

Projet MODERNHY-T

Appel à projets PANH08

représenté par
Olivier GILLIA
CEA/LITEN

Le projet MODERNHY-T

Modèle et Outil pour le Dimensionnement et l'Evaluation de Réservoirs iNnovants à HYdrures pour les Transports

Partenaires : CEA, PSA, SNCF, INPG (L3S), CNRS (IN), McPHY

Date de début du projet : 01 mars 2009

Date de fin du projet : 29 février 2012*

Budget total : 1048 k€

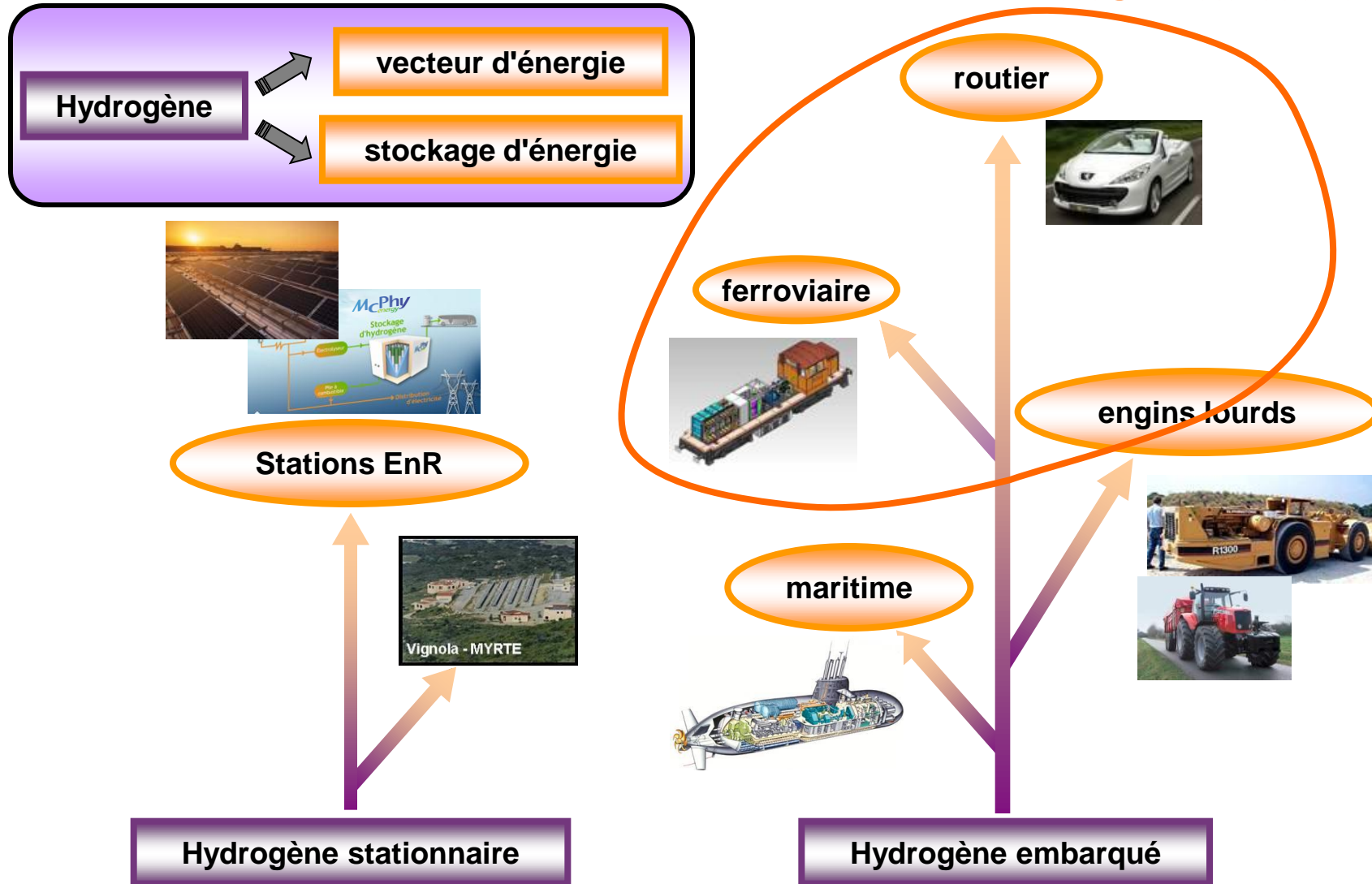
Aide accordée : 512 k€

Labellisé par TENERRDIS

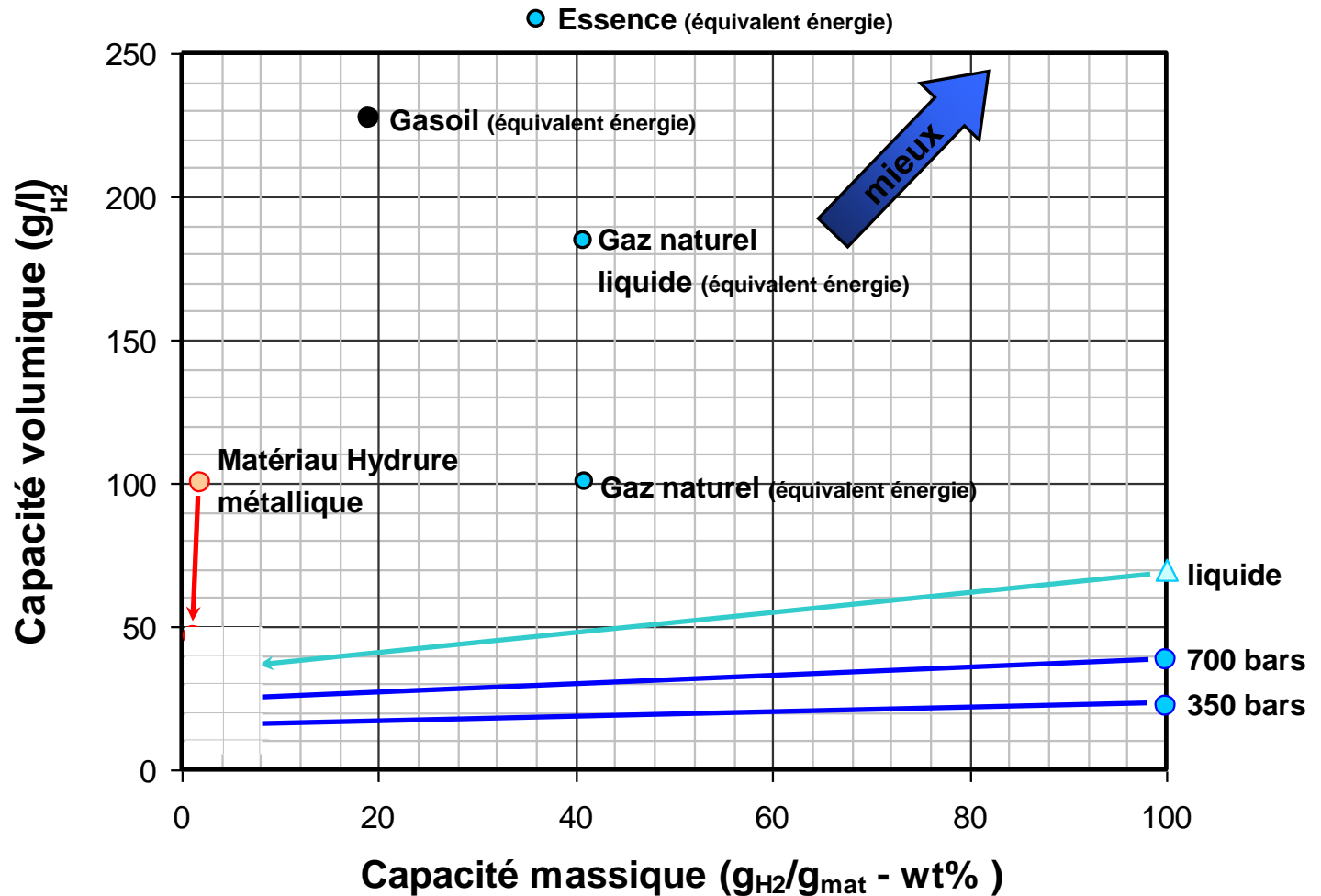
* demande de prolongation (+9 mois) en cours

