

Contexte

Modélisation

Découplage

Résultats

Conclusions et
perspectives

Méthode de splitting séquentielle non itérative pour un problème d'écoulement réactif

ELODIE TILLIER

R.EYMARD, A.MICHEL, L.TRENTY

Plan

Contexte

Modélisation

Découplage

Résultats

Conclusions et perspectives

1 Contexte

2 Modélisation

3 Découplage du problème

4 Résultats numériques

Contexte

Modélisation

Découplage

Résultats

Conclusions et perspectives

1 Contexte

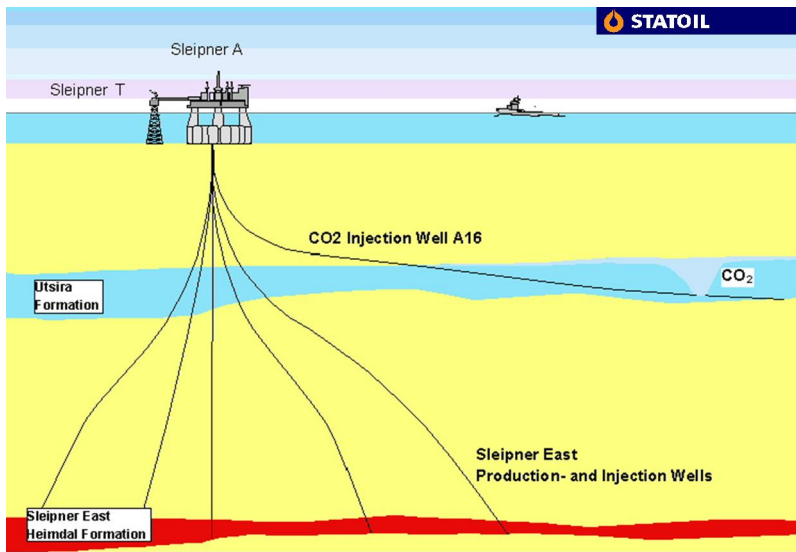
2 Modélisation

3 Découplage du problème

4 Résultats numériques

Le stockage géologique des gaz à effet de serre

- Contexte
- Modélisation
- Découplage
- Résultats
- Conclusions et perspectives



Position du problème

Contexte

Modélisation

Découplage

Résultats

Conclusions et perspectives

- modèle d'écoulement multiphasique avec échange des constituants entre les phases
- modèle de transport réactif

⇒ Système couplé $\left\{ \begin{array}{l} \text{EDP non linéaires} \\ \oplus \\ \text{Equations algébriques locales} \end{array} \right.$

