



CREATING
A CIRCULAR
FUTURE

Les vols vers Mars, un exemple d'économie circulaire



Christophe LASSEUR
Juin 2021

LA PORTE D'ACCÈS DE L'EUROPE À L'ESPACE

QUI

22 États membres, 5 000 collaborateurs

POURQUOI

Exploration et utilisation de l'espace à des fins strictement pacifiques

OÙ

Siège à Paris, 7 sites en Europe et un port spatial en Guyane française

COMBIEN

5,72 milliards d'euros
= 12 euros par Européen par an



QUE FAIT L'ESA ?



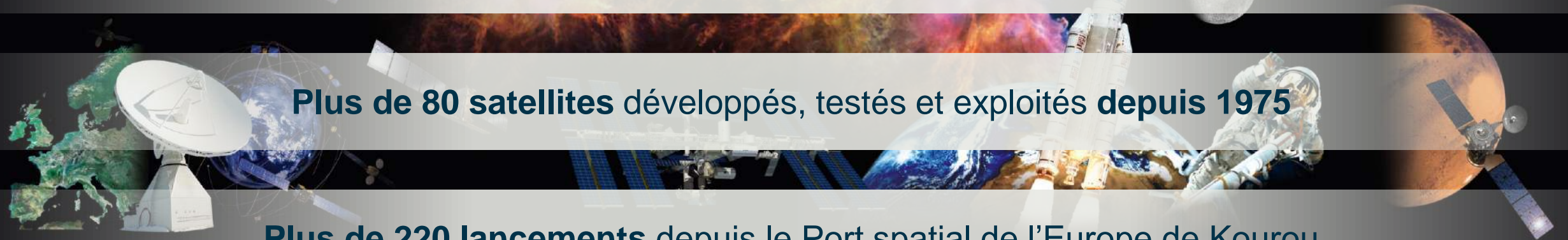
TOUT CECI EST POSSIBLE GRÂCE À LA COLLABORATION DES ÉTATS MEMBRES

L'ESA intervient dans **tous les domaines** du **secteur spatial**

Leader mondial de la **science** et de la **technologie**

Plus de 80 satellites développés, testés et exploités **depuis 1975**

Plus de 220 lancements depuis le Port spatial de l'Europe de Kourou



QUI EN BÉNÉFICIE ?

VOUS



NOTRE
ÉCONOMIE



NOTRE PLANÈTE



NOTRE FUTUR

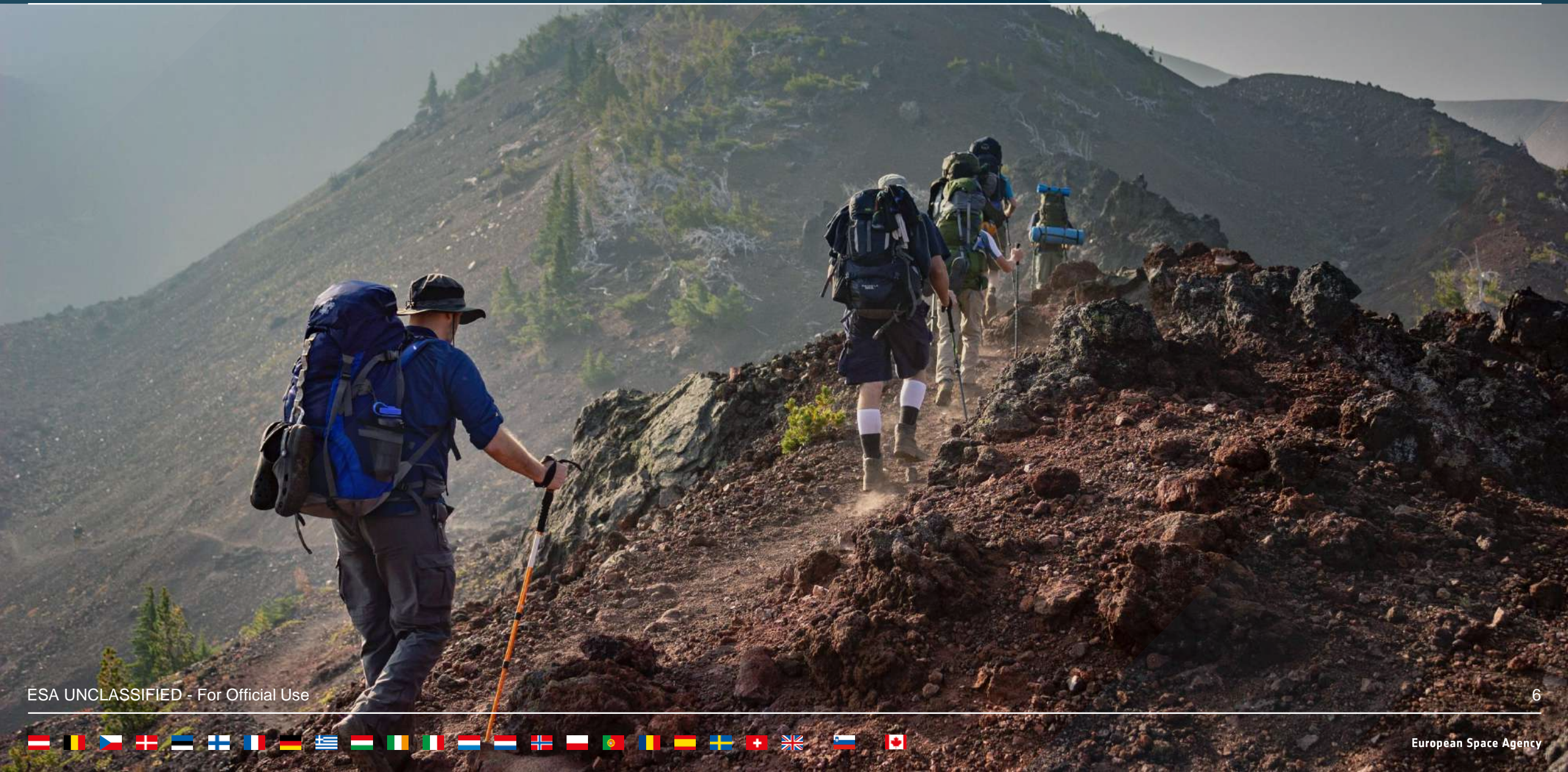


L'ESTEC (Noordwijk, Pays-Bas) est l'incubateur de l'effort spatial européen,
où naissent la plupart des projets de l'ESA et où se déroulent les différentes phases de leur développement.



