

POLLUTION PAR HYDROCARBURES : UTILISATION D'UN DOUBLET DE SONDÉS POUR SUIVRE L'ÉPAISSEUR DU FLOTTANT

N. LUZE, M. MONTBRUN, C. PALMIER, O. ATTEIA,
Fondation INNOVASOL, ENSEGD

De nombreux sites et leurs aquifères sont contaminés par la présence de polluants flottants en général du groupe des hydrocarbures, appelés L-NAPL (pour Light-Non Aqueous Phase Liquid). La gestion de ces sites nécessite de bien connaître le comportement du flottant pour envisager le mode de dépollution adéquate. La question de la mobilité de la pollution est essentielle. Pour évaluer ce facteur, l'approche classique consiste en une série de mesures manuelles à intervalles réguliers des altitudes des interfaces eau-huile et huile-air dans les forages pour en déduire l'épaisseur de la pollution. Cette mesure est souvent difficile à interpréter, aussi cet article présente une approche permettant un suivi en continu et un exemple montrant comment les données acquises peuvent être employées pour apprécier les caractéristiques de la phase flottante mesurée.

Principe du doublet de sondes

La mesure classique de l'épaisseur de L-NAPL est effectuée avec une sonde à interface avec une lecture qui montre une incertitude qui est au mieux de quelques mm et qui requiert la présence d'une personne. A l'inverse dans le domaine de l'hydrogéologie classique, de nombreux puits sont suivis par des sondes de

pression installées dans le forage. Aussi nous proposons d'étendre cette technique pour la mesure du niveau de l'interface eau-huile, de l'interface huile-eau, et par différence de l'épaisseur de flottant. Sachant que nous voulons deux mesures, il nous faudra deux sondes. L'idée consiste simplement à mettre une sonde au fond et une autre reliée à un flotteur qui restera cependant dans la phase eau, comme indiqué sur la figure 1. A l'aide du positionnement des sondes, de la densité de l'huile et des valeurs mesurées par chaque sonde, il est possible de recalculer l'épaisseur d'huile.

Exemple de mesure

Le doublet a été installé sur un site pollué de la région de Bordeaux présentant historiquement une phase flottante de type diesel. La hauteur de flottant est assez variable sur le site et varie entre 25 et 40 cm sur le point choisi. Le système n'a pas posé de difficulté lors de l'installation et, avec une vérification tous les 15 jours environ n'a pas nécessité de modification. Le sol est de type limono-sableux avec une forte hétérogénéité horizontale et verticale. En effet, malgré la présence de 20 forages carottés sur une surface inférieure à 1.000 m², nous n'avons pas pu identifier de distribution cohérente des dépôts. Par ailleurs la dis-

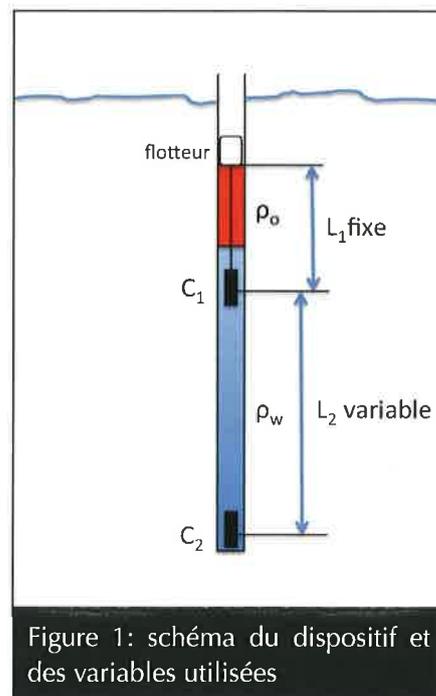


Figure 1: schéma du dispositif et des variables utilisées

tribution spatiale des épaisseurs de flottant montre aussi des irrégularités qui doivent correspondre à des variations significatives de la granulométrie au droit des forages. Le suivi à l'aide du doublet a été effectué sur cinq mois en présence d'épisodes pluvieux d'intensités variables qui ont eu un impact sur la nappe phréatique étudiée.

La Figure 2 illustre l'importance de certains événements pluvieux qui se traduit, classiquement, par la présence de pics. Le temps de décalage entre la pluie et ces pics étant de l'ordre de 2 à 3 jours. Nous

pouvons observer que l'interface huile-air suit exactement la dynamique de l'interface eau-huile. Cependant, il apparaît que l'épaisseur de l'huile varie de façon complexe.

Interprétation

Si l'on analyse la Figure 2 en détails, il est possible de mettre en avant plusieurs comportements :

- des phases stabilisées où les niveaux varient très peu.
- juste après un événement pluvieux important, une première phase de descente (phase 1) régulière de la côte eau-huile avec une diminution de l'épaisseur du flottant
- après cette phase, on observe une croissance de l'épaisseur d'huile (phase 2).

