



QeR 2025 : Qualité 2.0

11^{ème} rencontres du réseau Qualité en Recherche du CNRS
13-14 oct. 2025 à Orléans



La Démarche Qualité au Sein de la Plateforme Nationale PIVOINE_2G

Pascal Lasgorceix

Ingénieur de Recherche-Responsable Plateforme
CNRS Ingénierie ICARE - Orléans

ICARE –UPR 3021

Institut de Combustion Aérothermique Réactivité et
Environnement



CNRS Ingénierie ICARE



HELIOS Chambre de simulation atmosphérique
à irradiation naturelle d'Orléans



PIVOINE_2G Propulsion Plasmique Spatiale

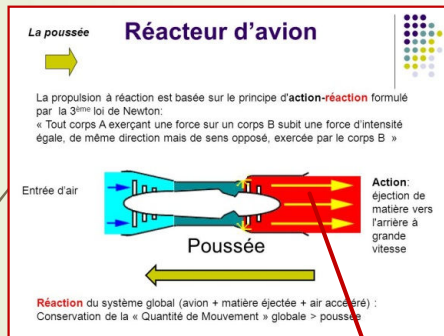
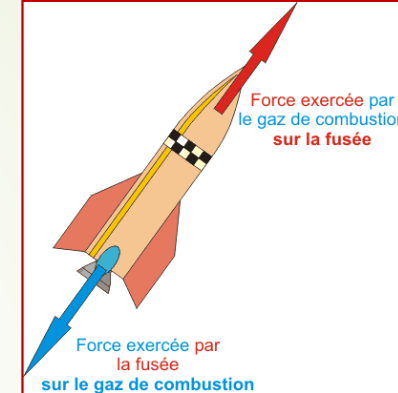
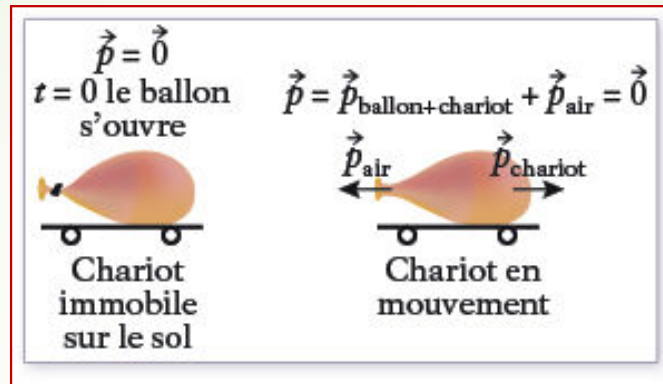
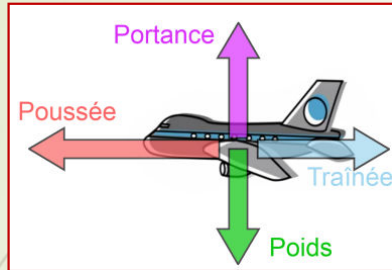


FAST Souffleries raréfiées à jets
supersoniques, hypersonique à gaz
neutres ou plasmas

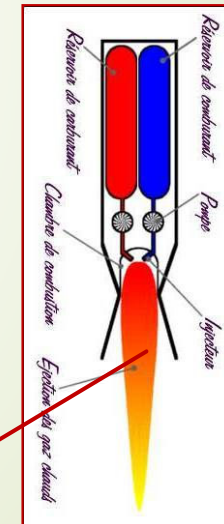
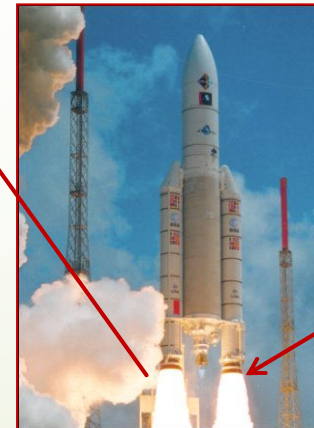
ANF Qualité 2.0 - 11^{ème} rencontres du réseau QeR à Orléans le 13 et 14 octobre 2025

Propulsion spatiale

Le Principe de Conservation de la Quantité de Mouvement



$$F = \dot{m}_e \cdot v_e$$



Propulsion spatiale

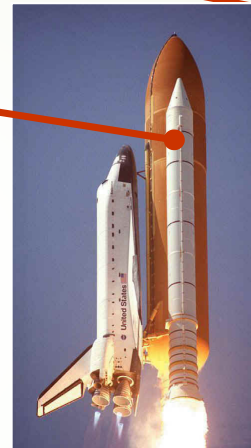
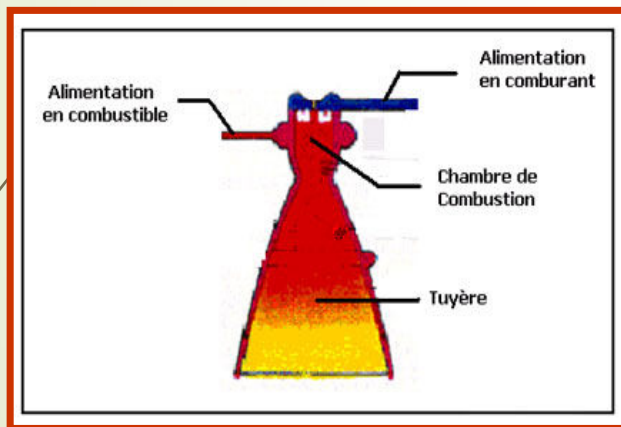
La Propulsion Chimique

Propulsion chimique liquide

LH2-LO2, hydrazine, kérosène, méthane...

Propulsion chimique solide

Moteur à poudre (booster avec Al)



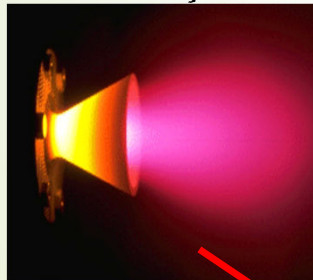
$$v_e = \sqrt{\frac{2k_B T}{m}}$$

$T \sim 3000-4000 \text{ K}$
 $v_e \sim 2 - 4 \text{ km/s}$
 $I_{sp} \sim 200 - 400 \text{ s}$
 $F = 1-10^8 \text{ N}$
 $\text{Temps} \sim \text{qq mn}$