◀ ESTEC

LES EXPLORATEURS ET LEUR DÉFI



ESA Astronauts

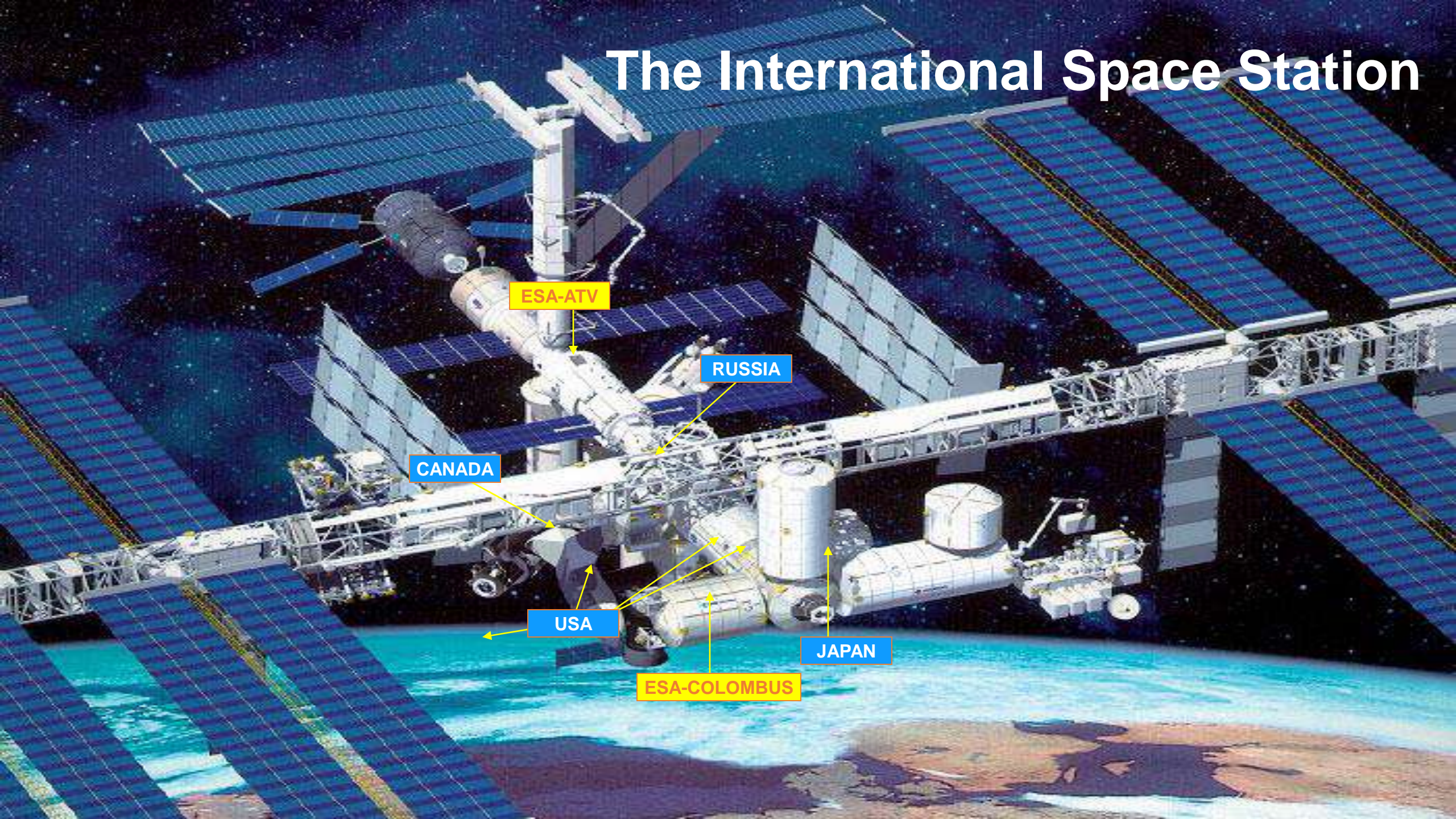




Thomas PESQUET



The International Space Station

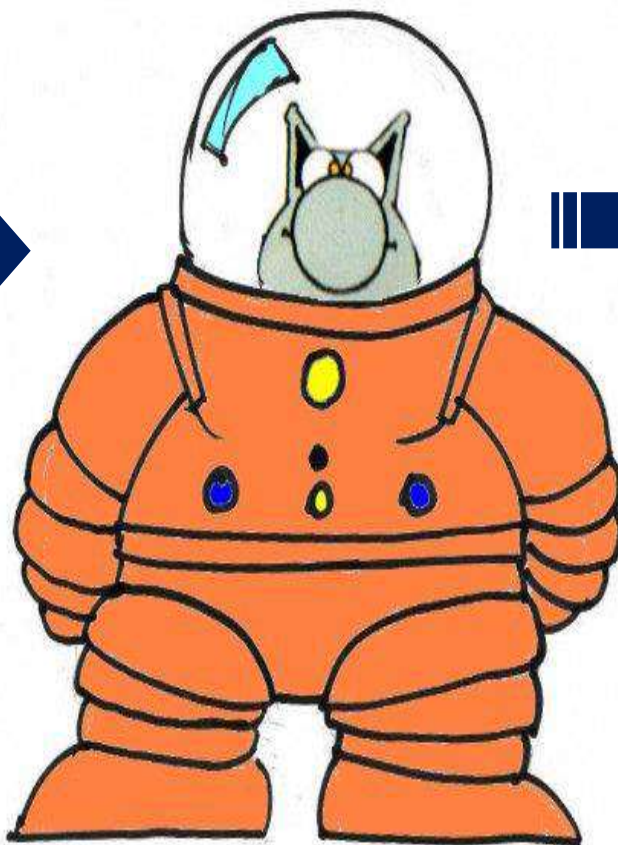




Le Pourquoi

Inputs:

O₂
Water
Food



Outputs:

Urine
Feaces
CO₂
Transpiration
Contaminants
(Microbial
Chemical)



Un simple Calcul

- Consommables métaboliques:
 - For 5kg/d/pers, 6 crew members, 1000 days missions (Mars)

→ ~30 000 kg,

- Avec en plus un peu d'hygiène:
 - Same mission configuration (+20kg/water/d)

→ ~132 000 Kg,

Nos lanceurs ne permettent de déposer que 9 tonnes sur la Lune



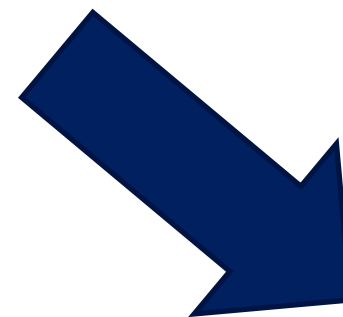
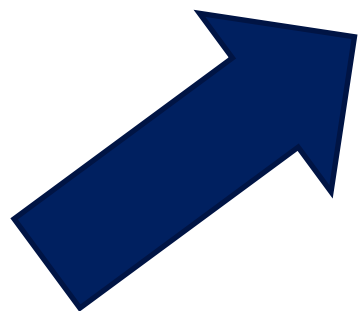
Risques ?

- **Surface Densité :**
15000 hab/km² >>
Singapore (7000)
- **Volume Densité :**
80400 hab/km³ >>>
Singapore (2800)



Aujourd'hui

~400 Km



Demain



Economie circulaire



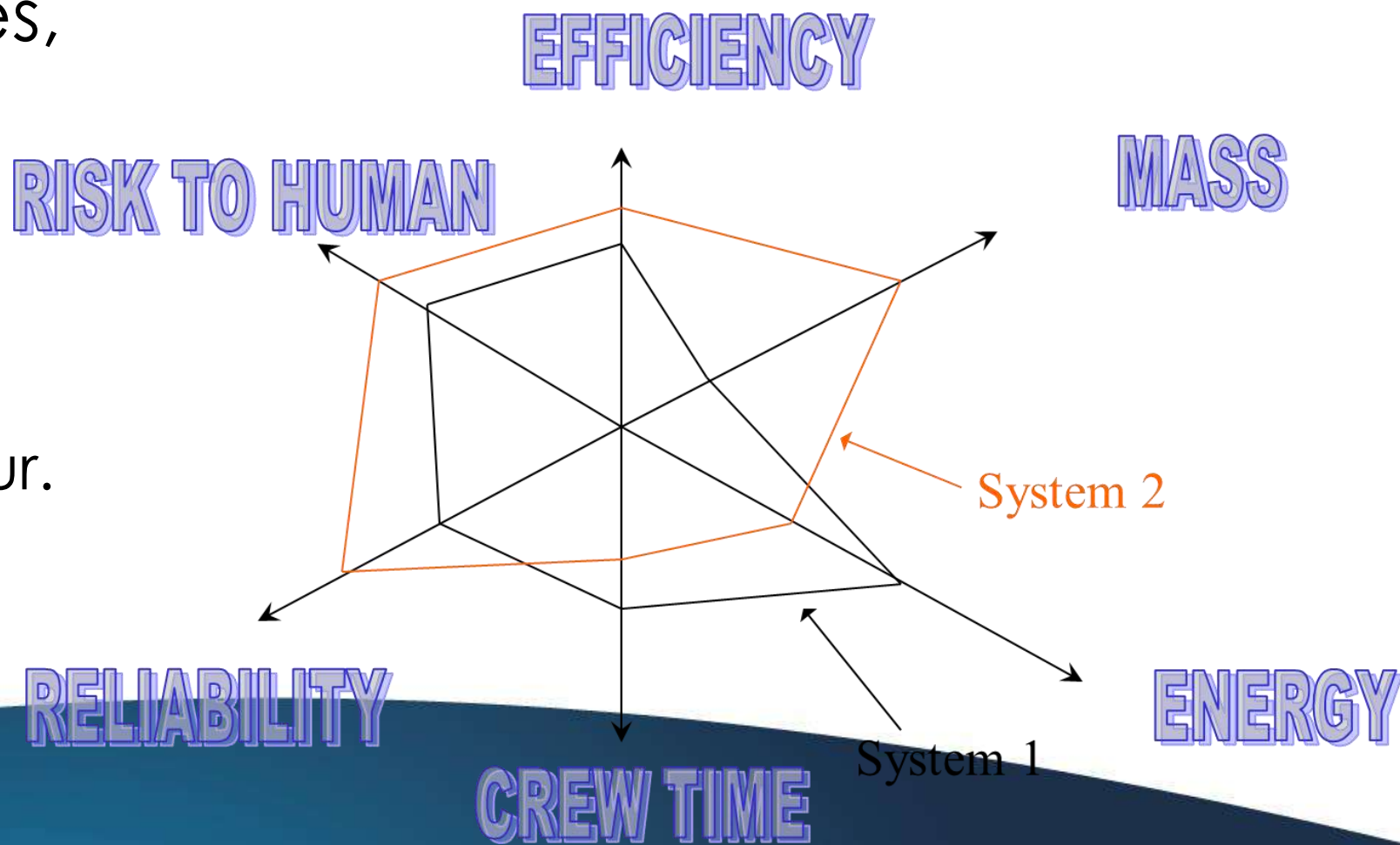
Le Challenge

Comment assembler des technologies et procédés pour une autonomie et une sécurité maximales ?

