon Avalanche Diode)
- Nouveaux détecteurs matriciels, en technologie SOI pour mesures atmosphériques
- Application en LIDAR atmosphérique (avec fonction spectrale fine de type Doppler)

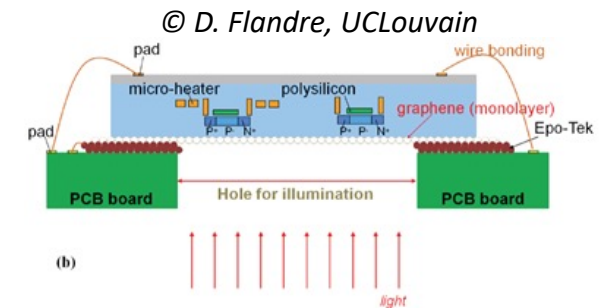


© ESA

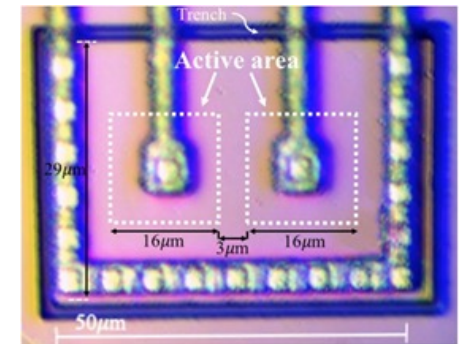
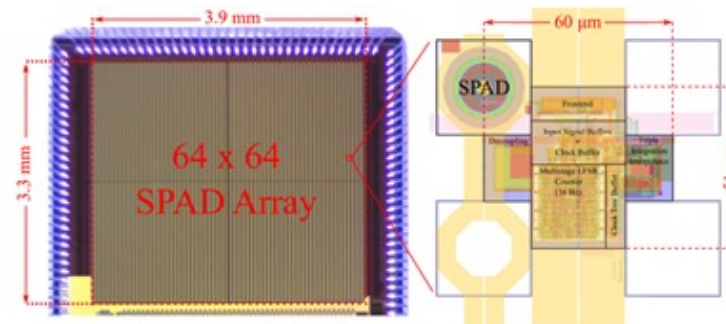
Thèse 1.2.b

Puce SOI de photodiodes et SPADs spatialement fonctionnalisés

Promoteur: D. Flandre
co-promoteur : J-M. Redouté



© J-M. Redouté, ULiège



WP1: INSTRUMENTS

Thèse 1.2.c

Surfaces optiques fonctionnalisées thermiquement

- Composants optiques avec pistes chauffantes déposées par procédés d'e-printing et additive manufacturing
- Eliminer la contamination des surfaces optiques durant le vol afin de récupérer les performances des systèmes optiques

Promoteur: K. Fleury

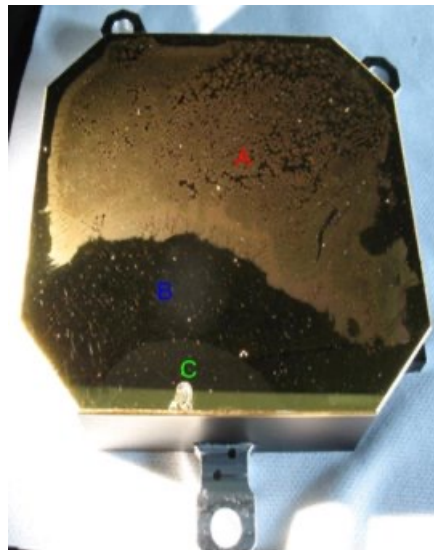
co-promoteur : L. Delannay



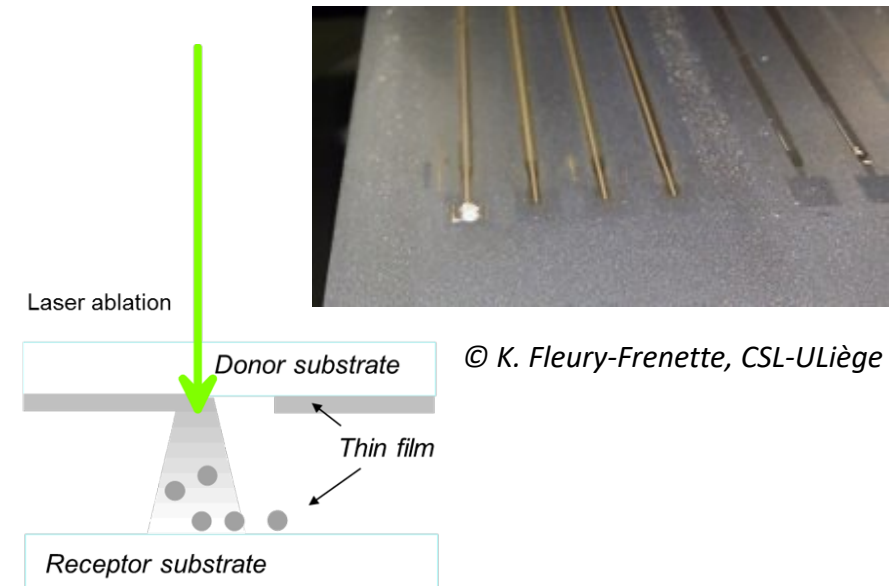
Support CRA



© L.Godart, CEA



© K. Fleury-Frenette, CSL-ULiège



WALLONIA 4 SPACE

EDUCATION | RESEARCH | INDUSTRY | HUMAN SPACEFLIGHT

WP2 - SYSTÈME

AUDE SIMAR – UCLOUVAIN

**EURO
SPACE
CENTER**



WALLONIE ESPACE

Skywin
Aerospace cluster of Wallonia





SYSTÈME

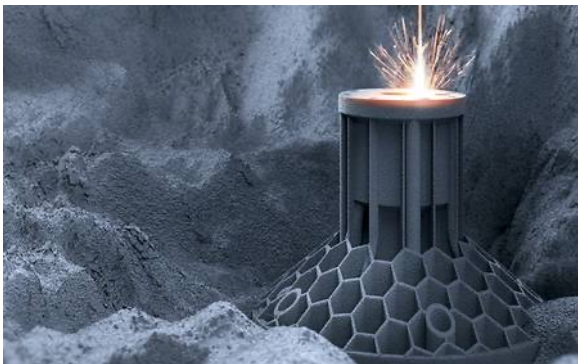
Défis:

- Optimisation des systèmes d'actionnement
- Résistances aux sollicitations extrêmes: fatigue thermique, radiations, vibrations
- Allègement des structures
- Nouveaux systèmes de propulsion

➔ 6 thèses: ULB, UCLouvain, ULiège
+ centre de recherches: CENAERO et Sirris

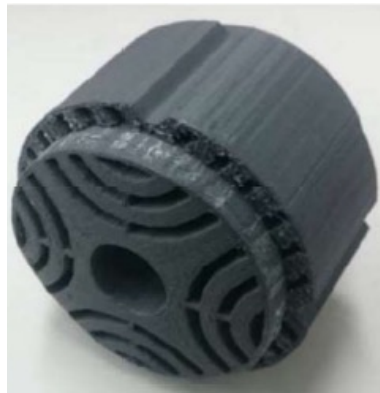
2.1. OPTIMISATION DES SYSTÈMES D'ACTIONNEMENT

- Exploiter le potentiel de la combinaison
 - Des techniques de fabrication additive (LPBF)

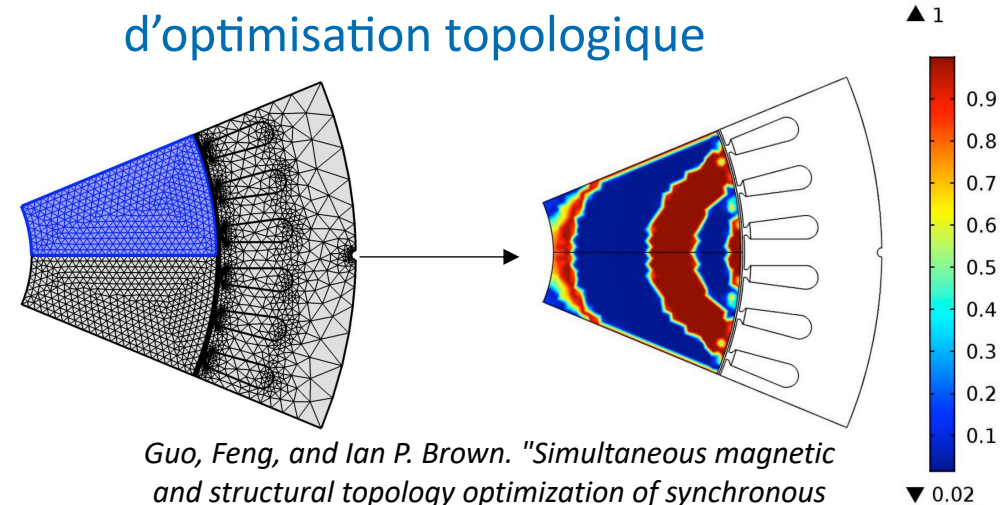


www.theadditivemanufacturing.com

Pour concevoir et fabriquer des systèmes d'actionnement à hautes performances



- Des méthodes d'optimisation topologique



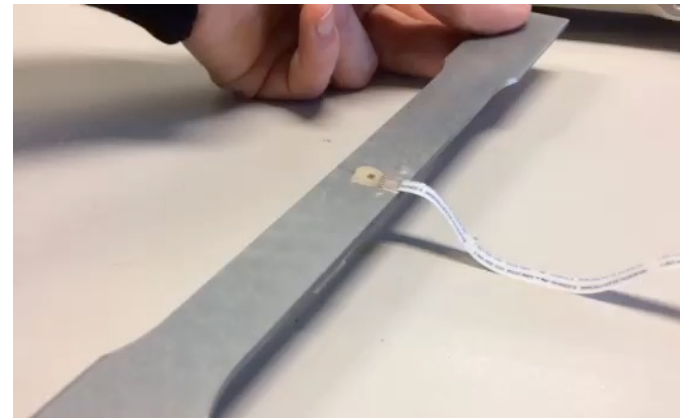
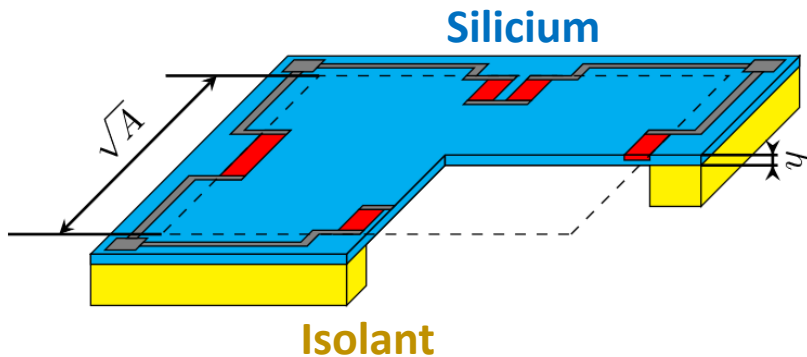
Guo, Feng, and Ian P. Brown. "Simultaneous magnetic and structural topology optimization of synchronous reluctance machine rotors." *IEEE Trans. Mag.* (2020).

Zhang, Zhi-Yong, et al. "Characteristic comparison of transversally laminated anisotropic synchronous reluctance motor fabrication based on 2D lamination and 3D printing." *ICEMS.* (2015).

2.2. RESISTANCE AUX SOLLICITATIONS EXTRÊMES

Lab-on-chip = Puce ultra-mince en technologie ‘Silicium sur isolant’ (SOI)

- Regroupant des capteurs physiques d’intérêt pour le monitoring des structures de microsattelites (température, flux de chaleur, déformations...)
- e.g. gestion thermique (ULB) ou contrôle de vibrations (ULiège)
- Miniature et résistant aux environnements sévères (larges gammes de température et radiations)



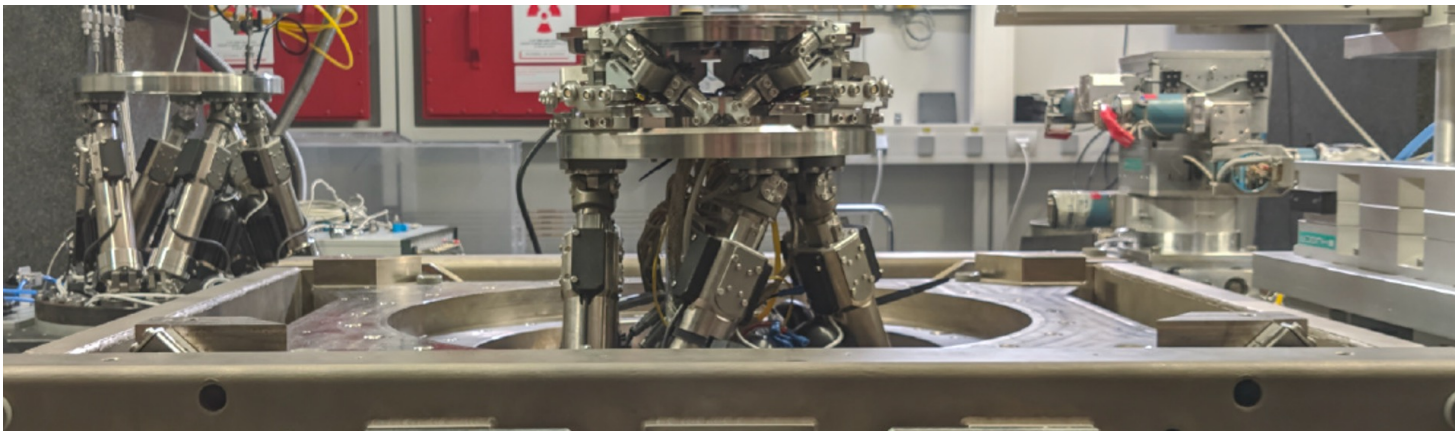
Jauges de contraintes, diodes, transistors

Puce de Si de qq mm de largeur et qq μm d’épaisseur montée sur une lame métallique pour la mesure de contraintes

2.2. RESISTANCE AUX SOLLICITATIONS EXTRÊMES

Amortissement électronique des vibrations

- Développement d'un amortisseur de vibration intelligent (qui s'adapte en temps réel) et hybride (qui combine les lois de contrôle passives ou semi-actives et complètement actives)
- valorisation: amortissement des vibrations des structures spatiales avec des applications au spectre assez large : télescope et équipements spatiaux

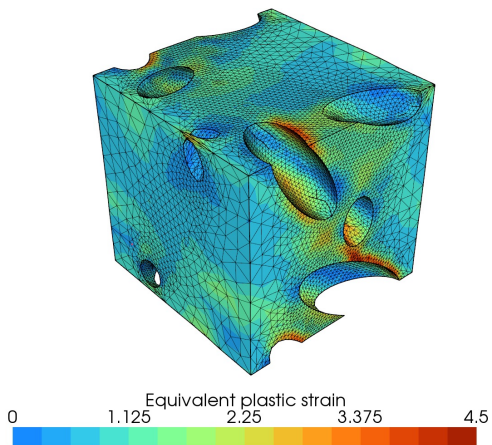


2.3. ALLÈGEMENT DES STRUCTURES

Optimisation des microstructures LPBF des alliages d'aluminium

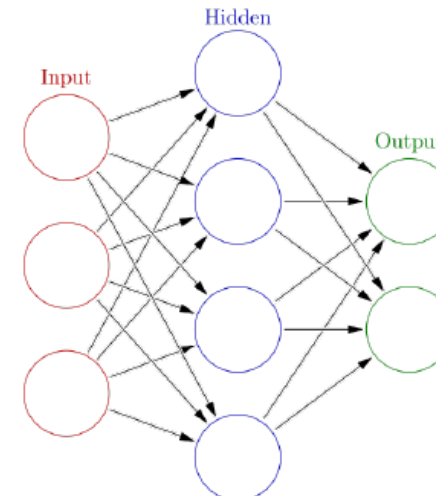
Objectif: obtenir une microstructure des alliages d'aluminium idéale tenant compte des contraintes thermomécaniques en service.

Niveau microscopique:



Calculs éléments finis tenant compte de la microstructure pour nourrir AI

Comportement macroscopique:



Homogénéisation via intelligence artificielle et deep-learning nourris par calculs microscopiques



Promoteurs :
Pierre Duysinx (ULiège)

Co-promoteurs:
Ludovic Noels
Jean-Philippe Ponthot (ULiège)

2.3. ALLÈGEMENT DES STRUCTURES

Composites produits par impression 3D:

Objectif: développer une nouvelle approche d'optimisation topologique adaptée aux structures composites à fibres longues fabriquées par impression 3D et de l'appliquer à la conception de structures aérospatiales fortement allégées.

Démarche: Optimisation topologique incluant

- contraintes technologiques liées au placement des fibres
- propriétés fortement non isotropes du matériau
- attention aux contraintes locales liées à la résistance du matériau ainsi qu'au flambage et à la stabilité des composantes.

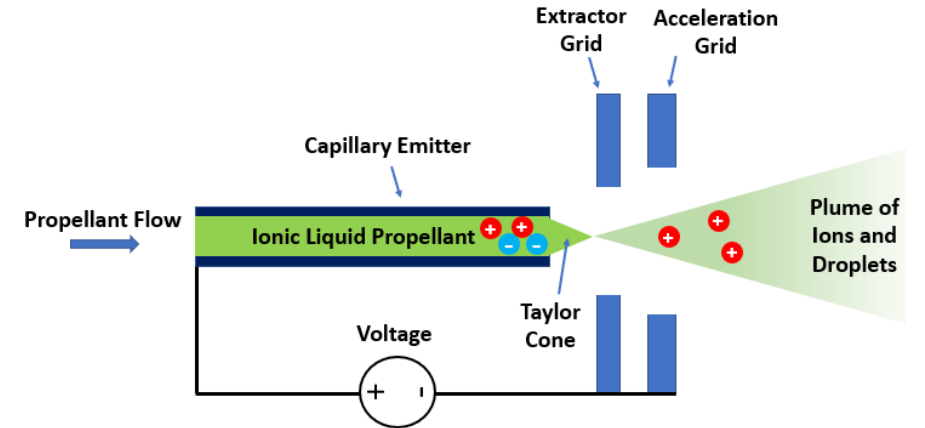
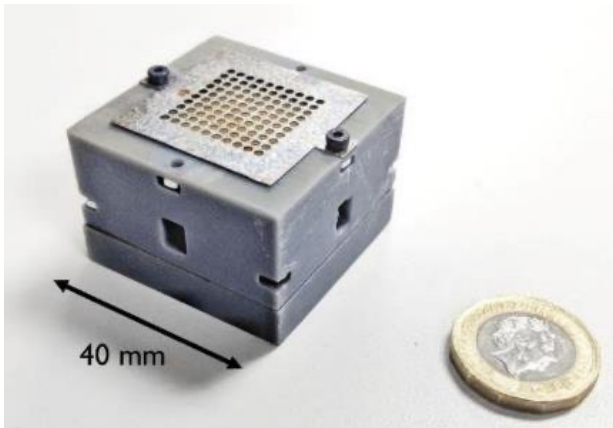


2.4. NOUVEAUX SYSTÈMES DE PROPULSION

Propulsion par electrospray colloïdal

Systèmes de propulsion spatiale électrique pour nano satellites et CubeSat

- **Objectif:** Étude de l'instabilité du cône de Taylor et optimisation de la durée de vie de l'électrospray



Advantages:

- Configuration compacte et miniature
- Précision de poussée élevée (~10 μ N)
- Léger et économique
- Modulable

Limitations:

- Réduction de la durée de vie de l'appareil en raison de l'impact du jet de particules chargés sur les grilles.