La Propulsion Electrique

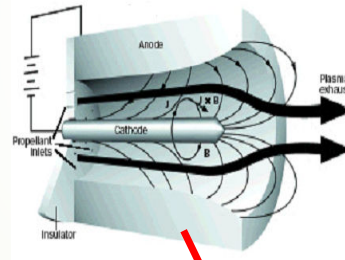
Electrothermique

Arc-jet



Electromagnétique

Propulseur MPD



Electrostatique

Propulseur à effet Hall

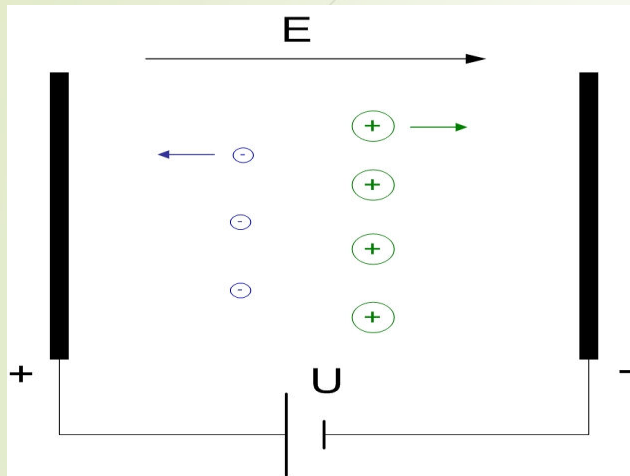


PLASMA

Propulsion spatiale

La Propulsion Electrique

La propulsion électrique 'Type électrostatique'



$$E_c = \frac{1}{2} m_+ v_e^2 = e U_d$$

$$v_e = \sqrt{\frac{2 \cdot e \cdot U_d}{m_+}}$$

Xe^{+(131,3g)} et U_d = 100V , 1000 V
v_e ~ 12 - 40 km/s
Isp ~ 1200 - 4000 s
F = 0,05 – 1 N
Tf ~ plusieurs centaines d'heures

Propulsion spatiale

La Propulsion Chimique

$$v_e = \sqrt{\frac{2k_B T}{m}}$$

T ~ 3000-4000 K
 $v_e \sim 2 - 4 \text{ km/s}$
 $I_{sp} \sim 200 - 400 \text{ s}$
 $F = 1 \cdot 10^8 \text{ N}$
Temps ~ qq mn

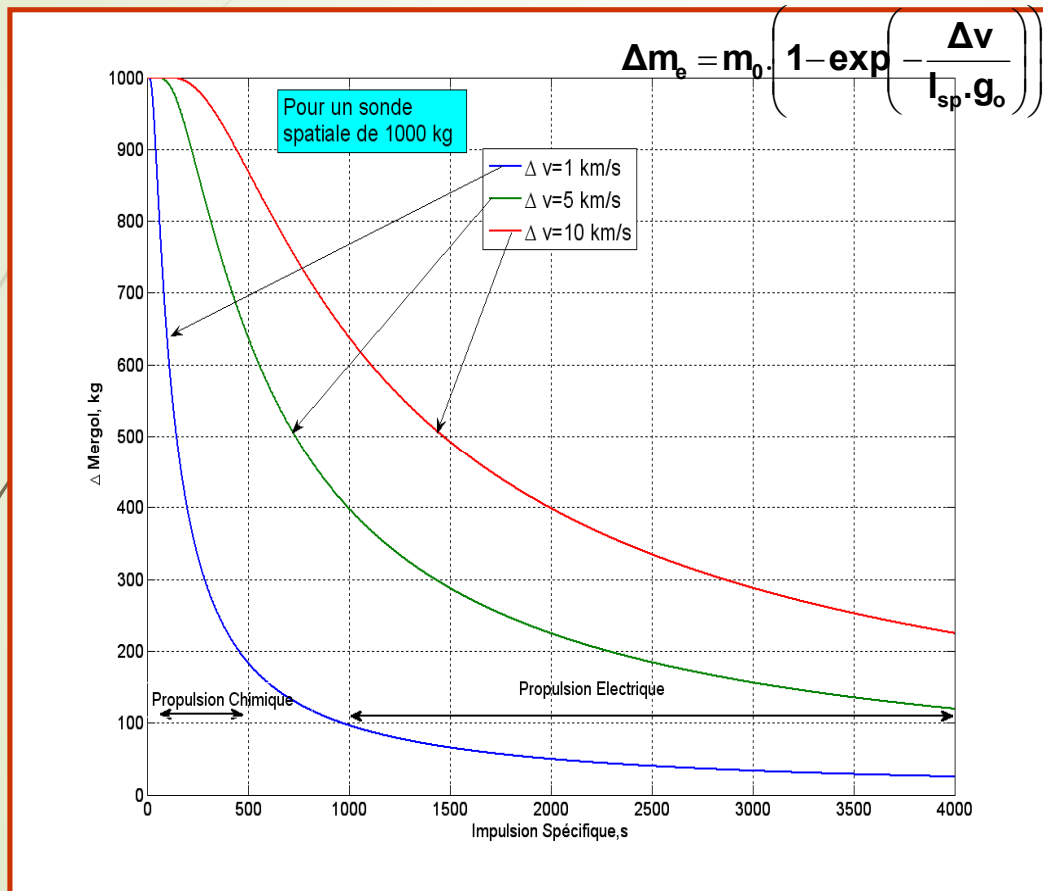
La Propulsion Electrostatique

$$v_e = \sqrt{\frac{2 \cdot e \cdot U_d}{m_+}}$$

$\text{Xe}^{+(131,3g)}$ et $U_d = 100\text{V} , 1000 \text{ V}$
 $v_e \sim 12 - 40 \text{ km/s}$
 $I_{sp} \sim 1200 - 4000 \text{ s}$
 $F = 0,05 - 1 \text{ N}$
Tf ~ plusieurs centaines d'heures

$$F = \dot{m}_e \cdot v_e$$

En consommation d'ergol



La propulsion électrique permet de faire des économies importantes en masse d'ergol.

Exemple pour un Δv de 5 km/s

Chimique
 $I_{sp} = 400s \rightarrow 700 \text{ kg}$

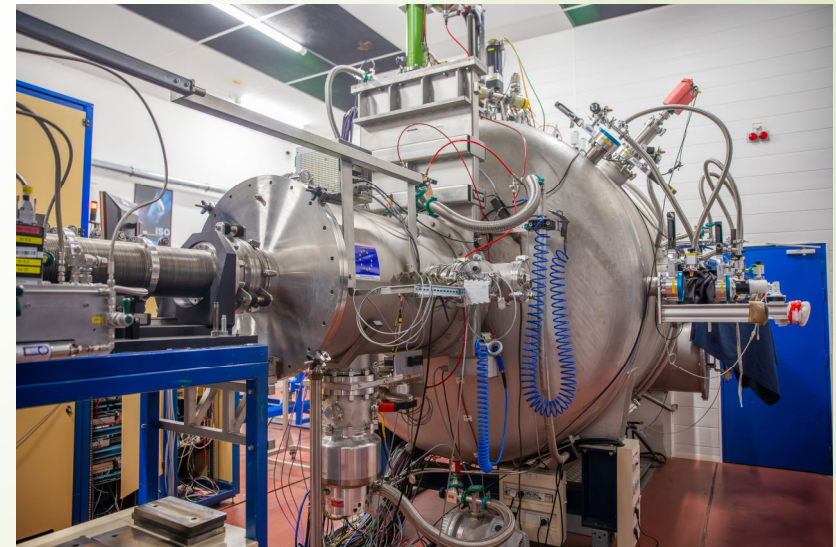
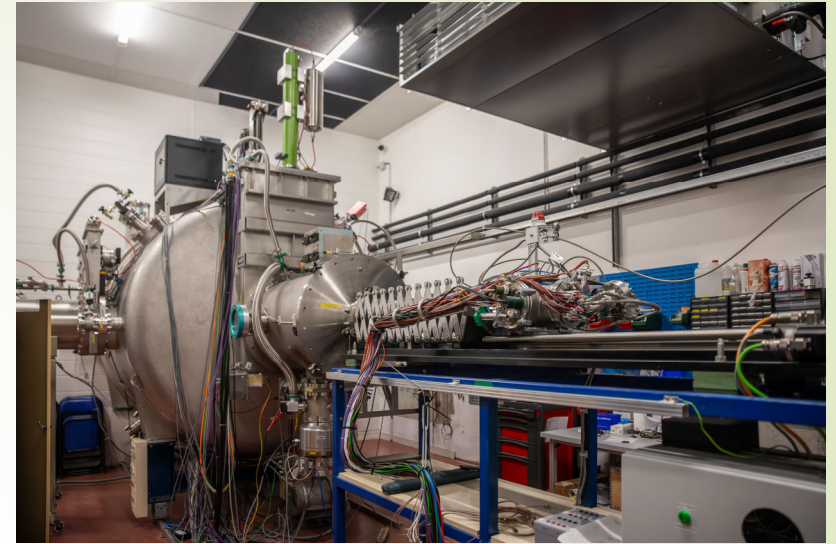
Electrique
 $I_{sp} = 1500s \rightarrow 280 \text{ kg}$

