Influence de la cinétique d'une maturation artificielle sur la porosité de la matière organique d'argilites pétroligènes à gaz

Guillaume Pierre, Amélie Cavelan, Mohammed Boussafir, Sandrine Delpeux, Claude Le Milbeau, Olivier Rozenbaum, Fatima Laggoun-Défarge

▶ **To cite this version:**

Guillaume Pierre, Amélie Cavelan, Mohammed Boussafir, Sandrine Delpeux, Claude Le Milbeau, et al.. Influence de la cinétique d'une maturation artificielle sur la porosité de la matière organique d'argilites pétroligènes à gaz. 4ème Réunion des Géochimistes Organiciens Français (FROG IV), Jul 2018, Lyon, France. hal-03169884

HAL Id: hal-03169884
https://hal.science/hal-03169884

Submitted on 15 Mar 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Influence de la cinétique d'une maturation artificielle sur la porosité d'argilites pétroligènes à gaz

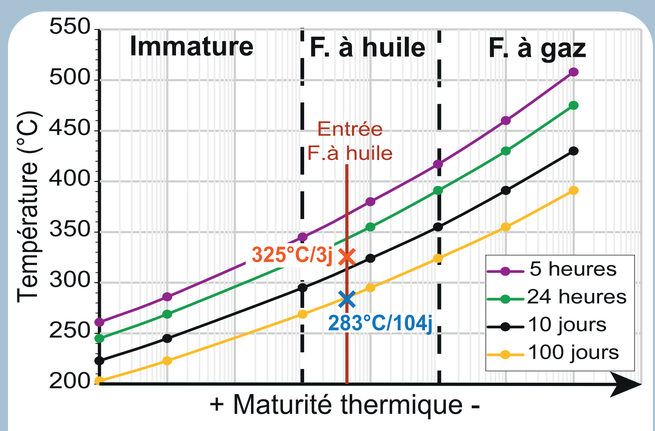
Guillaume PIERRE[1], Amélie CAVELAN[1], Mohammed BOUSSAFIR[1], Sandrine DELPEUX[2], Claude LE MILBEAU[1], Olivier ROZENBAUM[3], Fatima LAGGOUN-DEFARGE[1]

[1]Université d'Orléans, CNRS, BRGM, ISTO UMR 7327; [2]CNRS, ICMN UMR 7374; [3]CNRS, CEMHTI, UPR 3079 45071 Orléans, France

Introduction

La maturité thermique de la matière organique (MO) aurait un rôle majeur dans le développement de la porosité des argilites pétroligènes à gaz. Pour comprendre ce phénomène, 6 argilites immatures de la formation du Kimméridgien d'Angleterre (Yorkshire, Fig.1) ont été maturées artificiellement à l'ISTO afin de suivre l'évolution de leur porosité avec l'augmentation du degré de maturité thermique (Cavelan et al., in prep.). Néanmoins, la durée plus courte et les températures plus élevées de ces maturations artificielles vis à vis du milieu naturel pourraient impacter les processus de transformation de la MO et donc, la porosité.

L'objectif de cette étude est d'évaluer l'effet de la cinétique d'une maturation artificielle sur les caractéristiques de la MO et la porosité d'argilites pétroligènes à gaz en comparant les résultats de deux cinétiques de maturation ayant atteint la fenêtre à huile (Fig.2).



- Cinétique courte: 325°C/3 jours
-Cinétique longue: 283°C/3jours

Figure 2 : Relations temps - température - maturité au cours de la maturation thermique (d'après Landais et al.,1993).

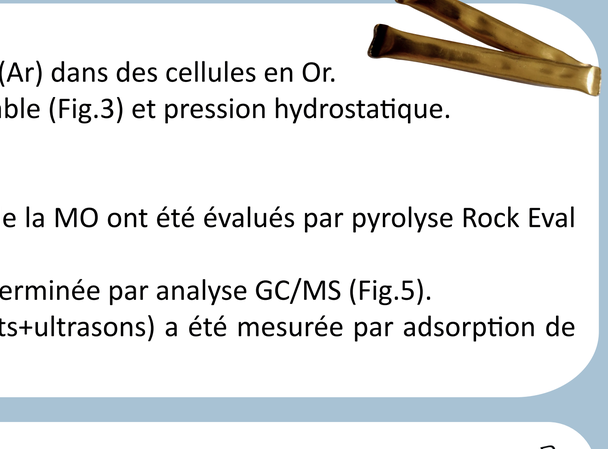
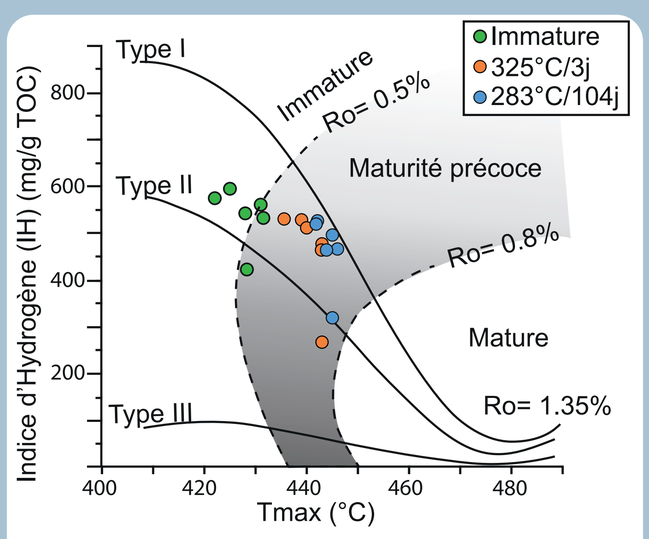


