

storengy

Un leader dans le stockage souterrain de gaz naturel

**La modélisation et la simulation pour améliorer la performance
des systèmes de stockage souterrain de gaz naturel**

Grégory Lebrun, Ingénieur Exploitation Stockage

SOMMAIRE

- Rôle et organisation de Storengy
- Le stockage: un maillon essentiel de la chaîne gazière
- Intérêt de la modélisation et simulation des installations de surface
- Résultats et synthèse

01 | Rôle & Organisation de Storengy

ROLE DE STORENGY AU SEIN DU GROUPE GDF SUEZ



NOS SITES ET PARTICIPATIONS



1^{er} opérateur de stockage en Europe

Storengy en France

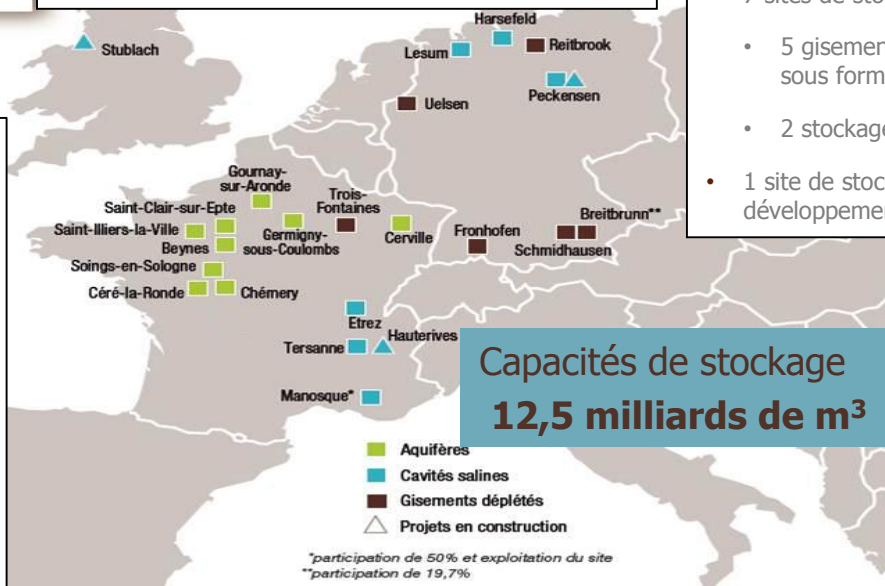
- Capacité utile totale : 10,1 milliards de m³
- 24 clients
- 13 sites de stockage opérationnels :
 - 9 stockages en nappe aquifère
 - 3 stockages en cavités salines, dont un site à Manosque qui est détenu par Géométhane mais exploité par Storengy (participation de 50 %)
 - 1 gisement déplété
- 1 site de stockage en cavités salines en développement (Hauterives)

Storengy UK

- Capacité utile totale : 400 millions de m³
- 20 cavités salines dont la mise en service s'étalera entre 2013 et 2018
- L'un des plus importants stockages en cavités salines de Grande-Bretagne

Storengy Allemagne

- Capacité utile totale : 2 milliards de m³
- 15 clients
- 7 sites de stockage opérationnels :
 - 5 gisements déplétés, dont un gisement sous forme de participation (19,7 %)
 - 2 stockages en cavités salines
- 1 site de stockage en cavités salines en développement (Peckensen)



**22 sites de
stockage
opérationnels**

≈ 40 clients

**1 100
collaborateurs**

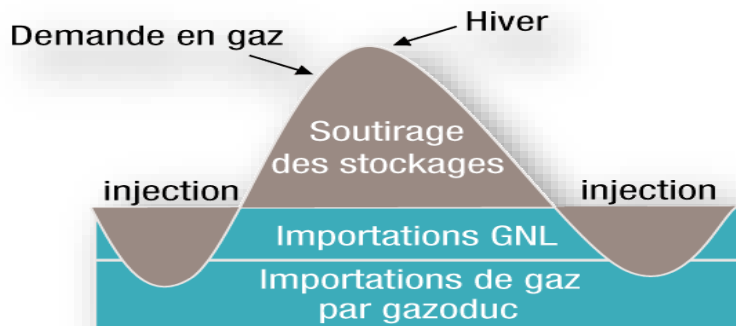
MON RÔLE AU SEIN DE STORENGY

- **Ingénieur Transverse Modélisation** en appui aux 6 Ingénieurs Exploitation Stockage France
- **But:** fournir un appui à l'exploitation des sites sur deux aspects :
 - **Puits / Sous-sol:** exploitation et maintenance du parc de puits, contrôle du réservoir et le suivi d'exploitation réglementaire
 - **Performance Globale** (au sens des capacités de soutirage/injection) : modélisation des performances des sites, aider à la décision sur l'exploitation technique et commerciale du parc de sites, retour d'expérience sur les performances effectivement assurées

02 | Le stockage : un maillon essentiel de la chaîne gazière

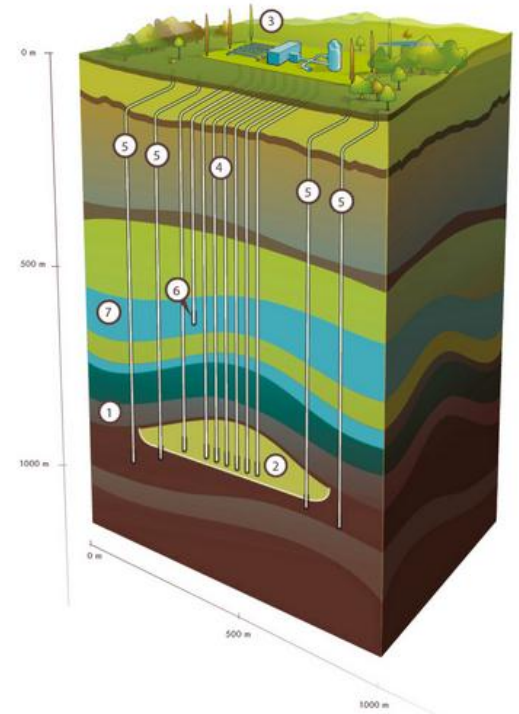
POURQUOI STOCKER DU GAZ NATUREL?