Diminution de la quantité d'ergol à embarquer :

- Économique pour le lancement
- Augmentation de la charge utile
- Augmentation de la durée de la mission

PLATEFORME PIVOINE_2G

Le banc d'essai de la Plateforme PIVOINE_2G permet de mettre en œuvre, d'étudier et d'améliorer des **moteurs électriques à plasma de type à effet Hall**. Ces moteurs sont utilisés en propulsion spatiale pour le contrôle d'attitude des satellites, pour du transfert d'orbite ou pour du voyage interplanétaire.



Les Propulseurs Plasmiques à Effet Hall



Figure 1. Alexey Morozov in mid 50th.



Professor Alexey I. Morozov.

En 1962, en URSS, A. I. MOROZOV, fut le premier à proposer, à concevoir et à étudier en laboratoire des propulseurs électriques à effet Hall. Ces propulseurs seront testés dans l'espace dès 1972, par l'URSS.

Après la chute de l'union soviétique, les laboratoires russes se sont ouverts à l'occident et vers la fin des années 80 des premiers contacts furent pris entre les agences spatiales occidentales et le professeur MOROZOV. Il est rapidement apparu au fil des discussions avec les ingénieurs russes que cette technologie semblait vraiment très prometteuse et que **la France se devait acquérir l'expertise sur cette technologie.**

L'installation : Le Banc d'Essai PIVOINE

En novembre 1994, suite à un appel d'offre du CNES, le Laboratoire ICARE a été retenu pour concevoir et développer un moyen d'essai permettant de mettre en œuvre et d'étudier des moteurs plasmiques à effet Hall.

Conception, Développement et AIT

De janvier 1995 à décembre 1997

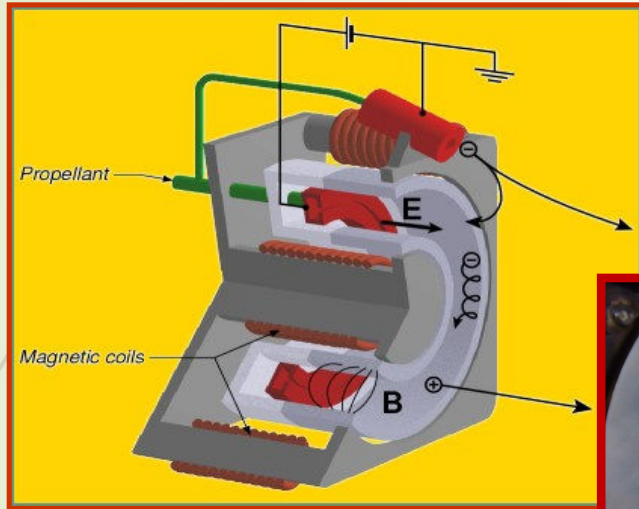
Le banc a été déclaré en fonctionnement opérationnel en janvier 1998

L'Environnement Scientifique : Les GDRs

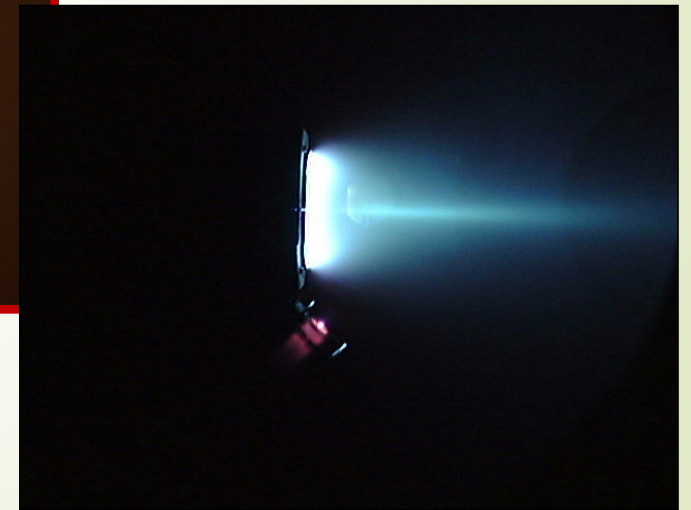
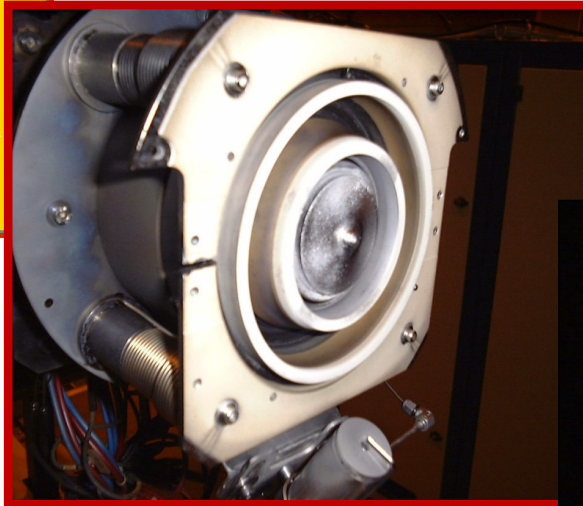
En 1996, afin de disposer à moyen terme d'une capacité de réponse et d'expertise sur les propulseurs à effet Hall le CNES, le CNRS, la SNECMA et l'ONERA ont créé le premier GDR sur cette thématique afin d'organiser, de coordonner et de piloter les efforts Français pour le développement des propulseurs plasmiques par effet Hall. Celui-ci fut suivi de 3 autres.

