

Faculté des sciences et de génie	 UNIVERSITÉ LAVAL	Département de géologie et de génie géologique
----------------------------------	---	--

PLAN DE COURS

GGL-23042 Analyse géologique des diagraphies (3 crédits) – Hiver 2007 GGL-66565 Pétrophysique (3 crédits) – Hiver 2007

Trimestre: H

Temps consacré (3 cr) GGL-23042 : 3-0-3-3

Temps consacré (3 cr) GGL-66565 : 4-0-0-5

Crédit: 3 cr

Mardi 08:30-11:30 PLT-4108 et un autre période de 3 heures

Responsable: Paul Glover (bureau PLT-4711)

Courriel: paglover@ggl.ulaval.ca

Téléphone: 656-5180

Fax: 656-7339

Description sommaire

Les diagraphies sont les mesures enregistrées, continues ou périodiques, faites à l'aide d'appareillages appropriés, relatives soit à des caractères physiques ou chimiques des roches traversées par un forage et des fluides qu'elles contiennent. Elle représente une des méthodes les plus importantes pour analyser la lithologie, la structure et la saturation liquide de la croûte superficielle. La méthode est généralement utilisée par la pétrolierie et l'industrie de l'eau pour évaluer la quantité et la qualité de pétrole brut, du gaz et de l'eau. Cependant, les diagraphies sont aussi extrêmement utiles pour l'analyse des lithologies et les configurations tridimensionnelles des structures géologiques. Ce cours intensif présente l'information de base des diagraphies et leur analyse pratique. L'étudiant apprendra comment marchent les outils, comment leurs données sont analysées, et leurs avantages et inconvénients. Les étudiants deviendront capables de d'utiliser les données pour analyser les saturations liquides, la lithologie et l'environnement de déposition de formations enterrées. Le cours comprend l'enseignement formel, présentation(s) invitée(s), un groupe des exercices individuels, un ou deux exercices pratiques polyvalents, et une introduction des progiciels d'analyse professionnel.

Objectifs généraux du cours

- Comprendre comment des outils diagraphique fonctionnent, leurs avantages et inconvénients, et leurs limitations.
- Développer une capacité de faire une interprétation des diagraphies de base et de calculer le volume et la valeur des hydrocarbures en place.
- Reconnaître les contributions de la pétrophysique et des diagraphies au développement des connaissances sur la géologie, la sédimentologie et la géophysique de la roche à profondeur.
- Faire les liens entre la géologie, la sédimentologie, la géophysique et la pétrophysique.

Objectifs spécifiques du cours

- [1] Être capable d'expliquer la définition et l'application générale de la discipline de la pétrophysique.
- [2] Être capable de montrer comment l'étude de la pétrophysique s'applique aux problèmes des industries du pétrole, du gaz, de l'eau et d'autres industries de même qu'en recherche pure dans les sciences de la terre et de l'environnement.
- [3] Comprendre et être capable d'employer les concepts de porosité, de perméabilité, de pression capillaire et de mouillabilité des roches et d'autres milieux poreux.
- [4] Comprendre et être capable de démontrer les concepts généraux d'enregistrement diagraphique dans les forages.
- [5] Comprendre et être capable de démontrer les difficultés et les contraintes liées aux mesures physiques dans l'environnement des puits et des forages.
- [6] Comprendre et être capable de discuter les erreurs possibles dans l'acquisition des mesures pétrophysiques diagraphiques et être capable de calculer leur signification dans l'évaluation économique des gisements du pétrole et de la gaz.
- [7] Comprendre et être capable d'expliquer la base physique pour une gamme d'outils de mesure.
- [8] Savoir et être capable de comparer les caractéristiques différentes et contraintes inhérentes aux mesures provenant de différents outils.
- [9] Être capable d'analyser les données diagraphiques d'outils courants dans le but de préciser la géologie, la minéralogie, la sédimentologie et la stratigraphie des formations rocheuses profondes.
- [10] Être capable d'analyser les données diagraphiques d'outils courants dans le but de calculer la porosité, les saturations en hydrocarbures et en eau, la perméabilité, les pressions liquides, la pression de surcharge et la température.
- [11] Être capable d'analyser complètement un jeu d'enregistrements diagraphiques.
- [12] Être capable de calculer la valeur attendue d'un champ de pétrole ou de gaz (avec estimation de l'erreur) basée sur une évaluation des enregistrements diagraphiques.