- Ajuster l'offre et la demande (Modulation annuelle et saisonnière (été / hiver))
- Optimiser les infrastructures de transport et de production
- Garantir la sécurité d'approvisionnement (défaillances, conditions climatiques extrêmes, défaillances des fournisseurs...)



POURQUOI UN STOCKAGE SOUTERRAIN?

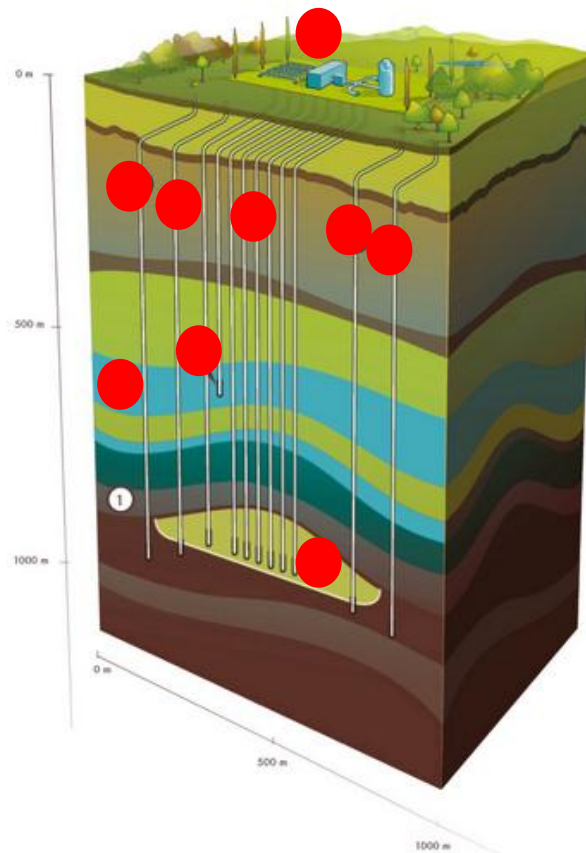
- Solution simple, sûre et discrète
- Structures géologiques naturelles et étanches
- Pourvus d'installations extérieures permettant de stocker et de déstocker ce gaz dans le sous-sol



LES TYPES DE STOCKAGE (1)

Le stockage en « nappe aquifère »

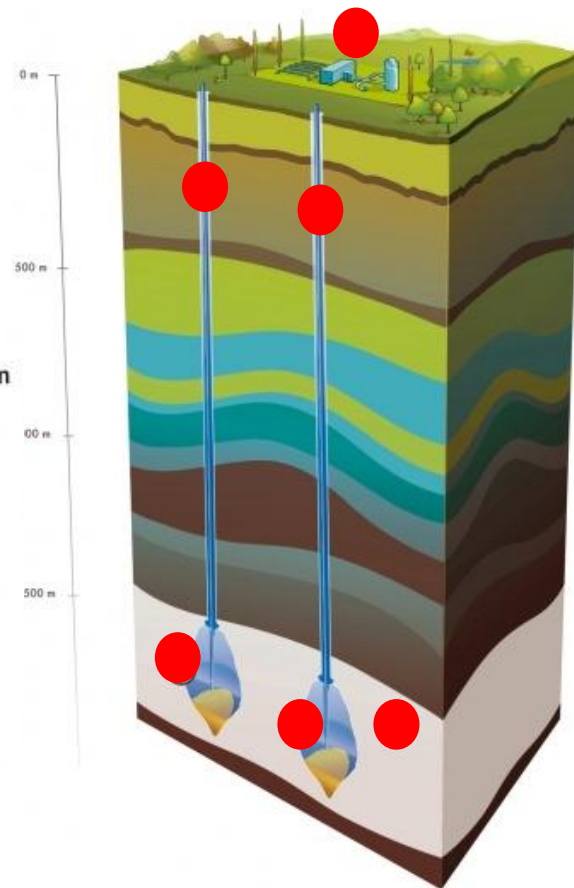
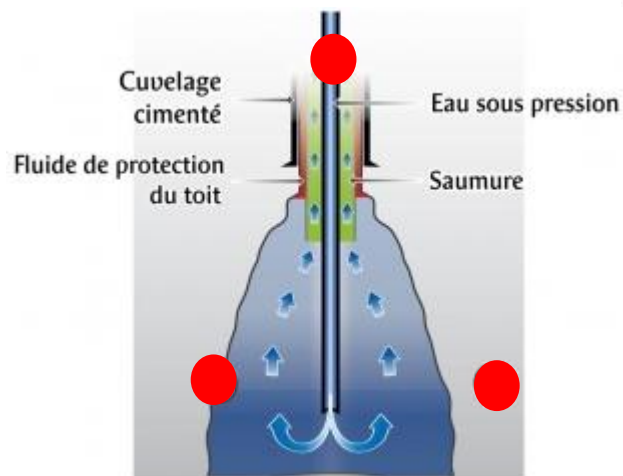
- Volume utile important
- Débit de soutirage dépendant de la porosité et de la perméabilité du réservoir
- Composé de:
 - Réservoir
 - Station centrale
 - Plusieurs puits (d'exploitation, de contrôle...)
 - Aquifère supérieur