WALLONIA 4 SPACE

EDUCATION | RESEARCH | INDUSTRY | HUMAN SPACEFLIGHT

WP3 - TELECOM

CHRISTOPHE CRAEYE – UCLOUVAIN - ICT

**EURO
SPACE
CENTER**



WALLONIE ESPACE

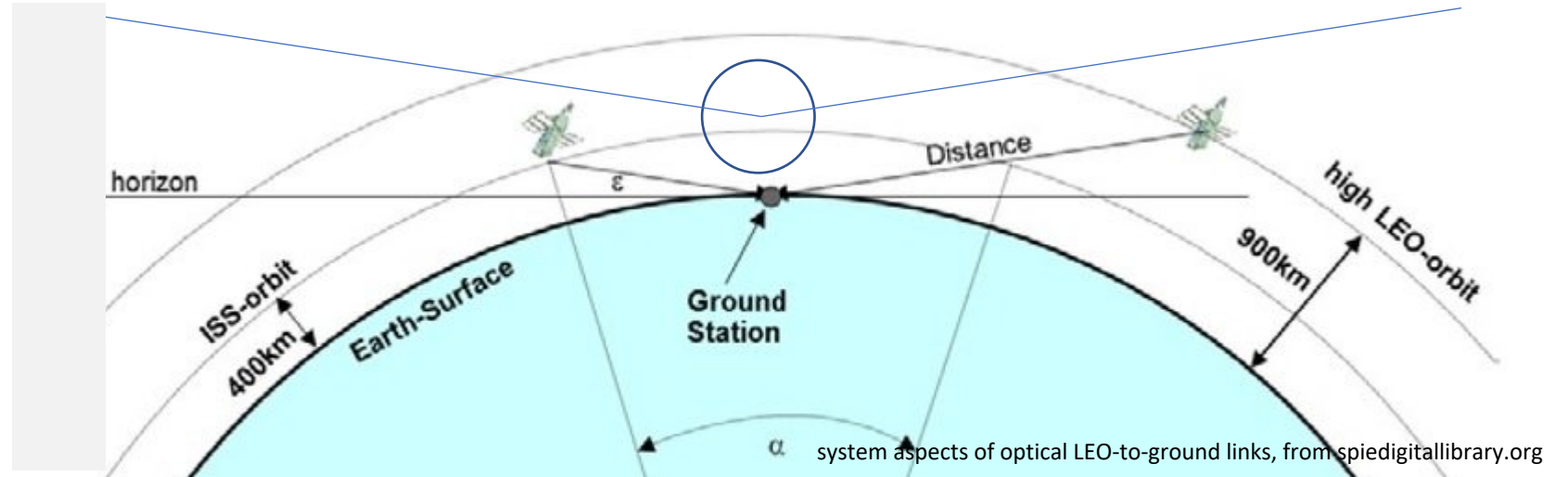
Skywin

Aerospace cluster of Wallonia



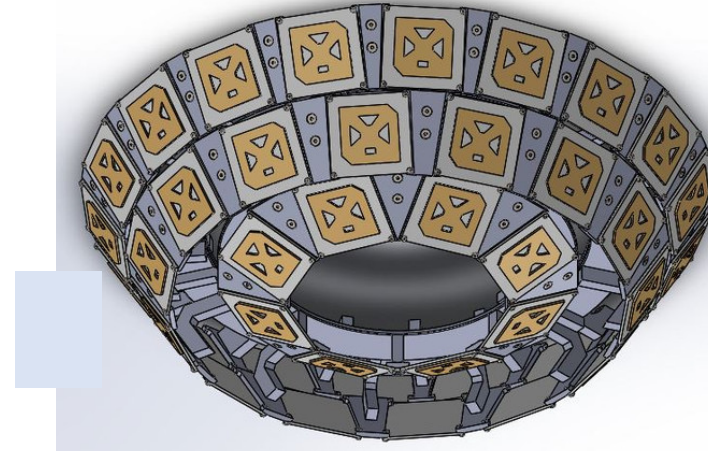
WP3: TELECOM

2 Défis :



- Etendre la **fraction de l'orbite** au cours de laquelle le téléchargement peut avoir lieu, pour un lien opérant aux fréquences millimétriques (bande Ka), via des réseaux **multi-antennes** reconfigurables et via un lien **optique**
- Utiliser des techniques d'optique adaptative et de distribution de **clés quantiques** pour un lien opérant de manière robuste et à très large bande en **infrarouge** proche (ULiège, UCLouvain et Multitel)

WP3 – THÈSE 1



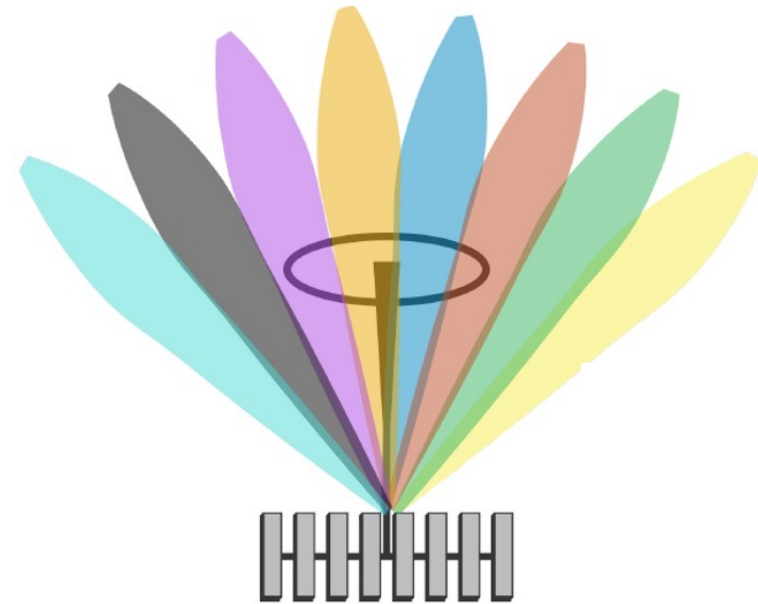
Antennes en réseaux non-planaires pour communications en bande millimétrique **C. Craeye (UCLouvain)** et **P. De Doncker (ULB)**

Offrir sur le satellite une bonne **aire effective** vers la station au sol et vice-versa, lorsque le satellite est à l'horizon.

WP3 – THÈSE 2

Traitement de signal pour architectures hybrides analogiques-numériques / **F. Quitin (ULB)** et **D. Lederer (UCLouvain)**

Permettre une communication optimale entre le satellite et la station au sol et **une détection accélérée** des satellites dans le ciel.



Emil Björnson, Connectivity technology blog

WP3 – THÈSE 3

Turbulence atmosphérique et réception du signal par optique adaptative / **C. Oestges (UCLouvain)** et O. Absil (ULiège)

Optimiser la commande en temps réel du système d'optique adaptative par des prédictions de la **turbulence** alimentées par des modèles météorologiques numériques et des mesures in-situ.





WP3 – THÈSE 4

Sécurisation des communications et photons intriqués / **S. Habraken (ULiège)** et Y. Hernandez (Multitel)

Rendre robustes à l'environnement spatial les différents composants nécessaires aux transmissions de **clés quantiques** dans l'IR proche; mieux appréhender les problèmes liés aux **turbulences** atmosphériques via des modèles (cf. thèse 3) et via des longueurs d'onde **IR** mieux adaptées



WALLONIA 4 SPACE

EDUCATION | RESEARCH | INDUSTRY | HUMAN SPACEFLIGHT

WP4 - DONNÉES

BERNARD TYCHON – ULIÈGE – UR SPHERES


EURO
SPACE
CENTER




Skywin
Aerospace cluster of Wallonia

WP4 : VALORISATION DES DONNÉES DU SPATIAL

Choix de l'Agriculture (44% du territoire wallon; 38% à l'échelle mondiale soit 4,9 milliards d'hectares)

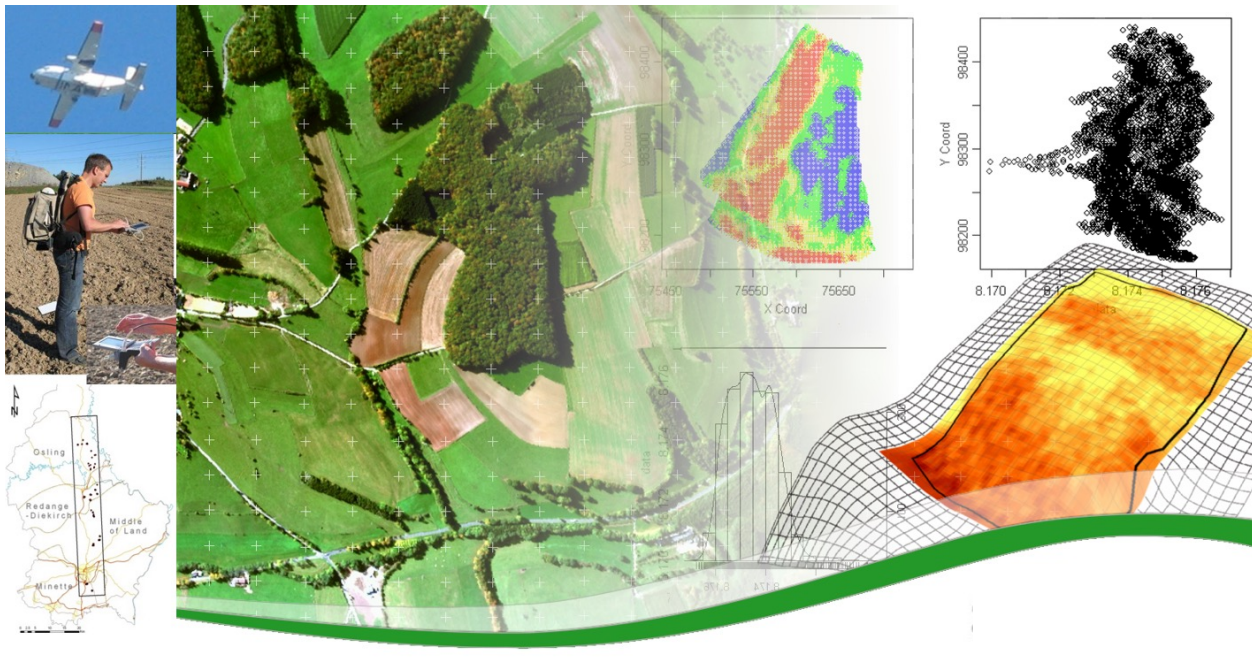


<https://greenwashingeconomy.com/eliminer-agriculture-industrielle-question-de-survie/>

<http://nourrir-manger.com/2015/05/01/soutenir-lagriculture-familiale/>

2 DÉFIS

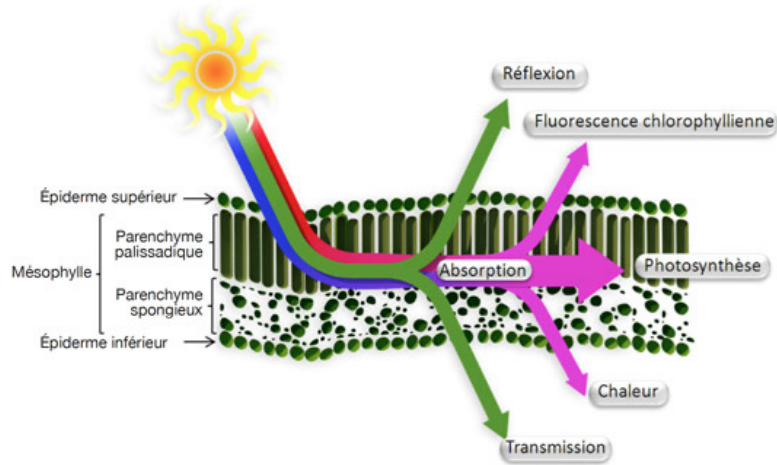
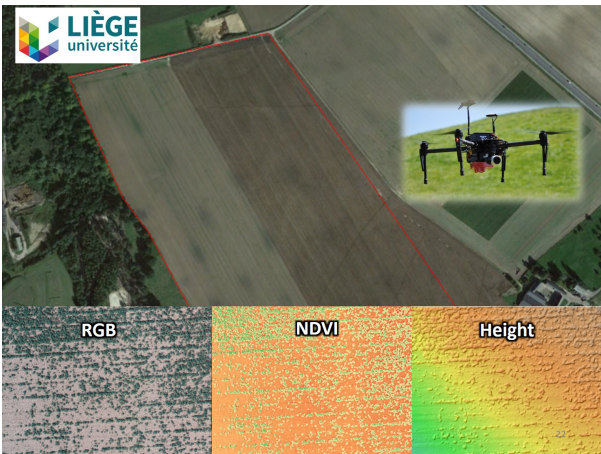
- Pour une agriculture plus productive et plus verte (ULiège et UCLouvain)
- Sur la contribution de l'agriculture dans les émissions de gaz à effet de serre (GES) et de polluants de l'air (UCLouvain, ULB et ULiège)



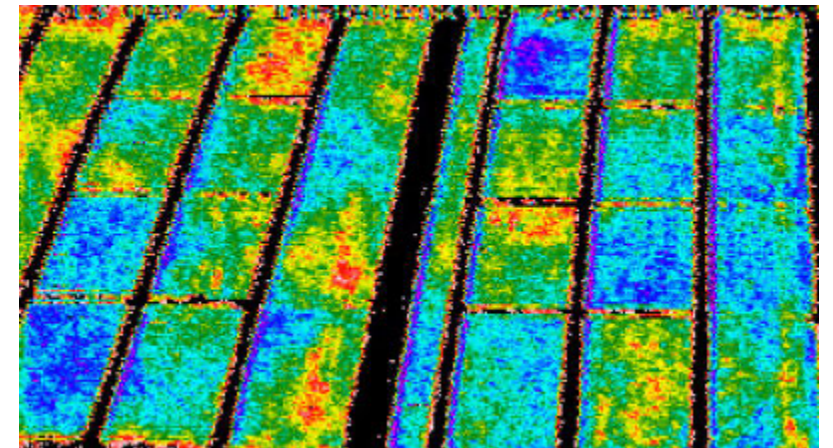
Contribution
des smallsats

AGRICULTURE PLUS PRODUCTIVE ET PLUS VERTE : 2 THÈSES

- Suivi du stress hydrique de la végétation à partir de la télédétection de la fluorescence chlorophyllienne (F. Jonard et K. VanOost)
- Suivi du stress hydrique des cultures et gestion de l'irrigation (B. Tychon et P. Defourny)



<https://popups.uliege.be/1780-4507/index.php?id=12627>



<https://seos-project.eu/agriculture/agriculture-c00-p02.fr.html>

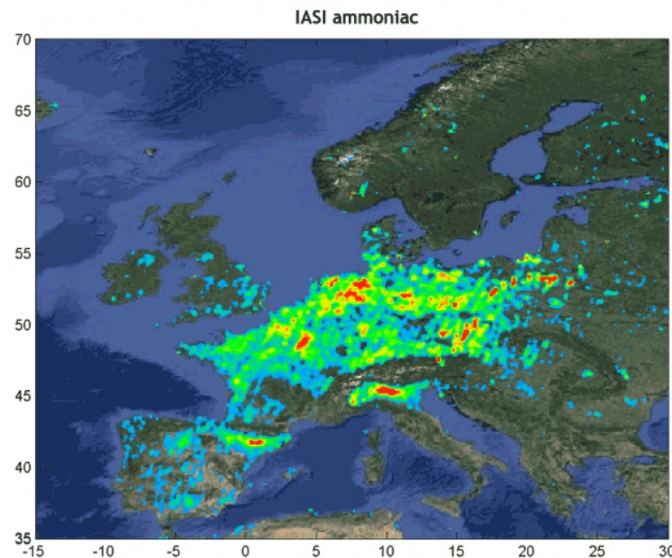
ÉMISSIONS AGRICOLES DE GES ET DE POLLUANTS DE L'AIR : 2 THÈSES

- Impact des pratiques agricoles sur les flux de carbone et le stock de carbone dans les sols (P. Defourny et B. Tychon)
- Evaluation des émissions agricoles d'ammoniac (NH_3) (P. Coheur et AC. Romain)



2022-libre-belgique-transformer-les-pratiques-agricoles-pour-ameliorer-le-stockage-de-carbone.pdf

28-03-2023



<https://www.notre-planete.info/actualites/4255-emissions-ammoniac-pollution-carte>





Participants à ce WP

- Pierre COHEUR Pierre.Coheur@ulb.be
- Pierre DEFOURNY pierre.defourny@uclouvain.be
- Serge HABRAKEN shabraken@uliege.be
- François JONARD Francois.Jonard@uliege.be
- Anne-Claude ROMAIN acromain@uliege.be
- Bernard TYCHON bernard.tychon@uliege.be (coordination)
- Kristof VAN OOST kristof.vanoost@uclouvain.be



WALLONIA 4 SPACE

EDUCATION | RESEARCH | INDUSTRY | HUMAN SPACEFLIGHT

LES NOUVELLES INITIATIVES INDUSTRIELLES ET SCIENTIFIQUES

LANCEURS REUTILISABLES (initiatives industrielles)

- Vincent Ledoux (Safran Aero Boosters)
- Marc Dubois (SABCA)

**EURO
SPACE
CENTER**



Skywin
Aerospace cluster of Wallonia



WALLONIA 4 SPACE

EDUCATION | RESEARCH | INDUSTRY | HUMAN SPACEFLIGHT

PROJET W LAUNCH ACT

ACTIONNEUR LOW-COST INNOVANT
POUR VANNES ÉLECTRIQUES RÉGULÉES
POUR BESOIN NEW SPACE

V.LEDOUX – SAFRAN AERO BOOSTERS - LANCEURS

EURO
SPACE
CENTER

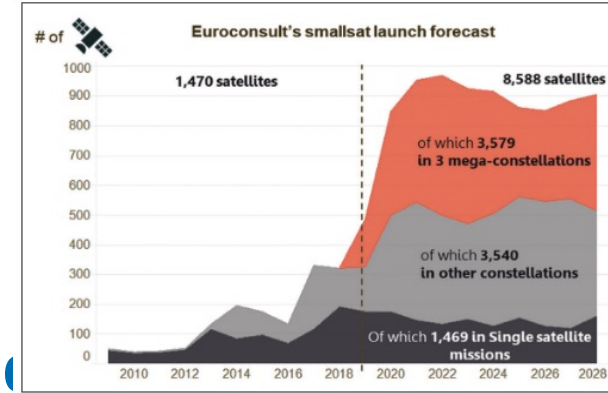


Skywin
Aerospace cluster of Wallonia



PRESENTATION DU PROJET

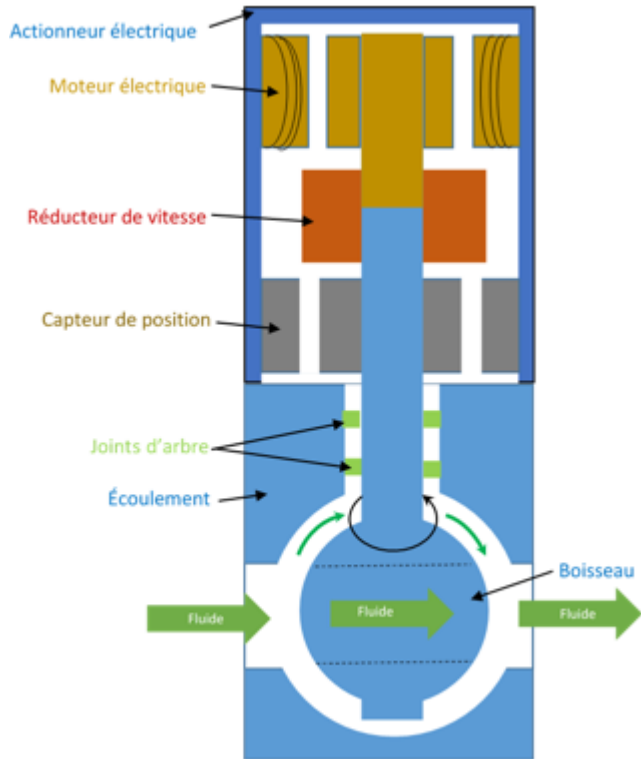
- Le marché des micro-lanceurs est en plein boom
- Demandes multiples pour **vannes de regulation électrique**



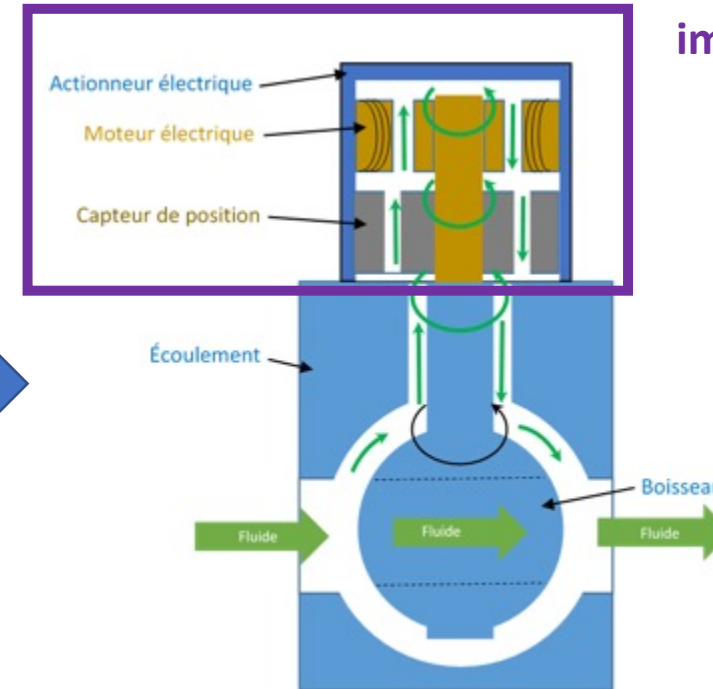
...