Rappel du contexte et des enjeux

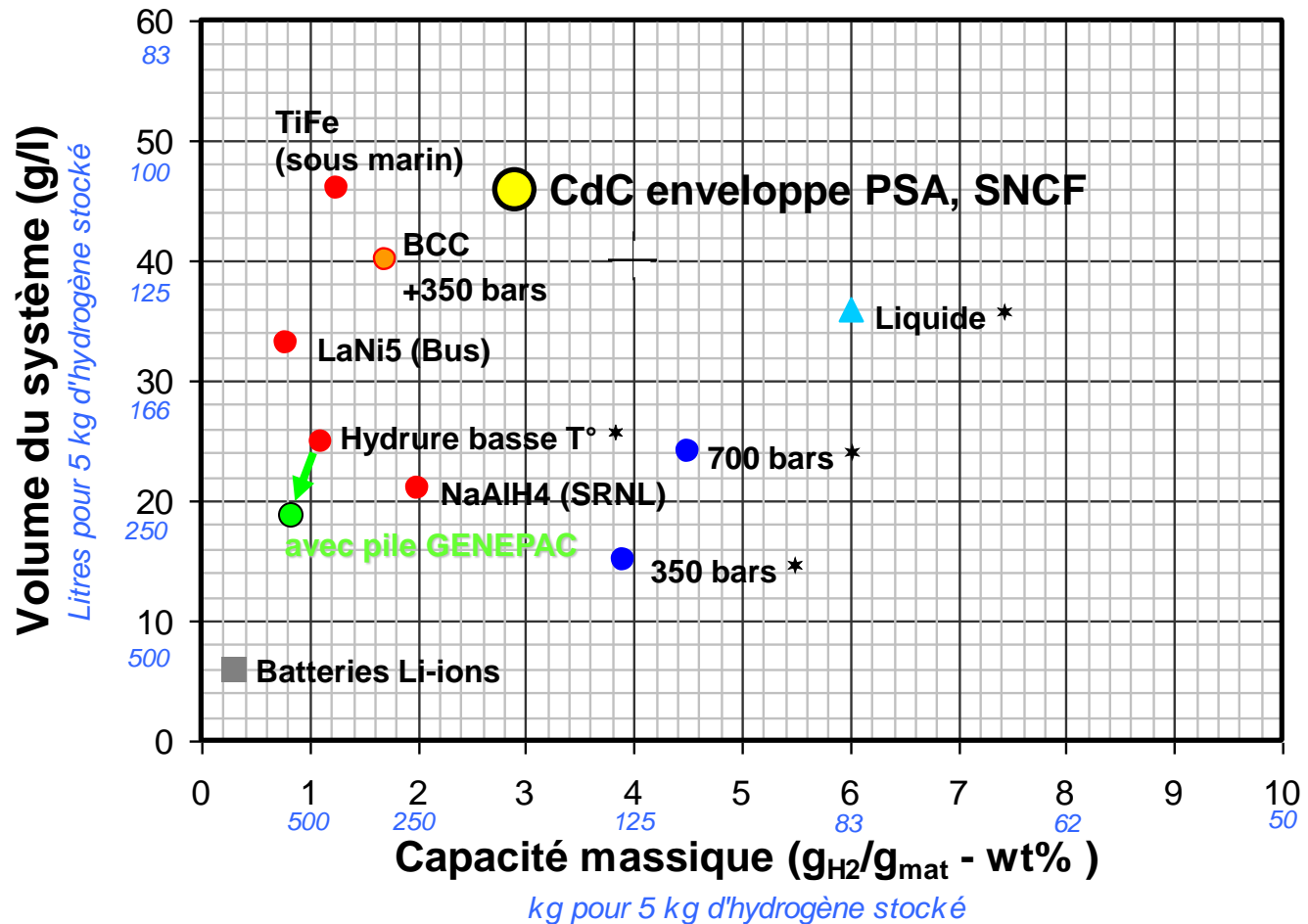
MODERNHY-T



Rappel du contexte et des enjeux



Rappel du contexte et des enjeux



* : données STORHY

Objectifs et positionnement du projet



- ✓ Augmenter la compacité
- ✓ Meilleure disponibilité H2
- ✓ Chargement rapide

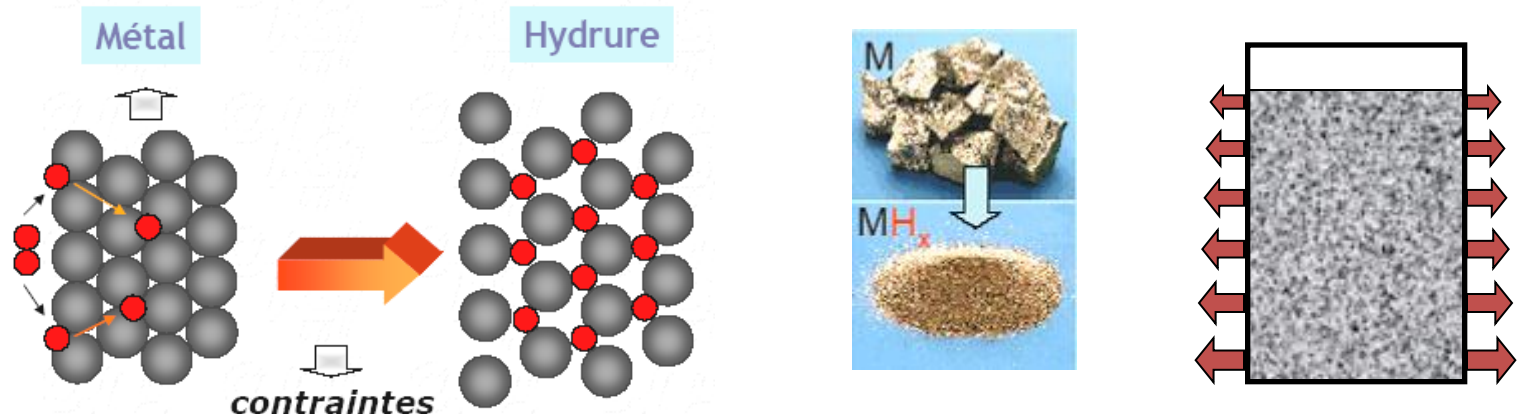
	Réservoir Hydrure Basse Pression	Réservoir Gazeux 350 bars	Réservoir Pression + Hydrures Haute Pression
Capacité de stockage d'Hydrogène	3.5 kg (1.1%wt) / réservoir 120 L (29g H2/L)	3 kg (3%wt) / réservoir 180 L (16.6g H2/L)	7.3 kg (1.7%wt) / réservoir 180 L (40g H2/L)
Poids du réservoir	300 kg	< 100 kg	420 kg
Temps de remplissage d'hydrogène	30 -60 min. Avec refroidissement	5-10 min.	5 min. / 80 %
Déchargement d'hydrogène à basses températures	Difficile en dessous de 35°C	Possible qqe soit T°	Possible même à -30°C
Capacité à contrôler	Difficile en accélérations	Bon	Bon, égal à la Haute pression
Sécurité	Basse pression (<1 MPa)	Haute pression (35 MPa)	Haute pression (35 MPa)