LES TYPES DE STOCKAGE (2)

Le stockage en « cavités salines »

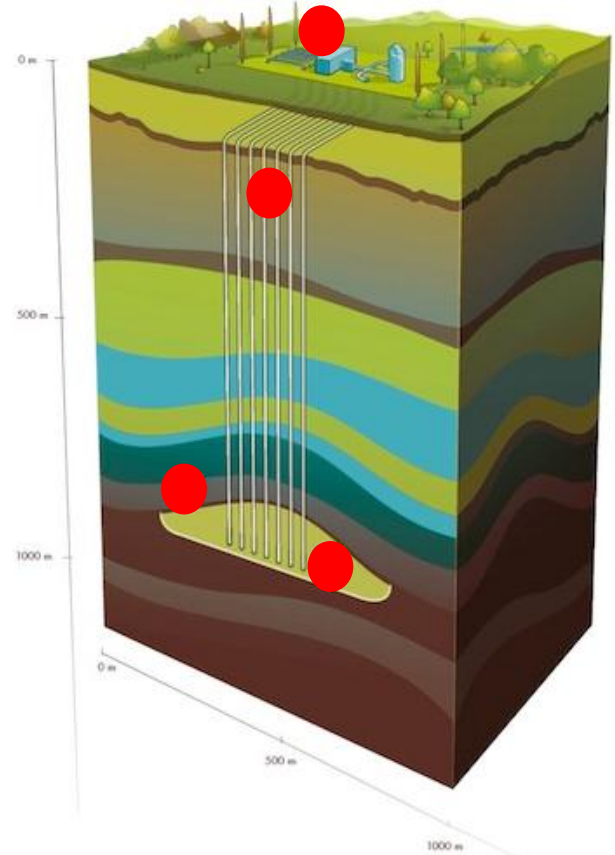
- Volume utile plus faible
- Fort débit de soutirage
- Composé de:
 - Station centrale
 - Puits d'exploitation
 - Cavité saline
 - Couche de sel gemme



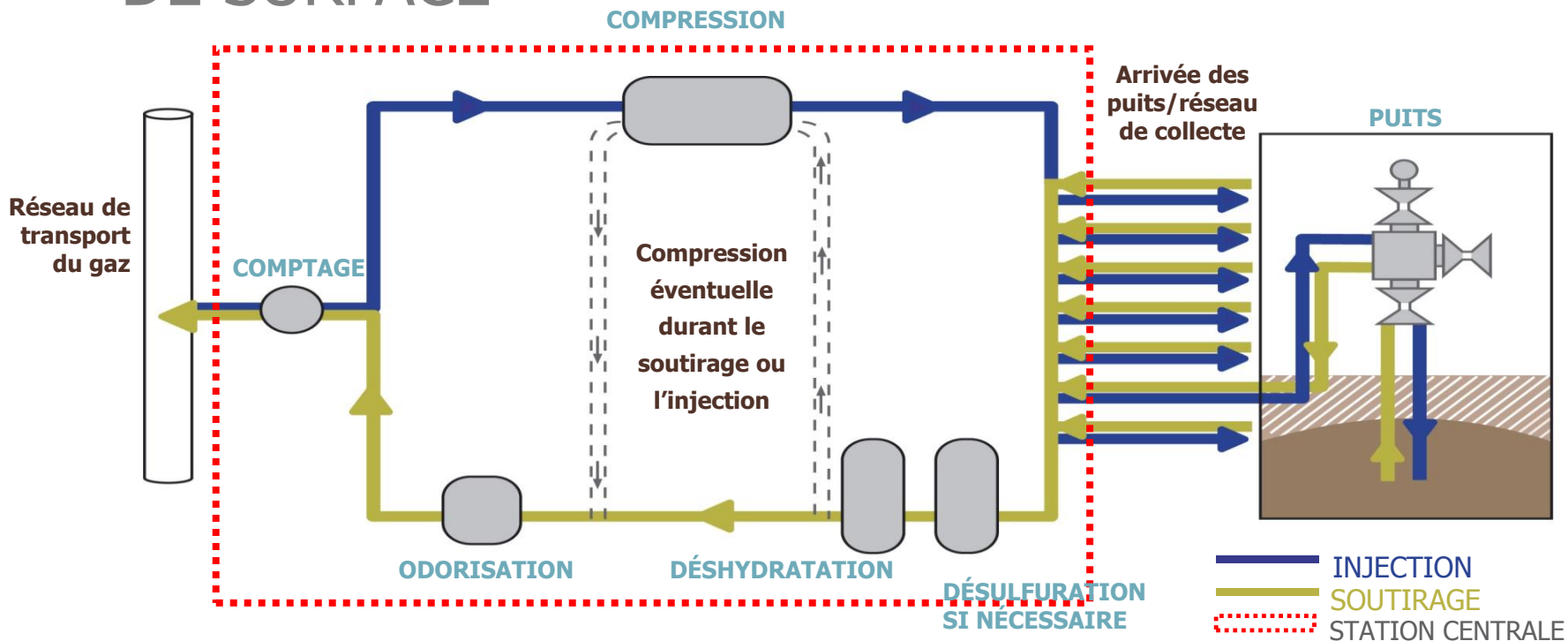
LES TYPES DE STOCKAGE (3)