- → Nécessité de développer une technologie disruptive et produit unique
 - Réduction du nombre/coût des composants
 - Réduction du temps d'essais

PRESENTATION DU PROJET



TECHNOLOGIE ACTUELLE



ACTIONNEUR IMMERGÉ

Actionneur électrique immergé

- Coût ↓
- Masse ↓
- Fiabilité ↑

CONSORTIUM



Partenaires

S/T



- Spécifications (vannes et banc d'essais) + design actionneur + production de la vanne
- Support design actionneur/modélisation électromagnétique
- Design et production bancs d'essais optimisés + réalisation d'essais
- Modélisation thermique/fluidique/électromagnétique
- Modélisation et essais mécaniques

OBJECTIFS ET PLANNING

- Essais d'un actionneur électrique low-cost sur banc d'essais optimisé en vue de proposer un produit adapté au business model des micro-lanceurs

	2023			2024				2025
	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1
K-off meeting								
Spécification/design								
MRR								
Approvisionnement/montage								
Modélisation								
TRR								
Essais								
PTR								
Recallage modèles								
Close-out								

Avec le soutien de
la



Wallonie

WALLONIA 4 SPACE

EDUCATION | RESEARCH | INDUSTRY | HUMAN SPACEFLIGHT

PROJET : W INT ACT

WALLOON INTEGRATED ACTUATOR

SYSTÈMES D'ACTIONNEMENT INTÉGRÉS ET INTELLIGENTS
POUR LANCEURS RÉUTILISABLES

M. DUBOIS – SABCA TECHNOLOGIES

EURO
SPACE
CENTER



WALLONIE ESPACE

Skywin

Aerospace cluster of Wallonia



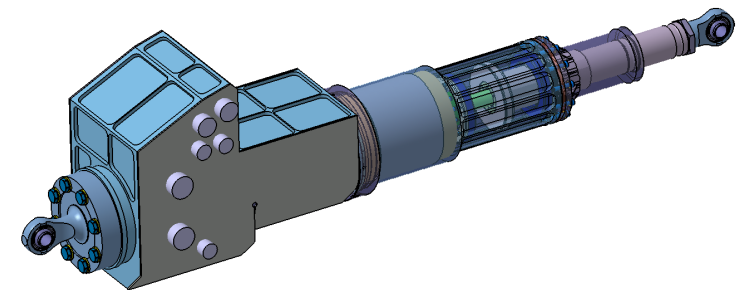
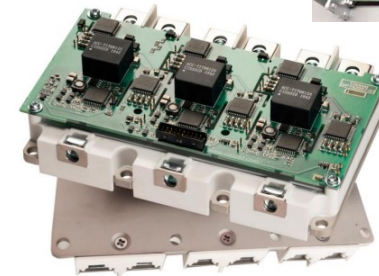
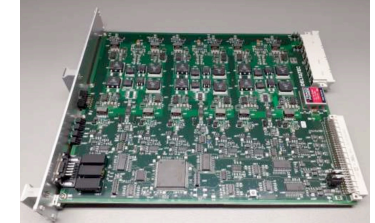
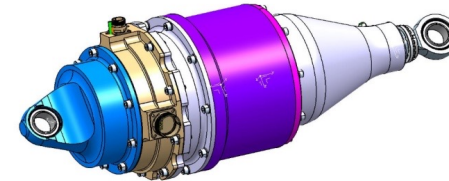
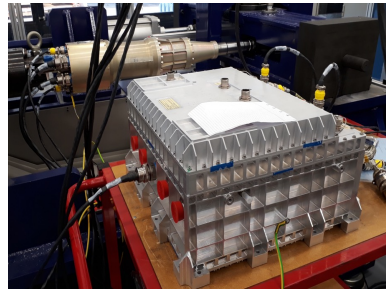
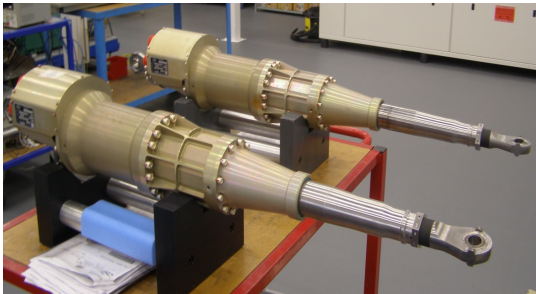


WINTACT : SYSTÈMES D'ACTIONNEMENT INTÉGRÉS ET INTELLIGENTS POUR LANCEURS RÉUTILISABLES

- Systèmes d'actionnement d'orientation de tuyères et d'actionneurs de trajectoire (rentrée atmosphérique)
- Technologie actuelle trop chère et non adaptée aux lanceurs réutilisables et micro-lanceurs
- Architectures et approches disruptives (coûts, technologies, time-to-market) avec des nouvelles fonctionnalités requises (smart, HUMS)



PRESENTATION DU PROJET



**ACTIONNEUR ELECTRONIQUE
INTEGRE (HUMS & BIST)**

TECHNOLOGIE ACTUELLE

WINTACT CONSORTIUM

Partenaires



- Sabca Technologies : Spécifications besoins actionneur de contrôle de poussée et de trajectoire; développement actionneur et fabrication prototype; réalisation essais fonctionnels
- Deltatec : Développement module électronique de contrôle, prototype et essais
- Cissoïd : Développement module électronique de puissance, prototype et essais
- BeBlue : Banc d'essais et analyse environnement cryogénique
- V2i : Modélisation mécanique et essais de vibration
- GDTech : Modélisations thermique et électromagnétique
- Thales Alenia : Etude de compétitivité sur des architectures d'avionique intégrée



WINTACT OBJECTIFS ET PLANNING

- **Développer et tester un système de contrôle low cost intégrant l'électronique et l'intelligence liées aux fonctionnalités des lanceurs réutilisables et microlanceurs (incluant les aspects modélisation)**
- **Bénéfices : Compétitivité, masse et temps de développement (time-to-market) réduits**
- **Durée : 2 ans**
- **Démarrage : Avril 2023**

LES NOUVELLES INITIATIVES INDUSTRIELLES ET SCIENTIFIQUES

LANCEURS REUTILISABLES (initiatives scientifiques)

- P. SCHROOYEN (CENAERO)
- P. HENDRICK (ULB)

Avec le soutien de
la



Wallonie

WALLONIA 4 SPACE

EDUCATION | RESEARCH | INDUSTRY | HUMAN SPACEFLIGHT

SPACE4RELAUNCH PARTIE WIN4RELAUNCH

P. SCHROOYEN - P. HENDRICK

EURO
SPACE
CENTER



WALLONIE ESPACE

Skywin

Aerospace cluster of Wallonia

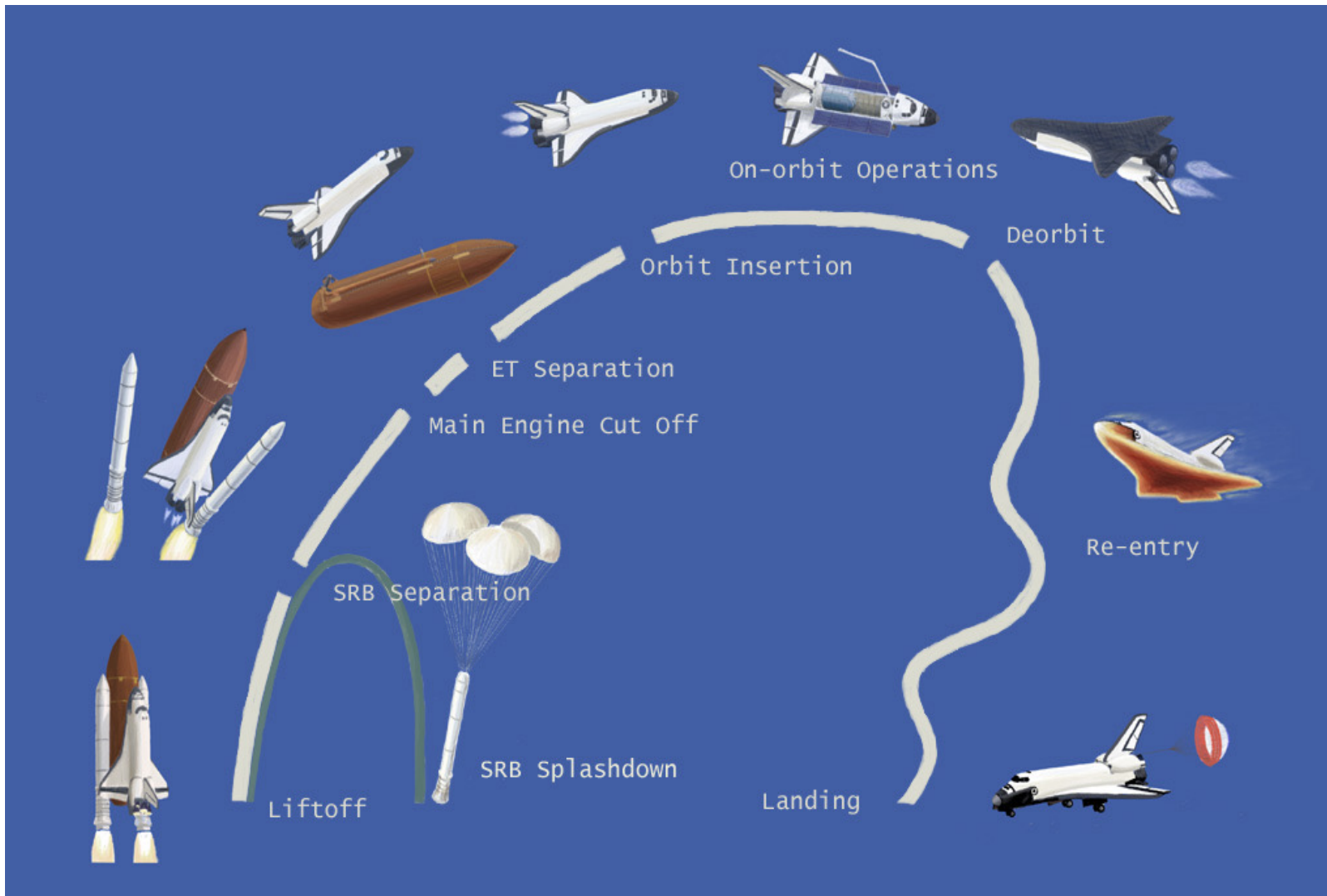


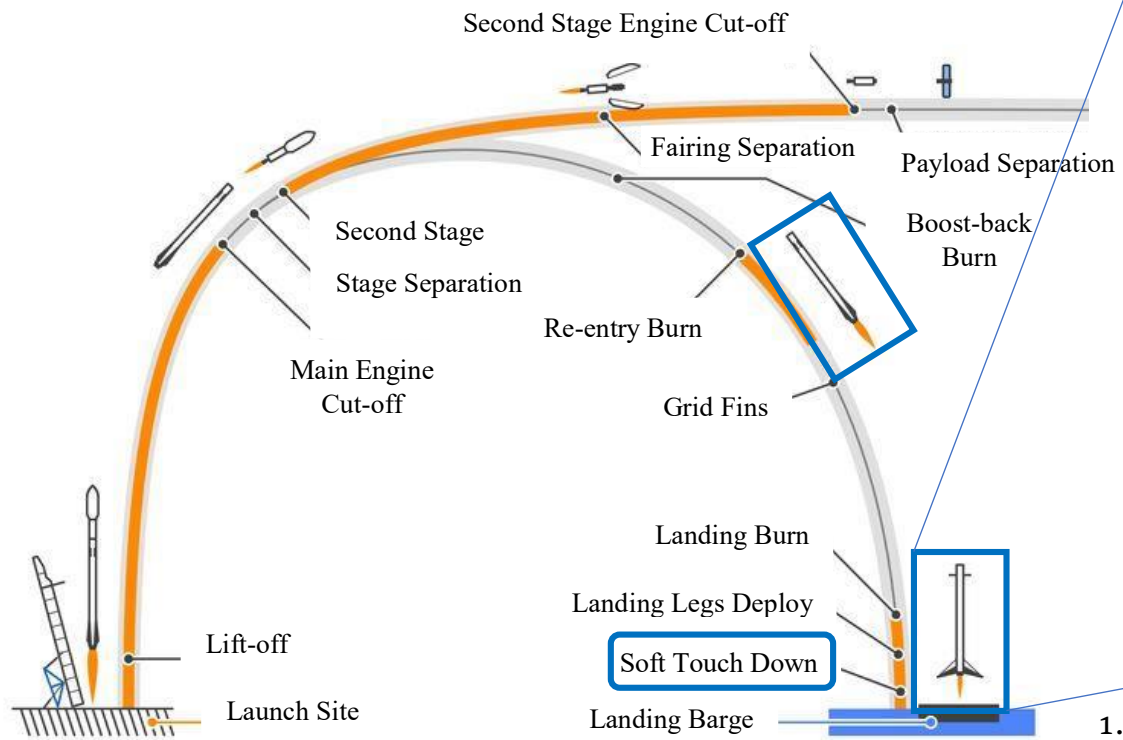
WIN4RELAUNCH

10 THESES DE DOCTORAT

28-03-2023









WP1 – Systems4ReLaunch

- 2 Défis
 - *Reusable Space Launcher Valves* (ULB, UCLouvain, ULiège, Sirris, Cenaero, Multitel)
 - *Reusable Actuation Systems for Launchers* (ULB, ULiège, UCLouvain, Sirris, Cenaero, Multitel)
- Défi 1 - ***Reusable Valves for Launchers*** - 3 thèses de doctorat
 - UCLouvain – A. Simar
Optimisation de pièces structurelles imprimées soumises à haut nombre de cycles mécaniques et thermiques
 - ULiège – A. Mertens
Réparation de pièces complexes en aluminium réalisées par fabrication additive
 - ULB – P. Hendrick
Systemes d'étanchéité "0 fuite" opérant en contact longue durée d'ergols stockables (NTO,MMH,MON,Green Propellant)



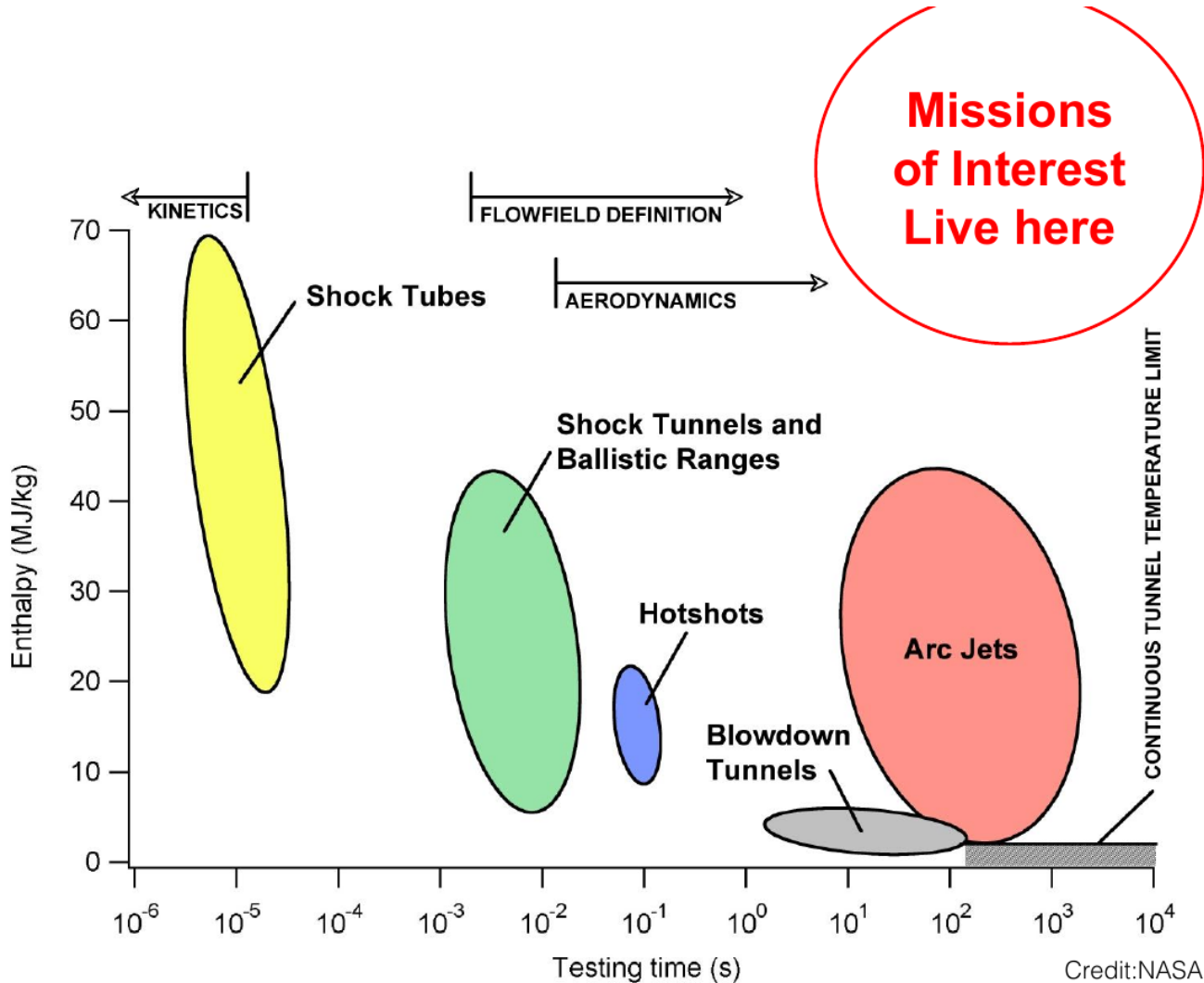
WP1 – Systems4ReLaunch

- 2 Défis
 - *Reusable Space Launcher Valves* (ULB, UCLouvain, ULiège, Sirris, Cenaero, Multitel)
 - *Reusable Actuation Systems for Launchers* (ULB, ULiège, UCLouvain, Sirris, Cenaero, Multitel)
- Défi 2 - *Reusable Actuation Systems for Launchers* - 3 thèses de doctorat
 - ULB – M. Kinnaert
Health Monitoring (HM) pour EMA réutilisables pour lanceurs spatiaux
 - UCLouvain – B. Dehez
Nouvelles topologies d'actionneurs électromécaniques, machines électriques synchro-réductantes assistées par aimants permanents à base de ferrites (sans terres rares)
 - ULB – S. Godet
High-throughput development of new magnetic materials for electrical engines: towards multi-component alloys with reduced ecological and geopolitical impacts

