UE Géoressources – Licence 2

Pétrole : étude simplifiée d'un système pétrolier

Ride de Tazhong, bassin du Tarim (Chine)

Compétences travaillées

À l'issue du TD, vous devrez être capable de :

- lire conjointement une carte structurale, une coupe sismique interprétée et un log stratigraphique ;
- identifier les éléments d'un système pétrolier : roche mère, réservoir, couverture et piège ;
- construire des courbes d'enfouissement simplifiées et discuter le synchronisme entre génération, migration et piégeage ;
- proposer un schéma élémentaire de développement du gisement et réaliser un calcul d'ordre de grandeur.

La zone d'étude régionale couvre environ $13\,000\,\mathrm{km}^2$. Pour le calcul volumétrique final, on considérera une **fermeture structurale productive de** $13\,\mathrm{km}^2$. Cette distinction évite de confondre la superficie du prospect régional avec celle du piège étudié.

Données et conventions

- Les temps sont exprimés en millions d'années avant le présent : -570 Ma signifie « il y a 570 Ma ».
- Pour construire les courbes temps-profondeur, on néglige d'abord la compaction et l'érosion. Les limites de cette hypothèse seront discutées ensuite.
- Modèle thermique : $T(z) = T_s + Gz$, avec $T_s = 10\,^\circ\mathrm{C}$ et $G = 30\,^\circ\mathrm{C/km}$.
- Pour la question 10 : rendement de génération $Y = 10\,\mathrm{L}$ d'huile par m^3 de roche mère, facteur de récupération $R_f = 30\,\%$, prix conventionnel $P = 100\,\$$ par baril et 1 bbl $= 159\,\mathrm{L}$.

A. Analyse structurale et stratigraphique

1. Comparer la carte structurale et la coupe.

a) Repérez l'incohérence apparente concernant le sens de vergence d'une faille.

b) Expliquez pourquoi une différence entre une carte et une coupe unique ne prouve pas nécessairement que l'un des deux documents est faux.

c) Localisez la ride de Tazhong, les deux dépressions adjacentes et les principales failles.

2. Construire les courbes temps-profondeur. À partir du tableau ci-dessous, tracez une courbe pour chaque limite de formation sur la grille fournie en fin de sujet. On supposera que l'épaisseur d'une formation s'accumule linéairement entre le début de son dépôt et le début du dépôt suivant.

Formation / unité	Début du dépôt (Ma)	Épaisseur retenue (m)	Lithologie dominante d'après le log
Cambrien	-570	900	Carbonates gris à noirs, niveaux de black shales
Ordovicien inférieur O_1	-500	2250	Dolomies et calcaires, niveaux de black shales
Ordovicien moyen-supérieur O_{2+3}	-470	1800	Calcaires sombres et calcaires argileux
Silurien	-440	300	Grès jaunes et shales
Dévonien	-410	200	Grès jaunes
Carbonifère	-360	550	Alternances de grès et mudstones
Permien	-300	1000	Grès et mudstones
Trias	-250	600	Mudstones et siltstones gris foncé
Jurassique	-190	400	Grès et mudstones
Unité E	-60	1100	Siltstones et mudstones
Unité R	-30	1200	Siltstones, mudstones et grès
Quaternaire	-2	250	Sables et conglomérats

Indiquez sur le graphique les périodes de forte subsidence et les hiatus apparents.

3. **Roches mères.** Identifiez les formations qui peuvent constituer des *candidates* à la fonction de roche mère. Justifiez votre réponse à partir de la lithologie. Précisez quelles données complémentaires seraient nécessaires pour confirmer cette fonction.

4. **Roches réservoirs.** Identifiez les niveaux susceptibles d'être poreux et perméables. Distinguez les réservoirs silicoclastiques des réservoirs carbonatés et indiquez les conditions nécessaires pour que les carbonates de O_1 soient de bons réservoirs.

5. **Roches couvertures.** Repérez les niveaux susceptibles d'assurer une couverture locale ou régionale. Expliquez pourquoi une roche fine n'est pas automatiquement une couverture efficace.

6. **Chronologie structurale.** Reconstituez, dans l'ordre, les principales étapes visibles sur la coupe : dépôt, déformation, jeu des failles, érosion, discordance et reprise de la sédimentation. Distinguez les observations certaines des interprétations plus discutables.

B. Maturité, migration et synchronisme

7. **Fenêtre à huile et histoire thermique.**

   a) Calculez les profondeurs correspondant à 70 °C et 150 °C.

   b) Reportez cette fenêtre sur le diagramme temps-profondeur.

   c) Estimez quand les niveaux sources du Cambrien, de O_1 et du Trias traversent cette fenêtre.

   d) Comparez ces périodes avec la mise en place des pièges vers la limite Ordovicien-Silurien. Discutez les conséquences possibles pour la conservation des hydrocarbures.

   e) Dans quelle partie de la coupe la génération est-elle vraisemblablement la plus importante : au sommet de la ride ou dans les dépressions adjacentes ? Justifiez.

