

DATE 13/12/2021



INTRAGAZ : ETUDE DE PREFAISABILITE DE RESILIENCE D'UN POINT DE VUE SOUS-SOL DES STOCKAGES DE PDL ET SFL AVEC UN MELANGE DE GAZ NATUREL A 10% D'HYDROGENE

STORENGY SAS
EXPERTISE INDUSTRIELLE ET
SOLUTIONS POUR L'ENERGIE

12 rue Raoul Nordling
CS 50014
92277 Bois-Colombes cedex

téléphone 01 46 52 33 90
www.storengy.com




REFERENCE : EISE-DGSM-PEG-2021-00429

CLASSEMENT : S_210_09_01

AUTEUR(S) : Anélia PETIT, David DEQUIDT, Patrick EGERMANN

CHARGEE D'AFFAIRE : Anélia PETIT

ACCES : Secret Restreint Interne Storengy Public

	NOM	FONCTION	DATE	VISA
REDACTION	Anélia PETIT	Géochimiste		
	David DEQUIDT	Hydrogéologue	Signé numériquement par : David DEQUIDT Date : 2021.12.16 16:20:10 +0100'	
	Patrick EGERMANN	Ingénieur réservoir		Signé numériquement par : Patrick EGERMANN Date : 2021.12.16 15:56:24 +0100'
VERIFICATION	Delphine PATRIARCHE	Hydrogéologue/Géochimiste	Delphine Patriarche 2021.12.16 17:55:59 +0100'	
APPROBATION	Anélia PETIT	Chargée d'affaire		Signé numériquement par : Anélia PETIT Date : 2021.12.17 16:19:25 +0100'

INDICE	DATE	REDACTEURS	TYPE DE MODIFICATIONS
0	15/12/2021	Ci-dessus	1 ^{ERE} VERSION

MOTS-CLÉS/KEYWORDS Mélange hydrogène, H₂, Pointe-du-Lac, Saint-Flavien, intégrité, performance

RÉSUMÉ/ABSTRACT

Ce document rassemble les résultats d'une étude de préfaisabilité portant sur l'introduction d'un mélange à 10% d'H₂ dans les sites de stockage de Pointe-du-Lac (PDL) et Saint-Flavien (SFL). Les conclusions suivantes peuvent être établies :

- ✓ Peu ou pas d'impact(s) en termes d'intégrité pour les deux sites.
- ✓ Une perte de capacité de stockage et de débits (en énergie) respectivement de l'ordre de 7-10% et 12-16% du fait principalement d'une baisse du pouvoir calorifique et d'une modification des courbes caractéristiques des compresseurs.
- ✓ Une sensibilité accrue du site de SFL vis-à-vis de l'activation de réactions biologiques dans le sous-sol pouvant générer de l'H₂S et consommer une partie de l'H₂ stocké. Néanmoins, les effets négatifs induits restent incertains à l'échelle du stockage (mise à l'échelle nécessaire via une modélisation adaptée).

NB : En pratique, l'introduction de l'H₂ devrait s'opérer de façon progressive avec ainsi des effets proportionnels par rapport à ceux quantifier pour cette étude en utilisant la valeur maximale à 10%.

Des mesures d'atténuation de différentes natures ont d'ores et déjà pu être identifiées pour chacun des risques avec une probabilité modérée ou élevée. Ils devraient faire l'objet d'investigations plus poussées dans le cadre d'une phase ultérieure dont l'enjeu serait aussi de mieux qualifier les mécanismes potentiels de consommation d'H₂ via un test pilote (plutôt sur SFL) couplé à un travail de simulation avec un modèle réservoir de type compositionnel / réactionnel. Cette phase complémentaire permettra aussi d'étendre les investigations aux aspects puits et installations de surface.

