

CHAPITRE 5

RÉSULTATS SUR LA CONDUCTIVITÉ HYDRAULIQUE ET LA POROSITÉ

Ce chapitre porte sur la présentation, la discussion, l'interprétation et la comparaison des résultats obtenus sur la conductivité hydraulique et la porosité des divers lithofaciès identifiés dans les sablières sélectionnées sur le paléodelta de la rivière Valin. Une discussion des causes possibles de la variabilité des résultats est également présentée.

5.1 Conductivité hydraulique en utilisant le mini-infiltromètre à disque

La conductivité hydraulique en utilisant le mini-infiltromètre à disque est le rapport des coefficients C_2 et A_2 (équation 2, chap.4). Alors, les volumes d'eau infiltrés dans le sol qui ont été relevés en fonction du temps (un exemple de relevé de terrain se trouve en annexe H) sont transformés en hauteurs d'infiltration versus des racines carrées des temps. Les valeurs déterminées pour ces deux coefficients ainsi que les déterminations obtenus de la conductivité hydraulique sont donnés dans le tableau 5.1 et leur représentation graphique est sur la figure 5.1.

Tableau 5.1 : Résultats de la conductivité hydraulique en utilisant le mini-infiltromètre à disque.

Numéro de sablière	Lithofaciès	C_2 (cm/s)	A_2	Conductivité hydraulique (cm/s)
6	Fsc	0.0009	8.7	1.03×10^{-4}
9	Fm	0.0029	4.2	6.90×10^{-4}
1	fSh	0.1238	0.5	2.47×10^{-1}
1	fSr	0.0237	0.5	4.74×10^{-2}
4	fSr	0.1049	0.5	2.09×10^{-1}
6	fSr	0.0709	0.5	1.41×10^{-1}
1	fSc	0.0203	10.6	1.91×10^{-3}
3	fSp	0.0387	0.5	7.74×10^{-2}
4	fSp	0.0161	0.5	3.22×10^{-2}
7	fSt	0.0064	0.5	1.28×10^{-2}
1	gSh	0.1208	0.5	2.41×10^{-1}
2	gSh	0.0168	0.5	3.36×10^{-2}
5	gSh	0.0314	0.5	6.28×10^{-2}
3	gSt	0.0535	0.5	1.07×10^{-1}
6	gSt	0.0186	0.5	3.72×10^{-2}
4	gSp	0.0331	0.5	6.62×10^{-2}
8	gSi	0.0579	0.5	1.15×10^{-1}
2	SGh	0.1267	0.5	2.53×10^{-1}
7	SGt	0.0503	0.5	1.00×10^{-1}
6	SGt	0.0037	0.5	7.40×10^{-3}
8	SGi	0.0418	0.5	8.36×10^{-2}
5	GSh	0.0054	0.5	1.08×10^{-2}
3	GSt	0.0018	0.5	3.60×10^{-3}
9	GSm	0.0293	0.5	5.86×10^{-2}
8	gGi	0.0005	0.5	1.00×10^{-3}
5	cGm	0.0428	0.5	8.56×10^{-2}
6	cGp	0.0005	1.3	3.84×10^{-4}

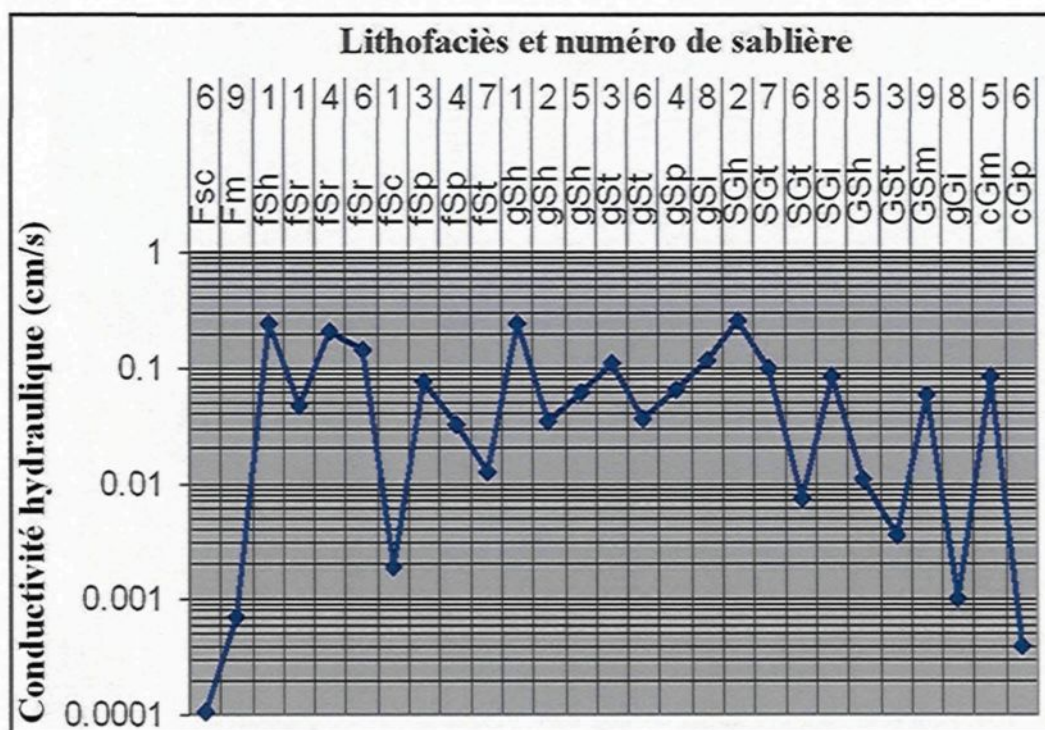


Figure 5.1 : Détermination de la conductivité hydraulique en utilisant le mini-infiltromètre à disque.

En se basant sur la figure 5.1, trois ensembles de lithofaciès ont été distingués. Un premier ensemble se caractérise par une forte conductivité hydraulique qui varie dans l'intervalle de 0.1 à 1 cm/s; sa valeur de conductivité hydraulique la plus importante est de 2.53×10^{-1} cm/s, obtenue pour le lithofaciès SGh identifié à la sablière 2; il se caractérise par une texture grossière composée de sable graveleux; la forte conductivité hydraulique est probablement due à l'uniformité du matériel (Heinz *et al.* 2003) rappelons que ce lithofaciès a un tri modéré. Un deuxième ensemble regroupe la majeure partie des lithofaciès dont la conductivité hydraulique varie entre 0.001 et 0.1 cm/s; tous ces lithofaciès sont de granulométrie grossière. Le troisième ensemble regroupe des lithofaciès

qui se caractérisent par une faible conductivité hydraulique variant entre 0.0001 et 0.001 cm/s; le lithofaciès Fsc identifié à la sablière 6 a la plus faible valeur de conductivité hydraulique, soit 1.03×10^{-4} cm/s, due probablement à la présence d'argile qui nuit à l'écoulement de l'eau.