WP2 DigitalTwin4 ReLaunch

Hypersonic flight tests scarce and very expensive

Limitations of test facilities



Objectives :

Develop **high-fidelity numerical tools** for

- Aerothermal prediction of aerodynamic control and protection system (Défi 1)
- Trajectory correction using propulsion systems (Défi 2)

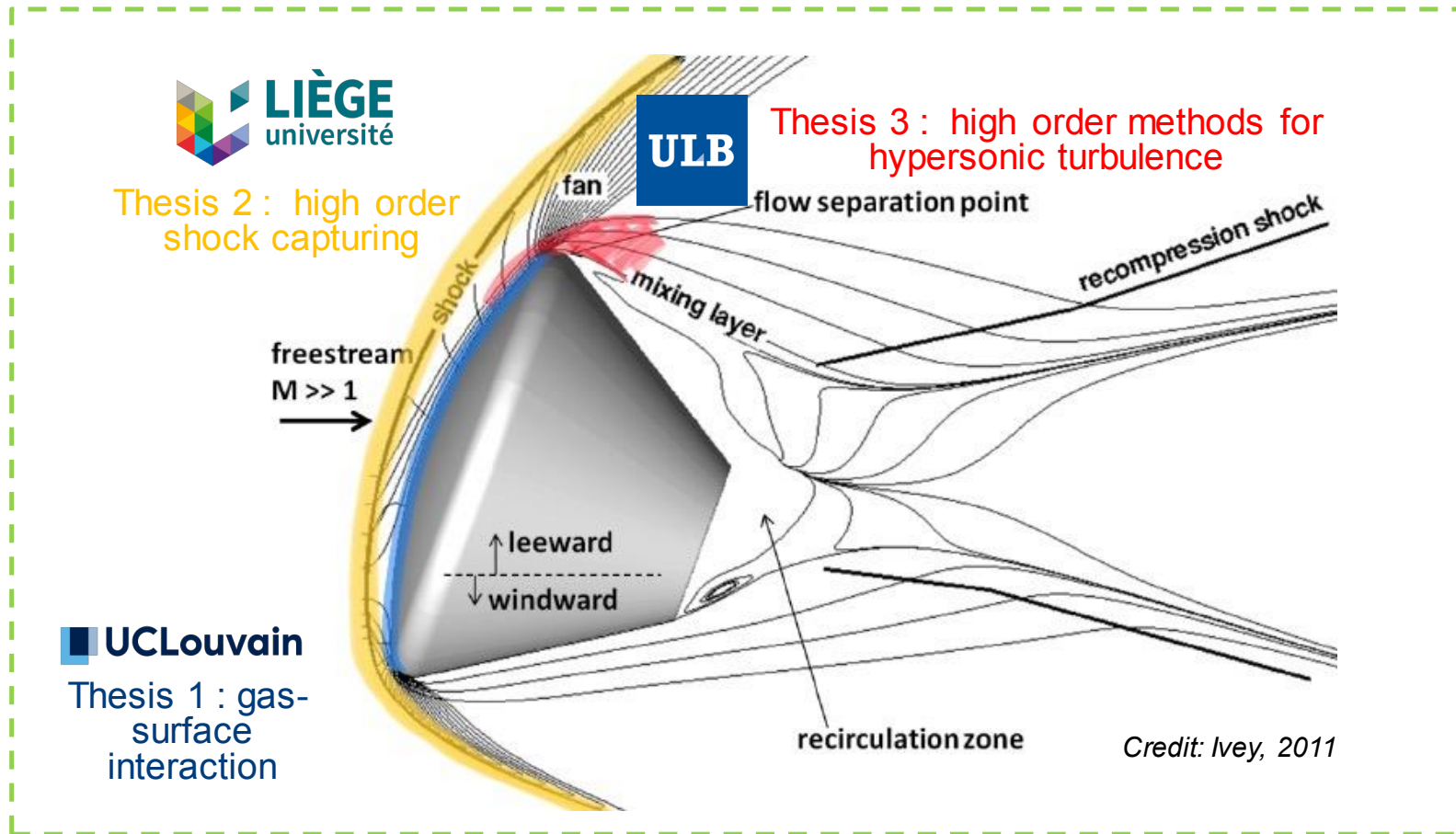


WP2 – DigitalTwin4ReLaunch

- 2 Défis
 - **Development of high fidelity numerical code for aerothermal prediction** (UCLouvain, ULiège, ULB, Cenaero)
 - **Development of numerical tools to simulate thrusters for orbital maneuvers of Nanosats** (ULiège, ULB, Cenaero)
- 4 Thèses de doctorat
 - UCLouvain – Ph. Chatelain (& ULB Th. Magin)
Gas-surface interaction for hypersonic flow (interaction wall-turbulence, immersed numerical methods)
 - ULiège – K. Hillewaert (& UCLouvain Ph. Chatelain)
Numerical capture of strong shock in high order code for hypersonic case (robustness, h-p adaptation, entropic scheme, ...)
 - ULB Th. Magin (& ULiège K. Hillewaert)
Investigation of high-order code for hypersonic turbulent applications (application to simulate the Long Shot facility)
 - ULiège K. Hillewaert (& ULB Th. Magin)
Development of a 3D models for Hall thrusters to understand instabilities and optimize its use/design

WP2 DigitalTwin4 ReLaunch

Cenaero  Development and support and supervision to develop next generation of hypersonic code





WALLONIA 4 SPACE

EDUCATION | RESEARCH | INDUSTRY | HUMAN SPACEFLIGHT

AGENDA (SUITE)

- 16h00 : Les nouveaux défis du secteur spatial
- 17h00 : Cocktail de clôture

**EURO
SPACE
CENTER**



WALLONIE ESPACE

Skywin 
Aerospace cluster of Wallonia



WALLONIA
4 SPACE

EDUCATION | RESEARCH | INDUSTRY | HUMAN SPACEFLIGHT

LES NOUVEAUX DÉFIS
DU SECTEUR SPATIAL

CYBERSÉCURITÉ | DÉFENSE | FORMATION

EURO
SPACE
CENTER



WALLONIE ESPACE

Skywin
Aerospace cluster of Wallonia





WALLONIA 4 SPACE

EDUCATION | RESEARCH | INDUSTRY | HUMAN SPACEFLIGHT

CYBERSÉCURITÉ ET SECTEUR SPATIAL

(AXEL LEGAY – UCLOUVAIN)

VIA TEAMS



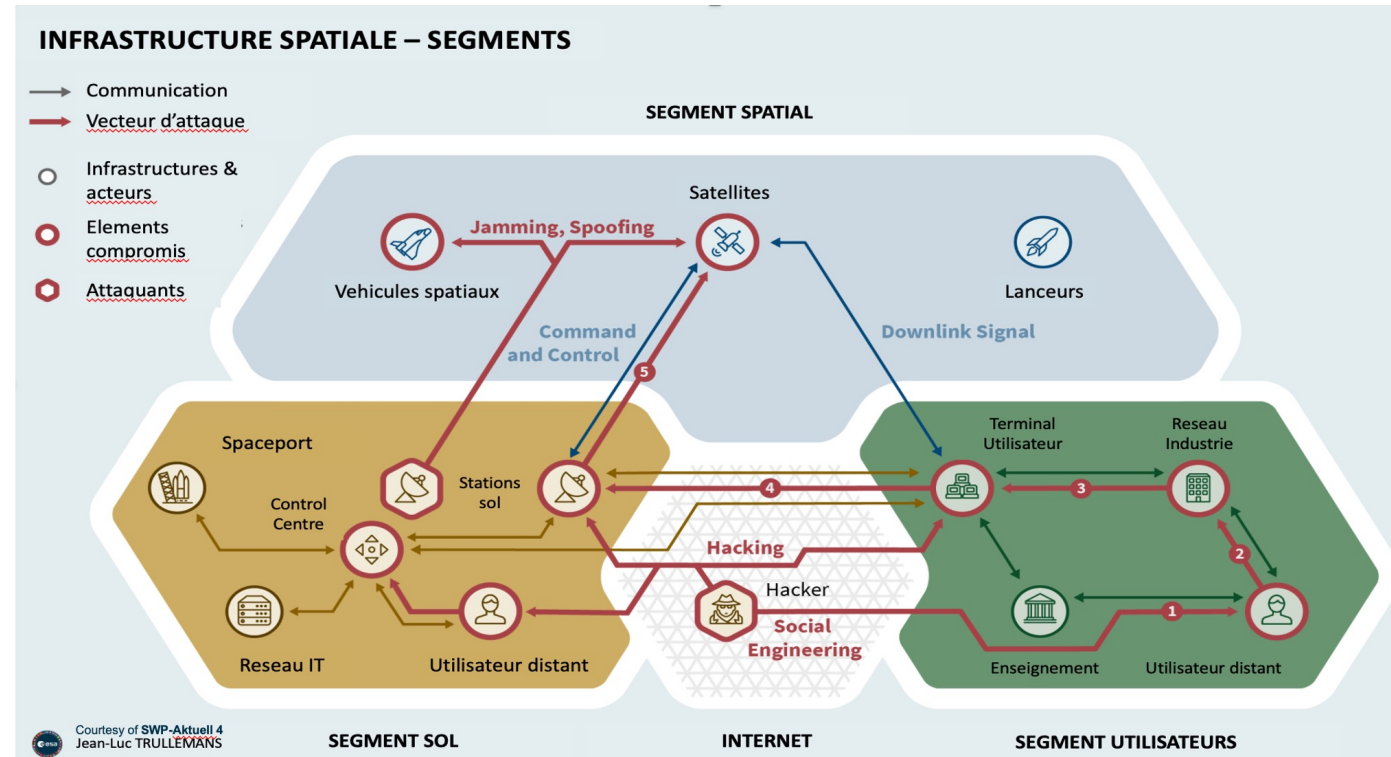
EURO
SPACE
CENTER



WALLONIE ESPACE

Skywin 
Aerospace cluster of Wallonia

SPACE: FROM TEENAGER TO REALITY





SPACE = VITAL ROLE IN MANY AREAS

- Allows communication in times of war
- Localization of airplanes (Malaysia airline)
- Medical communication in isolated and complex areas
- ...

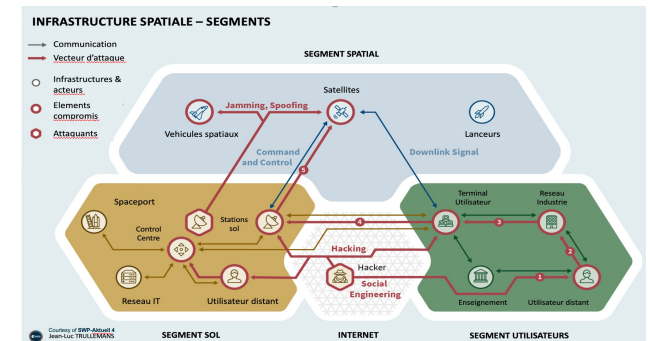




SPACE IS DIFFICULT TO CYBER SECURE

A very connected network with

- public and private actors
- lots of communications of different types
- aging equipment that can't be easily updated (satellite)





EXAMPLES OF CYBER ATTACK ACHIEVEMENTS

- Interruption of internet services, corruption/spy of communications
- Signal loss in air traffic
- Disruption of satellite images (war, agriculture, ...)
- Diversion of lethal weapons (ex: drone type)
- Corruption of AI algorithms, ...





WHAT ARE THE ACTORS/REASONS?

Space Cyber attack were hard to conduct, but situation has changed:

- Increased attack surface (ground/user segments) and access (satellite update)
- many segments with many (private) actors
- Cheap hardware from unreliable countries

Future: hackers could send their own satellite





WHAT CAN WE DO?

Creation of a collaborative line of defense

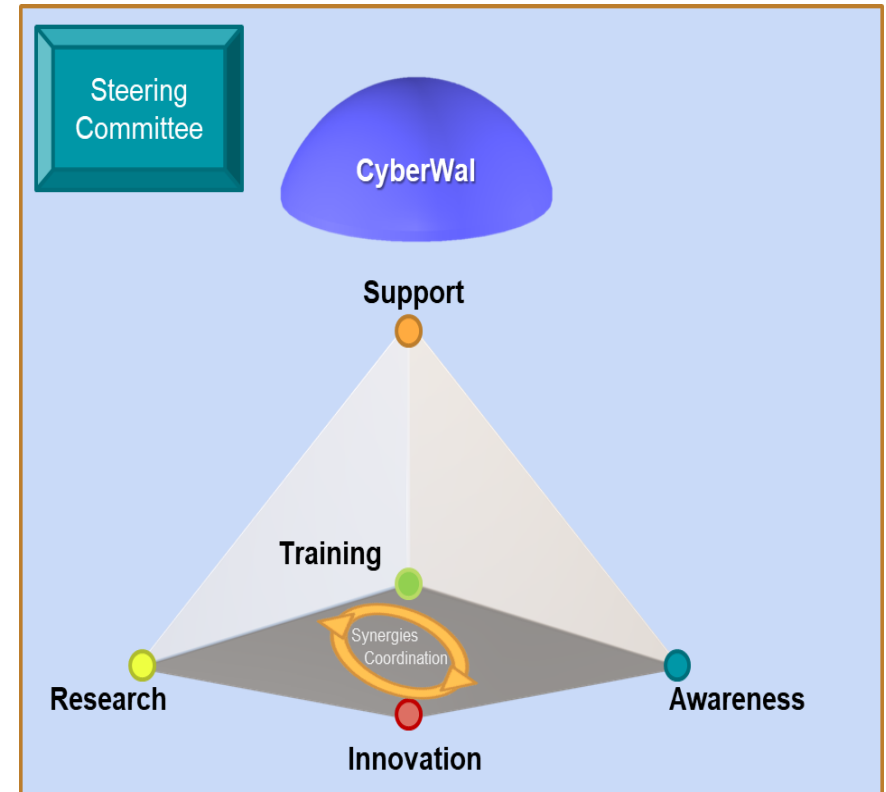
- A clear political line and uniting actors
- Training, research, and innovation projects
- Linking to an international ecosystem (Good to be in Redu)



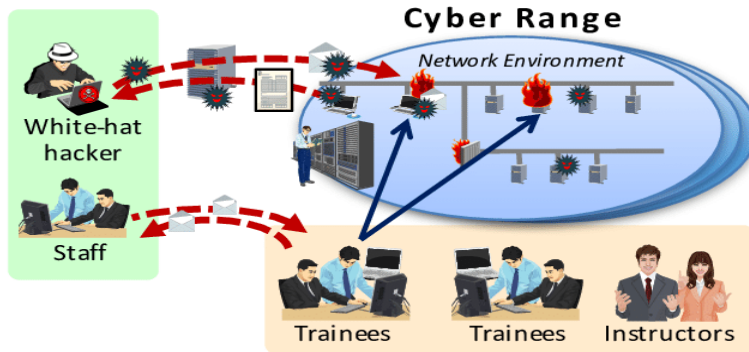


CYBERWAL

- A space where the actors meet to:
 - Respond to challenges of Walloon and Belgian socio-economic actors
 - Position Wallonia in Europe and in the rest of the world.
- More than 100 players,
- Works with Demonstrators and a factory
- A true cybersecurity ecosystem.



CYBERWAL: INTERNATIONAL IMPACT





CONCLUSION

- Space presents many challenges in cybersecurity
- Wallonia is well equipped to answer those challenges
- Potential for high impact at international level
- Open to partnership.

The logo for Wallonia 4 Space features the word "WALLONIA" in large white capital letters, with "4 SPACE" below it in blue. Above the "4" are four blue dots arranged in a 2x2 grid. The background of the slide is a dark space scene with a planet and an astronaut.

