

Énergies renouvelables | Géothermie

GÉOTHERMIE

NOS SOLUTIONS

IFPEN propose **une approche globale de la géothermie**, depuis l'évaluation des ressources jusqu'au dimensionnement des installations en surface en passant par la modélisation des puits de production et de réinjection et le risque de dépôts. Cette approche allie expérimentations en laboratoire, modélisation avancée et études technico-économiques.

Pour atteindre cet objectif et **répondre ainsi aux problématiques des opérateurs de la géothermie**, IFPEN s'appuie sur des **compétences multidisciplinaires** développées au départ pour l'exploration et la production des hydrocarbures et notamment sur la maîtrise de logiciels de modélisation du sous-sol (à l'échelle bassin et réservoir).

EVALUATION DES RESSOURCES GEOTHERMALES

Il existe **deux grandes catégories de ressources géothermales**, d'une part les gisements de basse et très basse énergie que constituent les aquifères des **bassins sédimentaires**, et d'autre part les gisements de moyenne et haute énergie qui se trouvent dans les **socles fracturés** et les **zones magmatiques**.

La géothermie dans **les bassins sédimentaires** français va contribuer à atteindre les objectifs de la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE). Il faudra continuer à exploiter le Dogger du bassin parisien, mais aussi s'orienter vers d'autres niveaux réservoirs de ce bassin et vers les autres bassins

français.

Les bassins sédimentaires présentent **plusieurs enjeux** :

- leur exploration et l'évaluation du potentiel (température, perméabilité, pression, etc.) et des risques (CO_2, H_2S, hydrocarbures),
- l'évaluation des réservoirs avec la prise en compte des hétérogénéités et de leur impact sur les écoulements,
- la compréhension du comportement du réservoir en production, l'évolution de la thermicité, des interactions eau-roche,
- le maintien de l'injectivité des réservoirs silico-clastiques, en prenant en compte la minéralogie du réservoir, la microbiologie et la stabilité des eaux.

Les **zones magmatiques** et les **socles fracturés** demandent des études complémentaires. L'évaluation de la structure thermique actuelle n'est possible que si elle s'accompagne d'une compréhension précise de :

- la genèse et par conséquent la distribution actuelle de la fracturation naturelle,
- l'évolution du réseau de fractures avec la production,
- l'impact des connectivités sur la récupération de chaleur et produits connexes comme le lithium au cours de la durée de l'exploitation.

IFPEN étudie **l'exploitation de réservoirs en contexte magmatique profond** dans le cadre de projets collaboratifs européens comme GECO et DEEPEN.

Rappelons que **GECO** s'appuie sur l'expérience de réinjection des gaz non condensables acquise au cours du projet H2020 **CarbFix** en Islande pour réaliser une exploitation géothermique zéro émission en Italie.

IFPEN dispose d'**outils de modélisation puissants** pour évaluer le potentiel des gisements géothermaux : TemisFlow™, CooresFlow™ et PumaFlow™.

Le logiciel de modélisation de bassin TemisFlow™, développé initialement pour l'exploration des hydrocarbures, permet de modéliser :

- l'hétérogénéité sédimentaire résultant de l'évolution tectono-stratigraphique du bassin,
- les dépôts, la compaction et les écoulements au cours de l'histoire du bassin, afin :
    - d'évaluer les températures, les flux de chaleur, les pressions, porosités et perméabilités associées,
    - d'appréhender l'écoulement des fluides et le comportement géochimique, notamment l'évolution de la salinité et la génération de CO_2 et de H_2S mais également la prise en compte de la lixiviation et du transport du lithium dans les eaux profondes.

Grâce à ces informations, il est possible :

- d'évaluer les flux de chaleur et le **potentiel géothermique** ainsi que **les risques liés à la chimie des fluides** et les surcoûts associés,

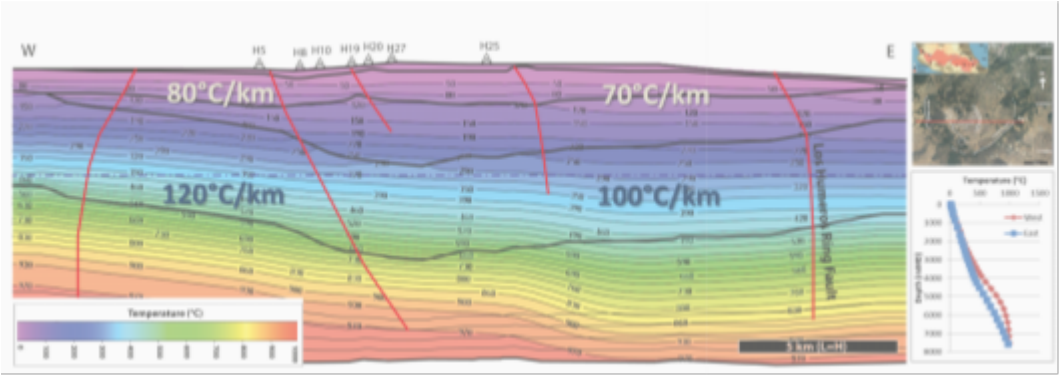
- d'anticiper **les contraintes liées à la réinjection**.

Le logiciel de modélisation du comportement des stockages souterrains CooresFlow™ dispose de fonctionnalités telles que :

- la modélisation de l’assèchement du milieu poreux,
- le déplacement à contre-courant de l’eau par ré-imbibition capillaire,
- le transport de sel,
- l’évolution de la porosité et de la perméabilité.

Ces fonctionnalités, validées et exploitées dans un contexte de géothermie, permettent de prendre en compte de façon très précise **les besoins des opérateurs de géothermie**.