C. Développement et ordre de grandeur

8. Puits producteurs. Proposez l'emplacement de deux puits producteurs ciblant le réservoir ordovicien O_1. Indiquez la position structurale recherchée et les risques à éviter.

9. Injection d'eau. Proposez l'emplacement des puits injecteurs. Précisez leur position par rapport aux producteurs, au pendage du réservoir et au contact huile-eau.

10. Calcul volumétrique simplifié. Pour une fermeture de surface $A = 13\,\mathrm{km}^2$ et une épaisseur cumulée de roche mère comprise entre 10 m et 100 m :

a) calculez le volume de roche mère ;

b) calculez le volume d'huile généré avec $Y = 10\,\mathrm{L/m}^3$;

c) convertissez ce volume en barils ;

d) appliquez le facteur de récupération de 30 % ;

e) estimez la valeur brute correspondante pour 100 $ par baril ;

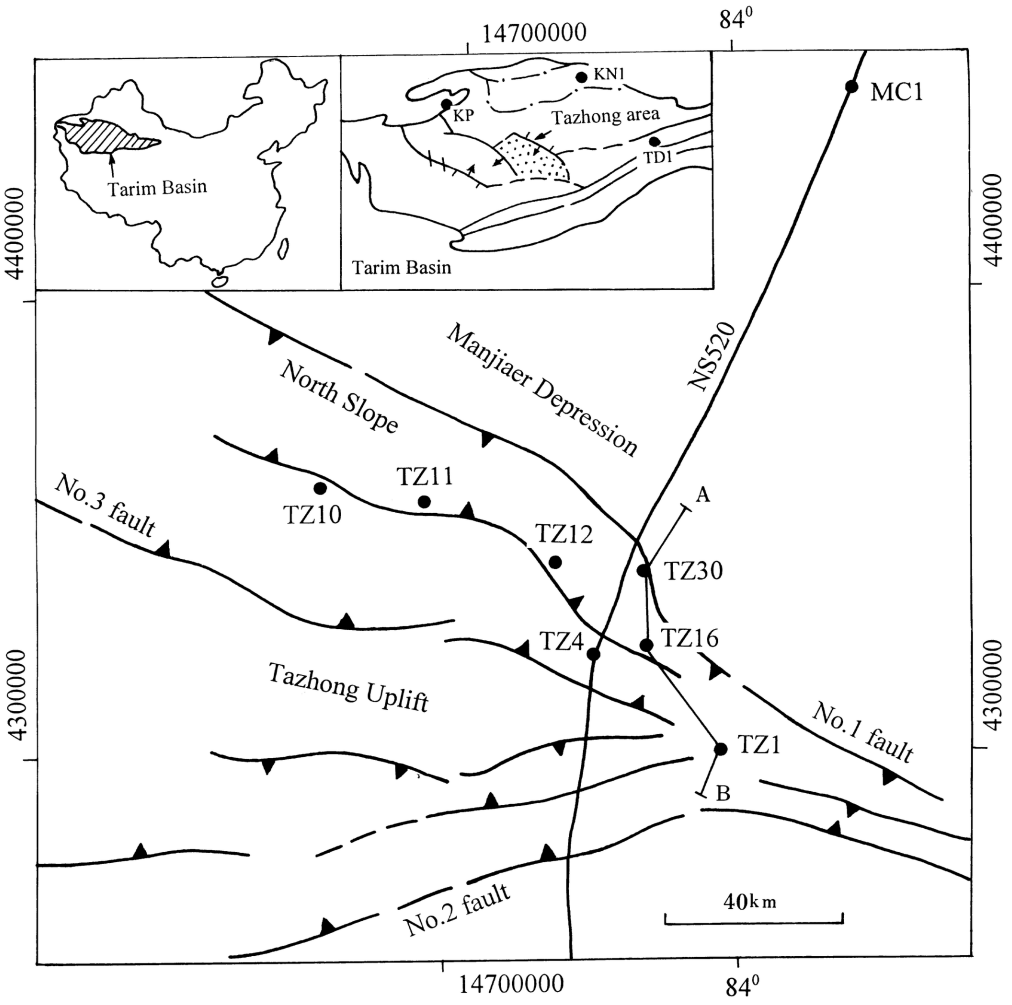
f) expliquez pourquoi ce résultat ne constitue pas une estimation certifiée de réserves.