Contenu du cours

Le cours est structuré en 20 modules mutuellement dépendants. Chaque module est représenté par un chapitre dans les notes de cours. Les 6 premiers modules présentent de l'information générale et les 14 derniers modules décrivent chacun un outil en détail, incluant la physique de base d'opération, les caractéristiques de l'outil, l'analyse de données et l'application des données que chaque outil fournit. Les modules sont comme suit :

[1] Introduction	[11] Enregistrements diagraphiques de rayonnement gamma total
[2] Porosité	[12] Enregistrements diagraphiques de rayonnement gamma spectral
[3] Perméabilité	[13] Enregistrements diagraphiques de la densité de formation
[4] Pression capillaire (GGL-66565 seulement)	[14] Enregistrements diagraphiques de litho-densité (GGL-66565 seulement)
[5] Enregistrements diagraphiques	[15] Enregistrements diagraphiques à neutrons
[6] L'environnement des puits et des forages	[16] Enregistrements diagraphiques sonique
[7] Analyse des fluides et diagraphies de pression	[17] Théorie de la résistivité
[8] Enregistrements diagraphiques de température	[18] Enregistrements diagraphiques du potentiel spontané (GGL-66565 seulement)
[9] Enregistrements diagraphiques du diamètreur	[19] Enregistrements diagraphiques électriques
[10] Enregistrements diagraphiques de radioactivité	[20] Les effets de l'argile sur la porosité et la résistivité (GGL-66565 seulement)

Il y a une série de problèmes (avec des solutions) qui contribuent 30% à la note finale du cours. La plupart des problèmes sont spécifiques à un outil particulier et sont présentés pendant le module approprié. Il y a aussi plusieurs problèmes de synthèse qui exigent la connaissance et l'utilisation d'information de plusieurs types d'outils.

Une annexe aux notes de cours contient des références, des équations importantes et des facteurs de conversion. Les calculs sont effectués dans un mélange d'unités SI et d'autres qui sont conformes aux normes de l'industrie pétrolière.

Horaire et disponibilité du professeur

Mardi 08:30 – 11:30 Pouliot 4108 et un autre période de 3 heures

Responsable : Paul Glover (PLT-4711).

Le Professeur Paul Glover sera disponible pour répondre à vos questions tous les mardis après-midis de 13h00 à 16h00.

Structure du cours

Première partie du cours	<ul style="list-style-type: none">• 4 périodes en moyenne de 50 minutes chacune réservées pour des exposés magistraux chaque semaine• 2 autres périodes de 50 minutes chacune pour la résolution de problèmes à la fin des modules chaque semaine• Travail individuel de 3 heures par semaine.• 3 périodes de 50 minutes réservées pour un dépannage avant Examen 1
Deuxième partie du cours	<ul style="list-style-type: none">• 2 périodes de 50 minutes chacune réservées pour des exposés magistraux• 6 périodes de 50 minutes réservées pour un problème combiné 1• 9 périodes de 50 minutes réservées pour un problème combiné 2 (GGL-66565 seulement)• 3 périodes de 50 minutes réservées pour une introduction au logiciel «Interactive Petrophysics» (GGL-66565 seulement)• 2 périodes de 50 minutes réservées pour une présentation «L'économie de pétrole» livré par Prof. Jean-Thomas Bernard du Département d'économique• Travail individuel de 3 heures par semaine.• 3 périodes de 50 minutes réservées pour un dépannage avant Examen 2