Figure 1 : Provenance des argilites immatures (d'après Herbin et al., 1991)..

Figure 3 : Dispositif de maturation artificielle. Autoclave surmonté d'un four (jaune) relié à une pompe.



➢Indice de production moy. (IP) : **0.02** < **0.04**

➢S1 (mg/g de roche) : **1.16** < **2.18**

Figure 4 : Evolution de l'IH et du Tmax en fonction de la cinétique de maturation thermique.

Matériel et méthodes

Dispositif de maturation artificielle :

- Pyrolyse en milieu confiné (600 bars) et inerte (Ar) dans des cellules en Or.
- Autoclave à chauffage externe en acier inoxydable (Fig.3) et pression hydrostatique.

Après maturation :

- La quantité, la qualité et le degré de maturité de la MO ont été évalués par pyrolyse Rock Eval (Fig.4).
- La composition moléculaire de la MO a été déterminée par analyse GC/MS (Fig.5).
- La porosité après extraction de la MO (solvants+ultrasons) a été mesurée par adsorption de diazote (BET) (Fig.6).

Résultats

- Les deux cinétiques ont atteint le début de fenêtre à huile (Tmax ~443°C, Fig.4).
- L'IP et le S1 (Fig.4) sont plus élevés pour la maturation thermique la plus longue tout comme les concentrations en HC saturés et aromatiques (exemple des n-alcanes et des TAS, Fig.5).
- L'augmentation de la durée de pyrolyse permet donc une meilleure transformation des composés polaires en hydrocarbures (HC) saturés et aromatiques.
- Cette différence entre les cinétiques semblent s'accroitre avec l'augmentation de la qualité (IH) et la quantité (TOC) de la MO (Fig.5).
- La porosité après maturation est systématiquement plus importante pour la cinétique longue (Fig.6). Des mésopores, invisibles pour la cinétique courte, semblent s'être formés suite à la maturation thermique la plus longue (Fig.6). La taille de ces derniers semblent diminuer avec l'augmentation de la qualité de la MO (IH, Fig.6).