Contexte

Modélisation

Découplage

Résultats

Conclusions et perspectives

1 Contexte

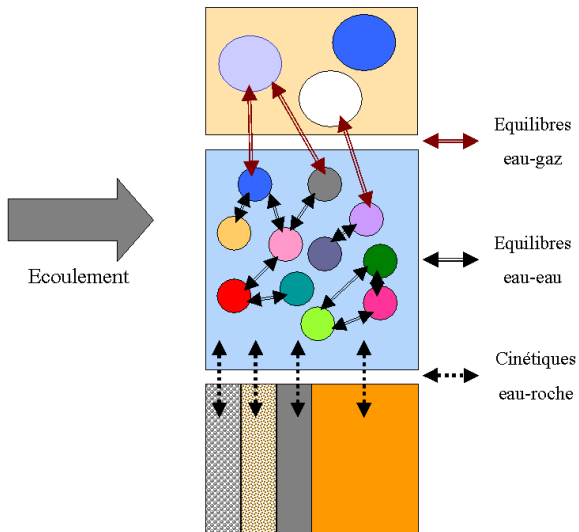
2 Modélisation

3 Découplage du problème

4 Résultats numériques

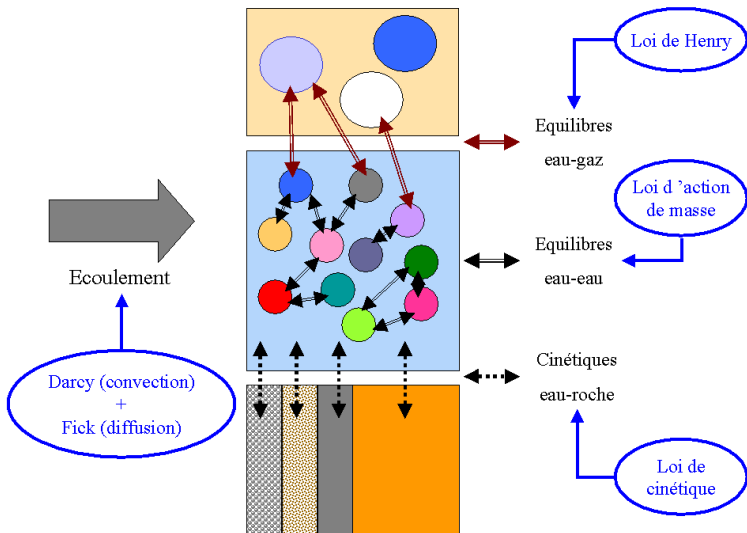
Modélisation du problème

Contexte
Modélisation
Découplage
Résultats
Conclusions et perspectives



Modélisation du problème

Contexte
Modélisation
Découplage
Résultats
Conclusions et perspectives



Contexte

Modélisation

Découplage

Résultats

Conclusions et
perspectives

1 Contexte

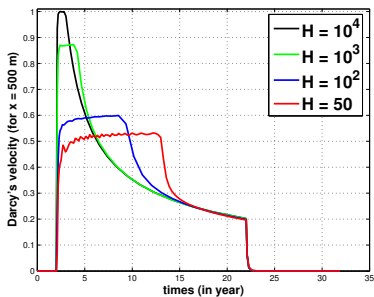
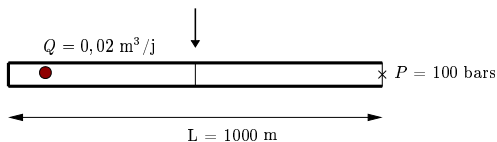
2 Modélisation

3 Découplage du problème

4 Résultats numériques

Choix du découplage

- Les échanges eau-gaz influent fortement l'écoulement



- Les échanges eau-roche et la spéciation influent faiblement l'écoulement

Principe

Contexte

Modélisation

Découplage

Résultats

Conclusions et perspectives

- **1^{re} étape**

- calcul de l'écoulement
- calcul des échanges eau-gaz

- **2^e étape**

- calcul des échanges au sein de l'eau dans un champ de vitesse donné
- calcul des échanges eau-roche dans un champ de vitesse donné

- **Pas d'itération : utilisation d'un terme de pénalisation**

Le schéma

Contexte

Modélisation

Découplage

Résultats

Conclusions et perspectives

$$\begin{aligned} \text{(Rs)} \quad & \frac{N^{n+1, Rs} - N^{n, Rs}}{\Delta t} + L(v^{n+1, Rs})c^{n+1, Rs} \\ & + T_A^{n+1, Rs} + T_B^{n, Tr} = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{(Tr)} \quad & \frac{N^{n+1, Tr} - N^{n, Tr}}{\Delta t} + L(v^{n+1, Rs})c^{n+1, Tr} \\ & + T_A^{n+1, Rs} + T_B^{n+1, Tr} = 0 \end{aligned}$$

Le schéma

$$\begin{aligned} \text{(Rs)} \quad & \frac{N^{n+1,Rs} - N^{n,Rs}}{\Delta t} + L(v^{n+1,Rs})c^{n+1,Rs} \\ & + T_A^{n+1,Rs} + T_B^{n,Tr} \\ & + \underbrace{\frac{\lambda}{\Delta t} (N^{n,Rs} - N^{n,Tr})}_{\text{terme de pénalisation}} = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{(Tr)} \quad & \frac{N^{n+1,Tr} - N^{n,Tr}}{\Delta t} + L(v^{n+1,Rs})c^{n+1,Tr} \\ & + T_A^{n+1,Rs} + T_B^{n+1,Tr} = 0 \end{aligned}$$