«Les interprétations, recherches, analyses, données, résultats, estimations ou recommandations fournis dans les présentes par Storengy SAS sont basés sur des inférences réalisées à partir de mesures, relations empiriques et /ou hypothèses, et de l'expérience de Storengy SAS dans leurs interprétations. Les interprétations de ces inférences, relations empiriques et/ou hypothèses par les professionnels du secteur peuvent différer et ne sont pas infaillibles. Des données supplémentaires non mises à disposition de Storengy SAS peuvent, par exemple, faire varier ces interprétations ou analyses. Par conséquent, Storengy SAS ne peut garantir et ne garantit pas, l'exactitude, la justesse ou l'exhaustivité des interprétations, recherches, analyses, données, résultats, estimations ou recommandations, ce que le Client reconnaît expressément. »

DIFFUSION INITIALE / INITIAL DISTRIBUTION :

INTRAGAZ : Sylvain LACOMBE, Luc MASSÉ

Storengy SAS : Emmanuel KERMARREC, Anélia PETIT, David DEQUIDT, Delphine PATRIARCHE, Patrick EGERMANN, Marc PERREAUX

DATA MANAGEMENT

DIFFUSION COMPLÉMENTAIRE / SUPPLEMENTARY DISTRIBUTION :

DONNEES NUMERIQUES :

Il s'agit de ranger tous les documents de travail à **conserver** (fichiers Excel, figures, présentations, modèles...) : tous les éléments nécessaires pour refaire le même travail. Les données brutes non modifiées sont exclues.

- NETTOYAGE DOSSIER DE TRAVAIL
- RANGEMENT dans « STOCKAGE » ou « PROJET »
- GeoNuMo

TABLE DES MATIERES

1. INTRODUCTION	4
1.1. Présentation de la démarche suivie	4
1.2. Enseignements des synthèses internationales	4
1.3. Liste des risques évalués	5
2. ANALYSE DES RISQUES	7
2.1. Réactions in-situ, un risque spécifique à l'H₂	7
2.1.1. Revue des mécanismes biotiques et abiotiques possibles	7
2.1.2. Cas de Pointe-du-Lac	9
2.1.3. Cas de Saint-Flavien	10
2.2. Performance (Point-du-Lac et Saint Flavien)	11
2.2.1. Energie stockée	11
2.2.2. Débits volumiques et en énergie	13
2.3. Intégrité (Point-du-Lac et Saint Flavien)	17
2.3.1. Confinement latéral	17
2.3.2. Migration via la roche couverture	17
2.3.3. Migration par les failles ou les défauts de cimentation des puits	18
3. SYNTHÈSE ET CONCLUSIONS	19
3.1. Fiche d'évaluation obtenue pour Pointe-du-Lac (PDL)	19
3.2. Fiche d'évaluation obtenue pour Saint Flavien (SFL)	20
3.3. Conclusions synthétiques	21
3.3.1. Niveaux des risques par stockage	21
3.3.2. Mesures d'atténuation possibles	22
3.1. Recommandations	22
4. BIBLIOGRAPHIE	25
5. ANNEXES	26
5.1. Propriétés pétrophysiques comparées avec du CH₄ et du H₂	26
5.1.1. Pression capillaire	26
5.1.2. Perméabilité relative	27
5.2. Dissolution dans l'eau	27

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

- [Redacted]
- [Redacted]
- [Redacted]
- [Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

- [Redacted]
- [Redacted]
- [Redacted]
- [Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