WALLONIA 4 SPACE

EDUCATION | RESEARCH | INDUSTRY | HUMAN SPACEFLIGHT

ESA SECURITY OVERVIEW

JEAN-LUC TRULLEMANS – ESA – H/ESEC

**EURO
SPACE
CENTER**



Skywin
Aerospace cluster of Wallonia

MEASURING SPACE ECONOMY

Europe and Space

JOBS

230 000

UPSTREAM REVENUES (35% OF GLOBAL MARKET)

€9 Billion

DOWNSTREAM REVENUES (25% OF GLOBAL MARKET)

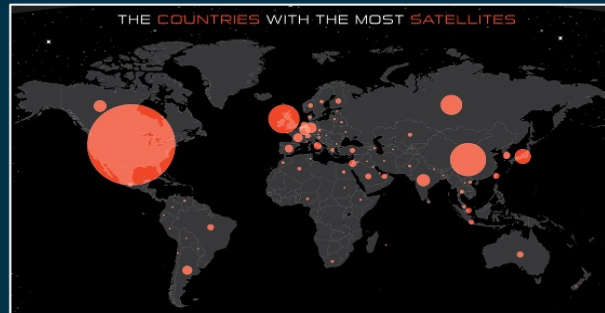
€70 Billion

22 ESA Member States

27 EU Member States

Source: [ESA DG Josef Aschbacher - Agenda 2025](#)

STRONG GROWTH OF LAUNCHES & SATELLITES DEPLOYED



- By 2020, 114 launches carried around **1300 satellites to space**
- By 2022, 186 launches carried around **2500 satellites to space**

Source: [Center for Astrophysics Harvard 01/2023](#)

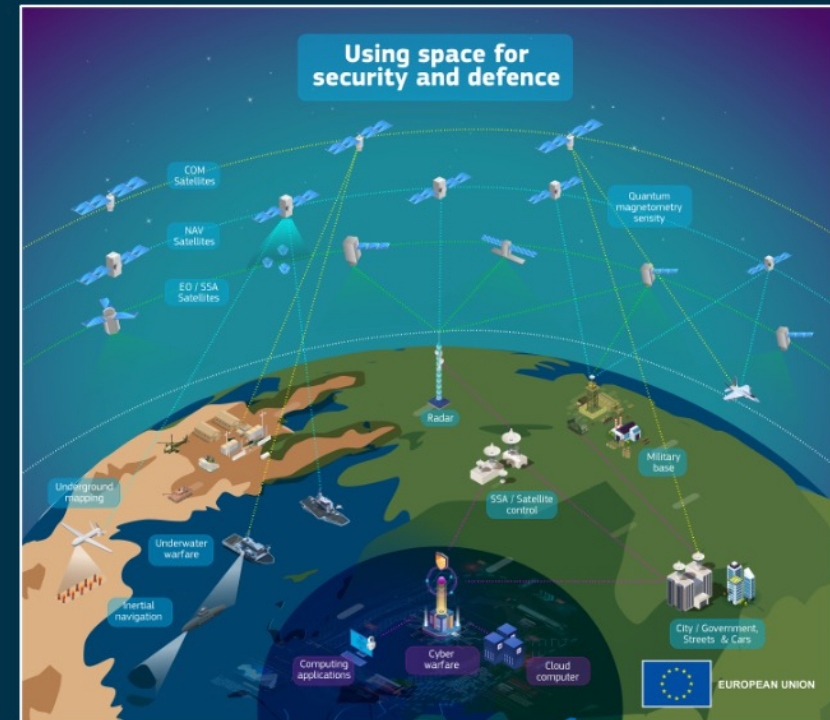
- Dynamically changing – Access to space become **cheaper and simplified**
- 8261 individual satellites are orbiting Earth out of which 4,852 satellites are active
- [StartUps](#) are scaling up to ... (e.g. [AerospaceLab Megafactory](#))

Source: [United Nations Office for Outer Space Affairs – 03/2023](#)

ESA Unclassified - For ESA Official Use Only

SPACE SECURITY CONTEXT – TARGET

- Space is (3C) Contested, Congested & Competitive
 - Geo-political competition on Earth is projected into Space (J. Borrell)
- Weaponization of space
 - Space declared 5th operational domain by NATO
 - EU Space strategy for security & defence (03/2023)
- High visibility on threats & attacks
 - Nearly everything we do relies on IT, Computing & Software
 - Cyber & Signal security
- Space and ground infrastructure
 - Target in themselves
 - Link in an attack



ESA Unclassified - For ESA Official Use Only

RELEVANCE & VULNERABILITY

RELIANCE OF CIVIL & MILITARY SECTORS ON SPACE SERVICES

DATA & COMMUNICATION ARE OF CRITICAL IMPORTANCE
FOR OUR SOCIETY ECONOMY & SECURITY

THEIR RELEVANCE GROWS THEIR VULNERABILITY

COMPUTING
MIT ALUMNI

Russia hacked an American satellite company one hour before the Ukraine invasion

The attack on Viasat showcases cyber's emerging role in modern warfare.

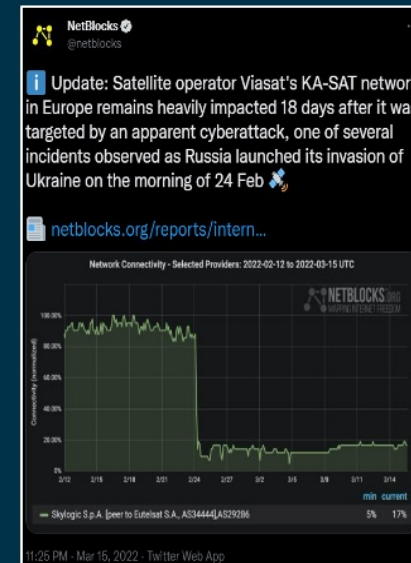
By Patrick Howell O'Neill
May 10, 2022



Scenes of destruction on February 25 in Kyiv. Russian

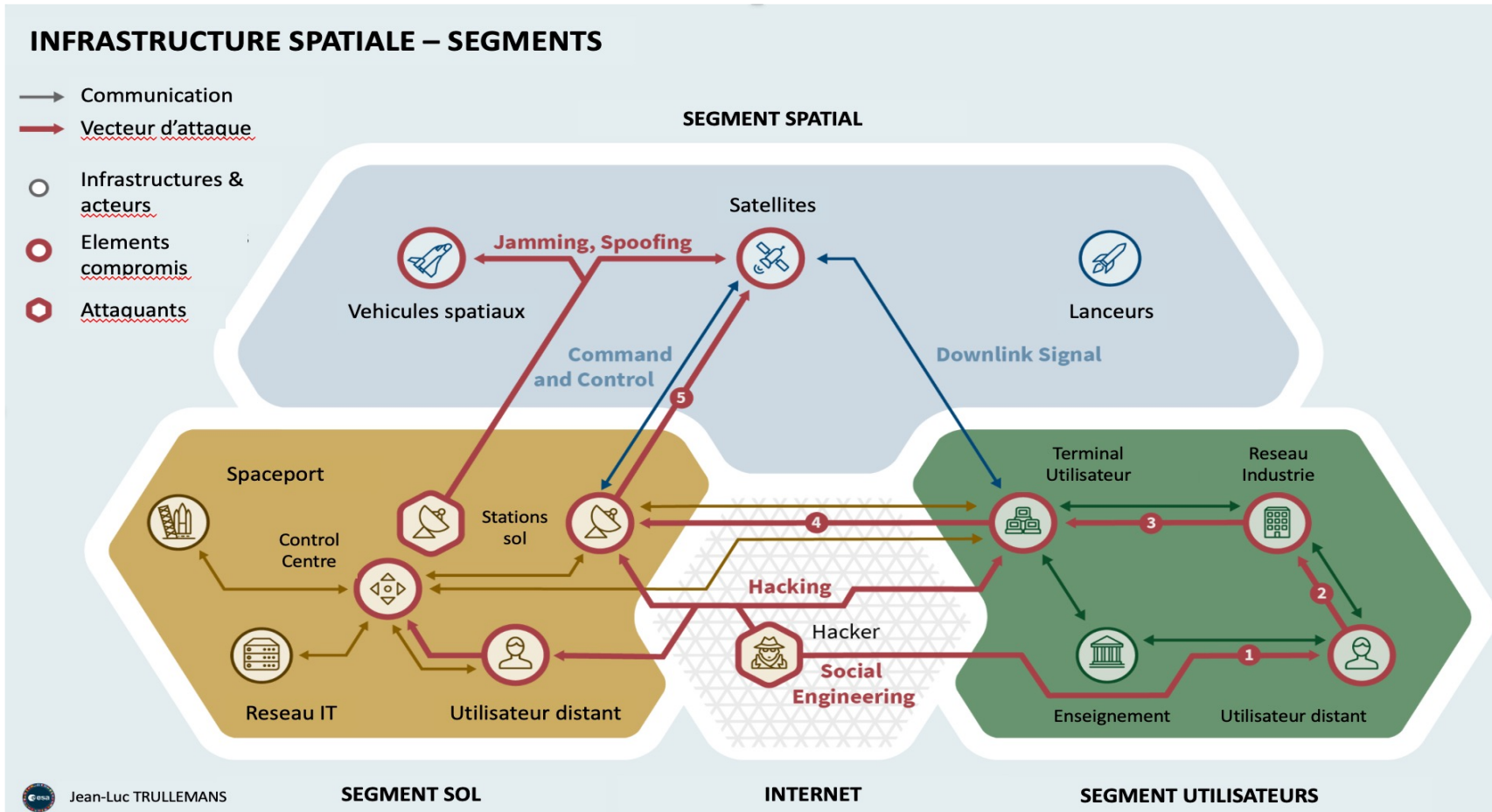


- Heavy dependency on technology
 - Everything relies on IT, Computing & Software
 - Presence and footprint in cyberspace
- Increasing attack surface
 - Closely related to the level of autonomy



ESA Unclassified - For ESA Official

SPACE ARCHITECTURE SECURITY CONTEXT



ESA CYBER SECURITY STRATEGY

HOT MASTER & REDUNDANT BACK-UP BUILD ON TWO MAIN DRIVERS

ESA CYBER SECURITY BACKBONE



ESEC

ESA
Security Hub
For Europe



ESOC / NOC

Space Mission
Security
Monitoring



ESRIN

Corporate
Network
Monitoring

ESA Security Centre of Excellence (SCCoE) is able to **emulate any Space Mission System**, to simulate any Complex Threat Scenarios and to validate operational procedures.

The centre will be able to **test real hardware** and to provide advance **awareness session and cyber security training** and **share intelligence**.

ESA Cyber Security Operational Centre (C-SOC) will detect security incidents, monitor and track relevant information and events with objective of maintaining the overall ESA security posture.

The centre is conceptualised to **host multiple missions with strong segregation of duty, in order to be utilised by ESA, EU and ESA Member States**. Full functional capabilities operable in remote mode.

- **Monitor & Control** corporate activities and space missions
- **Support design & development** of complex space systems

ESA Cyber Security Resilience approach covers

- Operations protection & resilience
- Technology development / R&D
- Security assessment & testing
- Security monitoring
- Accreditation & Certification
- Increase of Awareness and Training

ESEC EVOLUTION

**ESEC
ONE CENTRE ▶ TWO SITES**



**SHORT & MEDIUM TERM
EVOLUTION**

ESEC / REDU



SECURITY RELATED EVOLUTION

- ECSC Building construction
 - Highly secured (ESA Security Zone 5)
- Support to Quantum activities
 - Be-QCI – BELNET Optical Fibre network
 - SALTO (Telescope)
 - Quantum Key Distribution (Int-QKD)
- ESA Cyber Security Backbone
 - SCCoE
 - C-SOC
 - Quantum Certification

ESEC / GALAXIA



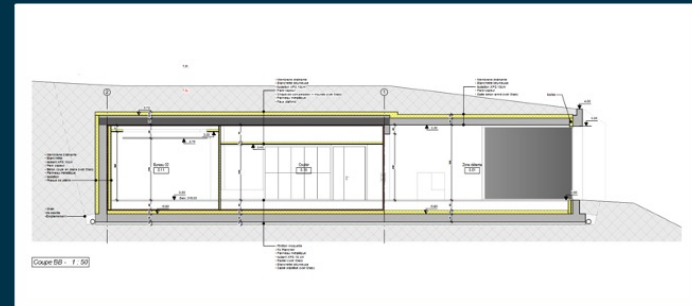
EDUCATION OFFICE SCALE-UP

- Education Office activities scale-up
 - Offer to be doubled
 - Cyber Training

ESEC CYBER SECURITY CENTRE



- **ESEC Cyber Security Centre (ECSC)**
 - Highly secured (ESA Security Zone 5 / Tempest)
 - New operational facility to build
 - Design (civil works & security systems + Tempest) – Dec 2022
 - ITT release & industry day – March 2023
 - Start construction – Sept 2023
 - Tentative acceptance review – Sept 2024
- **Implementation of ECSC focused on**
 - Landscape integration
 - Re-use of already existing ESEC infrastructure





QUESTIONS ?

MAKE SPACE FOR EUROPE

WITHOUT SECURITY IN SPACE THERE WILL BE
NO SECURITY ON EARTH

Jean-Luc.Trullemans@esa.int

Head of European Space Security & Education Centre (H/ESEC)

ESA Unclassified - For ESA Official Use Only



WALLONIA 4 SPACE

EDUCATION | RESEARCH | INDUSTRY | HUMAN SPACEFLIGHT

FORMATION

JEAN MARCEL THOMAS (ESC)



**EURO
SPACE
CENTER**



WALLONIE ESPACE

Skywin 
Aerospace cluster of Wallonia

The logo for Wallonia 4 Space features the word "WALLONIA" in white, with a blue dot pattern above it. Below it, "4 SPACE" is written in blue, with the "4" being larger and more prominent.

WALLONIA 4 SPACE

EDUCATION | RESEARCH | INDUSTRY | HUMAN SPACEFLIGHT

NOUVEAU PLANETARIUM

J-M THOMAS – EURO SPACE CENTER – PARC À THÈME ÉDUCATIF

The logo for Euro Space Center consists of the words "EURO SPACE CENTER" in blue, with a small blue dot above the "O" in "EURO".

EURO
SPACE
CENTER

The logo for Skywin includes the word "Skywin" in blue, a blue arrow pointing up and to the right, and the text "Aerospace cluster of Wallonia" below.

Skywin
Aerospace cluster of Wallonia



1ER PLANETARIUM DE WALLONIE



LE PLUS GRAND DE BELGIQUE : 150 PLACES



LE PLUS HAUT NIVEAU DE TECHNOLOGIE D'EUROPE : 10K

A wide-angle photograph of a planetarium theater. The room is filled with rows of blue upholstered seats, each with a white paper insert featuring a pink logo. The ceiling is a large, white, geodesic dome. The walls are dark, and there are some technical equipment and lights visible in the background. The floor is a dark blue carpet with some brown markings.

UN PLANÉTIARIUM POUR LES VISITEURS
INDIVIDUELS, LES STAGIAIRES MAIS AUSSI POUR
METTRE EN VALEUR NOTRE INDUSTRIE ET NOS
RECHERCHES



À TRÈS BIENTÔT À L'EURO SPACE CENTER

The logo for Wallonia 4 Space features the word "WALLONIA" in large white capital letters, with "4 SPACE" below it in blue. Above the text is a graphic of five blue dots arranged in a 2-3 pattern. The background of the entire image is a dark space scene with a planet and an astronaut.

WALLONIA 4 SPACE

EDUCATION | RESEARCH | INDUSTRY | HUMAN SPACEFLIGHT

LES PROCHAINES RENCONTRES

**EURO
SPACE
CENTER**



WALLONIE ESPACE

Skywin 
Aerospace cluster of Wallonia



PROCHAINES RENCONTRES

- **17-18 avril 2023 : Workshops à l’Euro Space Center**
 - “Space Acting For Decarbonation” (SA4D)
 - Dans le cadre d’un projet ESA (BASS) piloté par Telespazio Belgium
 - Space solutions for Energy, Food Production, Buildings, ...
 - <https://business.esa.int/projects/sa4d>
- **25 mai 2023 : AI4Copernicus (#3) au GD Luxembourg**
 - « Earth Observation & Artificial Intelligence Solutions for Climate Change Challenges »
 - EO+AI Solutions for Water Security, Energy, Food Security
 - Summer School les 23-24 mai : Machine-Learning Solutions for Climate Change Challenges
 - Une organisation des Copernicus Relays de Belgique (ISSeP, Skywin, SPACEBEL, VITO) et du Luxembourg (LIST)
 - <https://www.ai4copernicus.org>
- **2 juin 2023 : Workshop à l’Euro Space Center (TBC)**
 - « Cyber4ASD » event
 - Objectif : faire éclore des projets collaboratifs utilisant la Cybersécurité dans les secteurs de l’Aéronautique, du Spatial, de la Défense et des Drones.
- **21 juin 2023 : Space4Defence Industry Day (BENELUX) à Paris (Bourget) (TBC)**



WALLONIA
4 SPACE

EDUCATION | RESEARCH | INDUSTRY | HUMAN SPACEFLIGHT

DRINK DE CLÔTURE



EURO
SPACE
CENTER



WALLONIE ESPACE

Skywin 
Aerospace cluster of Wallonia



Space4ReLaunch

Sujets de recherches doctorales





1. Observation de la terre

WP1/Instruments



Win4Excellence – SPACE4RELAUNCH

Imagerie infrarouge par compressive sensing

1. Identification

Promoteur : Marc GEORGES (ULiège) Co-Promoteur : Laurent JACQUES (UCLouvain)

Axe : EO

WP / Défi : WP1/Instruments

Mots-clés : Optics/Infrared/New imaging modalities

Collaboration internationale: Valentina Raimondi, IFAC-CNR (Florence, Italie)

2. Objectif de la thèse

Etudier les méthodes de compressive sensing pour l'observation de la Terre à des grandes longueurs d'onde infrarouge, en vue d'améliorer la résolution de l'image.

3. Contexte

L'imagerie de la Terre dans le domaine infrarouge se base sur des capteurs dont la résolution reste limitée, comparativement aux capteurs visibles, et en particulier en infrarouge (IR) thermique. Le compressive sensing (CS) permet de s'affranchir potentiellement de composants optiques lourds et coûteux, moyennant l'utilisation d'un dispositif modulateur spatial de lumière (SLM) plat et léger. La haute résolution des SLM permet aussi d'augmenter la résolution d'un dispositif d'imagerie dont la résolution est intrinsèquement faible, comme c'est le cas en IR. Récemment, des projets ESA ont permis de cerner les avantages du CS dans une série d'applications spatiales, notamment en observation de la Terre.

4. Démarche scientifique/technologique et innovation(s)

Une première partie du travail consistera en l'étude des SLM disponibles sur le marché et qui sont adaptés aux longueurs d'onde IR thermique. Des designs optiques seront établis afin de sélectionner une configuration instrumentale qui sera ensuite mise en place expérimentalement. Ensuite, les méthodes de reconstruction d'images seront étudiées numériquement et implémentées sur un processeur. Nous étudierons les potentialités d'imagerie par CS dans différentes configurations : images statiques (satellites GEO) ou en mouvement (LEO). L'innovation attendue est un imageur IR allégé avec résolution supérieure à celle des capteurs IR embarqués.

5. Perspectives de valorisations

a. En Région Wallonne

Les nouvelles modalités d'imagerie devraient intéresser les acteurs en imagerie de la Terre, soit qui développent des instruments (AMOS, LambdaX), soit qui les exploitent (Spacebel, Aerospacelab, Scanworld/Constellr) . Le sous-système principal du CS étant un élément électronique, des sociétés actives en électronique spatiales (Deltatech) seraient aussi potentiellement intéressées.

b. En Belgique et à l'international :

En Belgique : VITO, Qineti

A l'international : Leonardo (s'intéressent déjà au CS) et d'autres acteurs européens (Constellr) ou hors Europe (Satellogic, Planetlab, etc)



Win4Excellence – SPACE4RELAUNCH

GNSS-R synchronisé

1. Identification

Promoteur : Christophe Craeye (UCLouvain) Co-Promoteur : Dominique Derauw (CSL)

Axe : EO WP / Défi : WP1/Instruments for Space

Mots-clés : GNSS, réflectométrie, satellite, radar, antennes, circuits RF

Collaboration extérieure : Jan Thoemel (Univ. Luxembourg, mécanique spatiale)

2. Objectif de la thèse

L'objectif de la thèse est d'étudier et de démontrer expérimentalement au sol l'amélioration de la résolution du GNSS-R à l'aide de plusieurs petits satellites (CubeSats ou un peu plus grands) synchronisés. Un défi consiste à synchroniser les différents satellites entre eux. Un autre consiste à réaliser la formation numérique de faisceau en exploitant le déplacement du satellite, ce qui correspond à un traitement similaire à celui du SAR.

3. Contexte

Les radars placés à bord de satellites sont particulièrement coûteux, étant donné la nécessité d'émettre des puissances de l'ordre du kilowatt. L'utilisation du système GNSS en mode réflectométrie (GNSS-R) se présente ici comme une opportunité d'éviter le développement d'un émetteur, pour des applications agricoles (humidité des sols), en climatologie et pour le monitoring de certaines activités industrielles. Cette technologie s'approche d'un bon niveau de maturité, mais sa résolution est encore insuffisante.