Le logiciel de simulation de réservoir PumaFlow™ peut également être mis à profit pour prédire l’évolution des fluides dans un gisement géothermique.



Evaluation du potentiel thermique d’un bassin sédimentaire

UN MODELE DE PUITS : ETUDE DES DEPOTS ET DE LA CORROSION

Les puits présentent des problématiques particulières comme **les risques de dépôts minéraux (calcaire, etc.) et de corrosion** qui nécessitent de connaître l’évolution de la température, des phases et de leurs propriétés thermodynamiques, en fonction de l’historique de production.

A ces fins, IFPEN a développé **le modèle de puits GWellFM** pour **simuler l’écoulement monophasique ou diphasique** d'un mélange multi-composants et il en prend en compte :

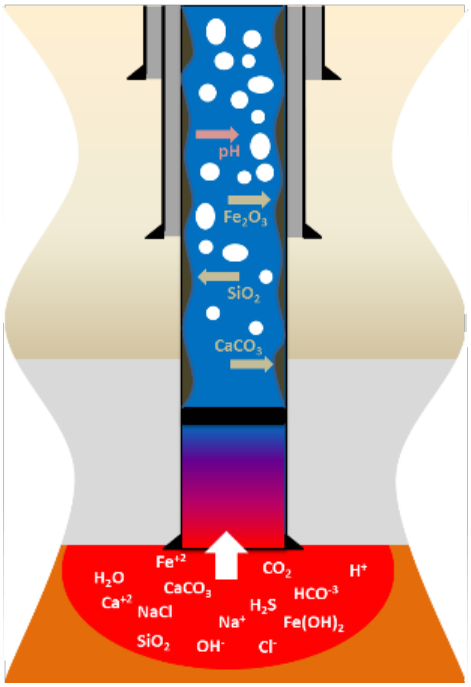
- l’hydrodynamique de l’écoulement vertical pour les différents régimes (monophasique - gaz et liquide - ou diphasique : dispersé, intermittent et annulaire),
- la thermodynamique, les lois de comportements des mélanges, les calculs d'équilibre de phase,
- l’échange thermique avec l’encaissant.

Le logiciel de simulation de puits GWellFM **résout les bilans de la masse**, le mouvement et l’enthalpie **en régime stationnaire**. Il peut être utilisé pour toute configuration de puits (producteur ou injecteur) et toute condition (géothermie peu profonde à basse température ou profonde à haute

température).

GWellFM possède également une option pour modéliser le transfert thermique entre le fluide et l'encaissant **en régime transitoire**, ce qui permet de réaliser des simulations avec des débits et des conditions d'entrée variables, de simuler l'historique de production et d'injection, de modéliser le processus d'arrêt et également d'étudier l'effet de la température du fluide (production ou injection) au voisinage du puits.

GWellFM est également **enrichi d'un modèle géochimique** pour évaluer le risque de dépôt dans les puits.



Quelques éléments chimiques aux abords d'un puits pris en compte par GWELLFM

INSTALLATIONS DE SURFACE : OPTIMISATION DU DIMENSIONNEMENT

Les installations de surface doivent être conçues et optimisées **pour répondre aux besoins énergétiques**, notamment en termes de **flexibilité saisonnière de l'énergie** (chaleur versus électricité) mais également en matière de **cogénération** (chaleur et électricité) et **coproduction**.

A signaler également : la récupération de la chaleur des puits pétroliers est devenue un enjeu pour la limitation des émissions de gaz à effet de serre des installations de production pétrolière ou gazière.

IFPEN, allié à sa filiale **Beicip-Franlab**, réalise **des modélisations et des études technico-économiques** pour :

- évaluer le potentiel énergétique des réservoirs ayant eu un historique de production,
- proposer des solutions de surface performantes qui s'intègrent aux procédés existants.

La performance des installations de surface repose essentiellement sur la capacité à **extraire l'énergie thermique du fluide sortant du puits** et à la transmettre sous forme de chaleur ou à la transformer en énergie électrique.

Afin d'estimer les rendements thermiques et électriques, un logiciel de procédés est utilisé pour **simuler et optimiser les installations de surface**, isolées ou intégrées à un procédé existant.

Les résultats issus des simulations permettent d'établir :

- le dimensionnement des équipements de surface,
- une estimation des coûts,
- une étude comparative des différentes configurations possibles menant à la solution la plus adaptée.

Le modèle de puits GWellFM, relié à un outil de simulation de surface, est également utilisé **pour concevoir la complétion des puits et les compresseurs** de manière à obtenir une réinjection totale du fluide.

A retenir

Grâce à leur expertise en simulation des procédés ainsi qu'à leur connaissance des équipements de surface, IFPEN et son partenaire Beicip-Franlab **conçoivent des installations de récupération d'énergie géothermique adaptées et optimisées**.

En parallèle de cette offre, IFPEN **dispose de moyens techniques** pour étudier finiment **les phénomènes de dépôt minéral dans les échangeurs de chaleur**, qui finissent ainsi par être moins efficaces au cours du temps. Une installation expérimentale de type HEATER FOULING a été mise en place dans cet objectif.

CONTACT



Yannick Peysson
Responsable de programme
yannick.peysson@ifpen.fr

Fil d'actualités



Innovation et industrie

Actualités janvier 2022

IFPEN et la géothermie : des travaux multidisciplinaires pour des défis techniques complexes

Énergies renouvelables Géothermie



Innovation et industrie

Actualités juillet 2021

Storengy et IFP Energies nouvelles renouvellent leur partenariat de recherche et développement

Communiqués de presse

Climat, environnement et économie circulaire Énergies renouvelables Géothermie Hydrogène Stockage d'énergie

Géothermie : Nos solutions

Lien vers la page web :