5.2 Conductivité hydraulique en utilisant l'infiltromètre à tension

L'infiltromètre à tension n'a été appliqué que sur un nombre restreint de lithofaciès (six) et la conductivité hydraulique a été estimée en fonction de plusieurs paramètres (relation 5, chap. 4). À chacun des essais avec cet appareil, le cylindre a été enfoncé à une profondeur d de l'ordre de 10 cm et à chaque fois, le tube de réglage de la pression a été soulevé à 4 cm et par conséquent, la hauteur d'eau H à l'intérieur du cylindre au-dessus de la surface du sol est de 4 cm. Ceci permet d'estimer le débit Q en cm^3/s (un exemple de relevé de terrain se trouve en annexe I), lequel a été utilisé pour le calcul de la conductivité hydraulique. Les valeurs des débits estimés ainsi que les déterminations obtenus sur la conductivité hydraulique sont indiquées dans le tableau 5.2 et sur la figure 5.2.

Tableau 5.2 : Résultats de la conductivité hydraulique en utilisant l'infiltromètre à tension.

Numéro de sablière	Lithofaciès	Débit (cm^3/s)	Conductivité hydraulique (cm/s)
2	gSh	9.25	7.70×10^{-2}
1	fSh	7.98	6.64×10^{-2}
3	fSp	2.30	1.92×10^{-2}
5	gSh	7.63	6.35×10^{-2}
4	gSp	22.2	1.84×10^{-1}
8	SGi	5.32	4.43×10^{-2}

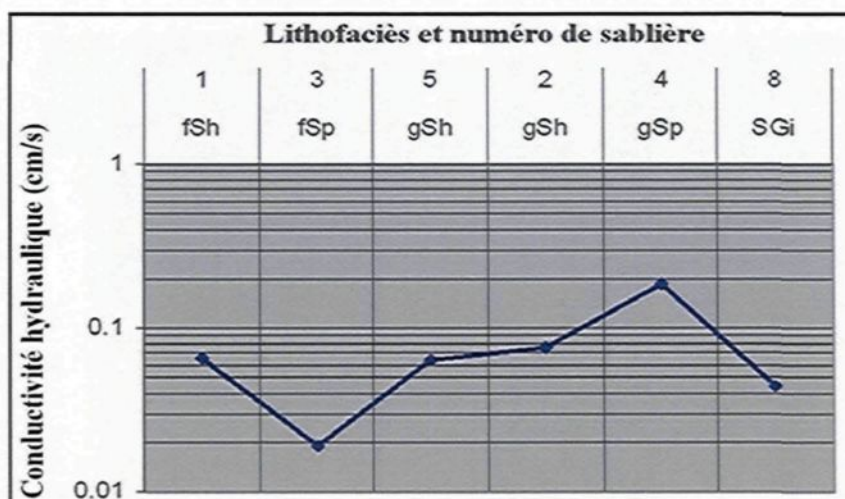


Figure 5.2 : Détermination de la conductivité hydraulique en utilisant l'infiltromètre à tension.

À cause de l'acquisition tardive de l'infiltromètre à tension, ce dernier n'a été utilisé que sur six lithofaciès sablonneux, dont la plupart se caractérisent par un tri modéré. La conductivité hydraulique de la plupart de ces lithofaciès (5 sur 6) varie dans l'intervalle de 0.01 à 0.1 cm/s; le lithofaciès gSp identifié à la sablière 4 montre une plus forte valeur de conductivité hydraulique, soit 1.84×10^{-1} cm/s.

5.3 Conductivité hydraulique en utilisant l'expression de Hazen

La conductivité hydraulique en utilisant l'expression de Hazen a été estimée en fonction de quelques paramètres et coefficients (relation 7, chap. 4). Le coefficient A est de 0.00116. La température de l'eau souterraine a été supposée 10 °C (Simard et Des Rosiers, 1979) et conséquemment, le paramètre τ est de l'ordre de 1. Le coefficient d_{10} a été déterminé à partir des courbes granulométriques (annexe J). Le coefficient C a été calculé

en fonction de résultats de porosité, dont une valeur estimée *in situ* « A » et l'autre déterminée en laboratoire « B ». Alors deux valeurs ont été proposées pour le coefficient *C* et par conséquent, deux valeurs de conductivité hydraulique ont été obtenues pour chacun des lithofaciès (tableau 5.3); leur représentation graphique est sur la figure 5.3.

Tableau 5.3 : Résultats de la conductivité hydraulique en utilisant l'expression de Hazen.

Sablère	lithofaciès	d_{10} (mm)	<i>C</i> « A »	<i>C</i> « B »	<i>K</i> (cm/s) « A »	<i>K</i> (cm/s) « B »
6	Fsc	0.0002	-	1120	N-A	N-A
9	Fm	-	-	880	N-A	N-A
1	fSh	0.14	1360	1120	3.09×10^{-2}	2.54×10^{-2}
1	fSr	0.14	1480	1080	3.36×10^{-2}	2.45×10^{-2}
6	fSr	0.14	1120	920	2.91×10^{-2}	2.36×10^{-2}
4	fSr	0.17	1280	1040	3.75×10^{-2}	3.08×10^{-2}
1	fSc	0.15	920	1040	2.40×10^{-2}	2.71×10^{-2}
3	fSp	0.39	1000	880	1.76×10^{-1}	1.55×10^{-1}
4	fSp	0.09	760	1120	7.14×10^{-3}	1.05×10^{-2}
7	fSt	0.17	1040	920	3.48×10^{-2}	3.08×10^{-2}
1	gSh	0.21	1120	920	5.72×10^{-2}	4.70×10^{-2}
2	gSh	0.20	840	920	3.89×10^{-2}	4.26×10^{-2}
5	gSh	0.30	1360	1160	1.41×10^{-1}	1.21×10^{-1}
3	gSt	0.30	960	960	1.00×10^{-1}	1.00×10^{-1}
6	gSt	0.27	1200	1040	1.01×10^{-1}	8.79×10^{-2}
4	gSp	0.35	1160	840	1.64×10^{-1}	1.19×10^{-1}
8	gSi	0.26	800	840	6.27×10^{-2}	6.58×10^{-2}
2	SGh	0.19	1120	1040	4.69×10^{-2}	4.35×10^{-2}
6	SGt	0.55	1160	1120	4.07×10^{-1}	3.93×10^{-1}
7	SGt	0.25	1080	920	7.83×10^{-2}	6.67×10^{-2}
8	SGi	0.42	760	840	1.55×10^{-1}	1.71×10^{-1}
5	GSh	0.40	760	1000	1.41×10^{-1}	1.85×10^{-1}
3	GSt	0.70	600	720	3.41×10^{-1}	4.09×10^{-1}
9	GSm	0.66	880	720	4.44×10^{-1}	3.63×10^{-1}
8	gGi	0.92	-	-	N-A	N-A
5	cGm	0.60	-	-	N-A	N-A
6	cGp	0.25	-	-	N-A	N-A

A : En fonction des valeurs de la porosité estimées *in situ*.