(TR) est conservatif

Contexte

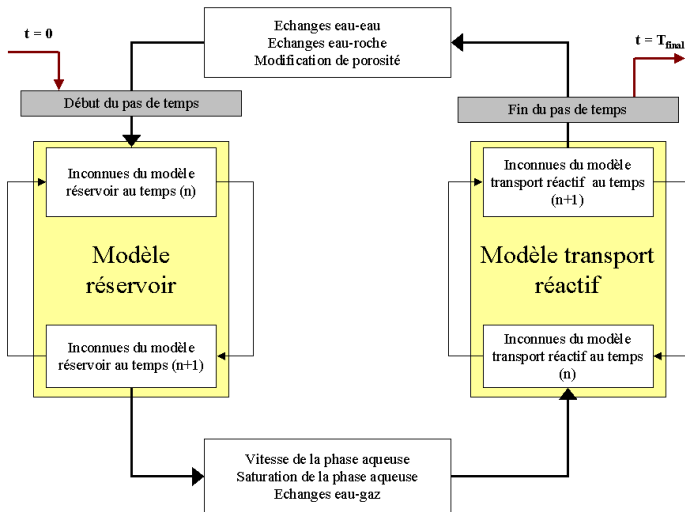
Modélisation

Découplage

Résultats

Conclusions et perspectives

Algorithme



Contexte

Modélisation

Découplage

Résultats

Conclusions et perspectives

Contexte

Modélisation

Découplage

Résultats

Conclusions et perspectives

1 Contexte

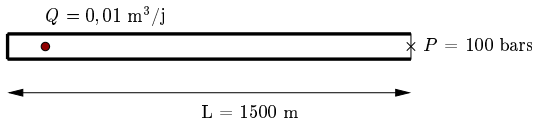
2 Modélisation

3 Découplage du problème

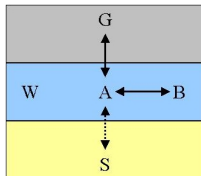
4 Résultats numériques

Résultats numériques

Cas simulé :



- Cas 1D horizontal ($L = 1500\text{m}$)
- Injection : $Q = 0,02\text{m}^3$ par jour pendant 5 ans
- Simulation sur 300 ans
- Chimie simplifiée



Comparaison résolution couplée / résolution découplée

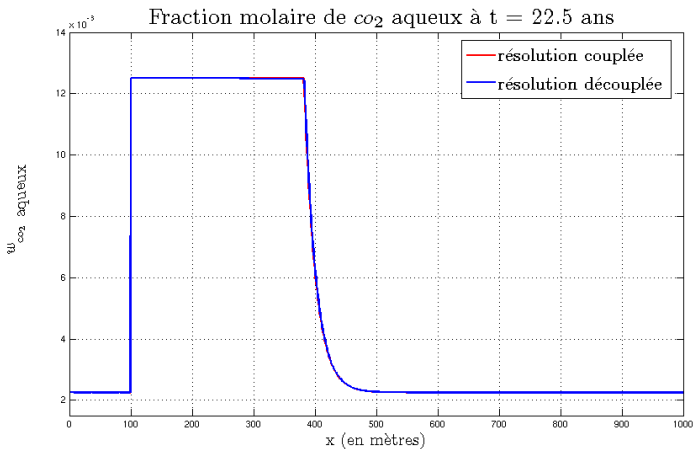
Contexte

Modélisation

Découplage

Résultats

Conclusions et perspectives



Comparaison résolution couplée / résolution découplée

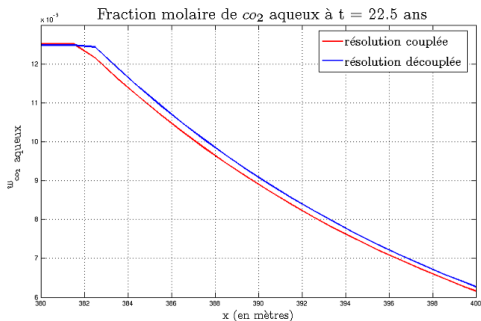
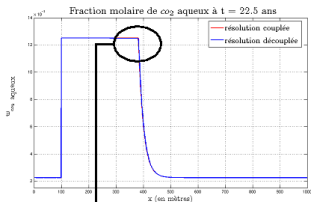
Contexte