4. Démarche scientifique/technologique et innovation(s)

Année 1 : Validation en laboratoire de la formation de faisceau avec oscillateur local distribué ; étude du processing SAR

Année 2 : Design réseau de micro-satellites ; mise au point formation numérique de faisceau.

Année 3 : Test à l'aide de drones

Année 4 : Mise au point de l'extension au procédé SAR

Les innovations se situent principalement au niveau des antennes, de la synchronisation des circuits, du traitement du signal et des étapes préliminaires à la qualification spatiale (TRL4).

5. Perspectives de valorisations

a. En Région Wallonne

La société AerospaceLab conçoit des satellites de petite et moyenne taille destinés aux communications et à la télédétection. Des collaborations existent déjà avec cette société dans le domaine des antennes et celles-ci sont appelées à s'enrichir, entre autres à travers cette thèse.

b. En Belgique et à l'international

Antwerp Space réalise de l'électronique RF pour satellites (transpondeurs notamment), des contrats de services ont déjà été conclus et réalisés avec cette société.

La société française SYNTONY développe de l'électronique à bord pour des systèmes GNSS (consortium européen en cours de montage, incluant Syntony et UCLouvain). ESA.



Win4Excellence – SPACE4RELAUNCH

Développement d'un spectromètre micro-ondes pour des mesures embarquées

1. Identification

Promoteurs: D. Lederer, C. Lauzin

Co-Promoteur: M. Georges

Axe: EO WP / Défi: WP1/Spectrométrie à micro-ondes

Mots-clés: spectroscopy, microwaves, portable, gas sensing, atmosphere, VOCS

2. Objectif de la thèse

L'objectif de la thèse est le développement d'un spectromètre micro-onde large bande, ultrasensible et embarqué afin de permettre une détection multi-espèces localisée et spécifique. Le choix de la gamme de fréquences utilisée sera optimisé (bande K ou Ku) en fonction du jeu d'espèces chimiques visé (Méthanol, SO₂, VOCs et/ou NO₂). Les applications envisagées consistent en la caractérisation locale de concentration de composants chimiques et de leur profil en fonction de l'altitude, la validation de données satellitaires et la surveillance de fumées.

3. Contexte

On détermine la composition de l'atmosphère à l'aide de mesures spectrométriques et spectroscopiques. Dans ce cadre, la spectroscopie micro-onde et en particulier la technique de spectroscopie par transformée de Fourier et de dérive de fréquences présente un certain nombre d'avantages. Citons un faible effet Doppler inhérent à la gamme spectrale considérée, une détection rapide de plusieurs espèces, une excellente sensibilité et, pour la première fois dans le domaine micro-onde, la possibilité d'obtenir des intensités fiables.

4. Démarche scientifique/technologique et innovation(s)

Le côté large bande de ce type de mesures réalisées sur fond noir permet pour la première fois l'obtention d'intensités fiables et une détection multi-espèces dans le domaine micro-ondes. Le faible effet Doppler inhérent à la gamme spectrale et la sensibilité de la méthode permettent également de sonder des molécules de taille relativement importante (VOCs). Les montages développés jusqu'alors utilisent des composants coûteux et volumineux (générateur de fonction arbitraire, amplificateur de puissance, oscilloscope large bande, chambre à vide), rendant ce type de technique inaccessible pour des mesures de terrain. Nous remplacerons chacun de ces composants par des alternatives légères à performance égale. L'utilisation d'un guide d'onde et d'une version intégrée du bras d'excitation et de réception permettra d'obtenir un instrument compact et transportable pour des missions de terrain et/ou embarquées (drones, ballons, avions, satellites).

5. Perspectives de valorisation

- a. **En Région Wallonne:** Organismes de recherche et sociétés impliquées dans l'EO (Aerospacelab, UCLouvain, ...), Organismes et sociétés impliquées dans le contrôle de la qualité de l'air (Agence Wallonne de l'Air et du Climat, ISSEP, Avea Consulting, ...)
- b. **En Belgique et à l'international:** Organismes de recherche et sociétés impliquées dans l'EO: ConstellR, VITO, IMEC, IASB, ORB (l'observatoire royal de Belgique ...), Organismes et sociétés impliquées dans le contrôle de la qualité de l'air (Inspira, VOCs, ...).

Win4Excellence – SPACE4RELAUNCH





Imageurs matriciels de type SPAD

1. Identification

Promoteur : J.-M. Redouté (ULiège - Microsys)

Co-Promoteur : Denis Flandre, UCLouvain

Axe : EO WP / Défi : WP1 / 1.2

Mots-clés : Détecteur SPAD matriciel pour mesure Doppler

2. Objectif de la thèse

Dans cette thèse, nous étudierons et nous concevrons des imageurs matriciels utilisant des SPADs (single photon avalanche diode) afin d'évaluer si ceux-ci peuvent offrir une alternative valable, voire supérieure, aux systèmes embarqués actuels utilisés pour sonder la dynamique de l'atmosphère terrestre, en particulier pour les LIDARs atmosphériques.

3. Contexte

Pour l'observation de la Terre par de petits satellites, de nouveaux détecteurs embarqués, plus compacts et plus sensibles, sont recherchés.

4. Démarche scientifique/technologique et innovation(s)

Cette tâche utilisera des détecteurs SPADs conçus par l'UCLouvain et développerait les circuits électroniques nécessaires pour interfacer avec ceux-ci à l'ULiège. Plusieurs fronts seront conçus et mesurés. Par ailleurs, plusieurs techniques utilisant le temps de vol seront étudiées et approfondies.

5. Perspectives de valorisations

- Instruments spatiaux d'observations dans l'UV.
- Retombées dans d'autres secteurs comme le biomédical ou l'industriel.
- a. En Région Wallonne :
 - i. détecteurs spatiaux embarqués: Aerospacelab, Deltatech...
 - ii. monitoring de faisceaux d'accélérateurs de particules : IBA...
- b. En Belgique et à l'international : par ex., fournisseurs de puces de caméras spatiales en Flandre...



Win4Excellence – SPACE4RELAUNCH

Photodiodes SOI

1. Identification

Promoteur : Denis Flandre, UCLouvain

Co-Promoteur : J.-M. Redouté (ULg-Microsys), K. Fleury / N. Martin (CSL)

Axe : EO WP / Défi : WP1 / 1.2

Mots-clés : Détecteurs matriciels en technologie SOI pour les mesures atmosphériques

2. Objectif de la thèse

Il s'agit de développer deux types de photodiodes en technologie Silicon-on-Insulator (SOI) optimisées en sensibilité dans l'ultraviolet, sur une même puce de silicium, capables de rencontrer deux applications visées dans ce projet: la détection de diverses particules radioactives de haute énergie et la mesure Doppler par un LIDAR atmosphérique.

3. Contexte

Pour l'observation de la Terre par de petits satellites, de nouveaux détecteurs embarqués, plus compacts et plus sensibles, sont recherchés.

4. Démarche scientifique/technologique et innovation(s)

Deux types de photodiodes innovantes seront développées sur une même puce de silicium, pour rencontrer les applications visées dans ce projet:

- des photodiodes en polarisation inverse, avec une très grande sensibilité et un très faible courant de fuite, pouvant être fonctionnalisées par l'intégration de scintillateurs du CSL spécifiques à certaines particules radioactives de haute énergie.
- des SPAD ou Single-Photon Avalanche Diodes pouvant être assemblées avec les circuits d'interfaces matricielles développées par ULg-Microsys.

Outre la miniaturisation, la faible consommation de puissance et la résistance aux environnements sévères (notamment radiations et température) seront des innovations visées.

5. Perspectives de valorisations

- Instruments spatiaux d'observations dans l'UV.
 - Retombées dans d'autres secteurs comme le biomédical ou l'industriel.
- a. En Région Wallonne :
 - i. détecteurs spatiaux embarqués: Aerospacelab, Deltatech...
 - ii. monitoring de faisceaux d'accélérateurs de particules : IBA...
 - b. En Belgique et à l'international : par ex., fournisseurs de puces de caméras spatiales en Flandre...



Win4Excellence – SPACE4RELAUNCH

Surface Optiques Fonctionnalisées Thermiquement (SOFT)

1. Identification

Promoteur : Karl FLEURY-FRENETTE (ULiège) Co-Promoteur : Laurent DELANNAY (UCL) ; Centres de recherche associés : SIRRIS, CENAERO

Axe : EO WP / Défi : WP1/Défi 1.2 Composants optiques et détecteurs fonctionnalisés et ultralégers

Mots-clés : surfaces intelligentes, miroirs, fabrication additive, micro-élément chauffant, contamination, comportement thermoélastique

2. Objectif de la thèse

La thèse portera sur la conception, la réalisation et la caractérisation d'un composant optique (miroir) simplifié pouvant incorporer un système de micro-pistes de chauffage directement inséré entre son matériau constitutif de volume et les couches optiques nanométriques lui conférant ses hautes performances de réflectivité spectrale définies par les besoins d'une mission spatiale.

3. Contexte

Le travail de recherche aborde la problématique de la gestion de la contamination moléculaire se condensant sur les optiques spatiales. Le système étudié vise à éliminer par dégazage thermique des espèces moléculaires indésirables issues de l'instrument ou de la plateforme qui se redéposent/condensent sur l'optique lorsqu'elle opère à basse température et compromettent les performances et la durée de vie de l'instrument. Une localisation du système de chauffage directement sous la surface utile plutôt que traditionnellement en périphérie du composant est susceptible d'augmenter son efficacité et son homogénéité tout en réduisant sa contribution au bilan de puissance.

4. Démarche scientifique/technologique et innovation(s)

L'innovation réside dans l'intégration des éléments fonctionnels par procédés de fabrication additive sous la surface immédiate du composant optique tout en minimisant les déformations induites. On suivra une approche expérimentale pour la réalisation des systèmes qui sera guidée par des simulations thermiques et thermoélastiques s'appuyant elles-mêmes sur des caractérisations interférométriques et thermographiques.

5. Perspectives de valorisations

- a. En Région Wallonne
Des concepteurs d'instruments optiques spatiaux tels qu'AMOS et Lambda-X mais potentiellement aussi EHP pour des éléments chauffants intégrés.
- b. En Belgique et à l'international
Thales Alenia Space, Airbus, OHB, Redwire...



1. Observation de la terre

WP2/Systèmes



Win4Excellence – SPACE4RELAUNCH

Fiche Thèse : Optimisation des systèmes d'actionnement

1. Identification

Promoteur : Bruno Dehez – Aude Simar

Axe : EO WP / Défi : WP2 / 2.1

Mots-clés : Impression 3D (Laser Powder Bed Fusion) ; matériaux magnétiques ; optimisation topologique

2. Objectif de la thèse

Cette thèse vise à exploiter le potentiel offert par la combinaison des techniques de fabrication additive et des méthodes d'optimisation topologique pour la conception et la fabrication de systèmes d'actionnement à haute densité de force, de couple ou de puissance.

3. Contexte

Les systèmes d'actionnement constituent un élément clé/critique au sein des satellites, que ce soit pour contrôler leur altitude, via des roues de réaction ou des actionneurs gyroscopiques, ou pour positionner/déployer des équipements embarqués tels que des antennes, des panneaux solaires ou des instruments, via des actionneurs à un ou plusieurs degrés de liberté. Au cœur de ces systèmes d'actionnement, se trouvent généralement des actionneurs électromécaniques fonctionnant sur base de couplages magnétiques. Cependant, les méthodes traditionnelles de fabrication d'éléments constitutifs de ces actionneurs, bien que maîtrisées et efficaces, peuvent en limiter les performances car elles en contraignent fortement la conception. Les techniques de fabrication additive (communément appelées impression 3D), telles que le Laser Powder Bed Fusion (LPBF), permettent de se libérer de certaines de ces contraintes, ouvrant la voie à de nouvelles opportunités pour la fabrication d'actionneurs électromécaniques.

4. Démarche scientifique/technologique et innovation(s)

Au travers de cet objectif général, trois défis scientifiques et/ou techniques seront adressés. Le premier est de parvenir à maîtriser, par voie de modélisations/simulations numériques et d'essais expérimentaux, l'impact des paramètres d'impression sur les propriétés mécaniques et magnétiques de matériaux magnétiques doux qui composent ces actionneurs. Le second est de parvenir à intégrer la variabilité offerte par les paramètres d'impression 3D sur les propriétés de ces matériaux comme paramètre d'optimisation. Le troisième est de mettre en œuvre les nouvelles connaissances acquises pour concevoir et produire des systèmes d'actionnement à haute performance.

5. Perspectives de valorisations

Les résultats de cette recherche intéresseront toutes les sociétés qui développent ou cherchent à développer des solutions compactes et sur mesure pour l'actionnement. Ces sociétés pourront agir pour leur propre compte dans une domaine spécifique tel que le spatial (comme les sociétés Safran, SABCA ou Thales), la robotique ou le médical, ou pour le compte de tiers indépendamment d'un domaine particulier (comme la société Mirmex motor).



Win4Excellence – SPACE4RELAUNCH

Fiche Thèse (max 1 page) : ELECTROSPRAY

1. Identification

Promoteur : Patrick Hendrick, (ULB)

Co-Promoteur : C. S. Iorio (ULB), Denis Flandre, UCLouvain

Axe : EO-SYS WP / Défi : WP2 / 2.3

Mots-clés : Plateforme de propulsion électrique

2. Objectif de la thèse

L'étude de la poussée générée par l'électro spray avec des fluides ioniques, éventuellement intégrés dans des structures de matériaux poreux de différentes compositions et propriétés électro-physiques, est une connaissance permettant de développer des systèmes de propulsion plus efficaces et plus fiables.

3. Contexte

La propulsion électrique est devenue une technologie habilitante pour les services en orbite des satellites et des futures plates-formes orbitales. Les systèmes de contrôle orbital absorbent plus de 30 % de la masse totale et des coûts des satellites. La tendance actuelle vers des infrastructures spatiales plus économes en énergie et plus rentables a fait avancer d'importantes activités de recherche et de développement dans ce domaine.

4. Démarche scientifique/technologique et innovation(s)

Les propulseurs électrospray ou colloïdaux sont parmi les systèmes les plus prometteurs pour propulser des mini et micro satellites et des sondes spatiales profondes. Le développement des services en essaim de satellites et en orbite exige des systèmes fiables et rentables. La configuration de base comprend une structure capillaire poreuse où les gouttelettes sont créées et une cible où la poussée est mesurée. L'étude portera sur les phénomènes thermo-physiques et l'instabilité sous-jacents à la génération de la poussée ainsi que sur la création d'un modèle numérique et de critères permettant de corréliser la poussée aux propriétés électro-physiques du fluide et à l'intensité du champ électrique appliqué. Il convient également de noter que la compréhension des phénomènes complexes qui sous-tendent l'instabilité du cône de Taylor améliorera nos connaissances non seulement dans le domaine de la propulsion spatiale, mais également dans des domaines lointains tels que la spectrométrie de masse, la protéomique et la métagénomique.

5. Perspectives de valorisations

- Producteurs de satellites ou de composants pour lanceurs.
 - Retombées dans d'autres secteurs comme le biomédical.
 - Agences Spatiales
- a. En Région Wallonne : Thales, Aerospacelab, Safran, Sabca, Sonaca
 - b. En Belgique et à l'international : EADS, Airbus...



Win4Excellence – SPACE4RELAUNCH

Fiche Thèse (max 1 page) :

1. Identification

Promoteur : Pierre Duysinx, ULiège

Co-Promoteur : L. Noels (ULiège), J.-P. Ponthot (ULiège)

Axe : EO WP / Défi : WP2 / 2.3

Mots-clés : Optimisation topologique, fabrication additive, composite à fibres longues

2. Objectif de la thèse

Il s'agit de développer une nouvelle approche d'optimisation topologique adaptée aux structures composites à fibres longues fabriquées par impression 3D et de l'appliquer à la conception de structures aérospatiales fortement allégées.

3. Contexte

Les matériaux composites et l'impression 3D sont ici combinées afin d'alléger les structures de satellites et de lanceurs. L'impression 3D permet de donner une grande liberté de forme. Après les matériaux métalliques, des machines de fabrication additive ont été récemment proposées pour fabriquer des pièces en matériaux composites renforcées par des fibres longues ayant des performances mécaniques remarquables. Afin de tirer parti des avantages des deux technologies, on doit réinventer des concepts innovants de structures. L'exploration de nouveaux concepts est confiée à l'outil d'optimisation topologique qui déjà fait ses preuves pour les composites ou la fabrication additive.

4. Démarche scientifique/technologique et innovation(s)

L'optimisation topologique permet de formuler le problème de conception comme la recherche d'une distribution de matière optimale afin de maximiser les performances de la structure. Le défi de la recherche sera ici de considérer les contraintes technologiques liées au placement des fibres longues par la machine combinée et à la modélisation des propriétés mécaniques et thermiques locales, fortement non isotropes du matériau. Outre la représentation géométrique des fibres, une attention sera portée à inclure les contraintes locales liées à la résistance du matériau ainsi qu'au flambage et à la stabilité des composants.

5. Perspectives de valorisations

- Producteurs de satellites ou de composants pour lanceurs.
 - Développeurs de solutions logicielles de conception mécanique et de bureau d'études spécialisés
 - Retombées dans d'autres secteurs comme le secteur de l'automobile et du ferroviaire, du biomédical, des équipements de sport, de la défense.
- a. En Région Wallonne : Thales, Aerospacelab, Siemens-Samtech, GDTECH, Open Engineering, Exstream, Safran, Sabca, Sonaca, Anyshape, ...
 - b. En Belgique et à l'international : EADS, Airbus, Ford, Toyota, Alstom ...



Win4Excellence – SPACE4RELAUNCH

Fiche Thèse (max 1 page) : LAB-ON-CHIP

1. Identification

Promoteur : Denis Flandre, UCLouvain

Co-Promoteur : C. Iorio (ULB), G. Kerschen (ULg)

Axe : EO WP / Défi : WP2 / 2.2

Mots-clés : Plateforme de détection paramétrique

2. Objectif de la thèse

Il s'agit de développer une puce de silicium ultra-mince dite multimodale ou "lab-on-a-chip", c-à-d. regroupant des capteurs physiques d'intérêt pour les gammes de mesure et de résistance aux environnements sévères (température, radiations, vibrations...) visées dans les matériaux ou structures étudiés dans les autres défis technologiques.

3. Contexte

Une telle plateforme de détection multiparamétrique pourra alimenter en données les outils d'optimisation par intelligence artificielle ou simulations numériques des systèmes de gestion thermique ou de contrôle de vibrations.

4. Démarche scientifique/technologique et innovation(s)

Le développement de cette solution technologique innovante sera entrepris en collaboration avec les autres promoteurs, en fonction des besoins de leurs recherches, puis mis à disposition des autres thèses, pour montage et test dans leurs développements. Nous démarrerons de versions préliminaires de capteurs de température, chaleur, déformations, radiations... mais de manière séparée et non optimisée pour les applications visées ici.

Un actuateur thermique de type micro-chauffage peut être intégré sur la puce pour des fonctionnalités de type stabilisation des caractéristiques des capteurs, récupération des défauts électroniques créés par les radiations ou autres stress, émission de chaleur pour la mesure de propriétés physiques particulières...

Outre la miniaturisation, la faible consommation de puissance et la résistance aux environnements sévères (notamment radiations et EMI) seront des innovations visées.