B : En fonction des valeurs de la porosité déterminées en laboratoire.

N-A : Non applicable.

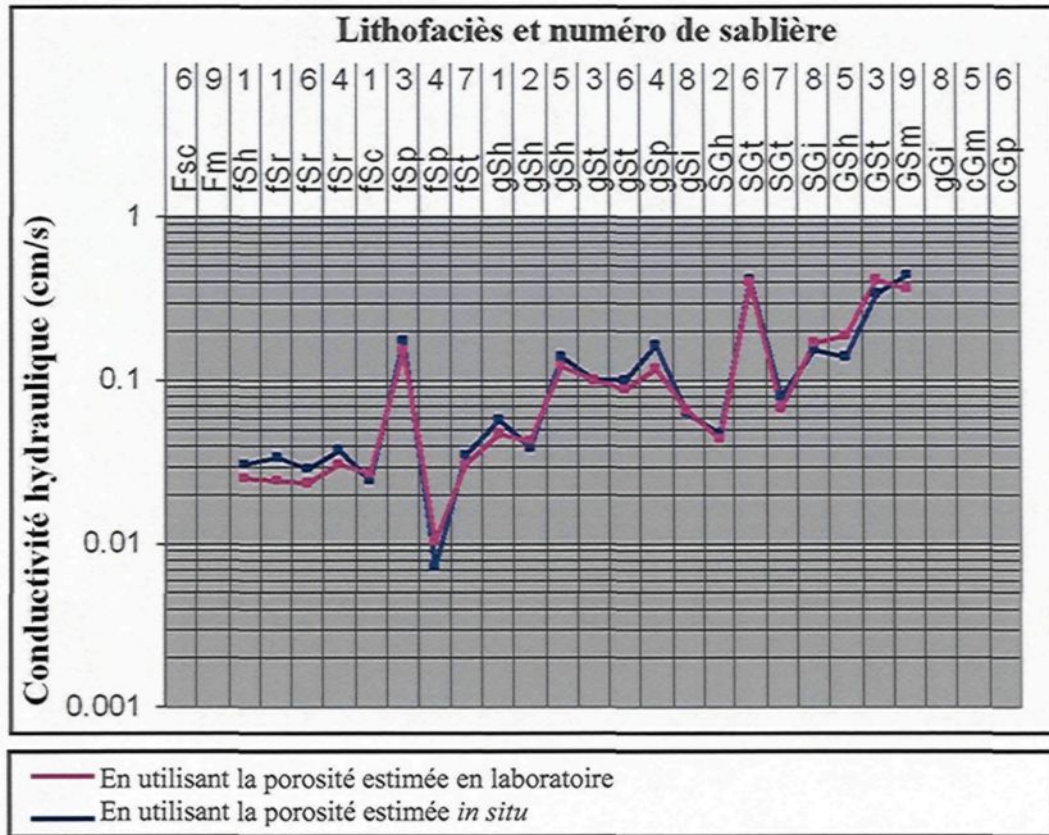


Figure 5.3 : Détermination de la conductivité hydraulique en utilisant l'expression de Hazen.

Considérant les limites d'application de l'expression empirique de Hazen, sur la totalité des 27 échantillons prélevés, 22 ont été admis à son application. Les résultats de la conductivité hydraulique obtenus en fonction des valeurs de porosité estimée *in situ* «A» et celles estimée en laboratoire «B» sont quasiment identiques; ainsi, leur représentation graphique sur la figure 5.3 montre une bonne superposition des courbes. Donc, les différentes valeurs de porosité obtenues ne produisent pas de variation significative dans la valeur estimée de la conductivité hydraulique.

La plus faible valeur de conductivité hydraulique est de 7.14×10^{-3} cm/s, selon l'utilisation des valeurs de porosité estimées *in situ*, notée pour le lithofaciès fSp identifié à la sablière 4, et de 1.05×10^{-2} cm/s, selon l'utilisation des valeurs estimées de porosité estimées en laboratoire notée encore pour le même lithofaciès. Notons que des lithofaciès constitués de matériel plus fin qui empêche une bonne circulation de l'eau, comme les lithofaciès Fsc et Fm, peuvent avoir une conductivité hydraulique encore plus faible que celle du lithofaciès fSp, mais leur conductivité hydraulique n'a finalement pas été estimée avec cette méthode à cause de ses limites d'application.

La plus forte conductivité hydraulique en utilisant les valeurs de porosités estimées *in situ* est de 4.44×10^{-1} cm/s, estimée pour le lithofaciès GSm identifié à la sablière 9. Tandis que selon l'utilisation de porosités estimées en laboratoire, elle est de 4.09×10^{-1} cm/s, estimée pour le lithofaciès GSt identifié à la sablière 3. La texture granulaire de ces deux lithofaciès ainsi la portion quasi-nulle de fraction fine sont probablement responsables de la forte conductivité hydraulique.

5.4 Conductivité hydraulique en utilisant l'expression de Beyer

L'expression empirique de Beyer (relation 6, chap. 4) est calculée en fonction du diamètre effectif d_{10} et du coefficient C . Ce dernier a été calculé en fonction des valeurs de d_{10} et d_{60} qui ont été déterminés à partir des courbes granulométriques (annexe J). Les

valeurs du coefficient C , ainsi que les valeurs de conductivité hydraulique obtenues sont indiquées dans le tableau 5.4; leur représentation graphique est sur la figure 5.4.

Tableau 5.4 : Résultats de la conductivité hydraulique en utilisant l'expression de Beyer.