Lorsqu'une quantité d'eau s'infiltré jusqu'à la nappe, la pression se transmet très rapidement dans le milieu. Ainsi, à l'intérieur du forage la pression hydrostatique va s'équilibrer quasi instantanément avec celle de la nappe. Ceci va conduire à un mouvement ascendant de l'eau et de l'huile car la résistance à l'écoulement dans le forage est nulle. A l'inverse, dans le sol, la mobilité de l'huile étant très faible, celle-ci ne se déplacera verticalement que très lentement. Donc, lors de la phase de montée de la pression le niveau du flottant dans le puits deviendra rapidement supérieur à celui présent dans l'aquifère. Ceci conduit à un écoulement d'huile du puits vers l'aquifère. Suite à la baisse du niveau de la nappe on assiste au phénomène inverse : le forage peut-être alimenté par l'huile présente dans l'aquifère.

Ces deux processus conduisent à une évolution inversée de l'épaisseur du NAPL par rapport au niveau de l'interface eau-huile, comme constaté en Figure 2. Une analyse détaillée de cette évolution est en dehors du contexte de cet article. Cependant, il est possible, en faisant

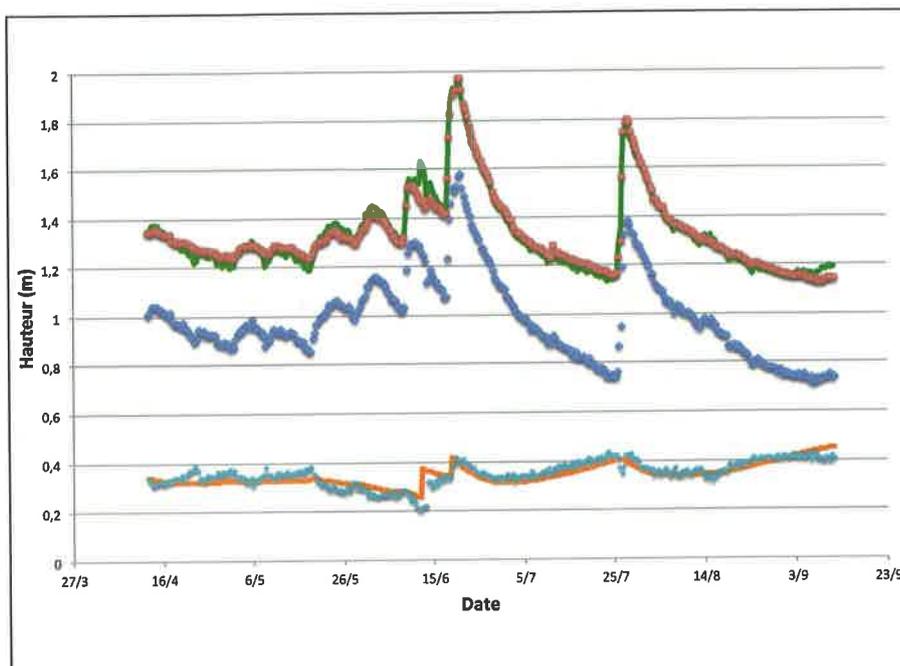


Figure 2 : suivi des niveaux des interfaces, de la hauteur piézométrique et de l'épaisseur d'huile (les traits pleins représentent les valeurs calculées)

varier les facteurs de mobilité de l'huile entre le forage et l'aquifère et au sein de l'aquifère, de calculer les niveaux des différentes interfaces (lignes continues en figure 2). Après calage, il apparaît que les niveaux d'huile sont équivalents dans le forage et l'aquifère 10 jours après les deux événements pluvieux importants. Nous appellerons temps caractéristique, ce temps de décalage entre la montée de l'eau et le temps de montée de l'huile.

Le facteur de mobilité de l'huile au sein de l'aquifère est très important car il est lié à la possibilité d'une réhabilitation in situ par pompage/écrémage. L'analyse d'un essai plus classique de type "bail-down" effectué sur le même forage, a montré que le temps pour revenir à l'équilibre est de 10 jours. Il apparaît donc que les deux méthodes donnent des temps équivalents.

Application

La méthode est relativement aisée à mettre en place et requiert uniquement le temps de mise en place, de sortie des sondes et de

récupération des données. L'analyse des données permet de déterminer un temps caractéristique de réponse de la couche d'huile présente sur le site. Plus le milieu sera perméable plus ce temps de réponse sera court. Cette approche est assez semblable à une mesure par bail-down qui consiste à pomper dans le forage et à mesurer la vitesse à laquelle l'huile revient dans le puits. Cependant, le bail-down nécessite un suivi précis et n'est pas toujours facile à interpréter. De plus, le bail down est représentatif principalement de la zone proche du forage (y.c. le massif filtrant). L'intérêt de la méthode de la double sonde est de pouvoir déterminer un temps caractéristique qui est représentatif de la vitesse globale de déplacement vertical de l'huile sur l'aquifère. Il s'agit donc certainement d'une estimation plus robuste que celle d'un bail-down.

Sachant que ce temps caractéristique est similaire au temps caractéristique du processus d'écémage, le suivi de ces chroniques est donc un outil simple permettant d'estimer des temps de récupération du flottant par écémage statique. ●