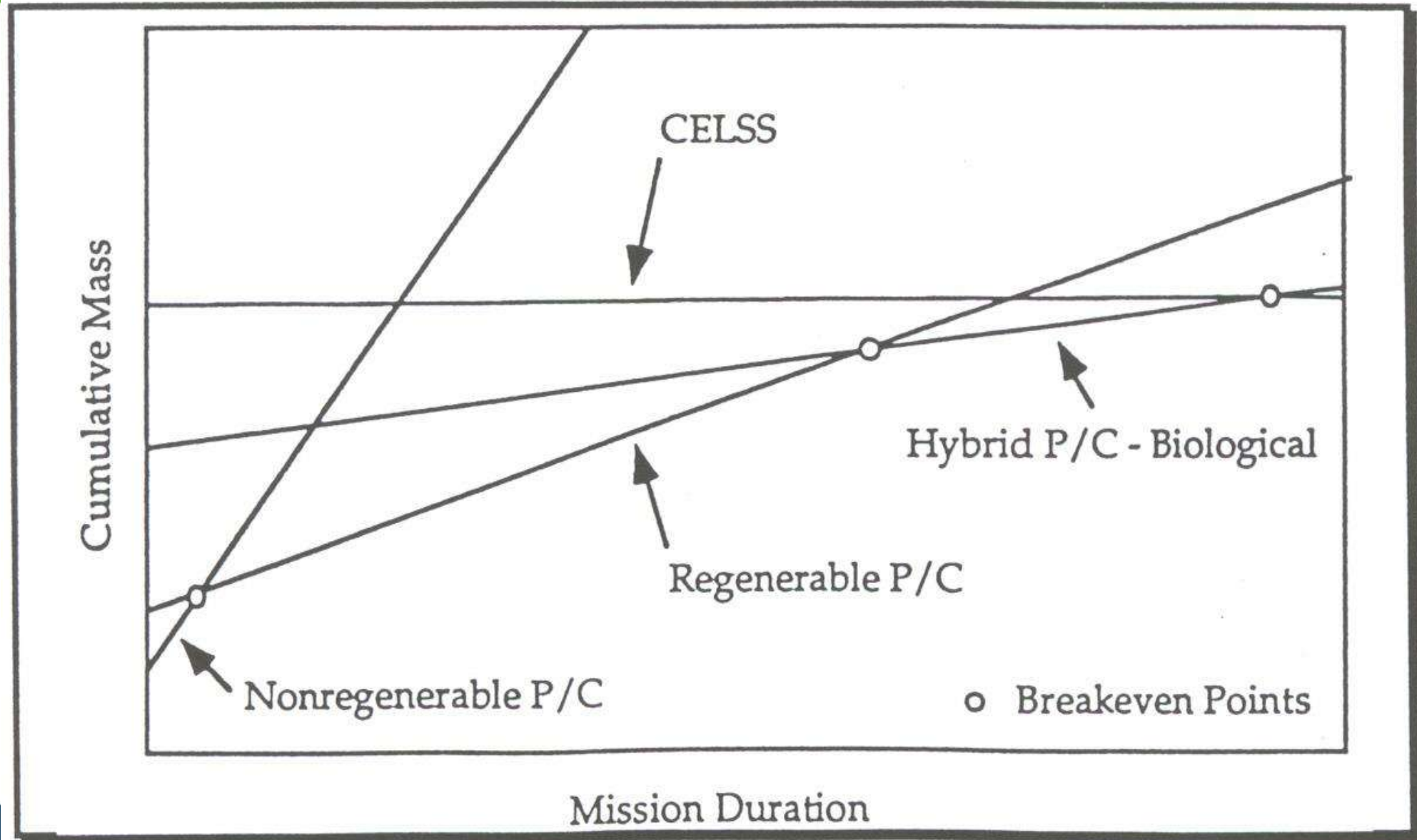


ALiSSE Criteria

- Metric pour évaluer et comparer les systèmes:
 - Multi-paramètres,
 - Efficacité,
 - Masse,
 - Energie,
 - Sécurité,
 - Temps opérateur.



La durée de la mission justifie les choix





Coût

- **1Kg vers International Space Station
~30 000 euros**
- **1kg sur la Lune ~ 1M euros**
- **1mn astronaute ~ 1500 euros**



La nourriture

- Pas d'autonomie sans nourriture
- Pas de nourriture sans Biologie



Le Projet



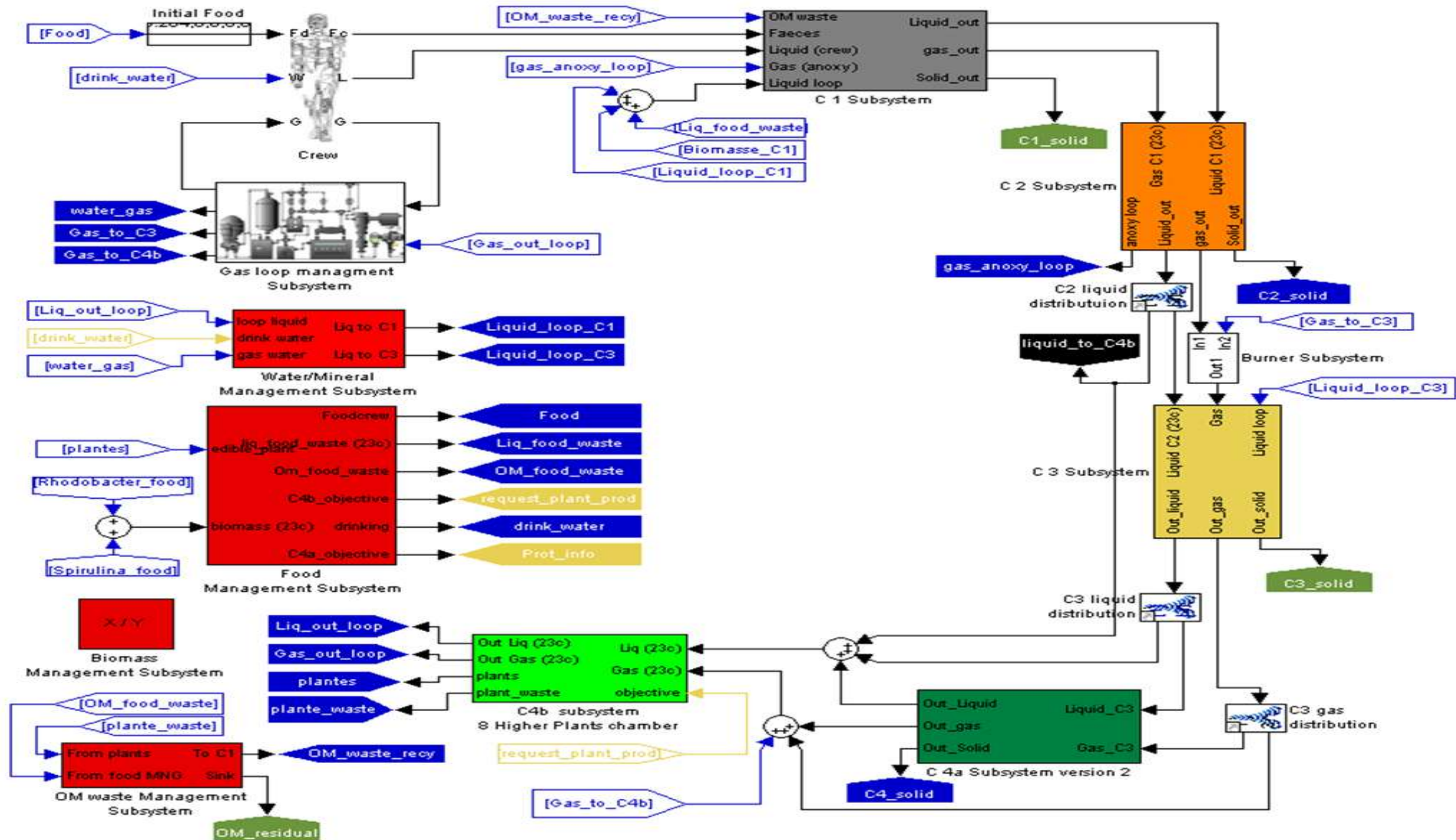
- Initié en 1987
- ~50 organisations,
- 12 Pays.