Le stockage en « gisement déplété»

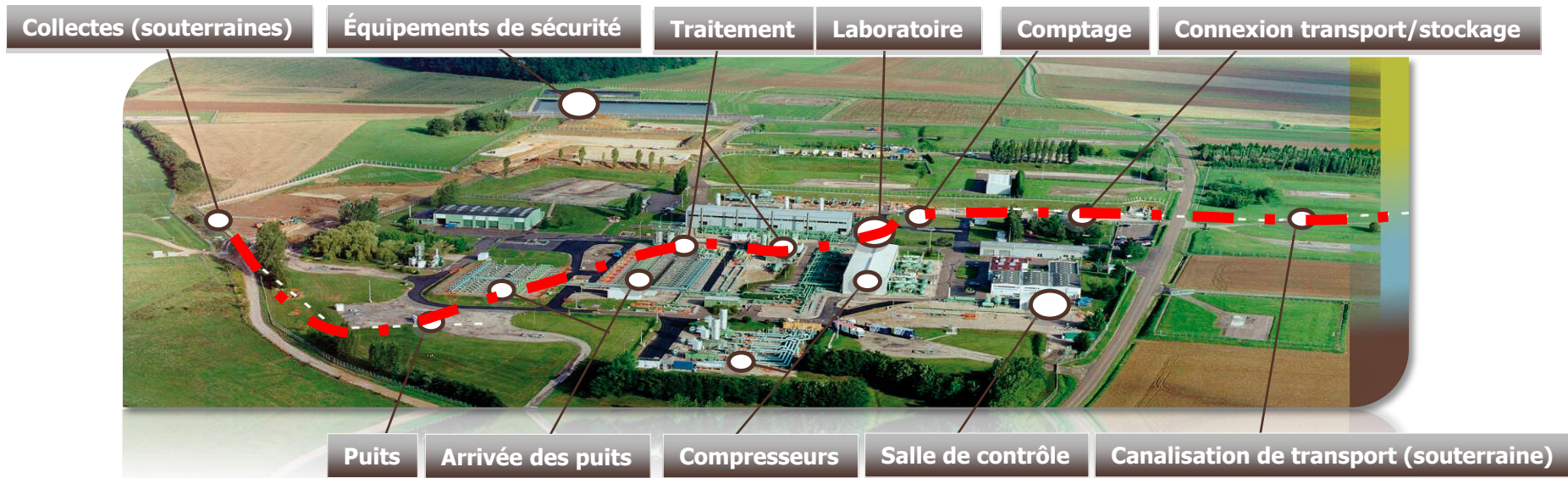
- Volume utile important
- Débit de soutirage dépendant de la porosité et de la perméabilité du réservoir
- Composé de:
 - Couverture
 - Réservoir (gisement déplété)
 - Station centrale
 - Puits d'exploitation



LE FONCTIONNEMENT DES INSTALLATIONS DE SURFACE



UN STOCKAGE SOUTERRAIN DE GAZ NATUREL EN EXPLOITATION



03 | Intérêt de la modélisation et simulation pour les installations de surface

RÉPONDRE À PLUSIEURS ENJEUX

Enjeux

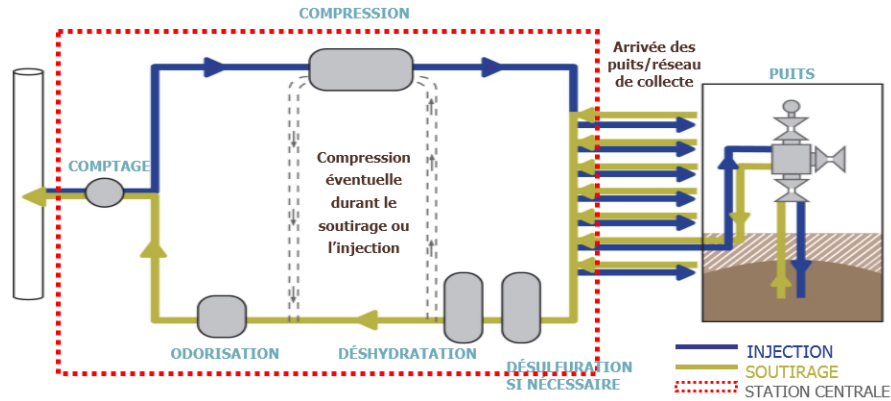
- Evaluation plus précise des performances (actuellement calculées avec des outils maison simplifiés)
- Actualisation hebdomadaire/journalière des performances (voire en temps réel)
- Optimiser les coûts de production
- Suivi Temps réel et système d'alerte
- Outils d'aide à la conception pour l'Asset Management
- Amélioration des évaluations pour l'acquisition de stockage

Solution

Créer un modèle de simulation fond/surface pour évaluer différentes caractéristiques d'un stockage souterrain et de mieux décrire/appréhender son fonctionnement global