Autonomie de 700 km

Défis scientifiques et technologiques

Ce projet part de la constatation que l'homme de l'art est actuellement démuné pour dimensionner mécaniquement un conteneur rempli de poudre hydrure. La littérature se fait seulement l'écho d'observations sommaires rapportant une augmentation des contraintes – parfois importante – dans les parois d'un conteneur, mais aucun modèle prédictif n'est proposé. Notre étude vise au **développement d'un tel modèle pour assurer le dimensionnement mécanique et thermique d'un conteneur d'hydrures.**

Gonflement de l'hydrure



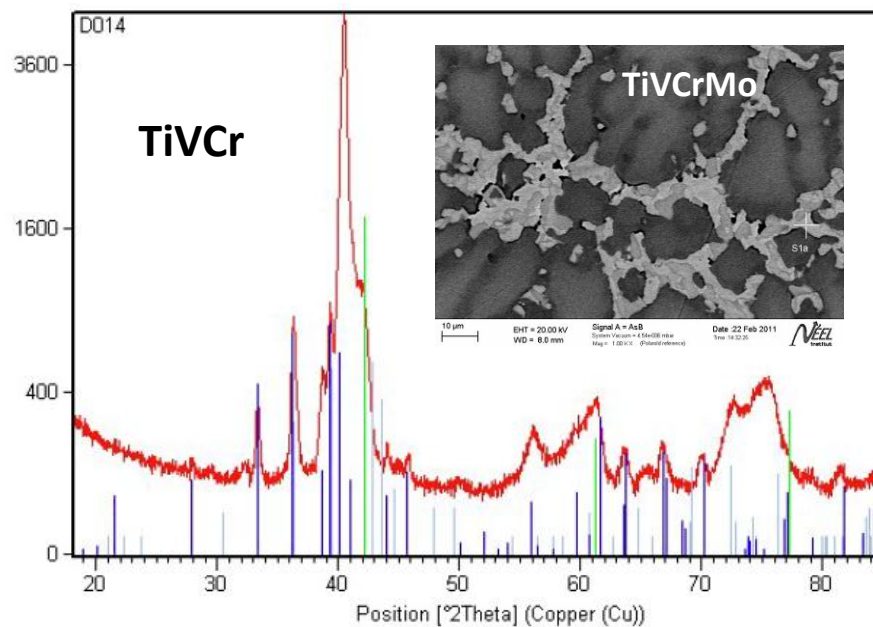
biblio : jusqu'à 300 MPa dans les parois d'un conteneur cylindrique

Résultats :

Mise au point d'un hydrure haute pression

1^{ère} phase du projet : composite TiVCr+Zr7Ni10 produit en grande quantité (plusieurs kg) pour campagne de caractérisation expérimentale

2^{ème} phase du projet : Synthèse du composite à microstructure contrôlée pour application à plus haute pression. Production à plusieurs kilogrammes pour proto.



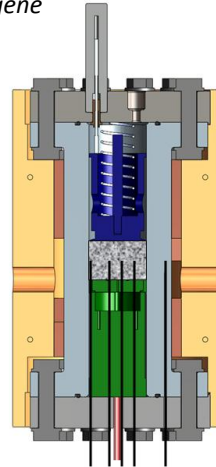
Up-scaling : McPHY finit la mise au point d'un four de production

Résultats : Caractérisation expérimentale

Mise au point de plusieurs "manipes"