MELiSSA TEAM

Des thésards.....







Les challenges techniques

- Efficacité de tous les sous-systèmes
- Compatibilité statique et dynamique
- Modélisation mécanistique de tous les procédés y compris ceux de nature biologique
- Inclure tous les éléments traces
- Détecter toutes dérives
- Sécurité,
- Accepté par l'équipage
-



Les challenges de management

- Financer un projet sur 50 ans, et sans client déclaré
- Identifier et convaincre des clients, probablement terrestres,
- Financer la R&D via des collaborations,
- Gérer une équipe multidisciplinaire, multinationale, dans une Europe en construction,
- Gérer la connaissance acquise

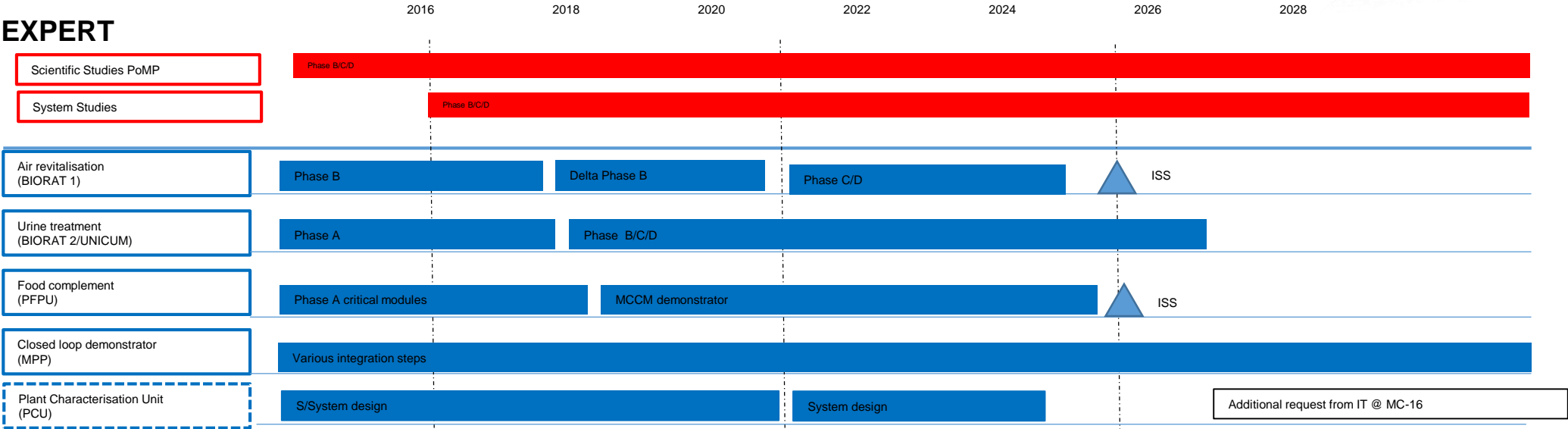
Notre Route-Map



2016/2020



EXPERT



ISS Demonstrators for CIS Lunar

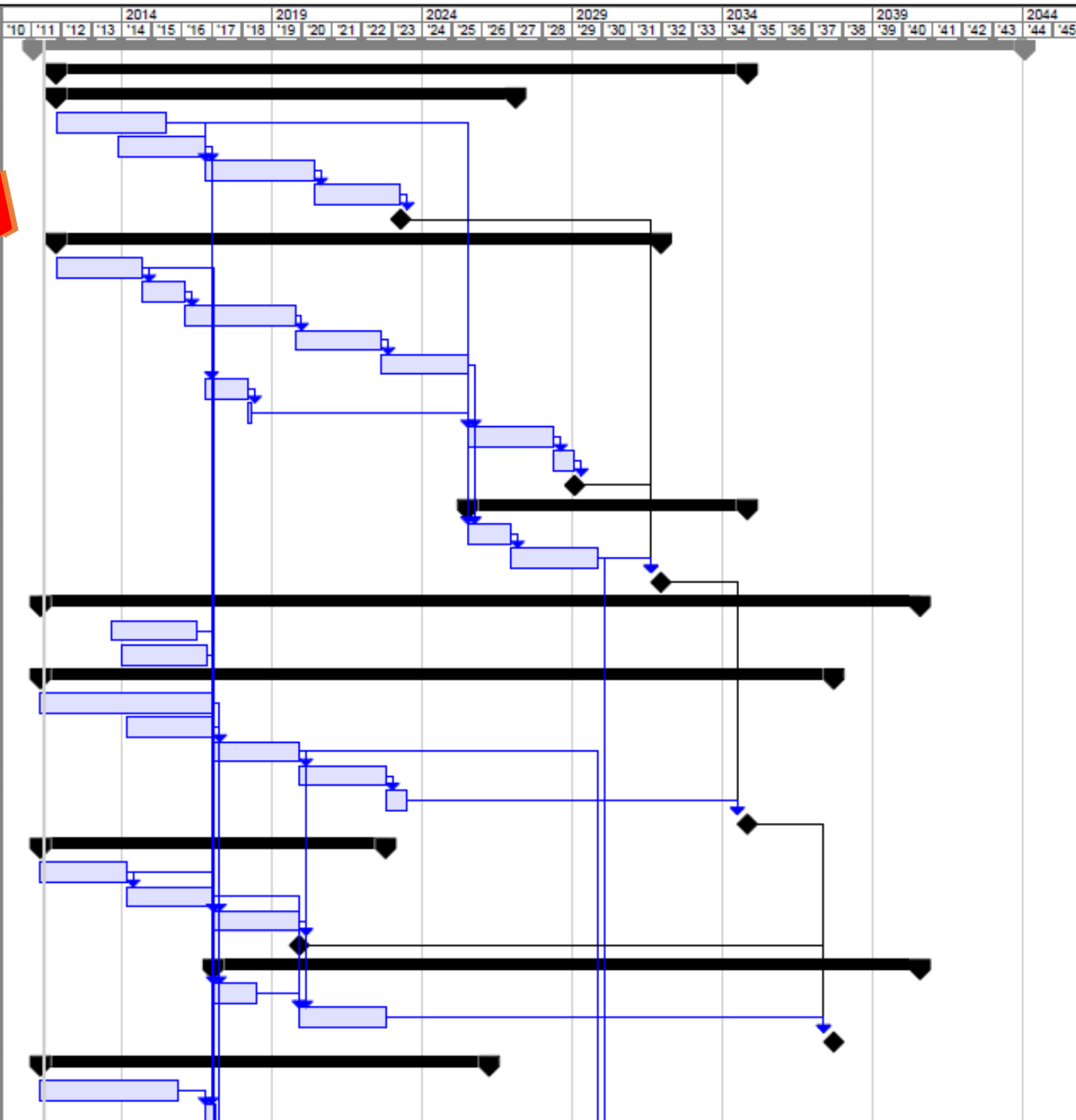
Critical Subsystem demonstrators



Cis-Lunar mission

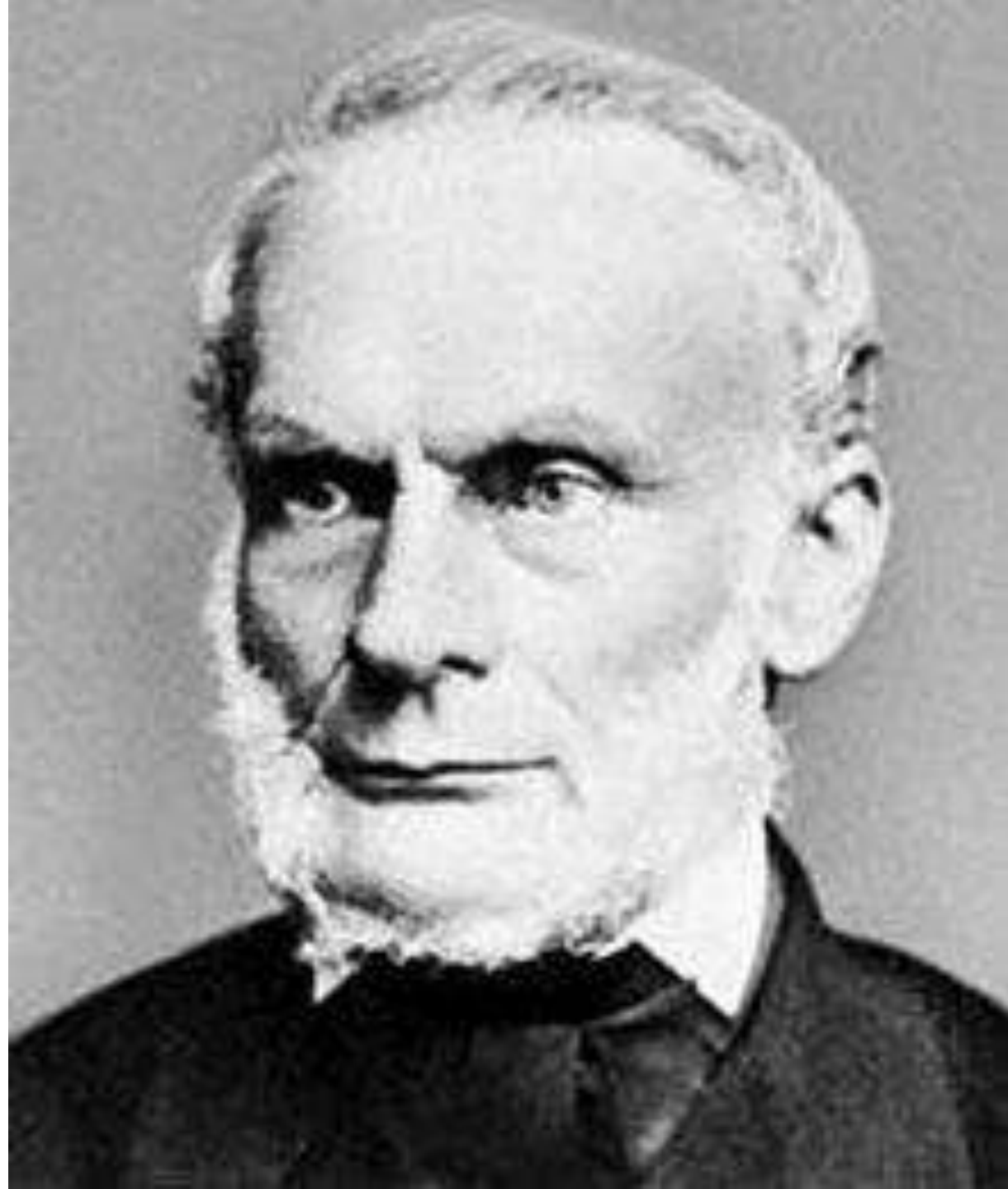


ID	Task Name	Duration	Start	Finish
0	Life support technology development	#####	Mon 31/01/11	Mon 01/02/44
1	water loop	#####	Tue 01/11/11	Mon 06/11/34
2	Grey water Treatment unit	#####	Tue 01/11/11	Fri 19/02/27
3	Grey Water TU Ground Hardware	950 days	Tue 01/11/11	Mon 22/06/15
4	Demonstration of Membrane Behaviour in micro-G	750 days	Mon 02/12/13	Fri 14/10/16
5	GWTU Flight hardware design	950 days	Mon 17/10/16	Fri 05/06/20
6	GWTU flight demonstrator (payload)	750 days	Mon 08/06/20	Fri 21/01/2
7	preparation GWTU Flight demonstrator (system)	1000 days	Mon 24/04/23	Fri 09/01/27
8	Urine Treatment Unit	#####	Tue 01/11/11	Mon 22/01/21
9	MELISSA C3 Characterisation modelling and Control	750 days	Tue 01/11/11	Mon 15/09/14
10	MELISSA C3 Ground prototype demonstration in MPP	375 days	Tue 15/05/13	Mon 22/02/16
11	UTU Microbial Consortium validation	950 days	Tue 01/11/11	Mon 14/10/19
12	UTU Characterisation	750 days	Tue 15/10/19	Mon 29/08/22
13	UTU Ground Breadboard	750 days	Tue 30/08/22	Mon 14/07/25
14	Design of a Gas/Liquid transfer for micro-g	750 days	Mon 17/10/16	Fri 23/03/18