Exposés magistraux et solution des problèmes

Les présentations PowerPoint des exposés magistraux et les solutions des problèmes à la fin de chaque module sont disponibles sous la forme de fichiers en format pdf sur le serveur du département de géologie et de génie géologique:

- Site ftp: ftp.ggl.ulaval.ca
- Nom d'utilisateur (User name): cycle1
- Mot de passe (Password): dept3608
- Liste des répertoires: /extranet/glover/GGL-66565

Évaluation de l'étudiant(e)

L'évaluation sommative de l'étudiant sera basée sur 2 examens partiels à livres fermés sans droit de consultation aux notes de cours et 8 travaux.

- Le premier examen compte pour 30% du cours.
- Le deuxième compte pour 40% du cours.
- Les travaux compte pour 30% du cours

La note de passage du cours est de 50%.

La production de rapport de laboratoire (sessions d'interprétation des diagraphies) n'est pas demandée. Cependant, les notions vues durant les séances d'interprétation peuvent faire l'objet de questions spécifiques (Examen 2 seulement).

L'établissement de la note est basée sur des critères relatifs à l'atteinte des objectifs spécifiques et

généraux du cours et selon la grille d'évaluation suivante:

Cote	Pourcentage d'atteinte des objectifs	Légende
A+	94-100	Excellent
A	87-93.99	
A-	83-86.99	
B+	78-82.99	Très bon
B	74-77.99	
B-	70-73.99	
C+	67-69.99	Bon
C	64-66.99	
C-	60-63.99	
D+	57-59.99	Passable
D	50-56.99	
E	0-49.99	Insuffisant
W	Ne s'applique pas	Echec par abandon

Calendrier des travaux

Travaux	Sujet	Date Limite
1	Introduction	18 janvier
2	Porosité	18 janvier
3	Perméabilité	25 janvier
4	Pression capillaire (GGL-66565 seulement)	1 février
5	Les diagraphies de fluides et de pression	1 février
6	Les diagraphies du température	1 février
7	Les diagraphies du diamétreur	8 février
8	Les diagraphies de rayons gamma total	8 février
A	Interprétation compréhensive 1	22 mars
B	Interprétation compréhensive 2 (GGL-66565 seulement)	12 avril

Calendrier des examens

Examen Partiel	Date	Matière	Pondération
1	01/03/07	Questions numériques sur : Porosité Perméabilité Pression capillaire (GGL-66565 seulement) Les diagraphies et l'environnement du puits Les diagraphies de fluides et de pression Les diagraphies du température Les diagraphies du diamètreur Radioactivité/les diagraphies de rayons gamma total Les diagraphies de rayons gamma spectral Les diagraphies de densité de formation La diagraphie de litho-densité (GGL-66565 seulement) La diagraphie de neutrons Les diagraphies sonique	30%
2	12/04/07	Questions numérique sur : La théorie de résistivité Les diagraphies de résistivité Les effets de l'argile sur la porosité et la résistivité (GGL-66565 seulement) Une interprétation compréhensive des diagraphies Une deuxième interprétation compréhensive des diagraphies (GGL-66565 seulement) Deux essais brèves sur : tous le cours incluant L'économie de pétrole	40%

Documentation

Les notes du cours en cédé en français et anglais.

The Geological Interpretation of Well Logs, 2nd Ed, 1996, Malcolm Rider, Whittles Publishing.
Disponible d'Amazon.com (pas obligatoire), aussi disponible dans la bibliothèque scientifique VCH (GENERALE 01-0651380 et TN 871.35 R544 2002).

Diagraphies différées : bases de l'interprétation, Oberto Serra, Diffusion, Technip, c1979-
Disponible dans la Bibliothèque scientifique VCH (TN 871.35 S487 1).

Petrophysics : Theory and practice of measuring reservoir rock and fluid transport properties, Tiab, D. and Donaldson, E.C., Gulf Publishing, 1996.
Disponible dans la Bibliothèque scientifique (TN 870.56 T551 1999).