Question de synthèse

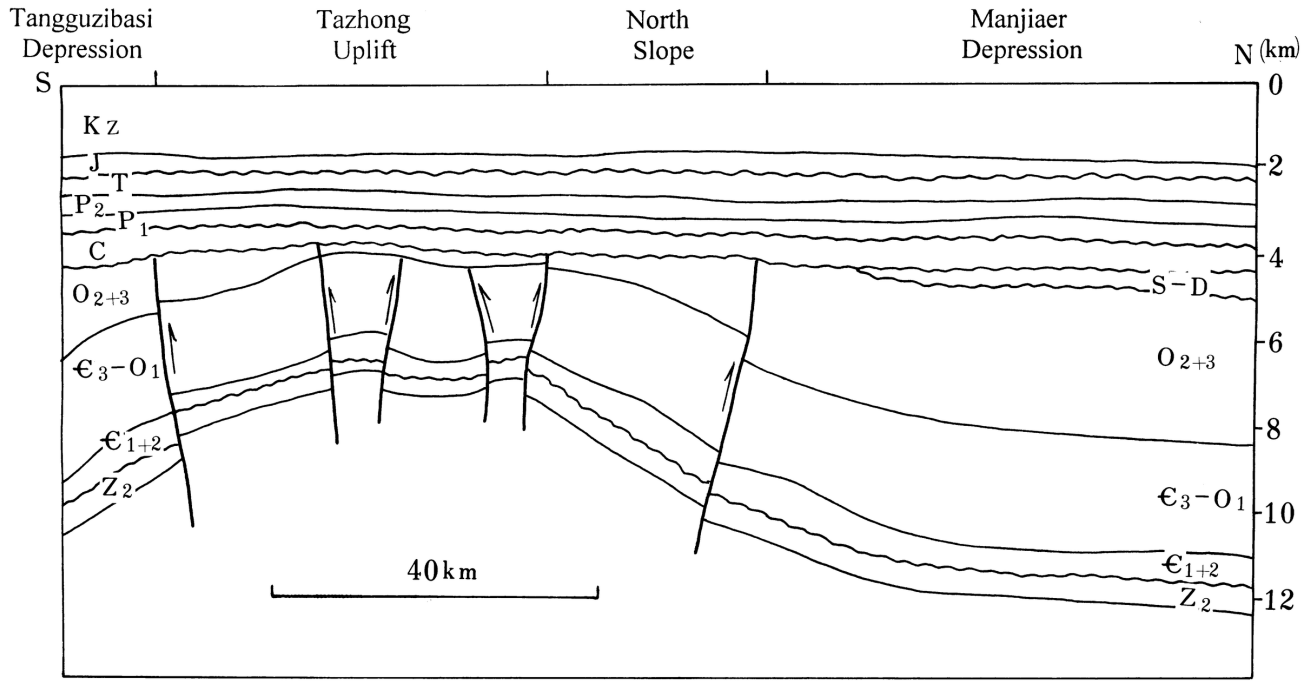
Rédigez une conclusion de dix lignes maximum répondant à la question suivante : *le prospect de Tazhong réunit-il les éléments et les processus nécessaires à un système pétrolier fonctionnel ?* Votre réponse doit distinguer les atouts du prospect, les incertitudes et les données qu'il faudrait acquérir avant de forer.

Documents

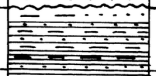
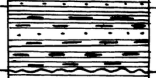
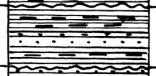
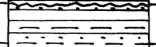
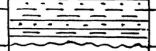
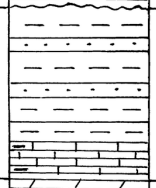
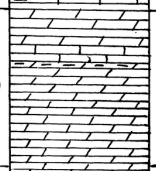
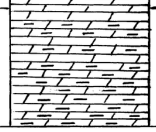
Document 1 – Carte structurale de la zone de Tazhong



Document 2 – Coupe sismique interprétée NS520



Document 3 – Log stratigraphique composite

Period	Thickness (m)	Lithologic succession	Lithology description	Depositional Facies
Q	200 – 300		Sand, conglomerate	Continental Disposits
R	500 – 2000		Upper part: grey to yellow siltstone and mudstone; lower part: brown-red sandstone and mudstone	
E	200 – 2000		Brown, grey, yellow siltstone and mudstone	
J	200 – 500		Interbedded yellow sandstone and mudstone	
T	100 – 1000		Dark grey mudstone and siltstone	
P	450 – 1500		Brown, yellow and red sandstone and mudstone	Marine-continental alternating disposits
C	400 – 700		Interbedded grey sandstone and mudstone	
D	0 – 400		Yellow sandstone	Marine disposits
S	0 – 600		Yellow sandstone and shale	
O_{2+3}	0 – 3500		Dark limestone and argillacous limestone	
O_1	2000 – 2500		Grey to dark grey dolomite and limestone, partly black shale	
€	800 – 1000		Grey and dark grey carbonate, partly black shale	

Document 4 – Grille temps-profondeur à compléter