Modélisation

Découplage

Résultats

Conclusions et perspectives



Comparaison résolution couplée / résolution découplée

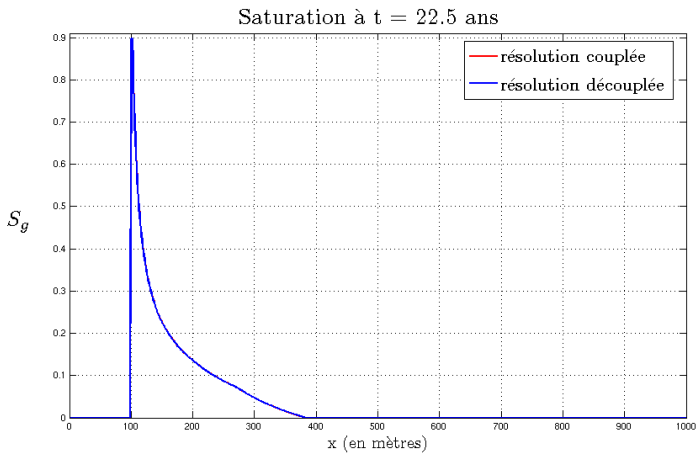
Contexte

Modélisation

Découplage

Résultats

Conclusions et perspectives



Comparaison résolution couplée / résolution découplée

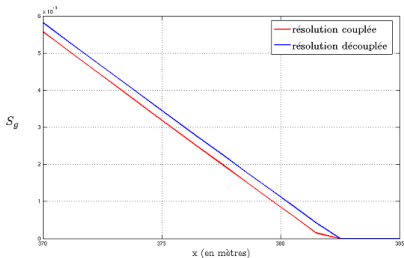
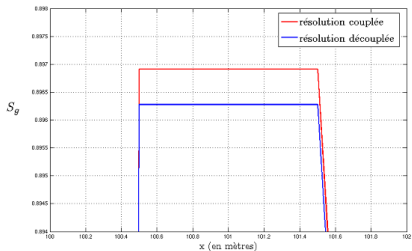
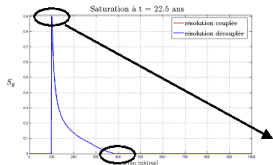
Contexte

Modélisation

Découplage

Résultats

Conclusions et perspectives



Comparaison résolution couplée / résolution découplée

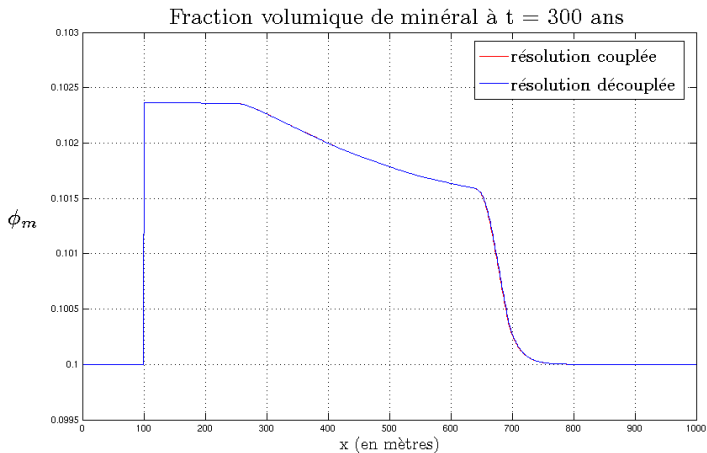
Contexte

Modélisation

Découplage

Résultats

Conclusions et perspectives



Conclusions

Contexte

Modélisation

Découplage

Résultats

Conclusions et perspectives

- Le modèle découplé permet de reproduire des résultats similaires au modèle couplé
- Intérêts de la méthode découplée :
 - Souplesse (discrétisation, méthode de résolution)
 - Calcul transport réactif local
 - Simplification de la modélisation géochimique réservoir
- Difficultés rencontrées :
 - Problème de stabilité du schéma

Perspectives

Contexte

Modélisation

Découplage

Résultats

Conclusions et perspectives

- Travail sur le terme de pénalisation :
comment éviter un impact trop brutal sur le modèle réservoir ?

$$\frac{\lambda}{\Delta t} \left(N^{n, Rs} - N^{n, Tr} \right) \implies \lambda \left(N^{n+1, Rs} - N^{n, Tr} \right)$$

- Etude du gain (performance) sur des cas plus complexes