Sablère	Lithofaciès	d_{10} (mm)	d_{60} (mm)	C	K (cm/s)
6	Fsc	0.0002	-	-	N-A
9	Fm	-	-	-	N-A
1	fSh	0.14	0.21	0.01134	2.22×10^{-2}
1	fSr	0.14	0.24	0.01107	2.17×10^{-2}
4	fSr	0.14	0.28	0.01075	2.90×10^{-2}
6	fSr	0.17	0.50	0.01003	2.11×10^{-2}
1	fSc	0.15	0.35	0.01048	2.36×10^{-2}
4	fSp	0.39	0.90	0.01048	7.47×10^{-3}
3	fSp	0.09	0.40	0.00922	1.59×10^{-1}
7	fSt	0.17	0.48	0.01008	2.92×10^{-2}
1	gSh	0.21	0.52	0.01035	4.57×10^{-2}
2	gSh	0.20	0.75	0.00954	3.82×10^{-2}
5	gSh	0.30	0.78	0.01026	9.25×10^{-2}
3	gSt	0.30	0.86	0.00972	9.07×10^{-2}
6	gSt	0.27	0.58	0.01062	7.76×10^{-2}
4	gSp	0.35	0.90	0.01026	1.26×10^{-1}
8	gSi	0.26	0.78	0.00999	6.75×10^{-2}
2	SGh	0.19	0.48	0.01030	3.73×10^{-2}
6	SGt	0.55	1.00	0.01093	3.32×10^{-1}
7	SGt	0.25	0.72	0.01003	6.29×10^{-2}
8	SGi	0.42	1.80	0.00927	1.64×10^{-1}
5	GSh	0.40	2.00	0.00900	1.44×10^{-1}
3	GSt	0.70	2.90	0.00936	N-A
9	GSm	0.66	1.50	0.01053	N-A
8	gGi	0.92	-	-	N-A
5	cGm	0.60	-	-	N-A
6	cGp	0.25	-	-	N-A

N-A : Non applicable.

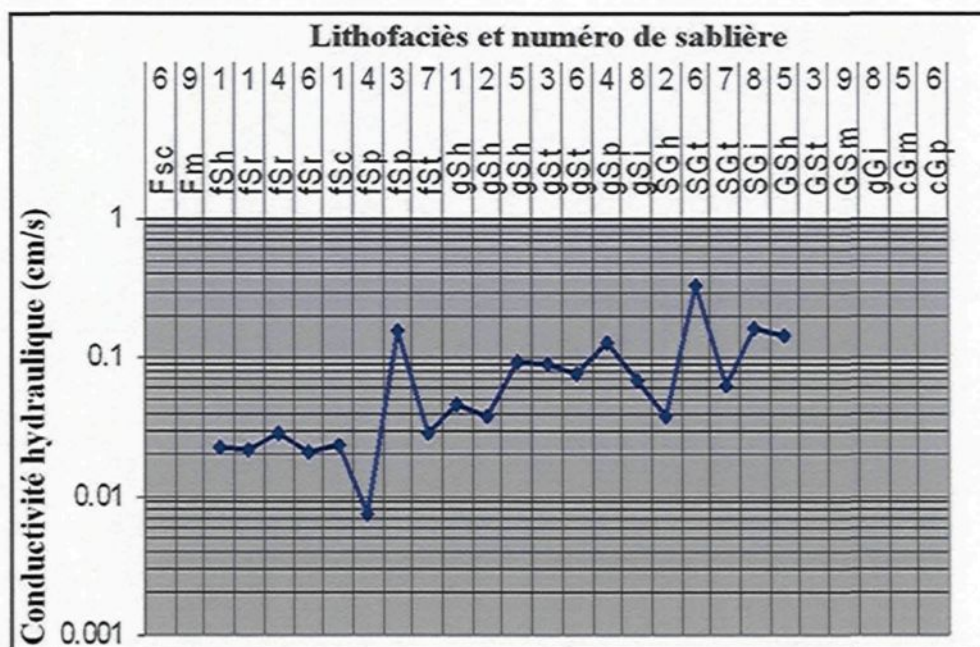


Figure 5.4 : Détermination de la conductivité hydraulique en utilisant l'expression de Beyer

Considérant les limites d'application de l'expression de Beyer, 20 échantillons sur 27 ont été utilisés pour l'application de cette expression. La plupart des lithofaciès ainsi considérés présentent une conductivité hydraulique qui varie entre 0.01 et 0.1 cm/s.

La plus faible valeur de conductivité hydraulique est de 7.47×10^{-3} cm/s, estimée pour le lithofaciès fSp à la sablière 4. Probablement que cette faible valeur est liée à l'agencement des grains. En effet, ce lithofaciès se caractérise par un tri pauvre, ce qui nuit à la circulation de l'eau. En revanche, la plus forte valeur de conductivité hydraulique obtenue est de 3.32×10^{-1} cm/s, estimée pour le lithofaciès SGt, identifié à la sablière 6. Sa texture grossière et son tri modéré peuvent être des facteurs qui favorisent une bonne circulation de l'eau.

5.5 Conductivité hydraulique en utilisant l'expression de Slichter

Le calcul de la conductivité hydraulique en utilisant l'expression empirique de Slichter (relation 8, chap. 4) se base sur le diamètre effectif d_{10} et le paramètre M (tableau 4.2) qui se détermine en fonction de la porosité, à condition que celle-ci se situe entre 26 et 47%. Ce paramètre M a été déterminé en fonction de la porosité estimée *in situ* « A » et celle estimée en laboratoire « B ». Alors, deux valeurs de ce paramètre ont été proposées et, conséquemment, la plupart des lithofaciès ont ainsi obtenu deux valeurs de conductivité hydraulique. En effet, en fonction de la porosité estimée *in situ*, l'expression de Slichter a été appliquée sur 18 échantillons. Tandis qu'en fonction de la porosité déterminée en laboratoire, 22 échantillons ont été comptés. Le tableau 5.5 montre les valeurs utilisées du diamètre effectif d_{10} , le paramètre M , ainsi que les déterminations de conductivité hydraulique obtenues; leur représentation graphique est sur la figure 5.5.

Tableau 5.5 : Résultats de la conductivité hydraulique en utilisant l'expression de Slichter.