A partir de 2008, nous sommes passé d'un mode de collaboration de recherche via les GDR à un mode de prestations de service directement avec SAFRAN

Les Propulseurs Plasmiques à Effet Hall

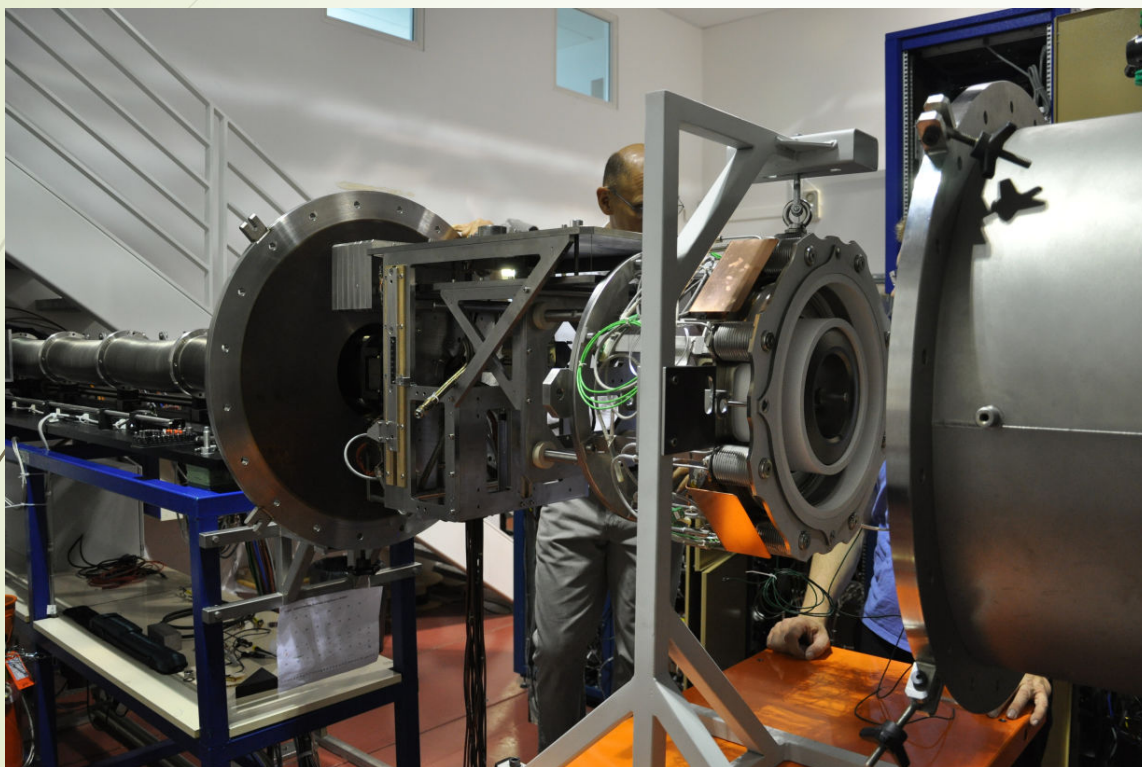


Propulseur PPS100ML

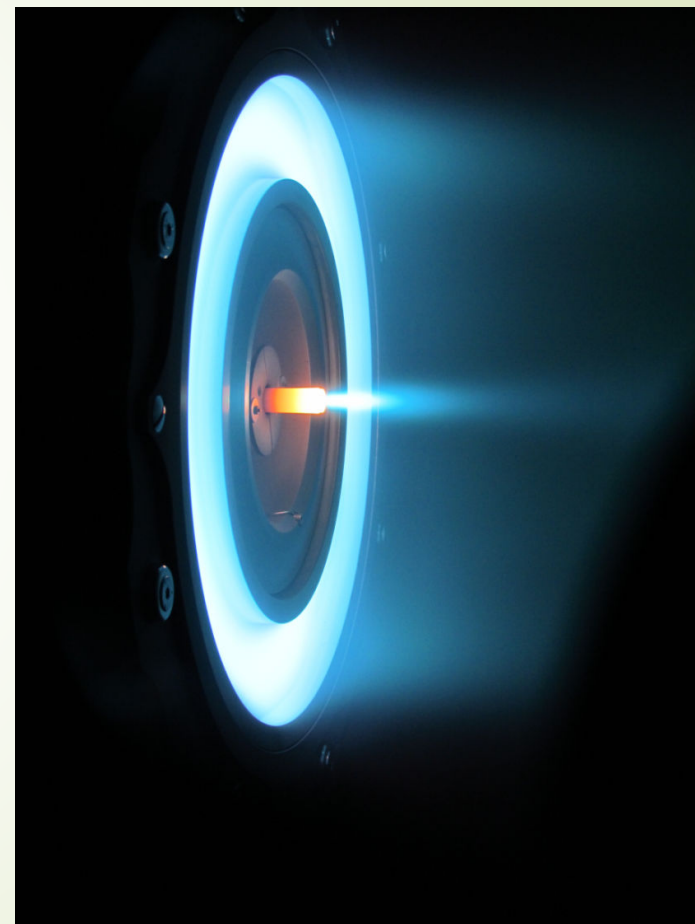


Banc d'Essai PIVOINE_2G

Programme Européen FP7 – Projet HIPER



Propulseur PPS20kML



12-14 Ans

Développement



Moteur
'Modèle de Laboratoire'

Moteur
'Modèle d'Ingénieur n°1'

Moteur
'Modèle d'Ingénieur n°i'

Moteur
'Modèle d'Ingénieur n° n'

Moteur
'Modèle de Qualification'

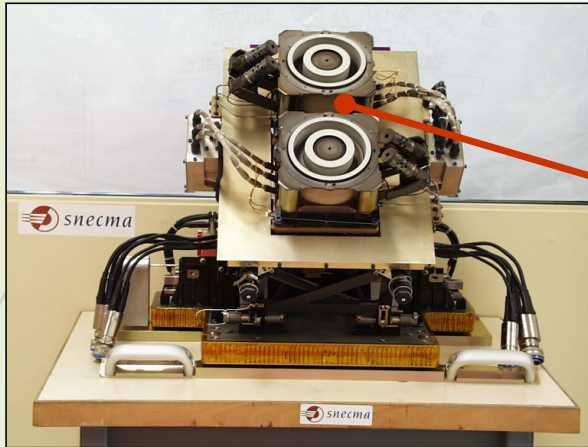
Moteur
'Modèle de Vol'