15	test of Gas/Liquid transfer in micro-g	30 days?	Mon 26/03/18	Fri 04/05/18
16	UTU Flight hardware Design	750 days	Tue 15/07/25	Mon 29/05/28
17	UTU Flight demonstrator (payload)	180 days	Tue 30/05/28	Mon 05/02/29
18	preparation UTU flight demonstrator (system)	750 days	Tue 06/02/29	Mon 22/12/31
19	water assembly	#####	Tue 15/07/25	Mon 06/11/34
20	UTU GW connection demonstration	375 days	Tue 15/07/25	Mon 21/12/26
21	UTU Ground Breadboard	750 days	Tue 22/12/26	Mon 05/11/29
22	preparation UTU-GWTU Flight demonstrator (system)	750 days	Tue 23/12/31	Mon 06/11/34
23	Waste management	#####	Mon 25/04/11	Mon 06/08/40
24	Waste compact	750 days	Mon 02/09/13	Fri 15/07/16
25	Inertization	750 days	Wed 01/01/14	Tue 15/11/16
26	Black Water Treatment Unit	#####	Mon 25/04/11	Mon 21/09/37
27	MELISSA C1 Characterisation	1500 days	Mon 25/04/11	Fri 20/01/17
28	BWTU ground prototype	750 days	Mon 10/03/14	Fri 20/01/17
29	BWTU Ground Breadboard	750 days	Mon 23/01/17	Fri 06/12/19
30	BWTU Flight hardware Design	750 days	Mon 09/12/19	Fri 21/10/22
31	BWTU Flight demonstrator (payload)	180 days	Mon 24/10/22	Fri 30/06/23
32	preparation BWTU flight demonstrator (system)	750 days	Tue 07/11/34	Mon 21/09/37
33	Waste Collector	150 mons	Mon 25/04/11	Fri 21/10/22
34	Waste Collector prototype	750 days	Mon 25/04/11	Fri 07/03/14
35	WC Ground breadbord	750 days	Mon 10/03/14	Fri 20/01/17
36	WC Flight demonstrator (payload)	750 days	Mon 23/01/17	Fri 06/12/19
37	preparation WC Flight demonstrator (system)	750 days	Mon 09/12/19	Fri 21/10/22
38	Waste management assembly	#####	Mon 23/01/17	Mon 06/08/40
39	WC-BWTU connection demonstration	375 days	Mon 23/01/17	Fri 29/06/18
40	WC-BWTU ground breadboard	750 days	Mon 09/12/19	Fri 21/10/22
41	preparation WC-BWTU flight demonstrator	750 days	Tue 22/09/37	Mon 06/08/40
42	Air revitalisation	195 mons	Mon 25/04/11	Fri 03/04/26
43	Photo-bioreactor new generation (characterisation and control)	1200 days	Mon 25/04/11	Fri 27/11/15
44	Photo-bioreactor demonstrator (payload)	90 days	Mon 17/10/16	Fri 17/02/17