MODÉLISATION DE L'INSTALLATION DE SURFACE

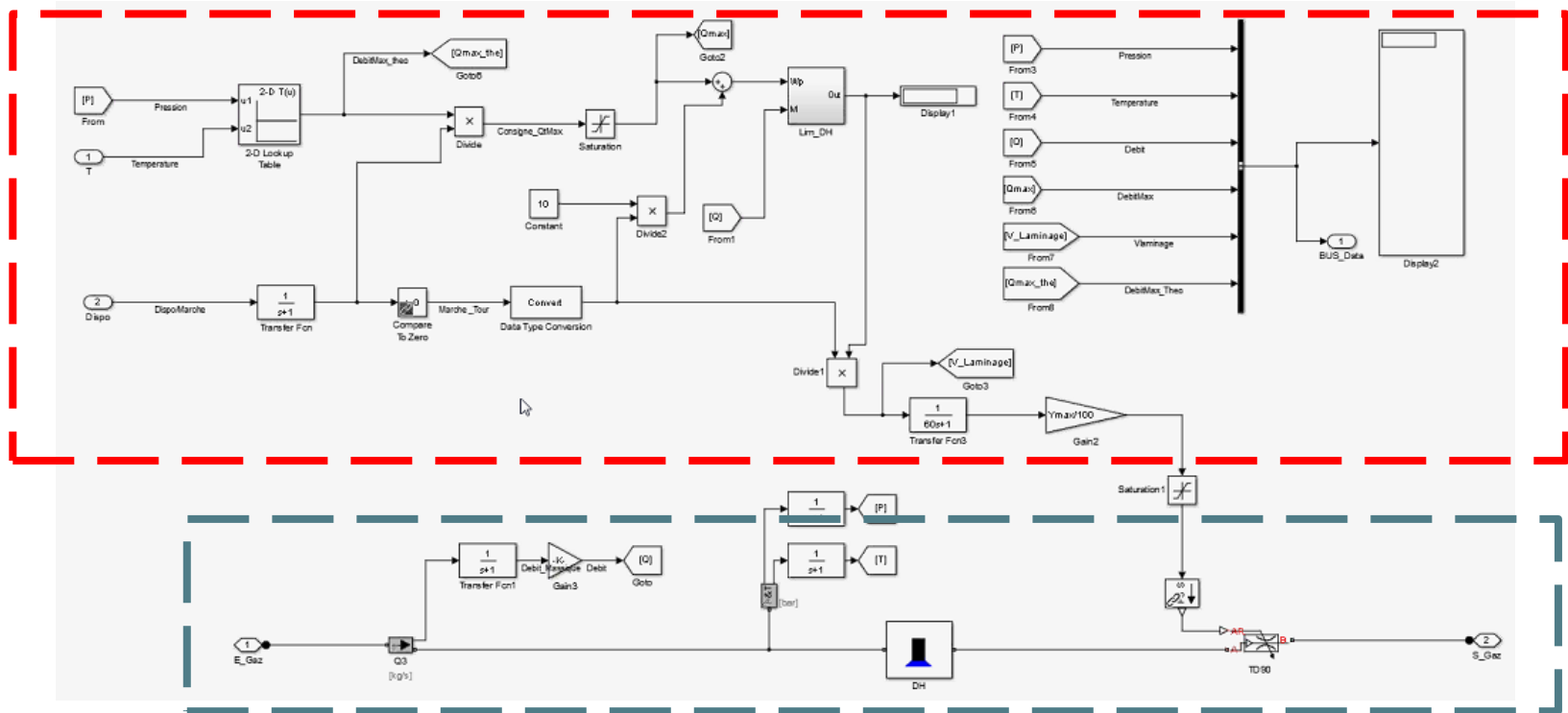
Installation:



Problème: : Intégration des schémas gaz des sites de stockages et des composants de traitements et de pilotage (Vannes/ Tuyauteries/ Compresseur/ Déshydratation/ Clapet etc...)

Solution: Utiliser [Simscape](#) pour modéliser le réseau de surface

MODÉLISATION DE L'INSTALLATION DE SURFACE

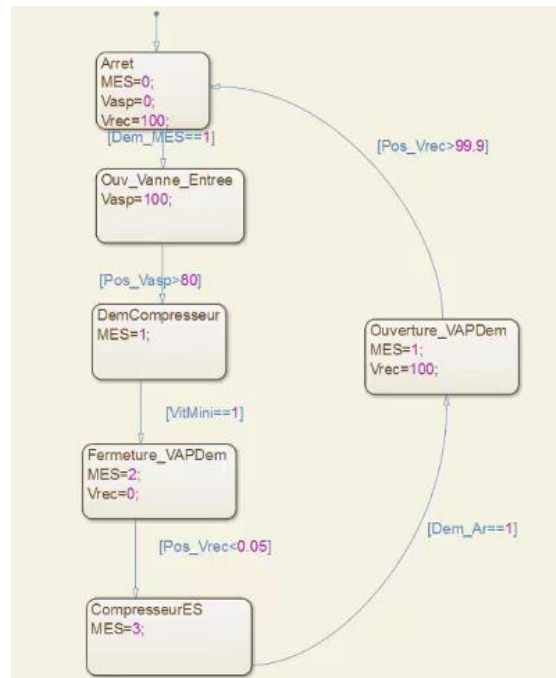


AUTOMATISER LE FONCTIONNEMENT DU SIMULATEUR

Problème: Tester différents scénarios pour les comparer, le simulateur devra:

- Fonctionner de façon autonome
- Incorporer une logique de décision et une modélisation des évènements

Solution: Utiliser [Stateflow](#) pour modéliser cette logique, la simuler et l'intégrer à la DLL générée



MODÉLISATION DES RÉSERVOIRS

Problème: Intégration de notre compétence Géosciences

- Outils numériques développés en interne pour modéliser les réservoirs (Fortran)
- Ces outils ne permettent pas d'évaluer les performances complètes d'un stockage sans les installation de surface