Industrialisation



Propulsion spatiale

LA PLATEFORME EUROSTAR 3000 AIRBUS



**Moteur plasmique à effet Hall PPS1350
SAFRAN**

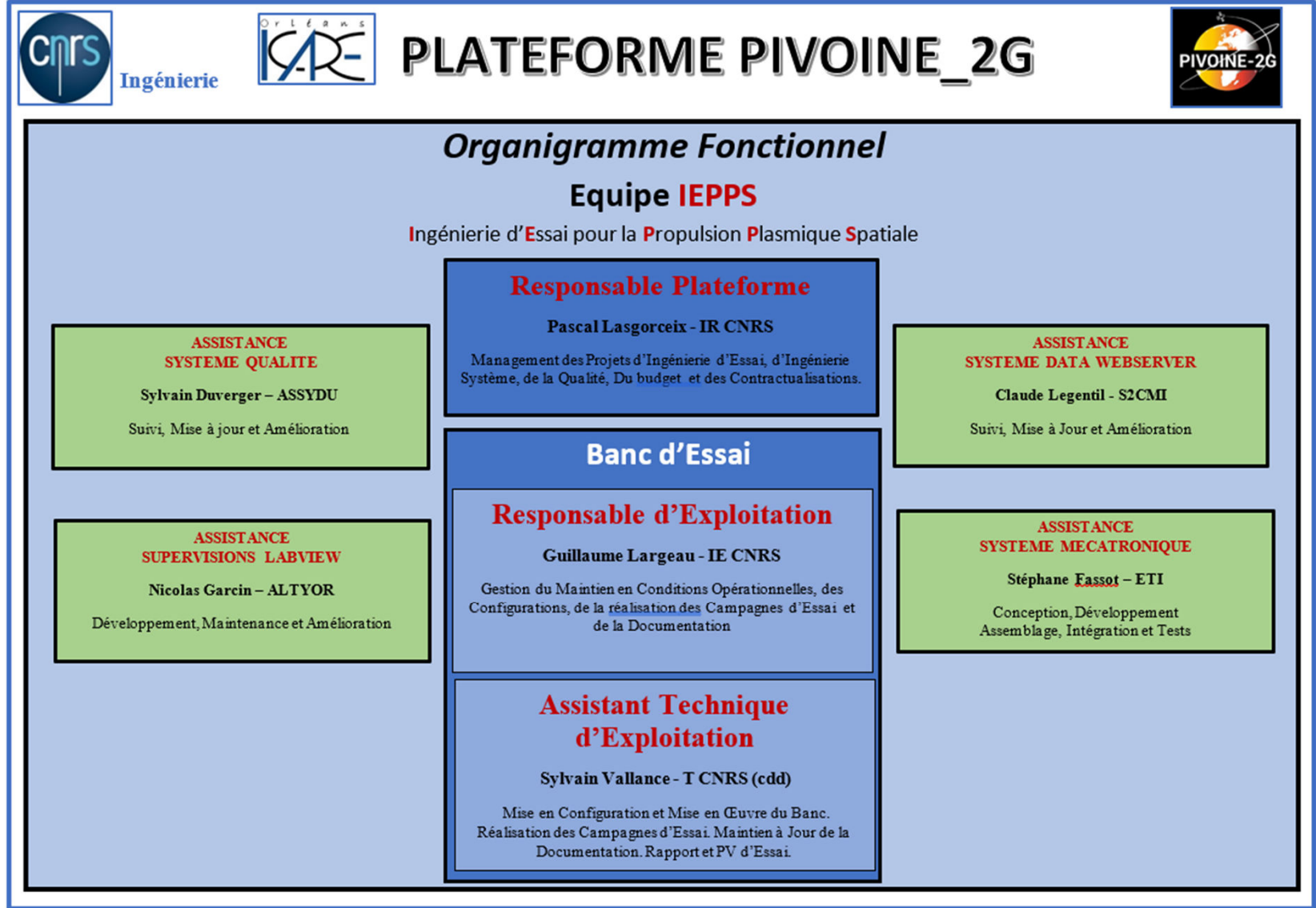
**Actuellement 50 satellites en orbite
géostationnaire avec plus de 50 000 heures de
tir cumulé avec ce type de moteur
(INTELSAT, INMARSAT)**





Et la Démarche Qualité?

Une Equipe



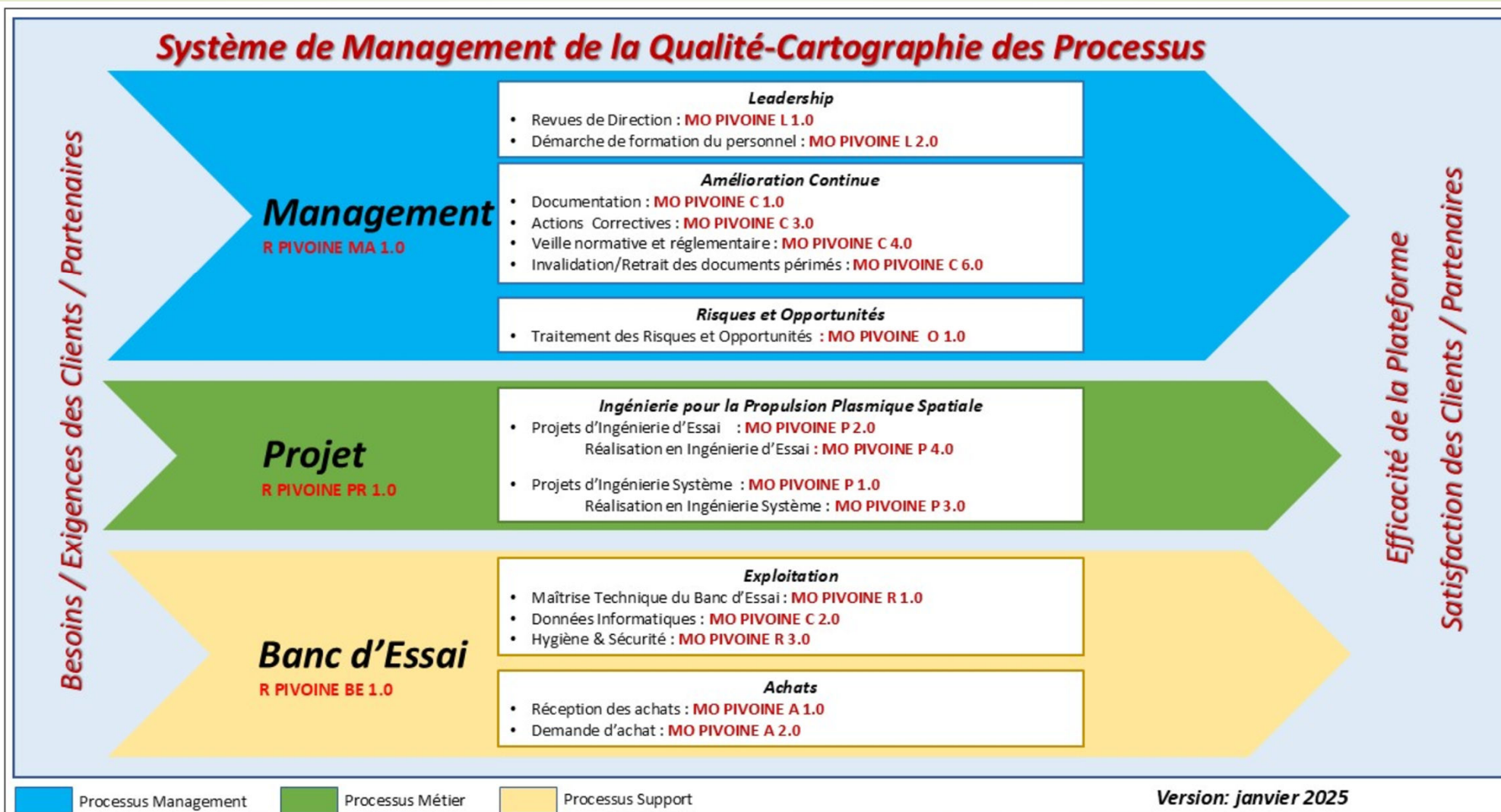
ANF Qualité 2.0 - 11^{ème} rencontres du réseau QeR à Orléans le 13 et 14 octobre 2025



Projet MATEX ISO 9001

Proposition en septembre 2024 d'être accompagné jusqu'à la certification ISO 9001 en 12 mois sur la base de la démarche qualité existante.