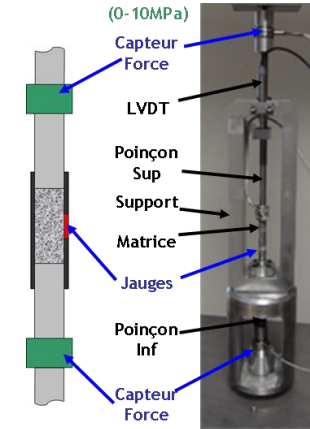
COMEDHY - CEA

essai en matrice sous hydrogène



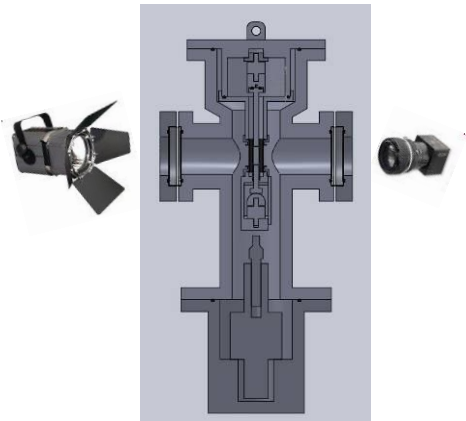
MATHRYX - INPG

essai en matrice sous atmosphère neutre



BHYCYCLE - CEA

essai bi-axiaux sous H2



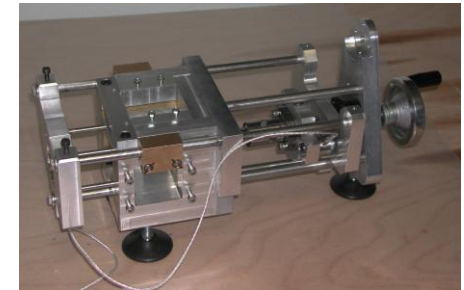
DHYSCO - CEA

disque tournant sous atm neutre

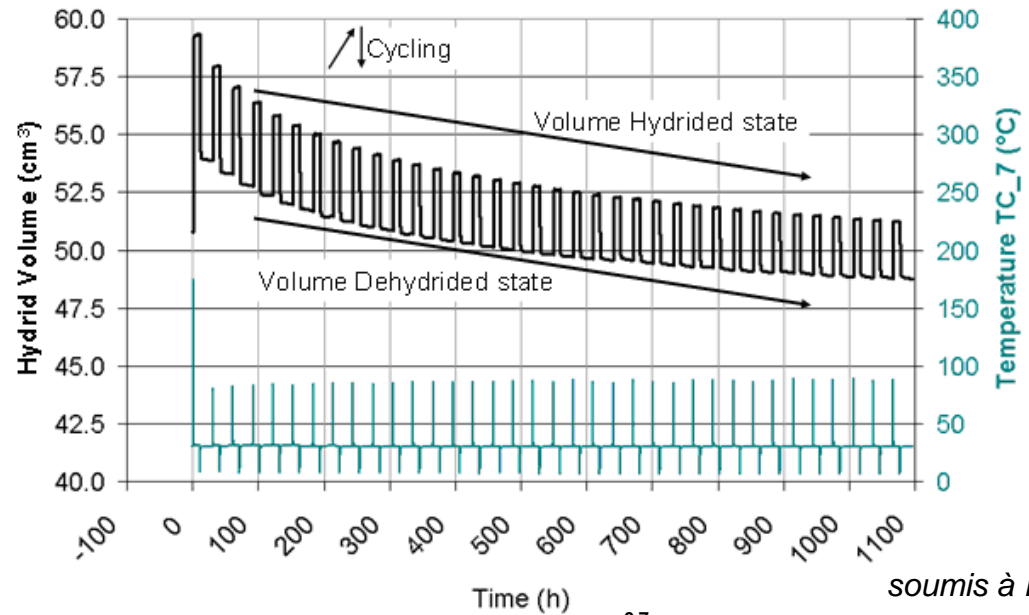
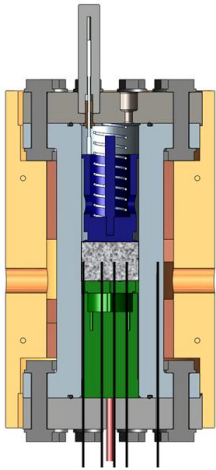