Pas à Pas

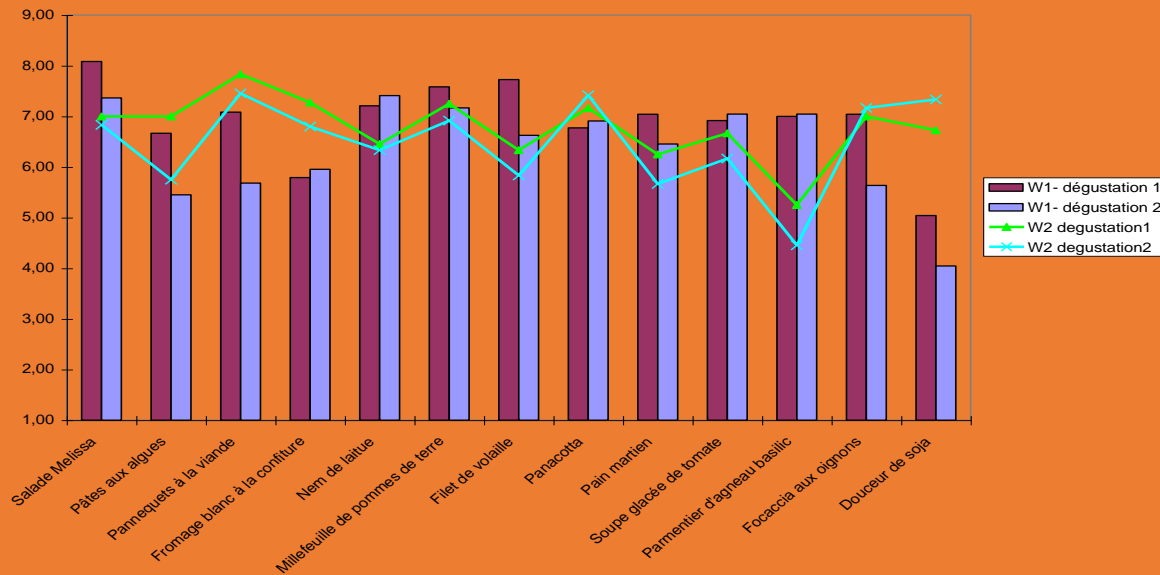
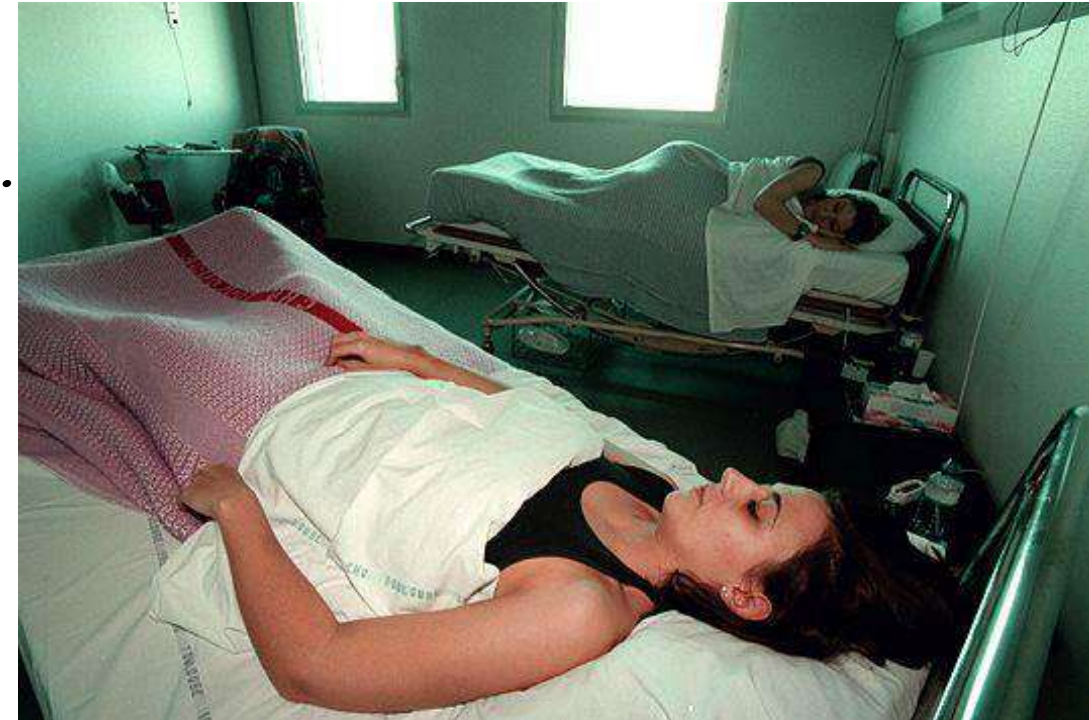






Les Bedrest's

- ✓ 24 subjects (women).
- ✓ 3 groups: Controls - **Exercise** - **Nutrition**.
- ✓ Duration: 106 days for each successive period

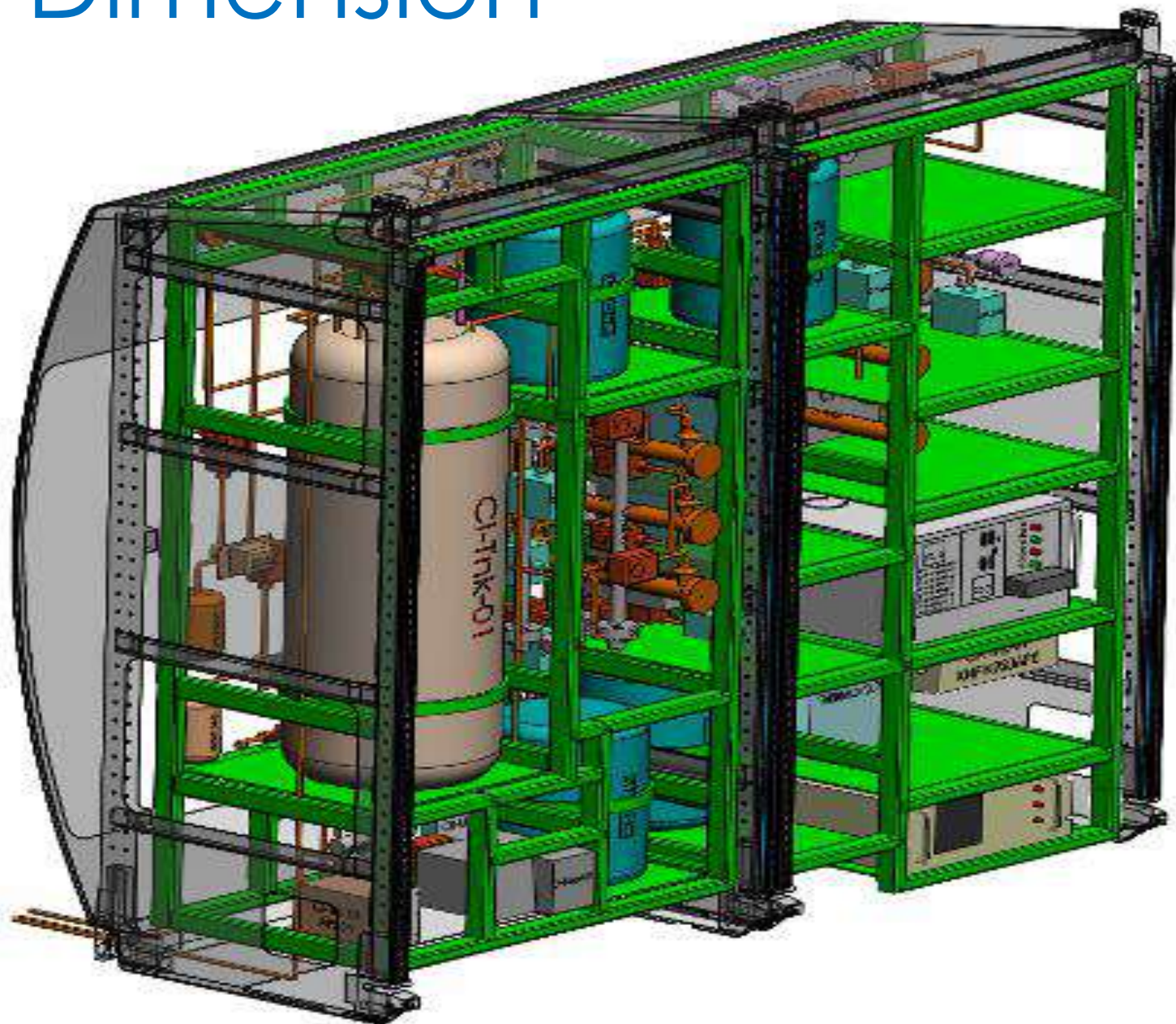




DE LA PAILLASSE AU HARDWARE DE VOL.