Solution: Utiliser la fonction `mex` pour intégrer notre code propriétaire à la simulation de surface

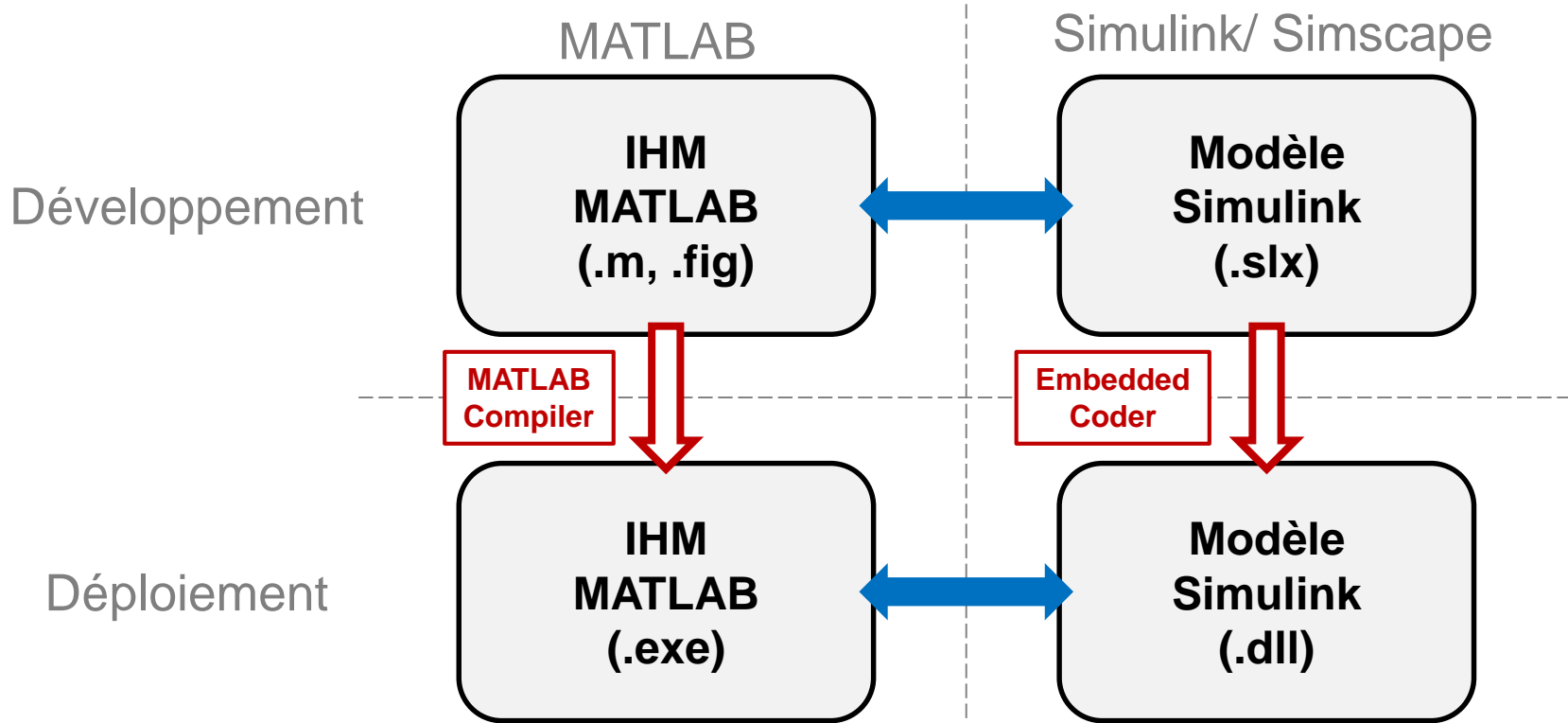
DÉPLOIEMENT DES MODÈLES EN EXÉCUTABLES (1)