Sablère	lithofaciès	d_{10} (mm)	M « A »	M « B »	K (cm/s) « A »	K (cm/s) « B »
6	Fsc	0.0002	-	0.06776	N-A	N-A
9	Fm	-	-	0.04154	N-A	N-A
1	fSh	0.14	-	0.06776	N-A	7.62×10^{-3}
1	fSr	0.14	-	0.06267	N-A	7.05×10^{-3}
6	fSr	0.14	0.06776	0.04525	N-A	6.51×10^{-3}
4	fSr	0.17	-	0.05789	1.12×10^{-2}	7.50×10^{-3}
1	fSc	0.15	0.04525	0.05789	5.84×10^{-3}	7.47×10^{-3}
3	fSp	0.39	0.05339	0.04154	4.66×10^{-2}	3.62×10^{-2}
4	fSp	0.09	0.03163	0.06776	1.47×10^{-3}	3.15×10^{-3}
7	fSt	0.17	0.05789	0.04525	9.60×10^{-3}	7.50×10^{-3}
1	gSh	0.21	0.06776	0.04525	1.71×10^{-2}	1.14×10^{-2}
2	gSh	0.20	0.03808	0.04525	8.74×10^{-3}	1.03×10^{-2}
5	gSh	0.30	-	0.07295	N-A	3.76×10^{-2}
3	gSt	0.30	0.04922	0.04922	2.54×10^{-2}	2.54×10^{-2}
6	gSt	0.27	0.07838	0.05789	3.28×10^{-2}	2.42×10^{-2}
4	gSp	0.35	0.07295	0.03808	5.13×10^{-2}	2.67×10^{-2}
8	gSi	0.26	0.03473	0.03808	4.60×10^{-3}	1.47×10^{-2}
2	SGh	0.19	0.06776	0.05789	1.40×10^{-2}	1.19×10^{-2}
7	SGt	0.55	0.07295	0.06776	2.24×10^{-2}	1.62×10^{-2}
6	SGt	0.25	0.06267	0.04525	1.26×10^{-1}	1.17×10^{-1}
8	SGi	0.42	0.03163	0.03808	3.20×10^{-2}	3.85×10^{-2}
5	GSh	0.40	0.03163	0.05339	2.90×10^{-2}	4.90×10^{-2}
3	GSt	0.70	0.02122	0.02878	5.96×10^{-2}	8.09×10^{-2}
9	GSm	0.66	0.04154	0.02878	1.03×10^{-1}	7.19×10^{-2}
8	gGi	0.92	-	-	N-A	N-A
5	cGm	0.60	-	-	N-A	N-A
6	cGp	0.25	-	-	N-A	N-A

A : En fonction des valeurs de la porosité estimée *in situ*.

B : En fonction des valeurs de la porosité déterminée en laboratoire.

N-A : Non applicable.

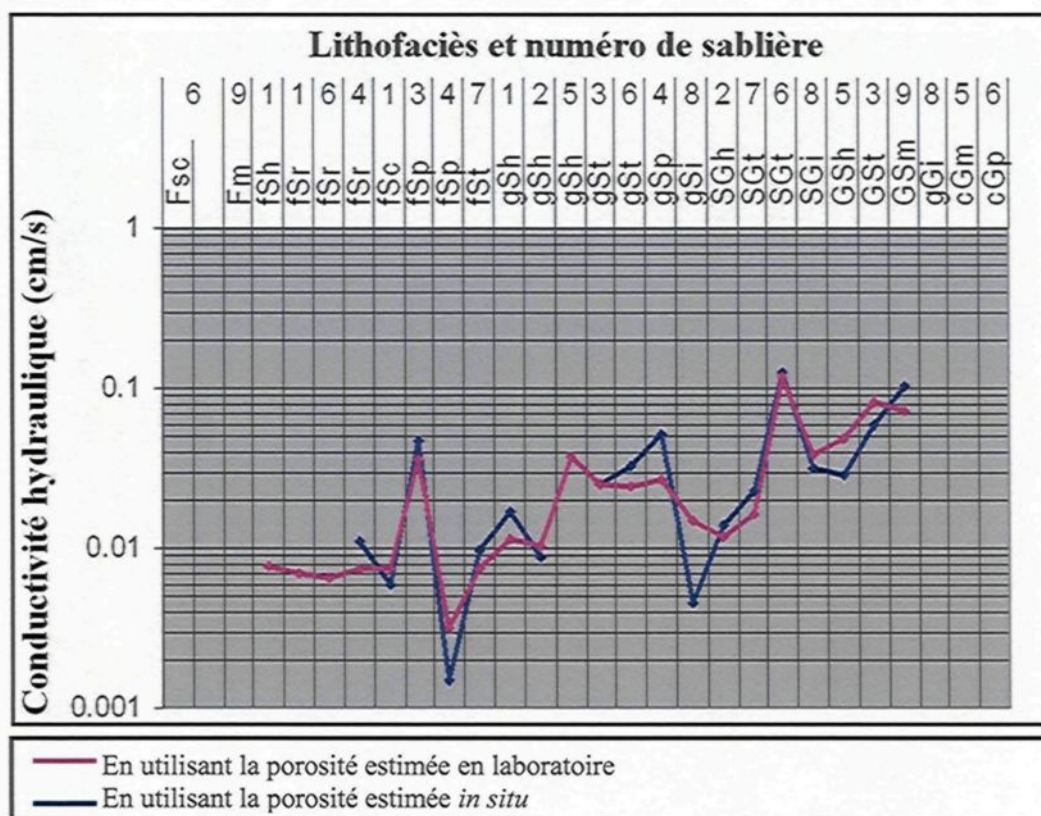


Figure 5.5 : Détermination de la conductivité hydraulique en utilisant l'expression de Slichter.

La plus faible valeur de conductivité hydraulique, en utilisant des valeurs de porosité estimées *in situ* est de 1.47×10^{-3} cm/s, notée pour le lithofaciès fSp identifié à la sablière 4, tandis qu'en utilisant des valeurs de porosité estimées en laboratoire, elle est de 3.15×10^{-3} cm/s, notée encore pour le même lithofaciès. La conductivité hydraulique la plus importante est de 1.26×10^{-1} cm/s, en utilisant des valeurs de porosité estimées *in situ*, notée pour le lithofaciès SGt identifié à la sablière 6. En utilisant des valeurs de porosité estimées en laboratoire la plus forte conductivité hydraulique a été notée encore pour le même lithofaciès SGt et elle est de 1.17×10^{-1} cm/s.

5.6 Discussion et comparaison des résultats de la conductivité hydraulique

Afin de faciliter la discussion et la comparaison des résultats obtenus, l'ensemble de ces déterminations est représenté graphiquement sur la figure 5.6.