5. Perspectives de valorisations

- Producteurs de satellites ou de composants pour lanceurs.
 - Monitoring des structures aéronautiques.
 - Retombées dans d'autres secteurs comme le biomédical ou l'industriel.
- a. En Région Wallonne : Thales, Aerospacelab, Safran, Sabca, Sonaca, Anyshape, iCare...
 - b. En Belgique et à l'international : EADS, Airbus...



Win4Excellence – SPACE4RELAUNCH

Fiche Thèse: Amortissement vibratoire des structures spatiales

1. Identification

Promoteurs : G. Kerschen (ULiège) et C. Collette (ULB)

Axe : EO WP / Défi : Systems4Space, WP2

Mots-clés : Vibrations, amortissement, contrôle digital

2. Objectif de la thèse

Développement de nouvelles lois de contrôle pour l'amortissement des vibrations des structures spatiales.

3. Contexte

L'amortissement des vibrations des structures mécaniques a longtemps reposé sur l'utilisation de matériaux viscoélastiques et/ou d'amortisseurs de vibrations dits accordés (tuned mass damper). Depuis le début des années 1990, le concept d'amortisseur piézoélectrique a vu le jour et consiste à transférer de l'énergie mécanique en énergie électrique au moyen de transducteurs piézoélectriques. Cette énergie peut ensuite être dissipée au moyen de circuits électriques. Très récemment, les circuits électroniques ont été remplacés par un microcontrôleur qui permet en principe de réaliser n'importe quelle loi d'amortissement.

4. Démarche scientifique/technologique et innovation(s)

- Développement d'un amortisseur intelligent (qui s'adapte en temps réel) et hybride (qui combine les lois de contrôle passives ou semi-actives et complètement actives)

5. Perspectives de valorisations

- a. En Région Wallonne

Amortissement des vibrations des structures spatiales avec des applications au spectre assez large : télescope (par exemple CSL et AMOS) et équipements spatiaux (par exemple SABCA).

- b. En Belgique et à l'international

Toute société produisant des structures et systèmes soumis à des vibrations sévères (notamment lors du lancement, qu'il s'agisse du lanceur ou du satellite).



Win4Excellence – SPACE4RELAUNCH

Simulation thermomécanique du comportement des alliages fabriqués par additive manufacturing

1. Identification

Promoteur : Jean-Philippe PONTHOT (ULiège) **Co-Promoteur** : Aude SIMAR (UCL)

Axe : EO WP / **Défi** : WP2 Systemes4Space, allégement des systèmes spatiaux

Mots-clés : Simulation numérique, additive manufacturing, thermomécanique, multi-échelle et multiphysique, intelligence artificielle

2. Objectif de la thèse

Optimiser le procédé LPBF (Laser Powder Bed Fusion) pour obtenir une microstructure des alliages d'aluminium idéale tenant compte du gradient de température auquel le composant sera effectivement soumis en service.

3. Contexte

Les petits satellites pour l'observation de la terre présentent des défis en termes d'optimisation des systèmes. L'envoi de 1kg dans l'espace coûte 15-25 k-euros.

L'optimisation et l'allégement des structures reste un défi majeur à relever. Les composants fabriqués par additive manufacturing (AM) présentent de belles opportunités pour alléger les structures des satellites. Cependant, les propriétés mécaniques (résistance, comportement thermomécanique, fatigue...) restent encore mal connues et mal maîtrisées à ce jour.

4. Démarche scientifique/technologique et innovation(s)

La thèse concerne la recherche de la microstructure optimale à réaliser lors de l'impression 3D du composant et qui prendra en compte les contraintes de service. Cette approche mésoscopique se justifie par le fait que l'apparition de défauts (lacunes, porosités, inclusions...) est inévitable lors des procédés AM et que la présence de ces défauts influence fortement le comportement macroscopique de la structure en service. L'approche retenue se basera sur la simulation numérique du comportement des microstructures obtenues par AM ainsi que l'homogénéisation du comportement mésoscopique vers le niveau macroscopique à l'aide de techniques d'intelligence artificielle.

5. Perspectives de valorisations

Les résultats seront applicables à tous les secteurs concernés par l'AM, bien au-delà du secteur spatial donc.

a. En Région Wallonne :

-Petites et grandes entreprises concernées par l'additive manufacturing : SAB, SONACA, FN-Herstal, Any-Shape, BeBlue Cryotech...

-Les entreprises prestataires de services en simulation numérique : GDTech...

b. En Belgique et à l'international :

Toutes les entreprises concernées par l'additive manufacturing et la simulation numérique, c'est-à-dire une bonne part du secteur de la mécanique et l'aérospatiale.



1. Observation de la terre

WP3/Télécom





Win4Excellence – SPACE4RELAUNCH

Fiche Thèse: Communication en bande millimétrique

1. Identification

Promoteur : Christophe Craeye, UCLouvain Co-Promoteur : Philippe Dedoncker, ULB

Axe : EO WP / Défi : WP3/Communication en bande millimétrique

Mots-clés : antennes, formation de faisceau, satellite, communications millimétriques

Collaborations avec François Qutin (ULB) et Dimitri Lederer (UCLouvain)

2. Objectif de la thèse

Le projet proposé ici consiste à investiguer des antennes en réseaux non-planaires, de manière à offrir une bonne aire effective vers la station au sol, même lorsque le satellite est pratiquement à l'horizon. Il en va de même pour les récepteurs au sol, qui doivent identifier et suivre le satellite dès que celui-ci apparaît à l'horizon et lors de sa révolution dans le ciel.

3. Contexte

Les données de télédétection ne peuvent être transférées vers la Terre que lorsque le satellite passe au-dessus d'une station au sol. Une manière d'étendre la fraction de l'orbite au cours de laquelle le téléchargement peut avoir lieu inclut des scénarios où l'antenne (non mécaniquement orientable) se voit "de côté", ce qui limite très fortement le gain d'antenne.

4. Démarche scientifique/technologique et innovation(s)

Les sous-défis à relever, représentant autant de Tâches, se situent au niveau de la configuration des antennes et circuits sur des structures non planaires et du traitement du signal associé. En particulier, il s'agit d'articuler au mieux les approches de beamforming hybrides digitales-analogiques, à différents niveaux de la hiérarchie du réseau, ceci pour limiter la consommation et la dissipation de chaleur, réduire la complexité, et plus généralement pour répondre aux contraintes spatiales. Enfin, une modélisation fine du canal tenant compte des aspects non-planaires en émission et/ou réception doit être construite. Un prototype à TRL4 sera réalisé et testé en laboratoire.

5. Perspectives de valorisations

a. En Région Wallonne

La société AerospaceLab conçoit des satellites de petite et moyenne taille destinés aux communications et à la télédétection. Des collaborations existent déjà avec cette société dans le domaine des antennes et celles-ci sont appelées à s'enrichir, entre autres à travers cette thèse.

b. En Belgique et à l'international

Antwerp Space réalise de l'électronique RF pour satellites (transpondeurs notamment), des contrats de services ont déjà été conclus et réalisés avec cette société.

La société EV-Technology, à Caen (FR), réalise des circuits RF on-chip ; des contrats avec cette société ont déjà été conclus avec cette société dans le domaine des antennes.



Win4Excellence – SPACE4RELAUNCH

Fiche Thèse : Architectures hybrides analogiques-numériques pour communications en bande millimétrique

1. Identification

Promoteur : François Quitin, ULB Co-Promoteur : Dimitri Lederer, UCLouvain

Axe : EO/Lanceur WP / Défi : WP3/Communication en bande millimétrique

Mots-clés : traitement de signal, formation de faisceau, communications millimétriques

Collaborations avec Christophe Craeye (UCLouvain) et Philippe De Doncker (ULB)

2. Objectif de la thèse

Le projet consiste à développer des algorithmes pour des systèmes de communication en bande millimétrique implémentant des architectures hybrides analogiques-numériques, ceci afin de permettre une communication optimale entre le satellite et la station au sol et une détection accélérée des satellites dans le ciel.

3. Contexte

Le temps dont dispose un satellite pour téléverser ses données vers une station au sol est fort limité. Il est important de compenser les imperfections des systèmes de communications millimétriques qui ralentissent la détection d'un satellite dans le ciel et le téléversement des données vers la station au sol.

4. Démarche scientifique/technologique et innovation(s)

La durée nécessaire pour que la station au sol puisse scanner l'ensemble des directions possibles dans le ciel afin "d'accrocher" un satellite (ou détecter une source d'interférence) peut rapidement devenir prohibitive. Dans ce projet, des stratégies de *beam scanning* (utilisant des architectures hardware hybrides) seront étudiées, afin de combiner la connaissance (grossière) des trajectoires des satellites dans le ciel avec un scanning actif permettant d'avoir une estimation précise de la direction du satellite, optimisant ainsi le lien de communication entre le satellite et la station au sol.

5. Perspectives de valorisations

a. En Région Wallonne

Les sociétés *AerospaceLab* et *Thales Alenia-Space* conçoivent des satellites de toutes tailles destinés aux communications et à la télédétection, tandis que la société *Spacebel* développe des systèmes software de communications entre des satellites et des stations au sol.

b. En Belgique et à l'international

Plusieurs entreprises (Safran, Airbus, ST Engineering, IMEC) sont déjà impliqués dans le développement des réseaux de satellite offrant de la couverture 5G au sol, pour lesquels la bande millimétrique Ka est un élément-clé afin d'augmenter la bande passante.



Win4Excellence – SPACE4RELAUNCH

Fiche Thèse :

Contrôle prédictif de la turbulence atmosphérique pour les stations de télécommunications optiques au sol

1. Identification

Promoteur : Claude OESTGES (UCLouvain) Co-Promoteur : Olivier ABSIL (ULiège)

Axe : EO WP / Défi : WP3/Communications optiques

Mots-clés : Turbulence atmosphérique, optique adaptative, contrôle prédictif

2. Objectif de la thèse

Amélioration de la correction de la turbulence atmosphérique dans le domaine optique par le développement et la mise en pratique de techniques de contrôle prédictif pour l'optique adaptative au sol.

3. Contexte

Dans le cas de liaisons optiques descendantes satellite-sol, l'atmosphère terrestre est traversée. Même dans de bonnes conditions de visibilité, les turbulences atmosphériques impliquent d'importantes variations du canal de communication, altérant la phase, l'intensité, et potentiellement la polarisation de l'onde reçue. La prédiction de la turbulence atmosphérique, l'optique adaptative et le contrôle prédictif sont étudiés en astronomie depuis plus de 15 ans, mais l'application de ces modèles et techniques pour des sites dédiés aux télécommunications optiques est très récente et encore mal connue, alors que les défis sont d'autant plus grands (conditions atmosphériques peu favorables, déplacement rapide des satellites en orbite basse).

4. Démarche scientifique/technologique et innovation(s)

La première tâche au sein de ce sous-défi implique de développer de nouveaux modèles de turbulence atmosphérique en optique pour des sites de réception de télécommunications, à l'aide de simulations météorologiques. La deuxième tâche implique, sur base de modèles améliorés, d'optimiser les performances des systèmes d'optique adaptative, pour réduire autant que possible la puissance embarquée sur les satellites pour les communications, ainsi que pour maximiser le taux de transfert et la robustesse des communications. Ces deux volets seront étudiés d'abord par simulation, puis feront l'objet d'une démonstration via le module d'optique adaptative installé sur le télescope SALTO, développé dans le cadre d'un projet Skywin avec AMOS.

5. Perspectives de valorisations

a. En Région Wallonne

Ces développements ont un intérêt direct pour la société AMOS, qui souhaite se positionner comme un acteur majeur dans le développement de stations optiques au sol pour des applications dans les télécommunications optiques.

b. En Belgique et à l'international

Les agences spatiales internationales sont en train de préparer le développement de larges réseaux de stations optiques au sol pour les télécommunications du futur.



Win4Excellence – SPACE4RELAUNCH

Fiche Thèse :

Sécurisation des communications et photons intriqués

1. Identification

Promoteur : Serge HABRAKEN (ULiege) Co-Promoteur : Yves Hernandez (Multitel)

Axe : EO WP / Défi : WP3/Communications optiques

Mots-clés : Quantum Key Distribution, Entangled photons, Space Optical Communication

2. Objectif de la thèse

Démonstration d'une chaîne de génération/détection de photons intriqués permettant une transmission de clés quantiques robuste à l'environnement spatial et aux turbulences atmosphériques.

3. Contexte

La sécurisation des données télécom optiques spatiales souffre encore de limitations dues aux turbulences atmosphériques mais aussi à la robustesse des composants internes aux sources lasers et détecteurs aux conditions spatiales ; il s'agit d'une technologie jeune et prometteuse. Cette thèse doit apporter des solutions sur ces deux aspects.

4. Démarche scientifique/technologique et innovation(s)

Les turbulences atmosphériques seront traitées en synergie avec une autre thèse des mêmes défi et WP (Promoteur O. Absil). Les spécificités des pulses lasers KQD seront traitées (maintien de polarisation et d'intrication des photons au travers de l'atmosphère et compatibilité avec les systèmes d'optique adaptative).

En étroite collaboration avec Multitel, la mise au point d'une chaîne complète de génération de photons intriqués et de détection à plus grande longueur d'onde (autour de 2 μm , réduisant la sensibilité aux turbulences atmosphériques) sera une des principales innovations de la thèse.

Le choix des composants en fonction de leur robustesse à l'environnement spatial (essentiellement les radiations et les contraintes thermiques) sera également déterminant.

5. Perspectives de valorisations

a. En Région Wallonne

La recherche est le fruit d'une collaboration ULiege/Multitel ; les acteurs wallons des systèmes « telecom optique spatial » devraient être directement intéressés. Citons notamment AMOS. La spécificité de détecteurs IR pourrait également rentrer dans le core business de DeltaTec.

b. En Belgique et à l'international

Citons plus largement, les développeurs de détecteurs (IMEC...) et sources laser, incluant les cristaux non linéaires et les développeurs/fournisseurs actuels de systèmes QKD (IQ Quantique, QuantLR...)



1. Observation de la terre

WP4/Données





Win4Excellence – SPACE4RELAUNCH

Fiche Thèse : *Suivi du stress hydrique de la végétation à partir de la télédétection hyperspectrale et de la fluorescence chlorophyllienne*

Identification

Promoteur : François JONARD (ULiège) Co-Promoteur : Kristof VAN OOST (UCLouvain)

Axe : EO WP / Défi : WP4/ Data - Pour une agriculture plus productive et plus verte

Mots-clés : stress hydrique – agriculture – fluorescence chlorophyllienne – télédétection

1. Objectif de la thèse

Cette recherche devrait permettre une détection plus précoce et spécifique des stress au sein des cultures et de mieux caractériser leur résilience grâce à la nouvelle génération de satellites d'observation de la Terre.

2. Contexte

Dans un contexte de changement climatique et de pression sur les ressources fondamentales que sont l'eau et le sol, il est particulièrement important de comprendre les réactions de la végétation face aux facteurs environnementaux. Les données de télédétection par satellite sont particulièrement bien adaptées pour le suivi des écosystèmes. La nouvelle génération de satellites équipés notamment de capteurs hyperspectraux (PRISMA, EnMAP, FLEX) devraient permettre d'estimer des variables écophysologiques, fournissant ainsi des informations cruciales sur l'état de santé de la végétation. Pour cela, plusieurs techniques sont particulièrement prometteuses: la télédétection de la fluorescence chlorophyllienne et la télédétection hyperspectrale.

3. Démarche scientifique/technologique et innovation(s)

Différents indicateurs hyperspectraux comme le Photochemical Reflectance Index (PRI) permettent de suivre l'état de santé de la végétation. L'émission de fluorescence –un signal électromagnétique émis au sein des molécules de chlorophylle lors de l'activité photosynthétique– contient également des informations précieuses sur le fonctionnement de la végétation. Émis depuis le cœur du système photosynthétique, ce signal réagit instantanément à des changements de condition de stress.

L'intégration de données hyperspectrales et de fluorescence chlorophyllienne dans un modèle de végétation grâce au couplage avec un modèle de transfert radiatif permettra d'exploiter toute la richesse de ces données afin de caractériser de façon plus fine l'état de santé de la végétation. L'exploitation de données collectées grâce aux constellations de SmallSats devrait en outre permettre un suivi des cultures avec une haute résolution temporelle.

4. Perspectives de valorisations

a. En Région Wallonne

Suivi et détection précoce des impacts des sécheresses sur les cultures

b. En Belgique et à l'international

Suivi et détection précoce des impacts des sécheresses sur les cultures ; Amélioration de la gestion de l'eau en périmètre irrigué ; Contribution à la sécurité alimentaire internationale



Win4Excellence – SPACE4RELAUNCH

Fiche Thèse : Satellite remote sensing of sustainable agricultural practices to assess their impact for “Carbon Farming”

1. Identification

Promoteur : Pr. Pierre Defourny (UCLouvain) Co-Promoteur : Pr. Bernard Tychon (ULg)

Axe : EO WP / Défi : WP4 / Défi 4.2

Mots-clés : advanced earth observation, carbon farming, sustainable cropping practices

2. Objectif de la thèse

- Développer et valider une méthodologie pour évaluer les pratiques agricoles durables à partir de séries temporelles d’observation par satellites combinant les instruments des Sentinel et SmallSats.
- Assimiler les estimations des variables biogéophysiques associées à ces pratiques agricoles pour améliorer la modélisation du bilan de carbone à l’échelle de la parcelle et son impact en termes de stock de carbone.

3. Contexte

L’outil open source ESA Sen4CAP coordonné par l’UCLouvain pour la DG AGRI permet de suivre de manière opérationnelle la croissance des cultures dans l’Union européenne grâce à l’exploitation des données Sentinel-1 et Sentinel-2 en temps réel. Le « Carbon farming » constitue une nouvelle opportunité pour les agriculteurs de contribuer positivement aux objectifs du Green Deal et à l’Accord de Paris en privilégiant des pratiques susceptibles d’augmenter la concentration de carbone dans le sol.

4. Démarche scientifique/technologique et innovations

Les nouvelles constellations spatiales, en particulier celles des SmallSats, requièrent le développement de nouvelles méthodes de traitement du signal temporel multisource basées sur une compréhension approfondie de leur incertitude et des algorithmes d’intelligence artificielle. Des campagnes d’observation de terrain permettront de valider ces méthodes d’estimation des variables biogéophysiques. Le couplage de ces estimations avec un modèle de croissance des cultures conçu pour l’évaluation des émissions/puits de carbone permettra d’améliorer la quantification de l’impact carbone de ces pratiques agricoles.

5. Perspectives de valorisations

- En Région Wallonne : cette recherche va renforcer l’expertise scientifique requise pour le développement du « Carbon farming » en Wallonie, un secteur en plein croissance tant au niveau des sociétés de certification que des agriculteurs.
- En Belgique et à l’international : l’expertise en observation de la terre acquise pour suivre les différents systèmes agricoles wallons constitue un atout majeur sur le marché belge et international du carbone et un véritable marché pour les constellations SmallSats.



Win4Excellence – SPACE4RELAUNCH

Fiche Thèse : Suivi des stress hydriques des cultures et gestion de l'irrigation

1. Identification

Promoteur : Bernard TYCHON (ULiège) Co-Promoteur : Pierre DEFOURNY (UCLouvain)

Axe : EO WP / Défi : WP4/ Data - Pour une agriculture plus productive et plus verte

Mots-clés : stress hydrique – agriculture – capteur infrarouge thermique - multicapteurs

2. Objectif de la thèse

La recherche vise à développer la composante thermique infrarouge dans le monitoring multi-senseurs du stress hydrique des cultures. La proposition prendra en considération la plus grande fréquence possible des observations grâce aux SmallSats.