Dimension







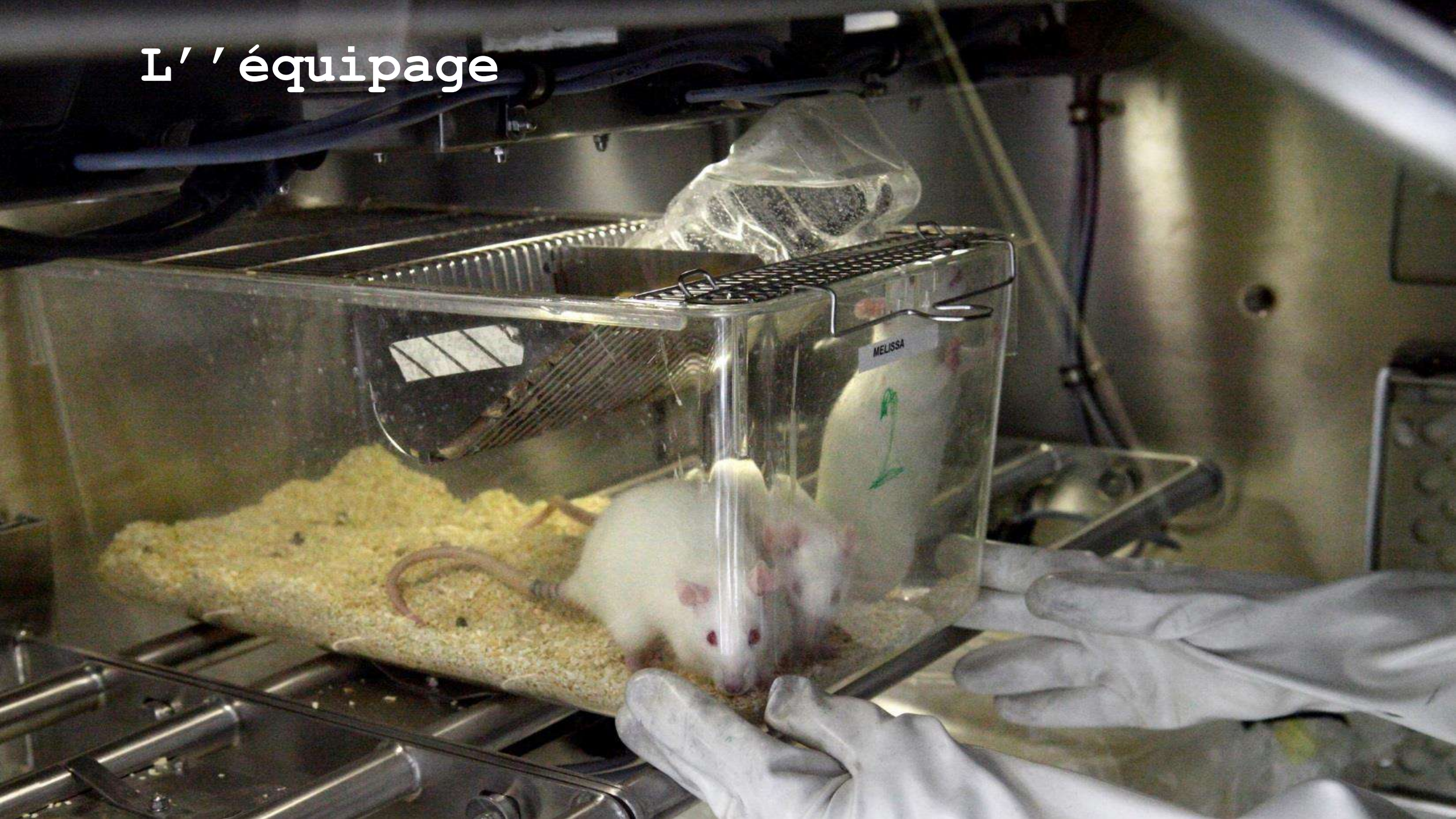
IN COOPERATION WITH



Démonstrateur sur Terre



L' 'équipage



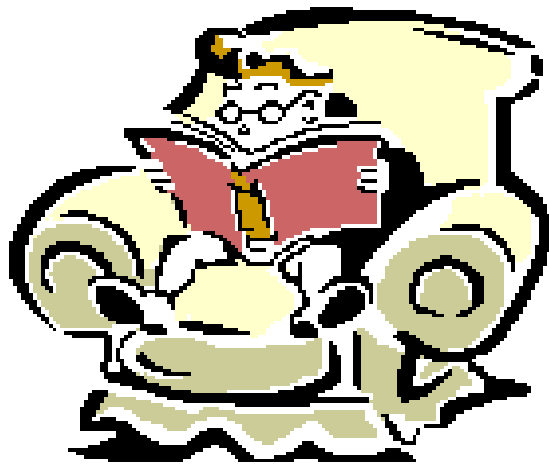


CONFINÉ = PLUS DE RISQUES !!



Les Micro-organismes

Particle emission is a continuous event



100 000



5 000 000



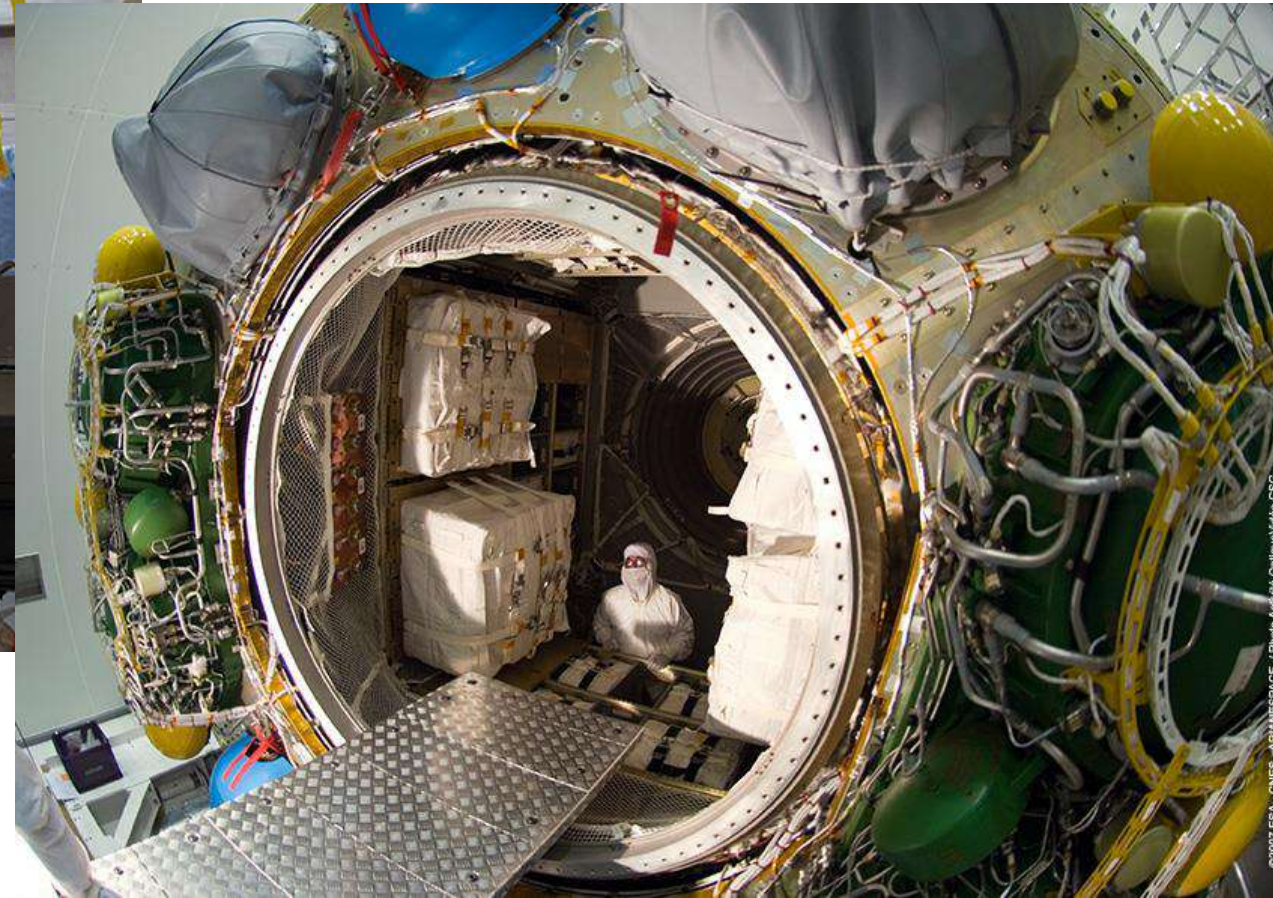
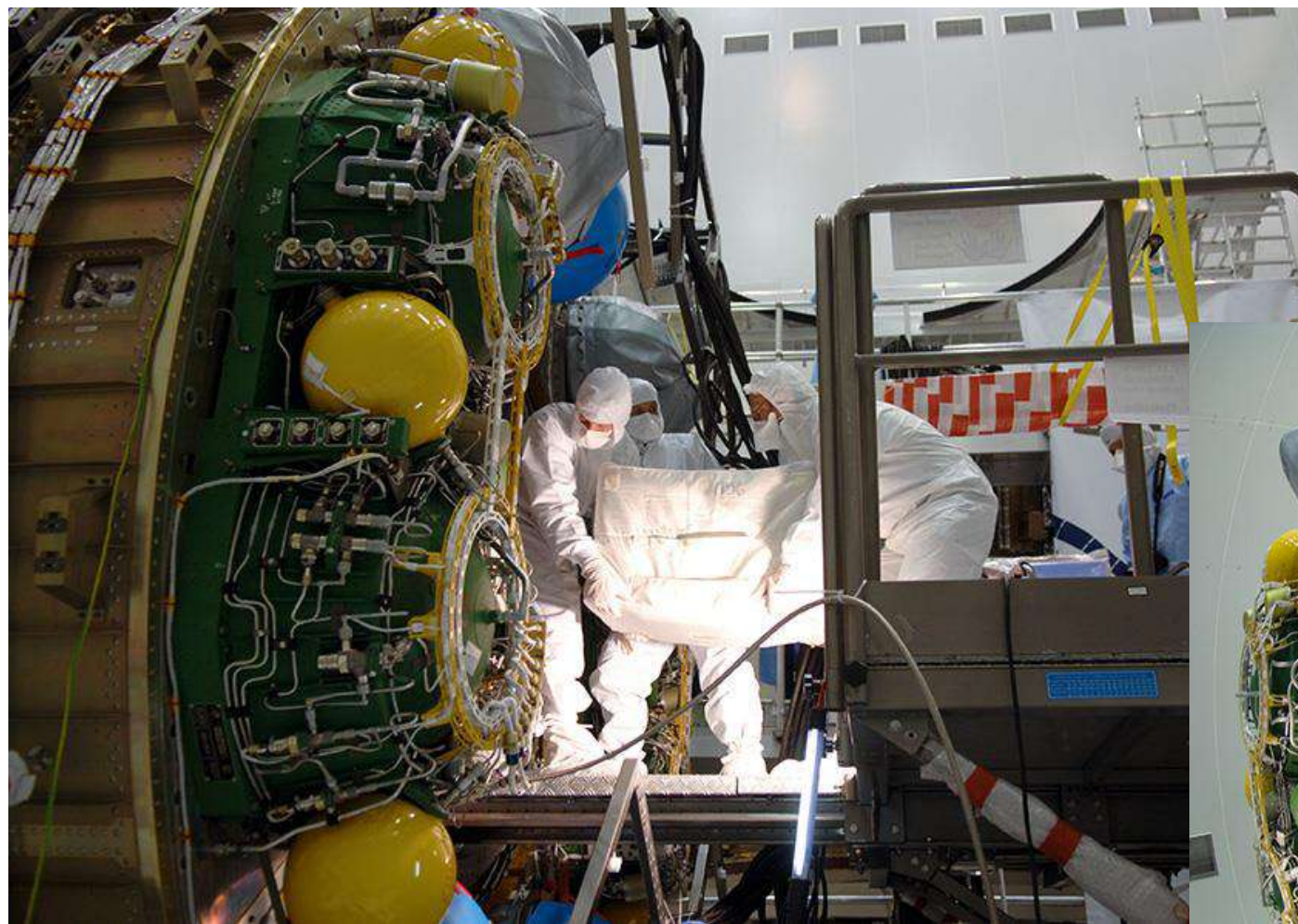
30 000 000