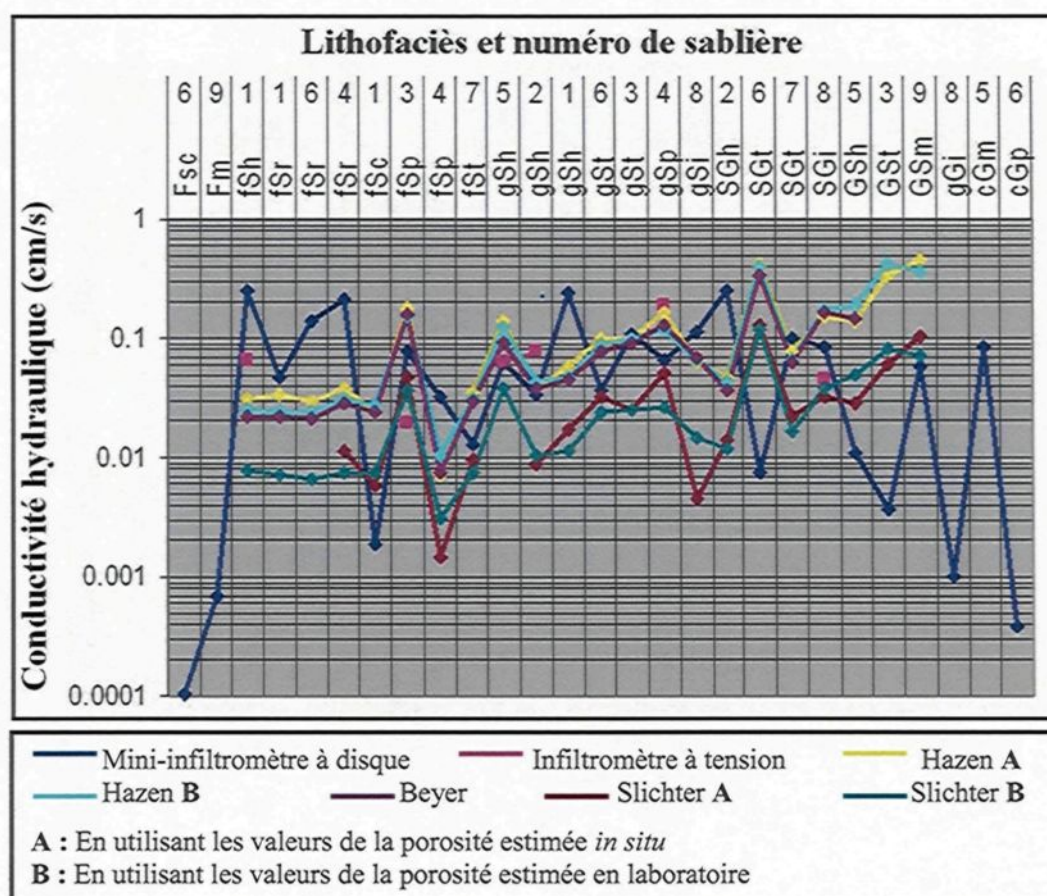


Figure 5.6 : Détermination de la conductivité hydraulique.

Mis à part les résultats de la conductivité hydraulique obtenus par l'utilisation des expressions de Hazen et Beyer qui sont quasiment identiques, tous les autres résultats sont généralement différents, malgré que les méthodes d'estimation *in situ* se basent sur le même principe que soit, l'évaluation du taux d'infiltration de l'eau dans le sol. Ceci est certainement lié à des causes d'erreurs qui contribuent à une variabilité dans les résultats (un point abordé dans la sous-section suivante). Il y a toujours un écart qui se produit d'une manière régulière dans tous les lithofaciès, entre les résultats obtenus par l'utilisation des expressions de Hazen (A et B), de Beyer d'une part, et d'autre part ceux obtenus par l'utilisation de l'expression de Slichter (A et B). Notons que ces derniers sont un peu plus faibles.

Le lithofaciès fSr a été identifié aux sablières 4 et 6, et deux valeurs de conductivité hydraulique ont été obtenues pour ce lithofaciès selon chacune des méthodes utilisées. L'écart entre ces deux valeurs diffère d'une méthode à l'autre. Cependant, il est faible avec l'utilisation des expressions empiriques, alors qu'il est plus au moins important avec l'utilisation du mini-infiltromètre à disque. Cette observation est également valable pour le lithofaciès gSt identifié aux sablières 3 et 6. En revanche, l'écart entre les deux valeurs de conductivité hydraulique obtenues pour le lithofaciès fSp identifié aux sablières 3 et 4 avec l'utilisation du mini-infiltromètre à disque est faible, tandis qu'il est important selon l'utilisation des expressions empiriques. Donc, l'écart entre deux valeurs de conductivité hydraulique pour le même lithofaciès identifié à plus d'un endroit varie d'une méthode d'estimation à l'autre.

L'ensemble des résultats de la conductivité hydraulique obtenus en utilisant les mini-infiltromètre à disque, montre une tendance quasi-constante de la conductivité hydraulique en fonction de la taille des grains. Tandis que l'analyse de l'ensemble des graphiques représentant les résultats obtenus de la conductivité hydraulique, en utilisant les courbes granulométriques (expressions de Hazen, Beyer et Slichter) montre qu'il a une tendance nette de la croissance de la conductivité en fonction de la granulométrie. La croissance de la conductivité hydraulique en fonction de la taille des grains a été déjà abordée par plusieurs chercheurs, entre autre Freeze et Cherry (1979). Mais il est en question que l'estimation de la conductivité hydraulique en utilisant le mini-infiltromètre à disque a été affectée par des erreurs. Alors, en minimisant ces erreurs la tendance de variation pourra être différente.

Les méthodes utilisant les courbes granulométriques sont certainement plus facile à appliquer, mais sont généralement peu valables car elles utilisent des échantillons complètement remaniés. L'arrangement des grains qui est un facteur déterminant de la conductivité hydraulique est alors totalement détruit. Seules les méthodes d'estimation *in situ* comme le mini-infiltromètre à disque peuvent refléter cette structure *in situ*.

5.7 Causes d'erreur dans l'estimation de la conductivité hydraulique

Cette sous-section décrit les causes d'erreur dans l'estimation de la conductivité hydraulique, qui sont principalement liées aux erreurs de mesure et d'échantillonnage.

Le principe du mini-infiltromètre à disque et de l'infiltromètre à tension est basé sur l'évaluation du volume d'eau infiltré dans le sol. Donc, l'imprécision de lecture de niveau d'eau qui serve à estimer le volume peut contribuer à une variabilité dans les résultats.

L'endroit de mesure peut contribuer à une variabilité dans les résultats, bien que l'installation des instruments de mesure et le prélèvement des échantillons ont été réalisés sur le même lithofaciès et à proximité l'un de l'autre (à moins de 1 m de distance), il demeure que ces deux activités n'ont pas été réalisés exactement au même endroit.

Il est possible que le cylindre de l'infiltromètre à tension ait été enfoncé, par exemple, à une profondeur $d = 9.50$ cm alors que le calcul de la conductivité hydraulique a été fait en fonction de $d = 10$ cm. Cette inexactitude dans la position du cylindre affecte nécessairement l'estimation de la conductivité hydraulique et par conséquent, elle peut contribuer à une variabilité des résultats obtenus.

En utilisant l'infiltromètre à tension, les lectures des niveaux d'eau infiltrés dans le sol sont prises généralement après avoir atteint les conditions du régime permanent. Généralement, ce point a été évalué « à l'œil », c'est-à-dire lorsqu'une évacuation régulière des bulles d'air dans le réservoir d'alimentation est observée (J. Caron, comm. pers.). À partir de ce moment, les volumes d'eau infiltrés dans le sol en fonction du temps sont notés. Cette évaluation sommaire du régime permanent peut être inexacte et par conséquent,

l'estimation réelle de la conductivité hydraulique est également inexacte. Donc, l'évaluation du régime permanent à l'œil peut contribuer à une variabilité dans les résultats.