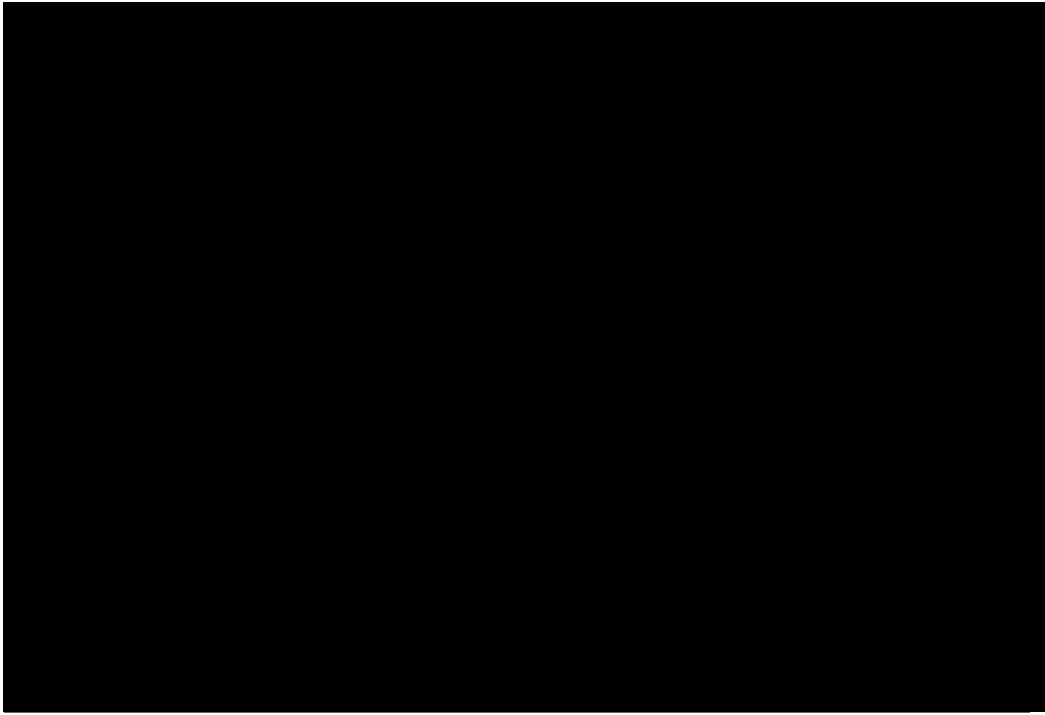
[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]



[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

- [REDACTED]

- [REDACTED]

- [REDACTED]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

- [Redacted]
- [Redacted]
- [Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

| [Redacted]
| [Redacted]
| [Redacted]
| [Redacted]
| [Redacted]
| [Redacted]

[Redacted]
[Redacted]
[Redacted]
[Redacted]
[Redacted]
[Redacted]

[Redacted]
[Redacted]
[Redacted]
[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]
[Redacted]
[Redacted]
[Redacted]
[Redacted]
[Redacted]
[Redacted]
[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

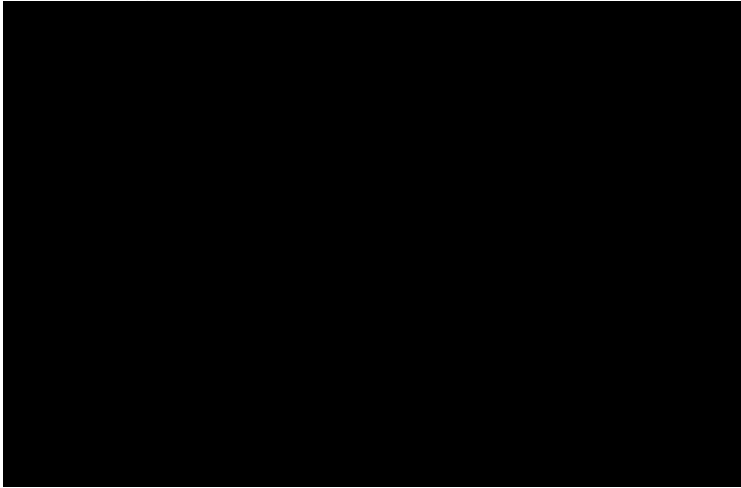
[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

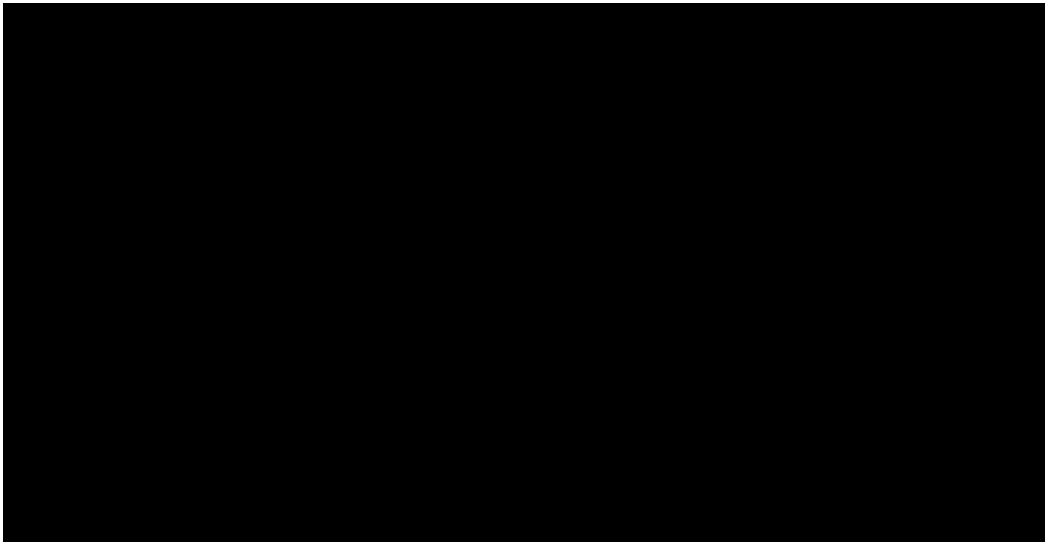
[Redacted text block]