Number of Particles ($> 0.5 \mu\text{m}$ in diameter) emitted per minute

Problèmes de Contamination



ATV : The European cargo



Faites des Etudes !







RETOUR SUR TERRE

ACTUELLEMENT

- 6 Spin-off companies
- 1 Fondation
- Plusieurs accords de collaboration
- Bonne couverture médiatique
- Bonne image, parfois trop bonne...







*Figure 1
Concordia Station
February 2003*

Eaux et Bulles

Hotels & Habitation privée

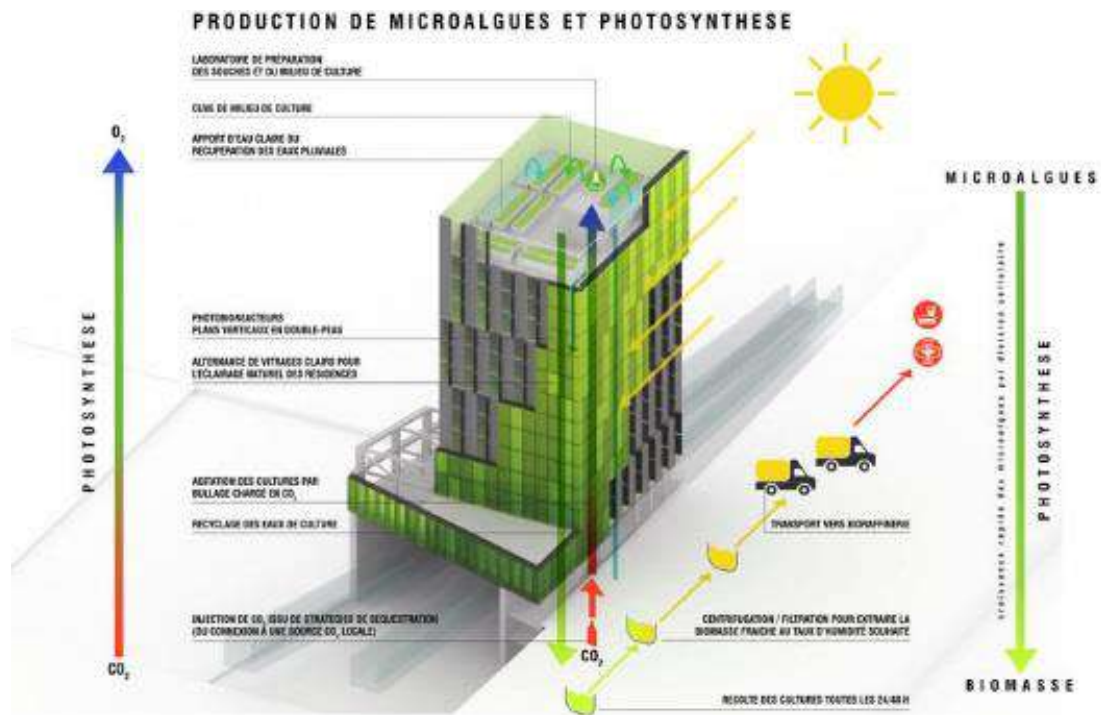


NICE-MATIN 5 Novembre 2018

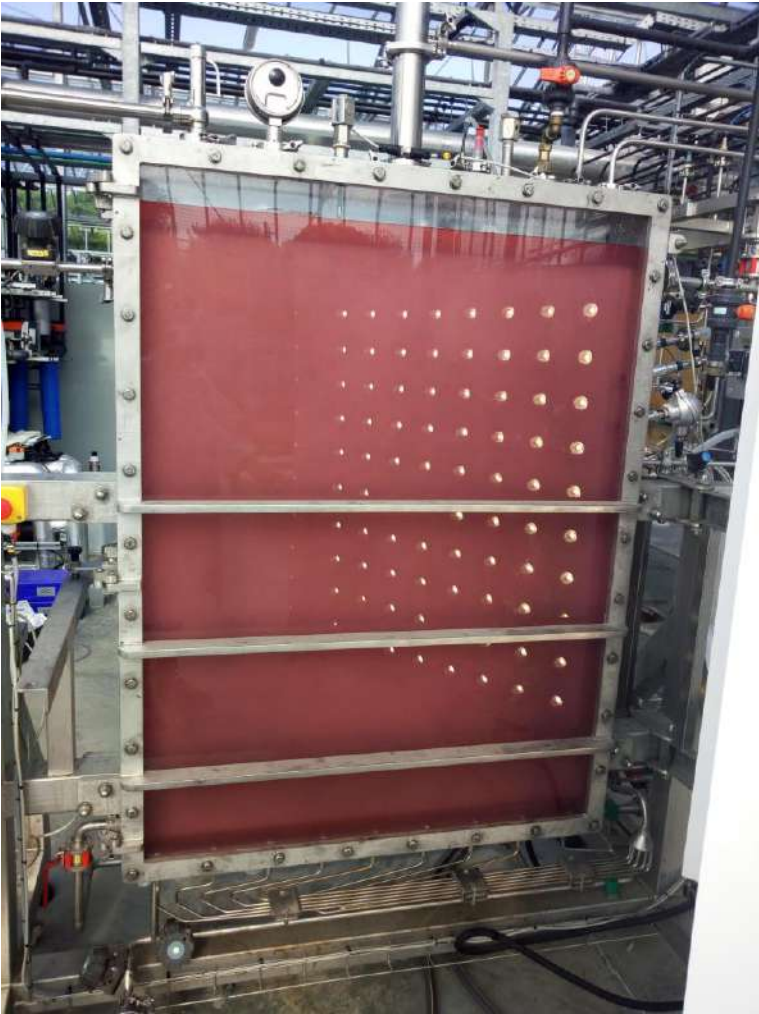
ALGOSOLIS

Plateforme technologique pour les cultures de microalgues et les bioraffineries





Biofacades Paris XTU



ezCol BV

- Cholesterol Reduction,
- LDL to 50 % down, 2 to 3 weeks. 1g/day or lower.
- (15) patents
- Human tests in progress.
- University of Maastricht (NL),
University of Nantes (FR),
AlgoSource (FR), University of
Mons (B).

Local Proteins Production: Mooto (Congo, RDC)



Education





Daily management: Social networks



<https://www.facebook.com/MELiSSA4SPACE/>



<https://twitter.com/MELiSSAProject1>



<https://www.instagram.com/melissaspaceresearchprogram/>



<https://www.linkedin.com/groups/8648149>