L'expression proposée par Hazen (1892) contient le paramètre τ qui est calculé en fonction de la température des eaux souterraines t tel que $\tau = 0.70 + 0.03t$. Pour cette étude, la température est supposée 10 °C, mais cette valeur est peut-être inexacte. Notons qu'une autre valeur de la température différente de 10 °C, affecte nécessairement la valeur du paramètre τ , et par conséquent, la valeur de la conductivité hydraulique va être différente.

Des laminations horizontales, planaires et entrecroisées ont été observées dans les différents lithofaciès identifiés. La présence et l'orientation de laminations peuvent influencer le taux d'infiltration de l'eau dans l'échantillon. En effet, ce sont des sédiments déposés en traction et il est fort probable qu'il existe une orientation préférentielle des grains dans un plan spécifique et, en plus, une alternance entre des lamines constituées de grains de plus ou moins grande taille. Alors qu'en se basant sur la courbe granulométrie, la conductivité hydraulique a été estimée à partir d'un échantillon remanié dans lequel il n'y a ni laminations ni orientation de grains. L'orientation préférentielle des grains et lamines en fonction de la direction d'infiltration pourraient donc influencer les résultats de la conductivité hydraulique. Ces caractéristiques favorisant un milieu anisotrope affectent la conductivité hydraulique dans toutes les directions. Cependant, les méthodes d'estimation qui ont été utilisées ne permettent pas de la caractériser dans toutes les directions.

5.8 Porosité estimée *in situ*

Les résultats des mesures *in situ* de la porosité ont été obtenus en additionnant les valeurs de la porosité de drainage estimée à l'aide du porosimètre (relation 8, chap. 6) et les valeurs de l'humidité déterminée en laboratoire (relation 10, chap. 4). Les valeurs de porosité obtenues sont données dans le tableau 5.6.

Tableau 5.6 : Porosité estimée *in situ*.

Numéro de sablière	Lithofaciès	Humidité (%)	Porosité partielle (%)	Porosité <i>in situ</i> (%)
6	Fsc	20	Non effectué	-
9	Fm	19	Non effectué	-
1	fSh	3	47	50
1	fSr	4	49	53
4	fSr	3	41	44
6	fSr	6	42	48
1	fSc	3	36	39
3	fSp	4	37	41
4	fSp	9	26	35
7	fSt	3	39	42
1	gSh	2	42	44
2	gSh	4	33	37
5	gSh	3	47	50
3	gSt	3	37	40
6	gSt	2	44	46
4	gSp	2	43	45
8	gSi	3	33	36
2	SGh	2	42	44
6	SGt	2	43	45
7	SGt	3	40	43
8	SGi	2	33	35
5	GSh	2	33	35
3	GSt	2	29	31
9	GSm	2	36	38
8	gGi	Non effectué	Non effectué	-
5	cGm	Non effectué	Non effectué	-
6	cGp	Non effectué	Non effectué	-

5.9 Porosité estimée en laboratoire

La détermination de la porosité en laboratoire, en utilisant l'expression décrite dans Black *et al.* (1965) (relation 11, chap. 4) est basée sur la détermination de la densité volumique (relation 12, chap. 4). Le tableau 5.7 donne les valeurs de la densité volumique et aussi celles de porosité obtenues en laboratoire.

Tableau 5.7 : Porosité obtenus en laboratoire.

Sablère	lithofaciès	Densité volumique (g/cm ³)	Porosité (%)
6	Fsc	1.47	44
9	Fm	1.6	38
1	fSh	1.48	44
1	fSr	1.51	43
4	fSr	1.62	39
6	fSr	1.52	42
1	fSc	1.54	42
3	fSp	1.64	38
4	fSp	1.47	44
7	fSt	1.61	39
1	gSh	1.60	39
2	gSh	1.61	39
5	gSh	1.44	45
3	gSt	1.60	40
6	gSt	1.53	42
4	gSp	1.66	37
8	gSi	1.66	37
2	SGh	1.54	42
6	SGt	1.48	44
7	SGt	1.61	39
8	SGi	1.65	37
5	GSh	1.57	41
3	GSt	1.75	34
9	GSm	1.74	34
8	gGi	Non effectué	-
5	cGm	Non effectué	-
6	cGp	Non effectué	-

5.10 Discussion et comparaison des résultats de la porosité

Les résultats de porosité obtenus *in situ* et ceux obtenus en laboratoire sont représentés sur la figure 5.7.

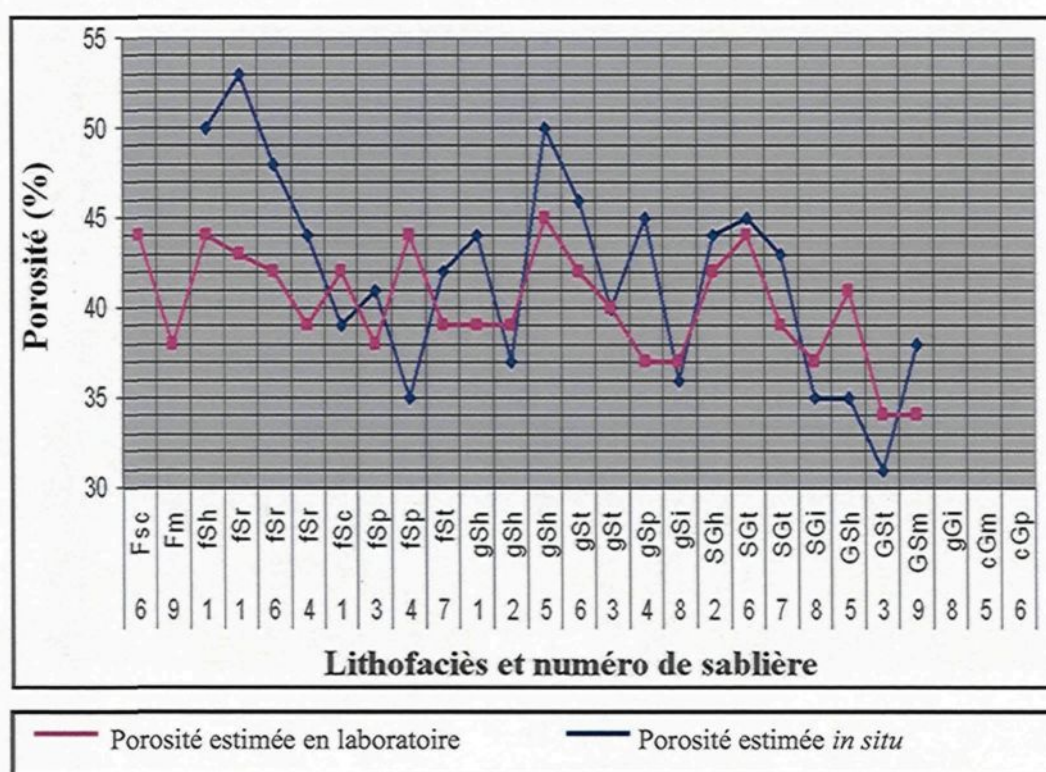


Figure 5.7 : Comparaison des porosités estimées *in situ* et en laboratoire.