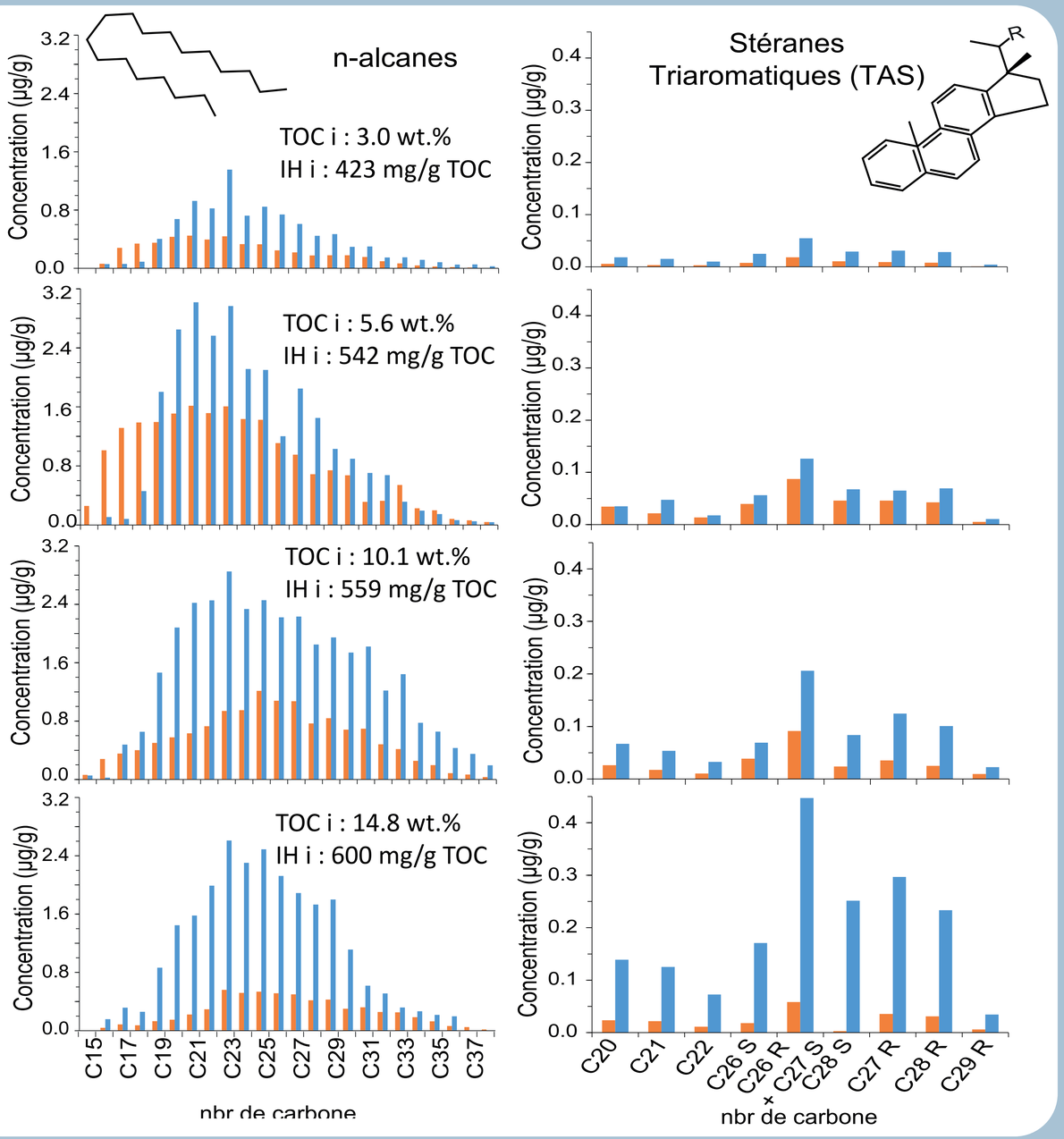


Figure 5 : Distribution des n-alcanes et des stéroïdes triaromatiques obtenue par GC/MS pour les deux cinétiques de maturation. TOC i et IH i : TOC et IH des argilites avant maturation.

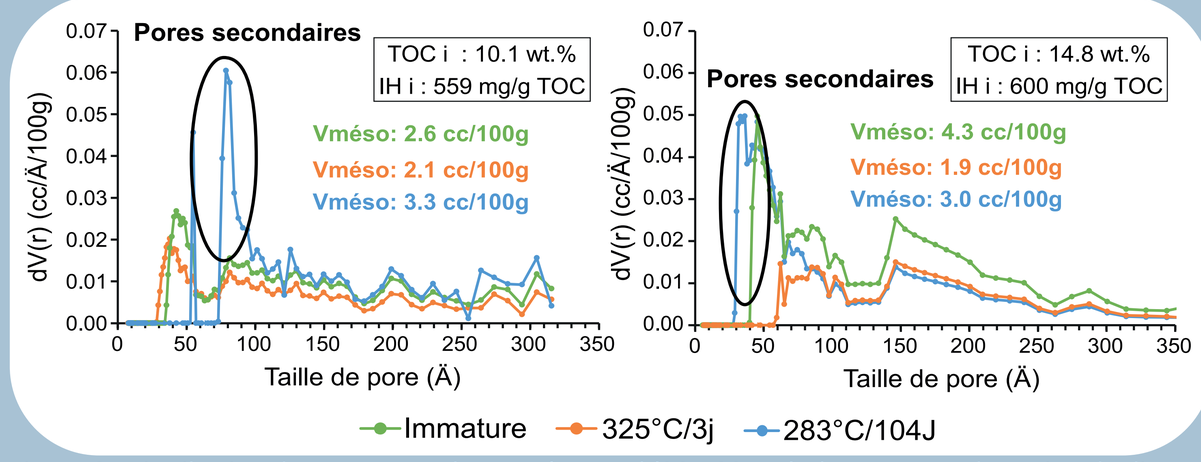


Figure 6 : Distribution des pores et volume mésoporal (20-500 nm) obtenus par adsorption de diazote avant et après maturation. TOC i et IH i : TOC et IH des échantillons immatures avant maturation thermique.

Conclusion

L'augmentation de la durée de pyrolyse permet de favoriser les réactions de transformation des composés polaires en HC saturés et aromatiques conduisant à :

- une occupation moins importante de la porosité minérale par des composés organiques polaires non extractibles et à un volume mésoporal plus important après maturation.
- de révéler la formation de fins mésopores dès la fenêtre à huile, invisibles avec la cinétique courte.

Cet effet de la cinétique et la porosité après maturation semblent fortement dépendre de la qualité intrinsèque de la MO.

Références

Herbin, Muller, Geyssant, Melieres & Penn (1991). Hétérogénéité quantitative et qualitative de la matière organique dans les argiles du Kimméridgien du Val de Pickering (Yorkshire, UK) : cadre sédimetnologique et stratigraphique. Revu de l'Institut français du pétrole, 46(6), p. 675-712.

Landais, Michels & Elie (1993).

Are time and temperature the only consraints to the simulation of organic matter maturation ? Organic Géochemistry Vol. 22, No. 3-5, p. 617-630.