Problème: Partage des applications

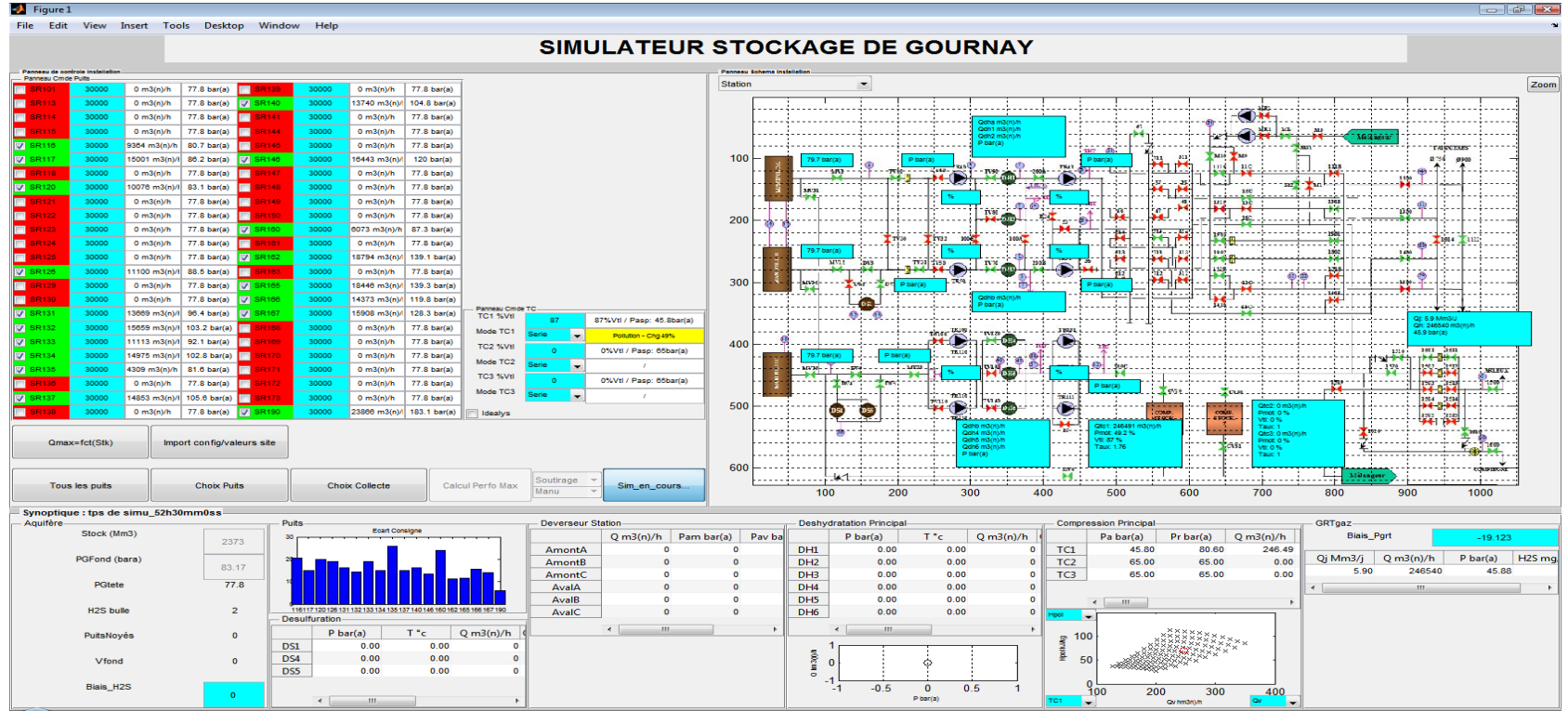
- A nos exploitants sur les sites Storengy pour mieux gérer l'installation
- A nos clients sans compromettre la divulgation de notre savoir-faire (code source).

Solution: Utiliser [Embedded Coder](#) pour générer une DLL depuis nos modèles Simulink et [Matlab Compiler](#) pour créer des exécutables

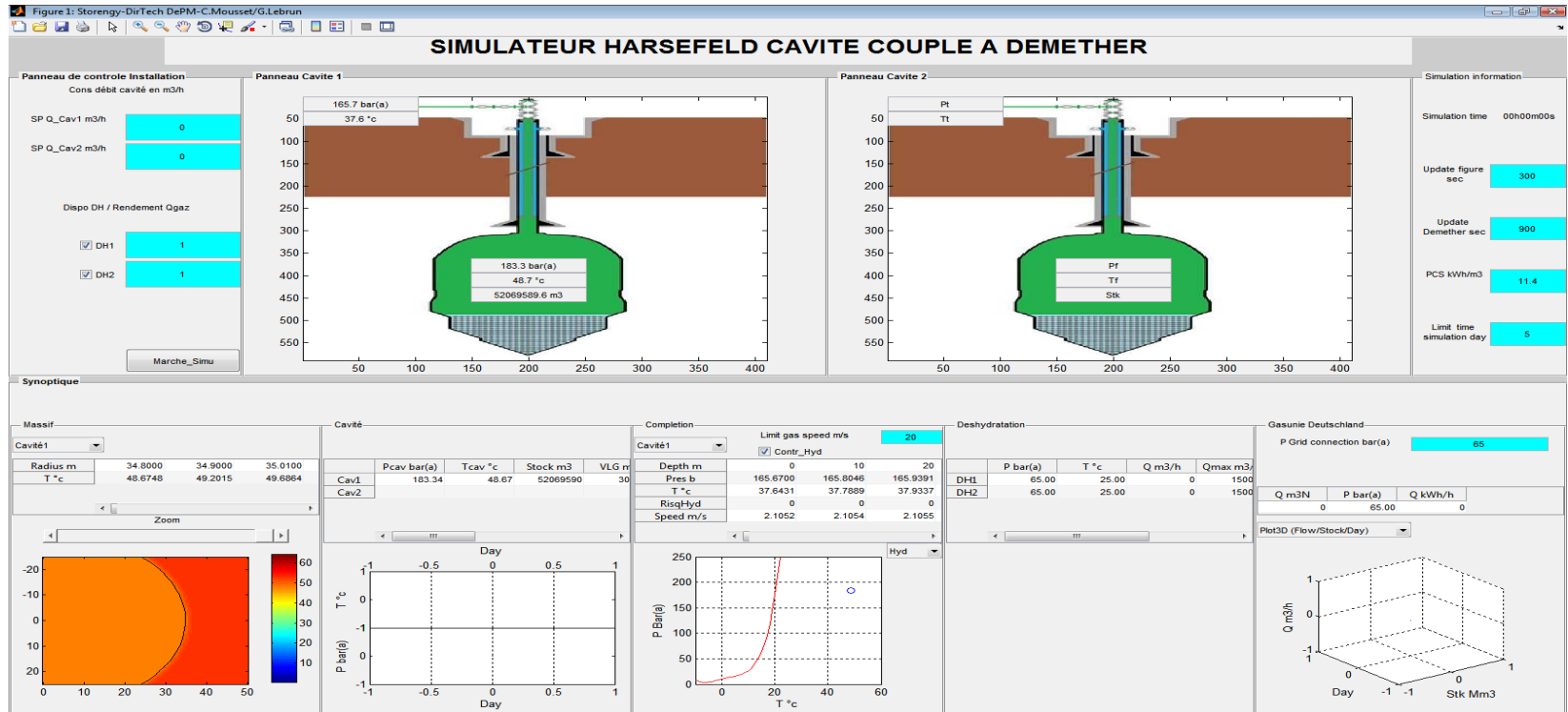
DÉPLOIEMENT DES MODÈLES EN EXÉCUTABLES (2)