Une Organisation



PLATEFORME PIVOINE_2G



Notre Domaine d'Activité

L'Ingénierie d'Essai en Propulsion Plasmique Spatiale

Notre Métier

Réaliser des Projets en Ingénierie d'Essai

Une Equipe

Une Organisation

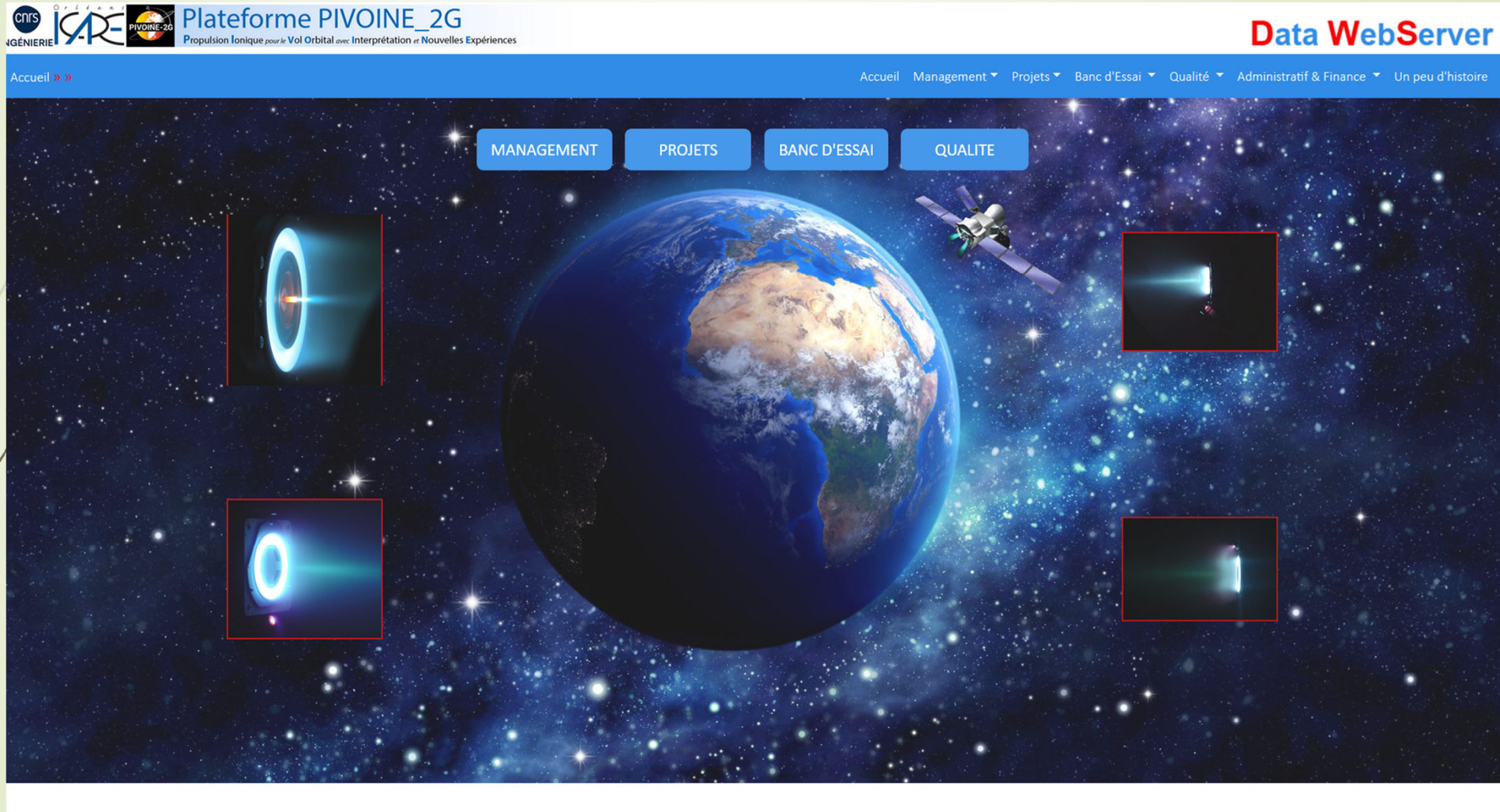
Un Banc d'Essai

Une Organisation

PIVOINE2G

PLATEFORME PIVOINE_2G

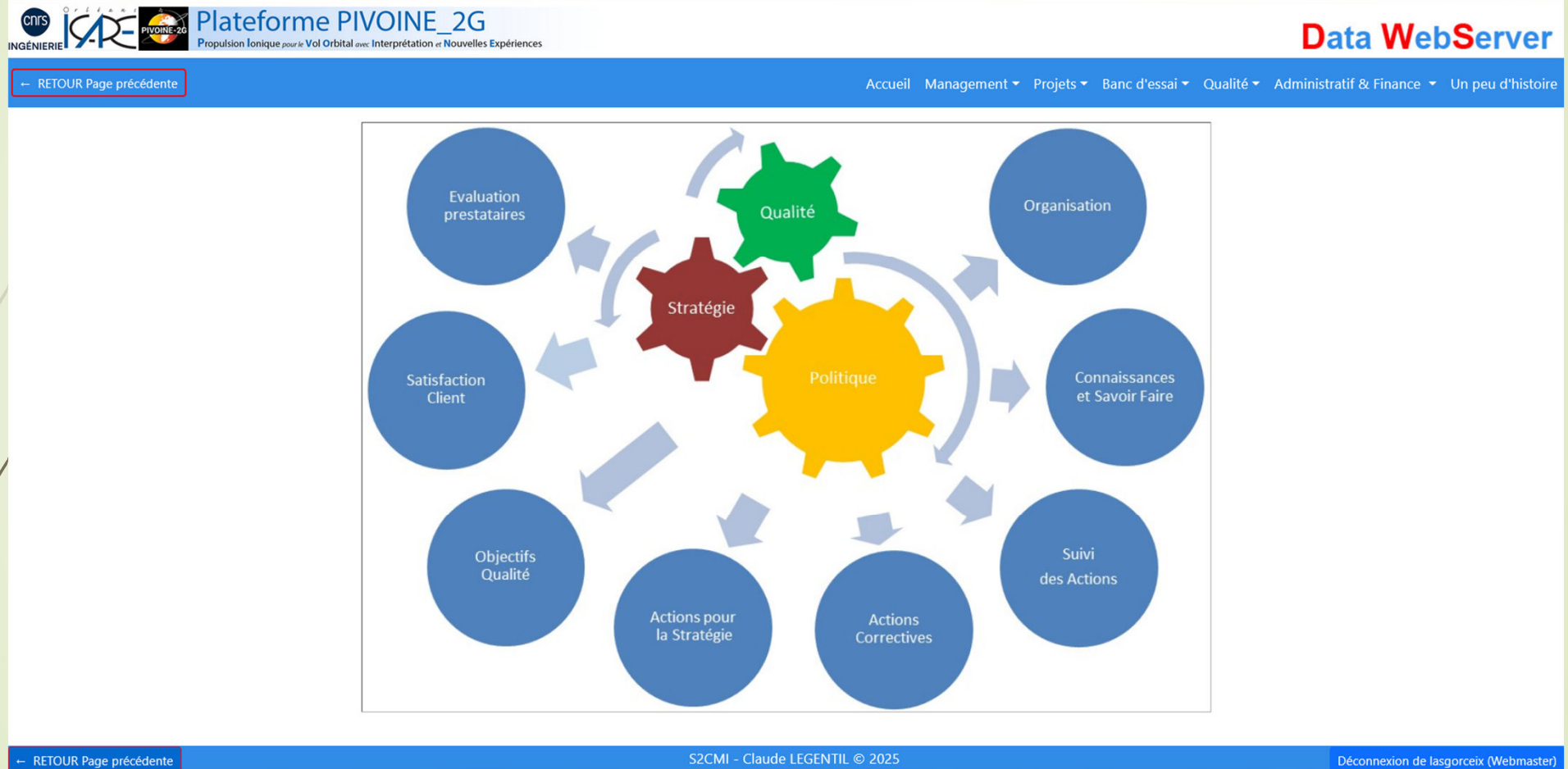
Notre Outil Informatique : Le DWS



ANF Qualité 2.0 - 11^{ème} rencontres du réseau QeR à Orléans le 13 et 14 octobre 2025