CUBHY - INPG

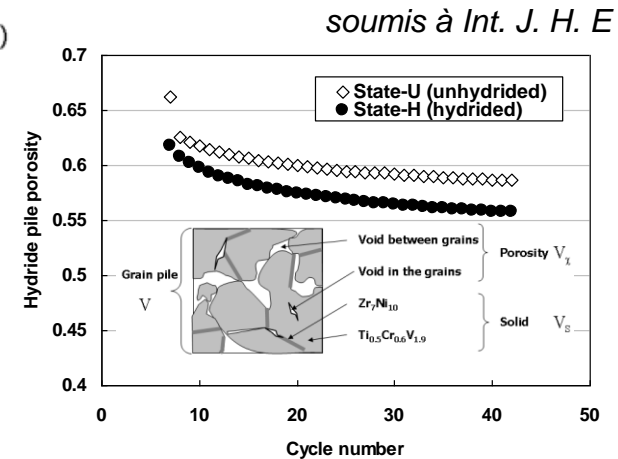
observation ré-écoulement en cyclage



Résultats : Caractérisation expérimentale Respiration de l'Hydrure

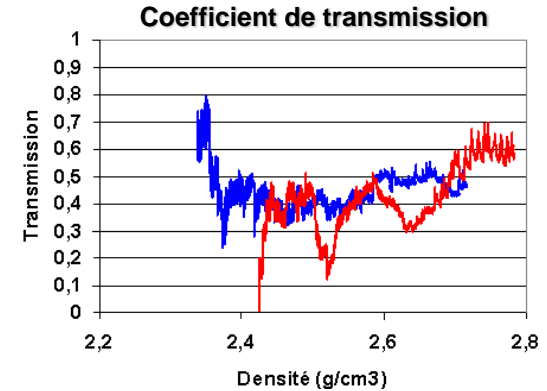
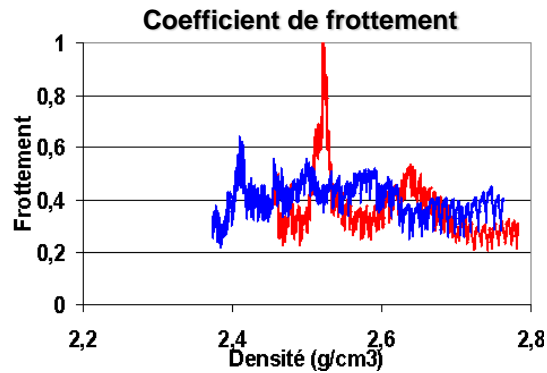
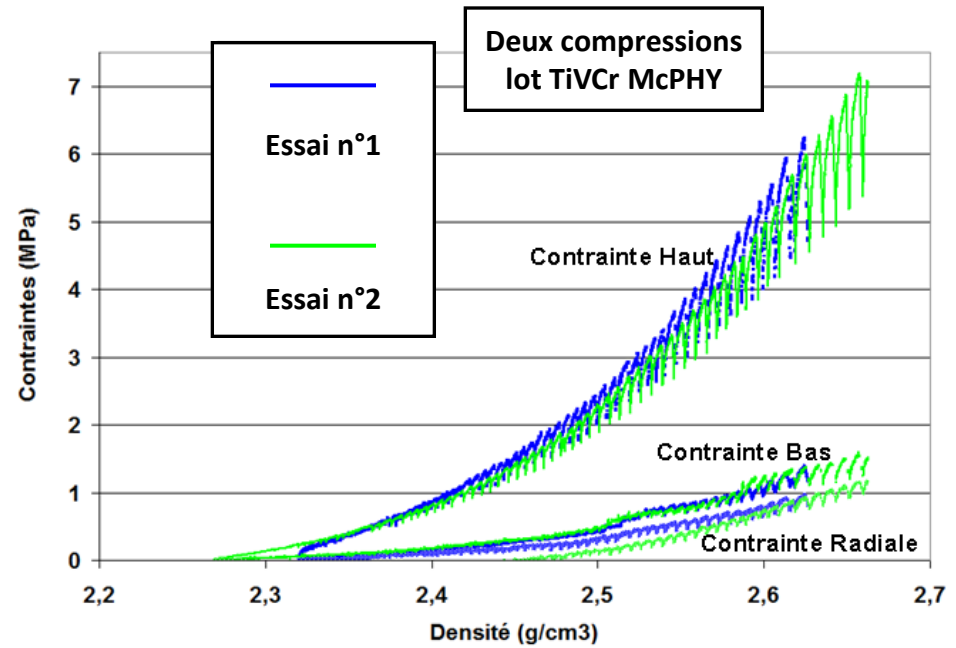
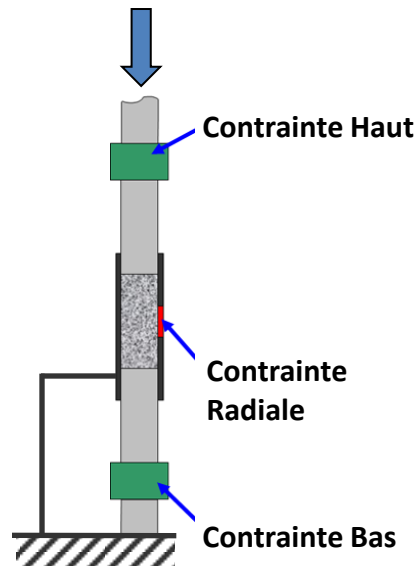


La mesure nous permet de connaître précisément les changements de volume d'un lit d'hydrure, et de calculer la porosité, qui sont des données fondamentales pour les modèles développés