INTERFACE MODULABLE EN FONCTION DU STOCKAGE



INTERFACE MODULABLE EN FONCTION DU STOCKAGE



04 | Résultats et synthèse

Résultats et synthèse (1)

Temps de développement

- Initialement:
 - 6 mois pour :
 - Prise en main de Simscape
 - Création de la librairie Storengy
 - 1^{er} Modèle Simulink et son interface graphique
- A présent (après formation):
 - Création d'un modèle Simulink : 2 à 3 jours
 - Création de l'interface : 1 à 3 semaines (variable en fonction des besoins utilisateurs)
 - Recalage des modèles : variable en fonction des données disponibles.

Résultats et synthèse (2)

Etat d'avancement

Site	Type	Mode	Modèle Simulink	IHM	Compilation	Calage	Utilisateur actuel	Réalisation des Performances de référence	Commentaire
Gournay	Aquifère	Injection	✓	✓	✓	✓	IES/Exploitant	✓	En test : Projet lien Prepre / Etude Plan d'expérience
		Soutirage	✓	✓	✓	✓	IES/Exploitant	✓	
Saint Illiers	Aquifère	Injection	✓	✓	✓	0%	IES	✓	En test : Projet sur l'optimisation du point de fonctionnement
		Soutirage	✓	✓	✓	80%	IES	✓	
Germigny	Aquifère	Soutirage	✓	✓	✓	75%	IES	✓	
		Injection	Non amorcé pour le moment						
Chemery	Aquifère	Soutirage	✓	✓	✓	✓	IES	✓	
		Injection	Non amorcé pour le moment						
Harsefeld	Salin	Soutirage	80%	70%	✓	0%	IES	(objectif fixé à décembre 2014)	En cours. Lien avec 2 outils fonds Demeter et Sithergaz réalisé.

TÉMOIGNAGES INTERNES

«Le système est assez *simple d'utilisation*. Les points forts sont :

- *Possibilité de récupérer les valeurs actuelles depuis PI*
- *Facilité de modification des paramètres (vitesses turbines (TL), puits en service, pressions d'aspiration et de refoulement)*
- *Lisibilité des résultats. »*

F. Docquois

Cadre maintenance

Stockage de Gournay sur aronde

TÉMOIGNAGES INTERNES

« *La modélisation du Stockage de Germigny avec MATLAB/Simulink a permis de mieux simuler le comportement de tous les équipements de surface et les puits de production.*
L'outil a notamment facilité la mise en équation du comportement en pression et en débit des 2 canalisations reliant les plateformes de puits à la station centrale (appelées dorsales). »

P. Dudit
*Ingénieur Exploitation Stockage
Direction Technique - DePM*

TÉMOIGNAGES INTERNES

«Le simulateur reproduit le fonctionnement réel du site de Saint-Illiers contrairement au modèle simplifié précédemment utilisé pour l'élaboration des performances. En particulier, la pression dans le traitement est **correctement reproduite** et donc les limitations dues au traitement sont mieux prises en compte.

Par un jeu de couleurs, le simulateur **permet d'identifier rapidement** quelle(s) installation(s) limite(nt) la performance du site pour un point de fonctionnement donné. Des graphes disponibles installation par installation permettent de compléter l'analyse.

L'outil permet de **comparer valeurs modélisées et valeurs réelles**, grâce à la possibilité d'importer les données d'exploitation de PI. »

C. Bachelart

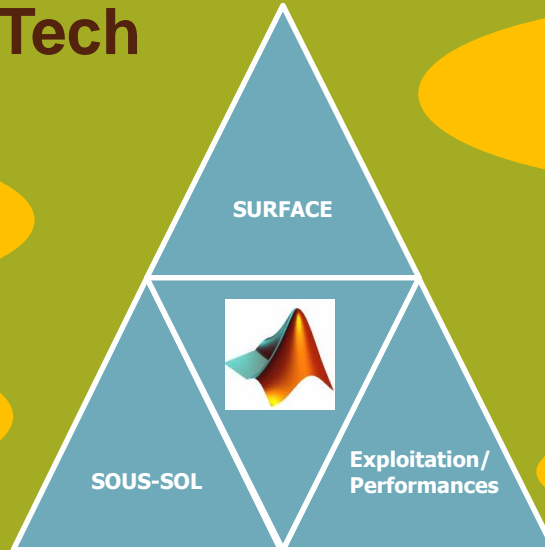
Ingénieur Exploitation Stockage
Direction Technique - DePM

SYNTHÈSE : UNE AVANCÉE À PARTAGER

Storengy - DirTech

Groupe Modèle
Appui numérique

Géosciences
Prepre/H2S/Eau



Conception
Caractérisation
installation de surface



DePM
Modélisation
générale