Une Organisation

PLATEFORME PIVOINE_2G



Une Organisation

PLATEFORME PIVOINE_2G



Plateforme PIVOINE_2G
Propulsion Ionique pour le Vol Orbital avec Interprétation et Nouvelles Expériences

Data WebServer

[← RETOUR Page précédente](#)

[Accueil](#) [Management](#) [Projets](#) [Banc d'essai](#) [Qualité](#) [Administratif & Finance](#) [Un peu d'histoire](#)

Projets d'Ingénierie

Projets d'ingénierie d'Essai



Projets d'ingénierie Système



[Voir le "Processus Projet" dans le Système de Management de la Qualité](#)

[← RETOUR Page précédente](#)

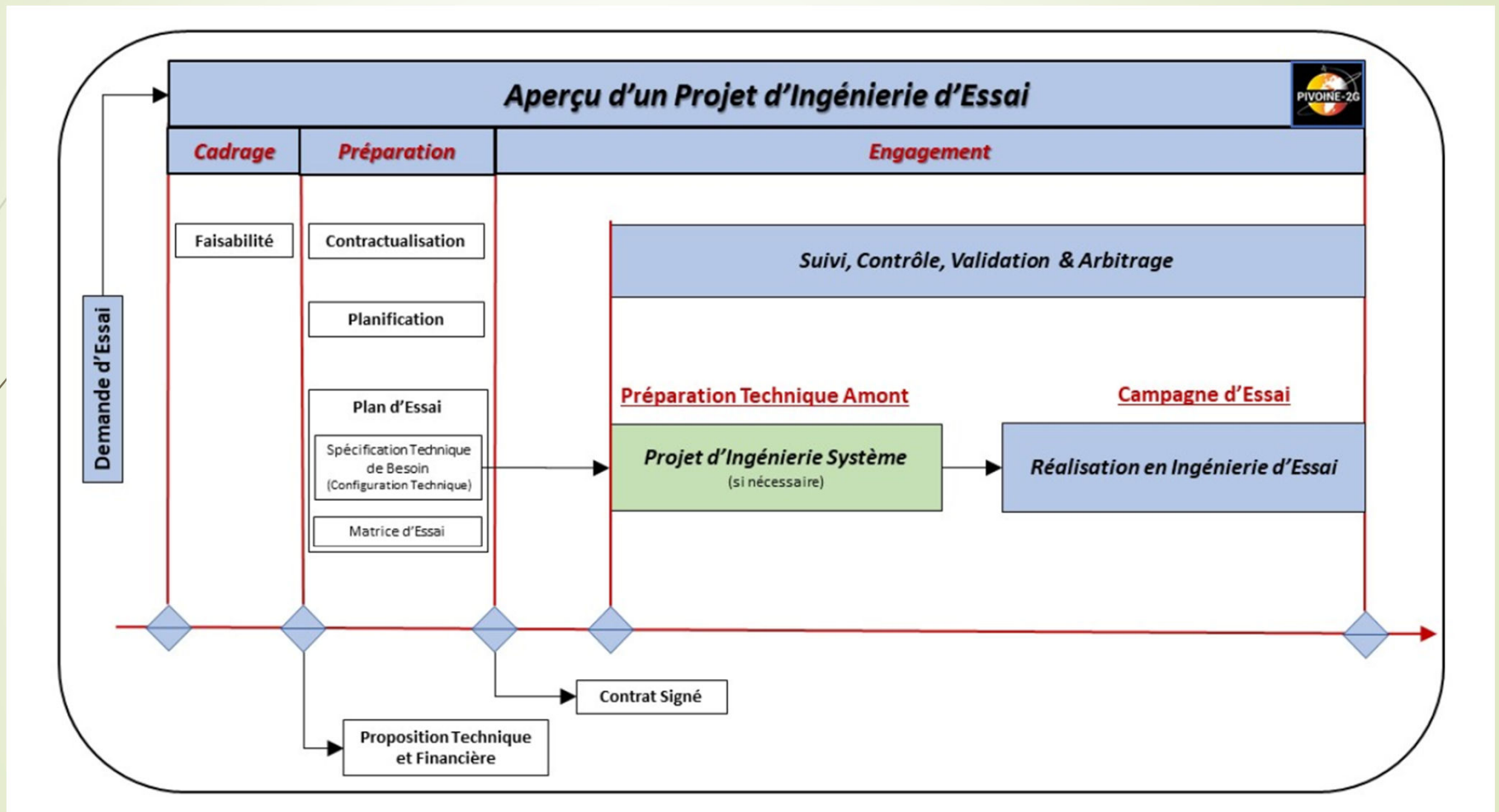
S2CMI - Claude LEGENTIL © 2025

[Déconnexion de lasgorceix \(Webmaster\)](#)