3. Contexte

Les récentes recherches sur le suivi du stress des cultures par télédétection à partir de capteurs thermiques infrarouges et de capteurs hyperspectraux ont montré leur énorme potentiel. Elles combinent des modèles mathématiques, l'intelligence artificielle, l'approche multisenseurs, multibandes, multirésolutions... Cependant leur opérationnalité est toujours en question en raison de la trop faible fréquence de passage des satellites d'observation de la Terre et l'absence de calibration et validation systématique au sol.

4. Démarche scientifique/technologique et innovation(s)

L'ambition et l'originalité de ce projet est de tester le nouveau potentiel offert par la constellation de SmallSats qui permettra un suivi de la température de surface de champs à haute fréquence temporelle. Il s'agira d'élaborer un algorithme valorisant cette nouvelle opportunité qui sera combiné à des modèles de bilan d'eau et de croissance végétale. Ceci permettra de déterminer les flux de chaleur latente et sensible pour en déduire un état de stress des cultures ou des écosystèmes naturels. A côté de cela, l'intégration de données hyperspectrales dans un modèle de végétation grâce au couplage avec un modèle de transfert radiatif permettra de bénéficier de l'ensemble de l'information collectée par des capteurs hyperspectraux. Cette capacité multicapteurs à haute résolution temporelle doit conduire à une approche originale et performante dont il faudra vérifier l'opérationnalité.

5. Perspectives de valorisations

- a. En Région Wallonne

Amélioration du suivi de la sécheresse ; gestion des assurances agricoles

- b. En Belgique et à l'international

Renforcement du Suivi du stress hydrique des cultures et estimations des pertes de production

Amélioration de la gestion de l'eau en périmètre irrigué

Contribution à la sécurité alimentaire internationale



Win4Excellence – SPACE4RELAUNCH

Fiche Thèse : Suivi des émissions agricoles d'ammoniac par mesure par satellite et in-situ depuis le sol

1. Identification

Promoteur : Pierre COHEUR (ULB) Co-Promoteur : AC ROMAIN (ULiège)

Axe : EO WP / Défi : WP4/ Data - Pour une agriculture plus productive et plus verte

Mots-clés : ammoniac – agriculture – mesure in situ- mesure satellitaire

2. Objectif de la thèse

La recherche vise à développer de nouveaux outils pour le suivi des émissions agricoles de NH₃ vers l'atmosphère. Elle portera sur l'obtention de données validées d'émissions de prairies, cultures et élevages intensifs à petite échelle afin d'assurer une gestion durable du secteur agricole et d'élaborer un outil d'aide à la décision pour des pratiques agricoles durables.

3. Contexte

Le secteur agricole est le principal émetteur de NH₃, composé qui impacte la qualité de l'air et la santé humaine étant donné sa contribution à la formation des PM_{2,5}, et joue un rôle important dans l'eutrophisation ou l'acidification des sols. Un des principaux obstacles pour le suivi de l'évolution de la pollution azotée est la méconnaissance de ses sources. La difficulté de mesurer le NH₃ avec l'étendue spatiale et l'échantillonnage requis en est l'explication. Il est par conséquent fondamental de développer de nouveaux outils de monitoring pour le NH₃, qui viendraient compléter les mesures des sondeurs hyperspectraux actuels ou en préparation (IASI-NG, IRS).

4. Démarche scientifique/technologique et innovation(s)

L'innovation de cette recherche est de coupler des mesures depuis les satellites à de nouvelles mesures, in situ ou optiques, réalisées depuis le sol. Spécifiquement, la thèse s'articulera autour des 3 axes suivants, dont les deux premiers seront prioritaires :

1. L'exploitation des mesures satellitaires dans l'IR thermique pour la mesure des concentrations de NH₃ à petite échelle.
2. La réalisation de mesures du NH₃ in situ à l'aide de capteurs au sol à l'échelle de la parcelle agricole et d'exploitations intensives d'animaux en Belgique
3. (si le temps le permet) Le développement de modèles mécanistiques pour la volatilisation de l'ammoniac (impact principalement des température et humidité de l'air et du sol) à partir des parcelles agricoles étudiées

5. Perspectives de valorisations

- a. En Région Wallonne

Amélioration du suivi des pertes ammoniacales : obtention de données fiables

- b. En Belgique et à l'international

Amélioration du suivi des pertes ammoniacales : obtention de données fiables

Outil d'aide à la gestion pour des pratiques agricoles durables

**Space4ReLaunch
Part Win4ReLaunch**

10 PhD

WP1 – Systems4ReLaunch
Défi 1 - *Reusable Space Launcher Valves*
Défi 2 - *Reusable Actuation Systems for Launchers*

In close collaboration with Sirris (Liège) and Multitel

WP1 – Systems4ReLaunch
Défi 1 - *Reusable Space Launcher Valves*
3 PhD

UCLouvain – A. Simar

Optimisation de pièces structurelles imprimées soumises à haut nombre de cycles mécaniques et thermiques

Les fabricants développent des vannes (cryogéniques ou non) pour différentes applications spatiales. Certaines de ces vannes sont situées sur les circuits ergols cryogéniques (LH2, LOX, LCH4, ...) et gèrent le passage ou non des fluides suivant commande.

En LH2 et en LCH4, certaines pièces structurelles sont potentiellement imprimées en aluminium. Leur tenue mécanique doit être garantie avec une haute fiabilité car une fuite ou l'éjection d'un débris peut conduire à des effets catastrophiques. Cette tenue doit être garantie tout au long des cycles en pression (typiquement 0 – 200 bar) et en température (typiquement 20 K et 400 K). Ce nombre de cycles va significativement augmenter avec les lanceurs réutilisables (4-5 utilisations par vol avec plus de 10-15 vols par système). L'optimisation de la masse de ces pièces structurelles demande une maîtrise de l'effet de ce cyclage sur les propriétés matériaux qui sera investigué et analysé dans ce travail de thèse, avec de nombreux essais in situ en conditions cryogéniques.

ULiège – A. Mertens

Réparation de pièces complexes en aluminium réalisées par fabrication additive

Les manufacturiers pensent au développement de certains équipements pour différentes applications spatiales en fabrication additive (3D printing) comme c'est déjà le cas sur le micro-lanceur Electron (NZ). Ces vannes situées sur les circuits ergols ou gaz inertes gèrent le passage ou non des fluides suivant commande. La fabrication additive est envisagée pour réduire la masse et le coût des pièces entre autres en diminuant le nombre de pièces.

Cette diminution du nombre de pièces conduit à des pièces plus complexes et à plus haute valeur ajoutée. Dans le cadre de lanceurs réutilisables aux cadences plus élevées, il devient primordial d'envisager des réparations de ces pièces, soit lors de la détection de défauts en production soit quand les pièces sont déjà en service opérationnel.

Les pièces considérées ici sont des pièces structurelles, dont la tenue mécanique doit être assurée, qui sont imprimées en aluminium. Cette thèse investiguera des techniques de réparation par soudure ou outre de ces pièces en aluminium.

ULB – P. Hendrick

Systèmes d'étanchéité "0 fuite" opérant en contact longue durée des ergols stockables (NTO, MMH, MON, Green Propellant)

La tendance est au développement d'équipements gérant des ergols (longuement) stockables sur les lanceurs et propulseurs spatiaux. Ces propulseurs peuvent être destinés à positionner finement les satellites en orbite autour de la Terre ou à permettre un voyage aller et retour vers la Lune ou Mars.

Au-delà des risques de sécurité, toute fuite même fort petite au niveau de ces équipements et des systèmes de stockage réduit le rayon d'action du propulseur ou augmente la masse des

ergols à emporter. Les systèmes d'étanchéité doivent donc garantir un niveau de fuite très faible et ce soumis à un environnement extrêmement sévère, en particulier suite au contact avec les ergols stockables. Cette thèse abordera cette problématique et développera des solutions devant être testées in situ sur le site de ULiège au Sart-Tilman.

WP1 – Systems4ReLaunch
Défi 2 - *Reusable Actuation Systems for Launchers*
3 PhD

ULB – M. Kinnaert

Health Monitoring (HM) pour EMA réutilisables pour lanceurs spatiaux

Le service SAAS de l'ULB est actif dans le domaine de la conception de systèmes de « health monitoring » depuis une trentaine d'années. L'équipe a traité un grand nombre d'applications dans des domaines très variés (éolienne, chaîne de galvanisation, procédé de traitement des eaux usées, circuit de lubrification des moteurs d'avions, ...).

Dans le cadre d'un projet de thèse en cours, dénommé MONISA, l'équipe développe, en collaboration avec la SABCA, un système de « health monitoring » (HM) pour un actionneur électromécanique (EMA) des surfaces de vol primaires d'avions de transport. L'accent est mis sur le suivi des dégradations mécaniques (augmentation de la friction et du jeu). Le travail se base sur des données recueillies sur un prototype d'EMA.

Vu les similitudes avec les EMAs de lanceurs spatiaux, une base de données relative à des EMAs de lanceurs spatiaux va aussi être exploitée pour développer une méthodologie permettant de caractériser la variabilité de production et de la prendre en compte dans la conception du système de « health monitoring ». La solution de HM proposée devra améliorer la prise en compte des effets thermiques, investiguer les conséquences d'une régulation « sensorless » (sans capteur mécanique) sur les possibilités de monitoring, analyser comment prendre en compte le vieillissement de l'EMA dans la conception du système de HM et recourir à un système de monitoring de type hybride (« model » et « data-based ») exploitant des algorithmes d'apprentissage pour améliorer les performances.

UCLouvain – B. Dehez

Nouvelles topologies d'actionneurs électromécaniques, machines électriques synchro-réductantes assistées par aimants permanents à base de ferrites (sans terres rares)

Que ce soit pour des questions de tolérance aux pannes, de fiabilité, de poids ou de volume, les actionneurs électromécaniques (EMA) constituent la solution de choix pour assurer le contrôle de l'attitude de lanceurs spatiaux, qu'ils soient réutilisables ou non [Qiao_2018], [Krammer_2022]. Pour les lanceurs réutilisables, les exigences en termes de réponse dynamique de ces actionneurs sont néanmoins plus sévères en raison des plus grandes difficultés à stabiliser le lanceur en phase d'atterrissage. Dans le même temps, les exigences de coûts pour ces lanceurs sont, elles aussi, plus fortes en raison de la grande concurrence commerciale sur ce segment.

Cette situation nécessite d'envisager de nouvelles topologies d'actionneurs électromécaniques, capables de répondre à ces exigences technico-économiques. Dans ce contexte, les machines électriques synchro-réductantes assistées par aimants permanents semblent constituer un excellent candidat dans la mesure où elles permettent d'envisager l'utilisation d'aimants permanents à base de ferrites, beaucoup moins chers que les aimants permanents à base de terres rares utilisés dans les machines à aimants permanents montés en surface, pour un niveau de performance quasi équivalent à ces dernières [Barcaro_2013], [Islam_2021].

Cette thèse consistera donc à concevoir des machines synchro-réductantes assistées par aimants permanents à même de répondre aux performances dynamiques exigées par l'application. A cette fin, il sera nécessaire d'identifier les différentes variantes de ce type de machine (à rotor interne ou externe, à flux transverse ou non, à enroulement multiphasés, ...), de construire les modèles magnétiques et mécaniques nécessaires à l'évaluation de leurs performances, et de mener une optimisation multicritère de celles-ci afin de pouvoir les comparer de manière objective. Une validation expérimentale sera également réalisée sur base de prototypes des machines mises à l'étude.

ULB – S. Godet

High-throughput development of new magnetic materials for electrical engines: towards multi-component alloys with reduced ecological and geopolitical impacts

Cette thèse s'inscrit dans la philosophie générale du **développement de nouveaux matériaux par méthodes 'haut-débit'**. En particulier, on s'attache ici à des **matériaux multi-composants** (typiquement 5-6) dans lesquels les éléments sont en proportions quasi équiatomiques. Le projet est complémentaire à la fiche équipement (MIAM-HighThroughput) introduite dans le cadre d'une demande spécifique d'un équipement de fabrication additive (cladding) permettant l'utilisation concomitante de 6 poudres dans le projet FEDER Wi3ning. En effet, ce type d'approche permet de fabriquer des matériaux à gradients et d'ainsi 'screener' l'espace des compositions. Une approche par succession (essais-erreurs) de mono-coulées est inenvisageable pour ce type d'alliage quinaire (et plus) et on est à l'heure actuelle limité à des machines de coulées permettant de couler au plus jusque 6 compositions. Ceci est envisageable en début de projet. La fabrication additive est donc ici vue dans un premier temps comme un outil de 'screening'.

Ces alliages multi-composants sont extrêmement prometteurs pour les applications pour matériaux magnétiques doux ou durs, et ce soit sous la forme de verres métalliques ou d'alliages cristallins appelés alors alliages à haute entropie. Nous couplerons notre approche 'haut débit' expérimentale à des démarches de 'machine learning' dans lesquels on pourra, sur base des données somme toute peu nombreuses, designer des compositions qui permettront d'accroître nos connaissances et nous diriger ainsi plus rapidement vers des compositions optimales.

Nous proposons de développer des compositions dans lesquels on s'affranchit d'éléments géopolitiquement problématiques tels les terres-rares ou le cobalt. De très courtes discussions préliminaires semblaient, dans le cadre de Win4Relaunch, mettre en avant les matériaux de type 'dur' en avant mais la description ci-dessus montre combien c'est l'approche qui est originale plutôt que le côté dur ou doux. Il est évident que l'impression 3D et l'optimisation topologique de matériaux magnétiques durs revêt le challenge supplémentaire d'une magnétisation locale (voire donc in-situ).

WP2 – DigitalTwin4ReLaunch

Défi 1 - *Development of high fidelity numerical code for aerothermal prediction*

Défi 2 - *Development of numerical tools to simulate thrusters for orbital maneuvers of
Nanosats*

4 PhD

In close collaboration with Cenaero

UCLouvain – Ph. Chatelain (& ULB Th. Magin)

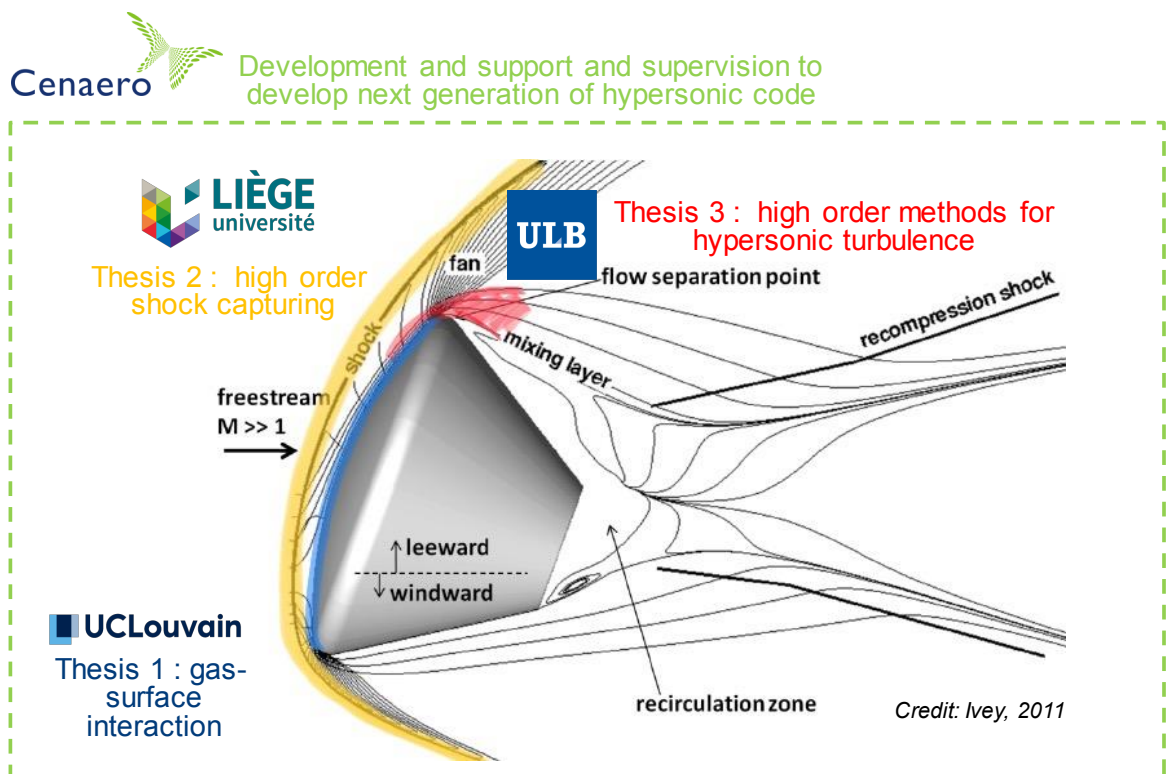
Gas-surface interaction for hypersonic flow (interaction wall-turbulence, immersed numerical methods)

ULiège – K. Hillewaert (& UCLouvain Ph. Chatelain)

Numerical capture of strong shock in high order code for hypersonic case (robustness, h-p adaptation, entropic scheme, ...)

ULB Th. Magin (& ULiège K. Hillewaert)

Investigation of high-order code for hypersonic turbulent applications (application to simulate the Long Shot facility)



ULiège K. Hillewaert (& ULB Th. Magin)

Development of a 3D models for Hall thrusters to understand instabilities and optimize its use/design

Un nouveau type de véhicule est actuellement en développement: les véhicules de transfert orbital ou "OTV – Orbital Transfer Vehicle". Ils sont le chaînon manquant entre le satellite et le lanceur et permettent une injection sur une orbite dédiée à partir d'un point de largage générique lors d'une mission dite "rideshare" (plein de satellites lancés en 1 fois). Les OTV sont des engins complexes, combinant la plupart des contraintes typiques d'un étage supérieur de lanceur ainsi que celles d'un satellite. Avec l'essor des lanceurs lourds et super-lourds en développement, le besoin en OTV est grandissant et Aerospacelab (ASL) souhaite s'y impliquer.

On remarque un intérêt grandissant pour les propulseurs électriques basés sur l'effet Hall (HET - voir photo), à cause de leur haute impulsion spécifique, leur rapport poussée/poids avantageux, leur puissance spécifique et leur large plage de fonctionnement. Tandis que les HET sont déjà utilisés commercialement, de nombreuses questions demeurent concernant les instabilités de fonctionnement (mode d'éjection, instabilités de rayon, turbulence, ...). Les études numériques sont à ce jour encore très académiques et considèrent des géométries et des modèles physiques assez simplifiés. On pense que ces simplifications sont en partie responsables d'un besoin de fermeture pour certains effets, comme la migration axiale d'électrons ou l'incapacité de prédire les instabilités de fonctionnement. L'absence d'outils de simulation performants complique la conception des HET, en particulier pour une grande variabilité de fonctionnement.

Ce projet vise à développer des outils de simulations numériques pour aider à l'optimisation de ce type de propulseurs HET très particulier et novateur. Le projet vise à développer un modèle physique complet des HET, résolu en temps et en 3 dimensions pour des conditions «denses», afin de mieux comprendre le fonctionnement et les instabilités des HET, et sur base de ces simulations d'améliorer des modèles utiles pour leur conception.