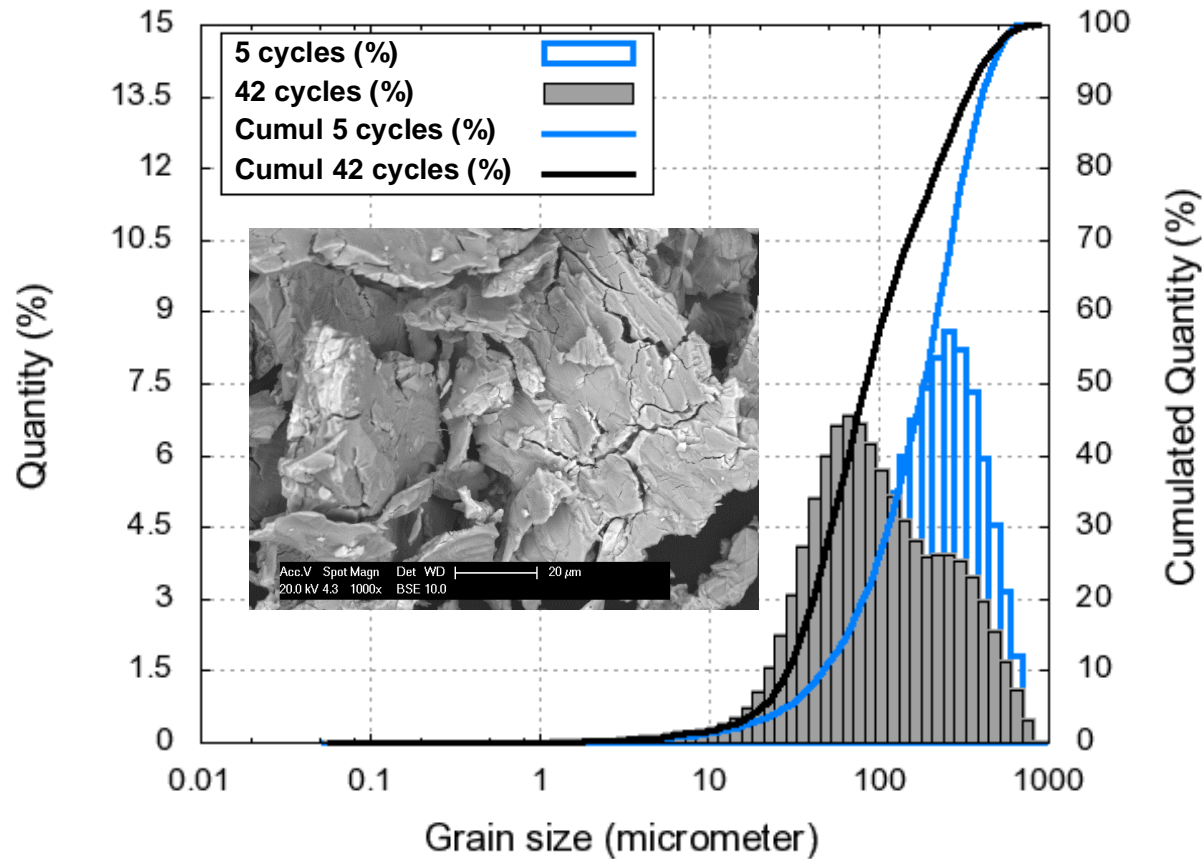
Résultats : Caractérisation expérimentale

Compressibilité de la poudre hydrure



Résultats : Caractérisation expérimentale

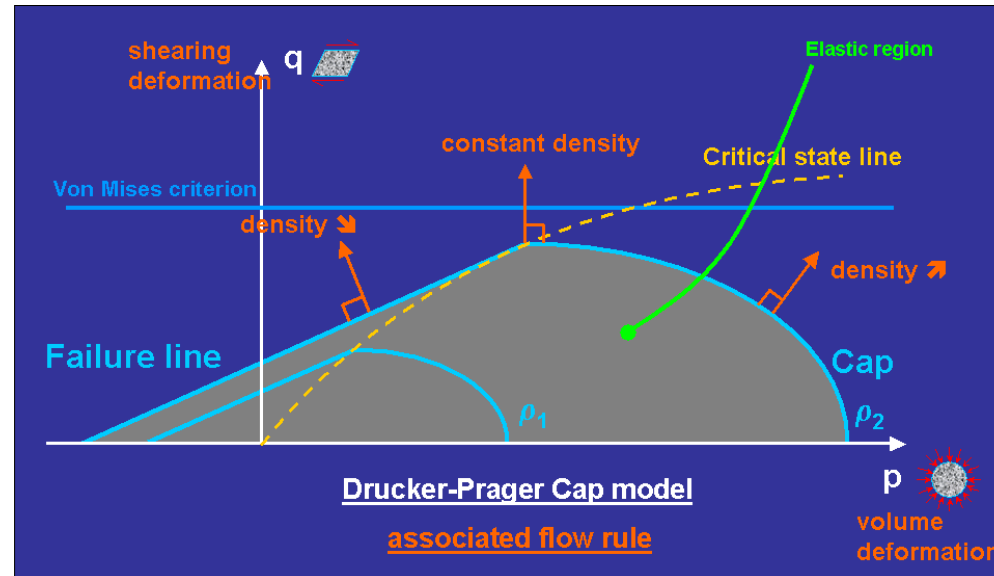
Phénomènes annexes (décrépitation)



Résultats : modélisation MEF*

* Modélisation par Eléments Finis

Choix d'une loi du type Drücker-Prager Cap : adaptée aux milieux granulaires à grains fragiles