Une Organisation

PLATEFORME PIVOINE_2G

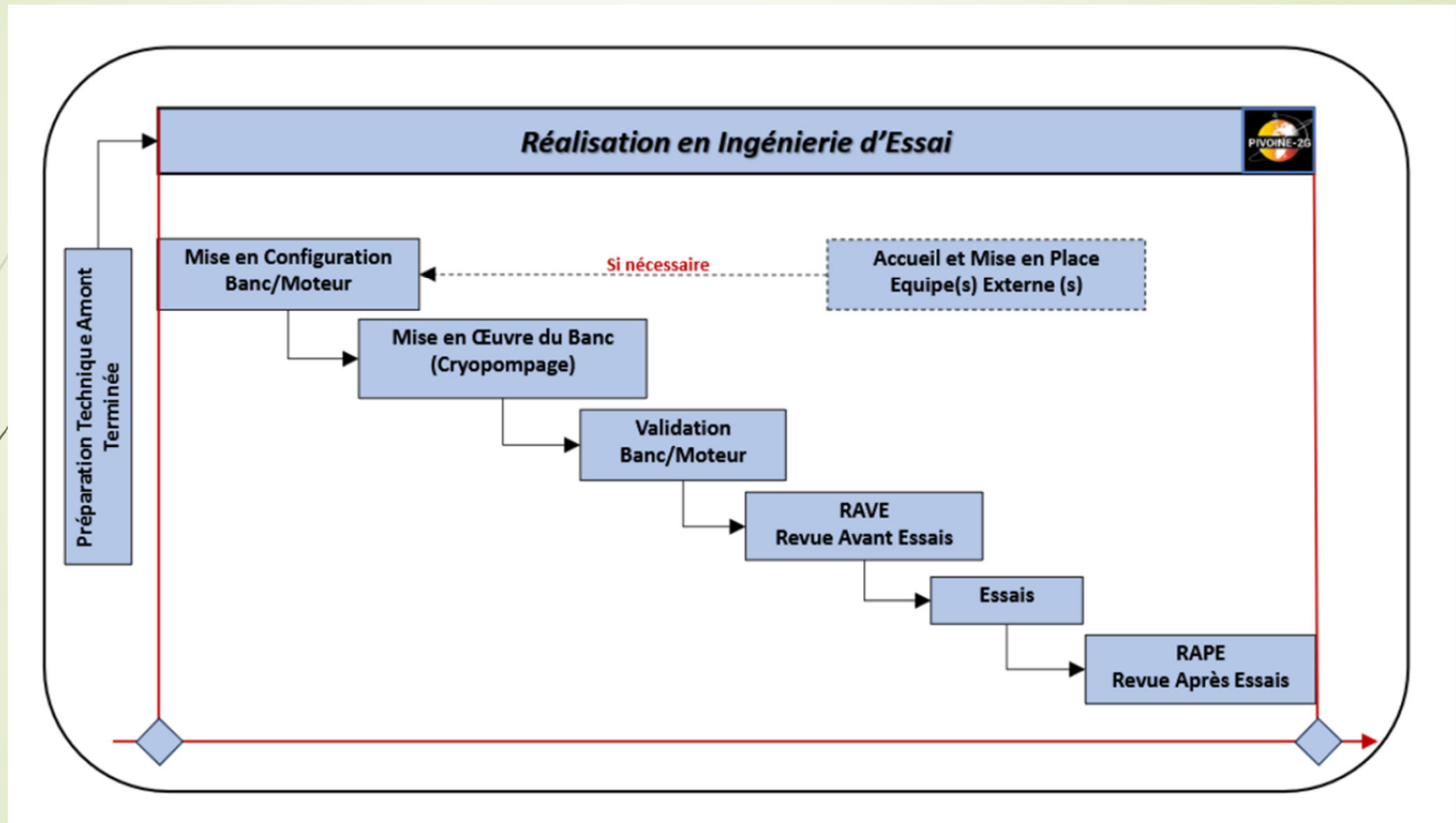
Le Management des Projets d'Ingénierie d'Essai



Une Organisation

PLATEFORME PIVOINE_2G

La Réalisation en Ingénierie d'Essai



Une Organisation

PLATEFORME PIVOINE_2G

The screenshot displays the website for the Plateforme PIVOINE_2G. At the top, the header includes the CNRS and IARE logos, the platform name 'Plateforme PIVOINE_2G', and the tagline 'Propulsion Ionique pour le Vol Orbital avec Interprétation et Nouvelles Expériences'. A 'Data WebServer' logo is positioned on the right. A navigation bar below the header contains links: 'Accueil', 'Management', 'Projets', 'Banc d'essai', 'Qualité', 'Administratif & Finance', and 'Un peu d'histoire'. A 'RETOUR Page précédente' button is located on the left. The main content area features a central 3D isometric diagram of the 'Banc National d'Essai' (National Test Bench), which includes a large cylindrical tank, various pipes, and control units. Surrounding this central image are six smaller photographs showing different components and equipment of the test bench. Above the central image, four blue buttons are visible: 'MAITRISE TECHNIQUE', 'HYGIENE & SECURITE', 'RECEPTION des ACHATS', and 'RESSOURCES INFORMATIQUES'. The footer of the website contains the text 'ICARE, Institut de Combustion, Aérothermique, Réactivité et Environnement - UPR n°3021', the copyright notice 'S2CMI - Claude LEGENTIL © 2025', and a 'Déconnexion de lasgorceix (Webmaster)' link.

← RETOUR Page précédente

Accueil Management Projets Banc d'essai Qualité Administratif & Finance Un peu d'histoire

MAITRISE TECHNIQUE HYGIENE & SECURITE RECEPTION des ACHATS RESSOURCES INFORMATIQUES

← RETOUR Page précédente














S2CMI - Claude LEGENTIL © 2025

Déconnexion de lasgorceix (Webmaster)

ANF Qualité 2.0 - 11^{ème} rencontres du réseau QeR à Orléans le 13 et 14 octobre 2025

Une Organisation

PLATEFORME PIVOINE_2G

<div>    Plateforme PIVOINE_2G <small>Propulsion Ionique pour le Vol Orbital avec Interprétation et Nouvelles Expériences</small> </div> <div> Data WebServer </div>								
<div> ← RETOUR Page précédente </div> <div> Accueil Management ▾ Projets ▾ Banc d'essai ▾ Qualité ▾ Administratif & Finance ▾ Un peu d'histoire </div>								
<div> Liste des fiches suiveuses </div> <div> Recherche dans les fiches Création/Modification RETOUR Alimentations Débitmètres Capteurs de Pression </div>								
ID	PHOTO	CODE	EQUIPEMENT	TYPE	Elém.ASSOCIE	FABRICANT	MODELE	STOCKAGE
1		ALI.001	Alimentation Electrique	DC	Propulseur-Distribution Electrique	TDK-LAMBDA	500V-30A	Baie 01
2		ALI.010	Alimentation Electrique	DC	Propulseur-Distribution Electrique	CONVERGIE	ASF400/20.20	Baie 01
3		ALI.002	Alimentation Electrique	DC	Propulseur-Distribution Electrique	TDK-LAMBDA	500V-30A	Baie 01
4		ALI.004	Alimentation Electrique	DC	Propulseur-Distribution Electrique	CONVERGIE	ASF1000/60.20	Baie 01
5		ALI.005	Alimentation Electrique	DC	Propulseur-Distribution Electrique	CONVERGIE	ASF1000/60.20	Baie 01
6		ALI.006	Alimentation Electrique	DC	Propulseur-Distribution Electrique	CONVERGIE	ASF2000/60.33	Baie 01
7		TCK.001	Afficheur / Conditionneur	Température	Propulseur-Mesures Températures	NEWPORT/OMEGA	DPI8	Baie 02
8		AFC.007	Afficheur / Conditionneur	Tension	Propulseur-Mesures Electriques Basses Fréquences	NEWPORT/OMEGA	INFINITYTM D	Baie 02
9		AFC.008	Afficheur / Conditionneur	Tension	Propulseur-Mesures Electriques Basses Fréquences	NEWPORT/OMEGA	INFINITYTM D	Baie 02
10		AFC.009	Afficheur / Conditionneur	Tension	Propulseur-Mesures Electriques Basses	NEWPORT/OMEGA	INFINITYTM D	Baie 02
<div> ← RETOUR Page précédente </div> <div> S2CMI - Claude LEGENTIL © 2025 </div> <div> Déconnexion de lasgorceix (Webmaster) </div>								

ANF Qualité 2.0 - 11^{ème} rencontres du réseau QeR à Orléans le 13 et 14 octobre 2025