Dans un dépôt, la distribution de la taille des grains est responsable à la croissance et la décroissance de la porosité. Ceci implique nécessairement que les lithofaciès qui se caractérisent par un bon tri correspondent aux lithofaciès de forte porosité, tandis que ceux qui se caractérisent par un tri pauvre correspondent aux lithofaciès de faible porosité. À

titre exemple, dans la présente étude et selon la méthode d'estimation *in situ* de la porosité, le lithofaciès fSh identifié dans la sablière 1 qui se caractérise par un bon tri montre une porosité de 50%, tandis que le lithofaciès gSt identifié dans la sablière 3 qui se caractérise par un tri pauvre montre une porosité de 40%.

Le lithofaciès GSt identifié à la sablière 3, montre la plus faible valeur de porosité selon les deux méthodes d'estimation : 33% est la porosité estimée *in situ*, tandis qu'en laboratoire elle est de 34%. Ce lithofaciès est constitué de gravier et de sable ce qui implique probablement un tri pauvre (le tri n'a pas été déterminé). Les grains de sable moins grossiers sont sans doute localisés entre les grains de gravier et ceci conduit à une faible porosité. En revanche, la valeur de porosité la plus élevée n'a pas été notée pour le même lithofaciès avec les deux méthodes d'estimation. Elle est de 53%, estimée *in situ* pour le lithofaciès fSr identifié à la sablière 1. Tandis qu'en laboratoire, elle est de 45%, estimée pour le lithofaciès gSh identifié à la sablière 5. D'après l'analyse granulométrique effectuée pour des échantillons de ces lithofaciès sablonneux, l'agencement des grains (tri modéré) combiné avec la quasi-absence de fraction fine sont probablement les responsables de ces valeurs importantes de porosité.

Il y a un écart entre les résultats obtenus *in situ* et ceux obtenus en laboratoire, sauf et exclusivement pour le lithofaciès gSt identifié à la sablière 3, où les résultats sont identiques. Cet écart entre les résultats est différent d'un lithofaciès à l'autre. En effet, l'écart le plus important est de l'ordre de 10%, noté pour le lithofaciès fSr identifié à la

sablère 1, où la porosité estimée *in situ* est 53% alors que celle déterminée en laboratoire est de 43%. Il faut mentionner que l'estimation de la porosité soit *in situ* ou en laboratoire a été affecté par des causes d'erreur dans l'estimation, alors en minimisant ces erreurs, l'écart entre deux valeurs de porosité pour le même lithofaciès pourra être plus faible.

5.11 Causes d'erreur dans l'estimation de la porosité

Cette sous-section décrit les causes d'erreur possibles dans l'estimation de la porosité que se soit *in situ* ou en laboratoire.

La porosité a été estimée *in situ* à l'aide du porosimètre échantillonneur et en considérant l'humidité initiale de l'échantillon. L'utilisation du porosimètre et le prélèvement des échantillons pour déterminer l'humidité ont été effectués durant deux périodes différentes (des journées différentes) à cause d'un mauvais prélèvement effectué lors de la première période. L'humidité initiale de l'échantillon est nécessairement influencée par les conditions météorologiques ayant prévalu durant les heures et les jours précédents son prélèvement. Conséquemment, la valeur de l'humidité initiale déterminée pour les échantillons prélevés après quelques jours (deuxième période), peut être alors non représentative de l'état initial de l'échantillon prélevé (en utilisant le porosimètre échantillonneur) lors de la première période, alors que la valeur de la porosité a été calculée en fonction de l'humidité initiale. Donc, l'humidité déterminée pour les différents lithofaciès peut contribuer dans l'écart entre les résultats de porosités obtenus.

Les différentes méthodes utilisées ici pour l'estimation de la porosité nécessitent le prélèvement d'un échantillon en utilisant, soit le tube à enfoncer perpendiculairement à la face pour l'estimation *in situ*, ou le petit pot métallique à enfoncer également perpendiculairement à la face pour l'estimation en laboratoire. Pour ces deux méthodes, la qualité de l'échantillon prélevé peut influencer le résultat obtenu. Par exemple, l'enfoncement du tube d'échantillonnage doit se faire jusqu'à ce que l'extrémité arrière du tube soit à égalité avec la surface de la paroi au point d'échantillonnage dans de sablière. Si l'enfoncement du tube est poursuivi plus avant, l'échantillon sera en partie compacté; à l'opposé, si le tube échantillonneur n'est pas suffisamment enfoncé, une partie de son volume sera vide. Pour ces deux cas, l'échantillon prélevé sera alors moins représentatif du milieu échantillonné notamment pour ce qui est du volume des vides. La mauvaise qualité de l'échantillon prélevé peut causer des erreurs d'estimation de la porosité et par conséquent, un écart entre les résultats de la porosité obtenus *in situ* et ceux obtenus en laboratoire.

L'estimation *in situ* de la porosité se base sur l'évaluation du volume d'eau injecté dans le tube d'échantillonnage. Ce volume d'eau a été évalué à l'aide d'un réservoir d'alimentation en eau, en multipliant la section du réservoir d'alimentation par la différence de hauteur d'eau entre le début et la fin de l'essai. Des imprécisions sur la lecture de cette hauteur d'eau peuvent influencer la valeur obtenue de la porosité et contribuer à l'écart entre les résultats des deux méthodes d'estimation. Par exemple, avec l'équipement utilisé

ici, une différence de hauteur d'eau de 7.80 cm donne une valeur de porosité de 36%, alors que pour une différence de hauteur d'eau de 8 cm, la porosité obtenue est de 37%.

En utilisant le porosimètre échantillonneur, une partie du volume des vides a été considéré comme le volume d'eau injecté dans le tube d'échantillonnage. Il est possible que les pores d'un échantillon ne soient pas parfaitement remplis d'eau, à cause de la présence d'air qui n'aurait pas été chassé totalement par l'injection d'eau. Dans ce cas, la valeur du volume des vides peut être inexacte et conséquemment causer des erreurs d'estimation de la porosité.

MCours.com