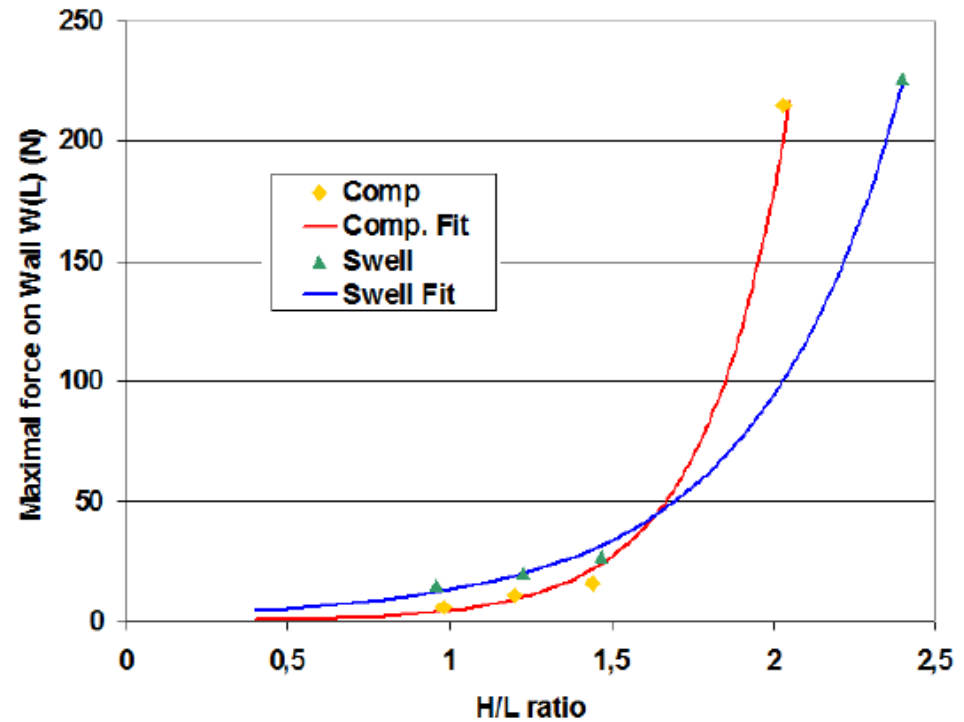
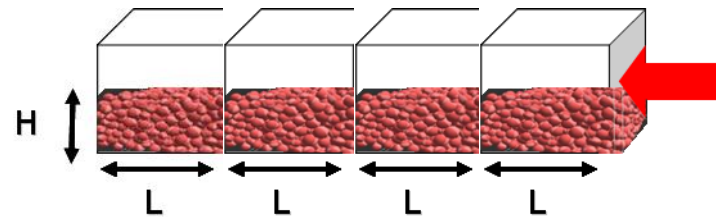
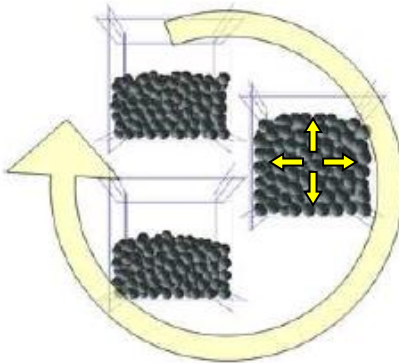
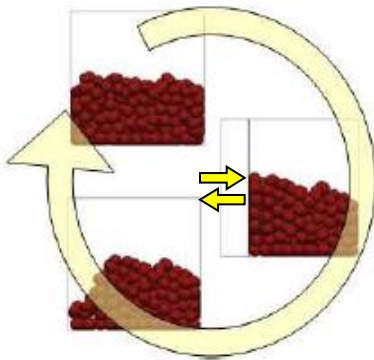
Les premières simulations réalisées avec ce modèle montrent que :

- l'effet de respiration est bien reproduit
- l'évolution du volume au cours du cyclage est plutôt inversée (dédensification)

→ modèle à modifier : utilité de la modélisation par éléments discrets

Résultats : modélisation MED*

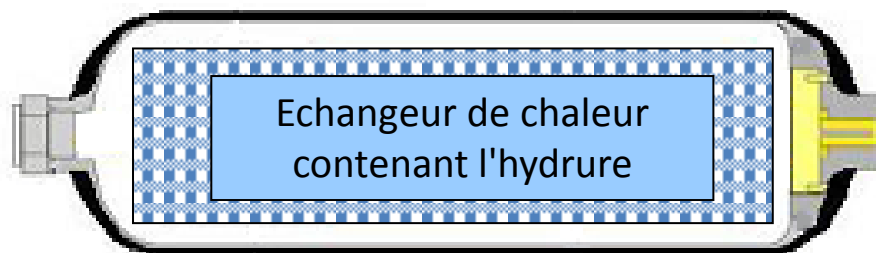
* Modélisation par Eléments Discrets



communication à PM2010, Firenze

Résultats : Fabrication d'un démonstrateur

Les résultats expérimentaux et les calculs de modélisation ont permis de dégager des règles de conception qui sont appliquées dans la conception d'un petit démonstrateur qui sera fabriqué en 2012



Un échangeur similaire à celui montré ci-dessus (prototype AGRIPAC, CEA, AGCO) sera réalisé.

Conclusions et perspectives

- Des études expérimentales originales
- Une approche par la mécanique des milieux granulaires
- Conception et fabrication d'un démonstrateur bénéficiant des avancées faites dans le projet
- Développement d'un moyen de production français d'hydrure métalliques
- Prêt pour la conception optimale de réservoirs avec des matériaux de plus en plus performants