Well logging for physical properties : a handbook for geophysicists, geologists, and engineers, Joseph R. Hearst, Philip H. Nelson, Frederick L. Paillet., Ed. Hearst, Joseph R., Chichester ; Toronto : John Wiley & Sons, c2000. *Disponible dans la Bibliothèque scientifique (TN 871.35 H436 2000).*

Physical properties of rocks : fundamentals and principles of petrophysics, J.H. Schoen, Oxford, Elsevier, 2004, c1996. *Disponible dans la Bibliothèque scientifique (QE431.6 .P5 S36 2004).*

Programmation des activités

IMPORTANT – L'horaire les jeudis ci-dessous est fictive et représentent seulement le sujet chaque semaine. Il est possible que l'horaire pour la deuxième session chaque semaine sera mercredi, jeudi or vendredi, matin ou après-midi.

Janvier

Dimanche	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi-Fictive	Vendredi	Samedi
	1	2	3	4	5	6
7	8 Début de la session	9 Plan de cours, introduction + Problèmes 1 PLT-4108	10	11 Porosité + Problèmes 2 PLT-XXXX	12	13
14	15	16 Perméabilité + Problèmes 3 PLT-4108	17	18 Les diagraphies en générale et l'environnement du puits PLT-XXXX	19	20
Travail autonome : Pression capillaire + Problèmes 4 (GGL-66565 seulement)						
21	22	23 Les diagraphies de fluides et de pression + Problèmes 5 PLT-4108	24	25 Les diagraphies du température + Problèmes 6 PLT-XXXX	26	27
28	29	30 Les diagraphies du diamètreur + Problèmes 7 PLT-4108	31	1	2	3

Février						
Dimanche	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi-Fictive	Vendredi	Samedi
28	29	30	31	1 Radioactivité et les diagraphies de rayons gamma total + Problèmes 8 PLT-XXXX	2	3
4	5	6 Les diagraphies de rayons gamma spectral PLT-4108	7	8 Les diagraphies de densité de formation PLT-XXXX	9	10
11	12	13 La diagraphies de litho- densité PLT-4108	14	15 La diagraphie de neutrons PLT-XXXX	16	17
18	19	20 Les diagraphies sonique PLT-4108	21	22 La théorie de résistivité PLT-XXXX	23	24
25	26	27 Dépannage PLT-4108	28	1	2	3

Mars

Dimanche	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi-Fictive	Vendredi	Samedi
25	26	27	28	1 Examen 1 PLT-XXXX	2	3
4 Semaine de lecture	5 Semaine de lecture	6 Semaine de lecture PLT-4108	7 Semaine de lecture	8 Semaine de lecture PLT-XXXX	9 Semaine de lecture	10 Semaine de lecture
11	12	13 Les diagraphies de résistivité PLT-4108	14	15 Problème combiné 1 PLT-XXXX	16	17
18	19	20 Problème combiné 1 PLT-4108	21	22 Problème combiné 2 PLT-XXXX	23	24
25	26	27 « L'économie de pétrole » <i>donné par Prof. Jean-Thomas Bernard du Département d'économique</i> PLT-4108	28	29 Problème combiné 2 PLT-XXXX	30	31

Avril

Dimanche	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi-Fictive	Vendredi	Samedi
25	26	27	28	29	30	31
1	2	3 Problème combiné 2 PLT-4108	4	5 Interactive Petrophysics PLT-XXXX	6 Congé Pâques	7 Congé Pâques
8 Congé Pâques	9 Congé Pâques	10 Dépannage PLT-4108	11	12 Examen 2 PLT-XXXX	13 EGU	14 EGU
15 EGU	16 EGU	17 EGU	18 EGU	19 EGU	20 EGU	21 EGU
22 EGU	23 EGU	24	25	26	27	28
29	30	1	2	3	4	5