[Redacted text block]



[Redacted text block]

[Redacted text block]



[Redacted line of text]

[Redacted line of text]

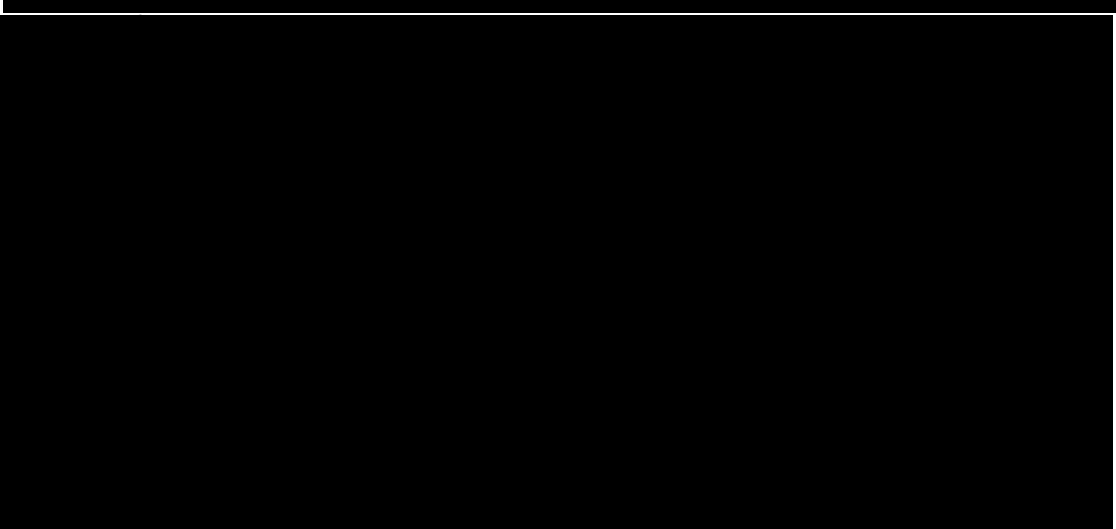
[Redacted line of text]

[Redacted line of text]

[Redacted line of text]

[Redacted line of text]

[Redacted line of text]



[Redacted line of text]

[Redacted line of text]



[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[Redacted text line]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[Redacted]

- [Redacted]
- [Redacted]

- [Redacted]
- [Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

- [Redacted]
- [Redacted]

[Redacted]

[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Large redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

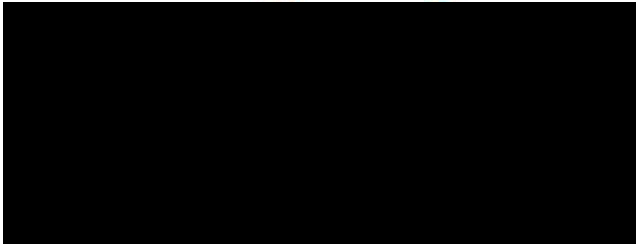
[Redacted text block]

- [Redacted list item]
- [Redacted list item]
- [Redacted list item]
- [Redacted list item]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]



[Redacted text block]

[Redacted text block]

- [Redacted list item]
- [Redacted list item]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

- [Redacted list item]

- [Redacted list item]

- [Redacted list item]

- [Redacted nested list item]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

[Redacted text block]

- [Redacted list item]
- [Redacted list item]

[Redacted text block]

[REDACTED]

[REDACTED]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

