

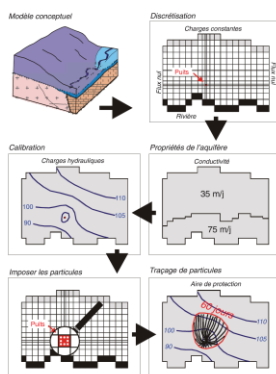
Délimitation des périmètres de protection des captages

Bibliographie :

- BRGM Manuel et méthodes n°19, 1989: Lallemand-Barrès, Roux, Guide méthodologique d'établissement des périmètres de protection des captages d'eau souterraine destinée à la consommation humaine.
- Grubb S. – 1993 – Analytical model for estimation of steady-state capture zones of pumping wells in confined and unconfined aquifers. Ground Water, vol.31, n°1
- Rasmussen, H., Rouleau, A. et Chevalier, S. (éditeurs scientifiques) 2006. *Outils de détermination d'aires d'alimentation et de protection de captages d'eau souterraine*. 311 pages. Document diffusé par le Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec. <http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/souterraines/alim-protoc/index.htm>
- Savard Martine M., René Lefebvre, Richard Martel, Michel Ouellet et Normand Rousseau – 2008 - Guide méthodologique pour la caractérisation hydrogéologique régionale des systèmes aquifères en roches sédimentaires fracturées. Document diffusé par le Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec. 175 pages
- 2008 – Guide technique Eau et Santé : Protection des Captages d'Eau. Acteurs et Stratégies, Mai 2008. Ministère de la santé et des sports, Ecole des Hautes Etudes en Santé Publique. 82 pages.

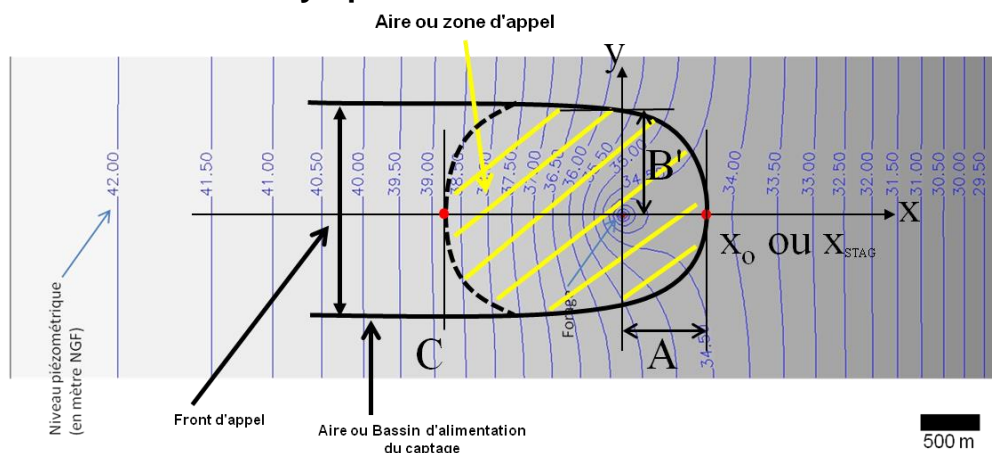
1- Méthode numérique : modèle numérique type Modflow-Flowpath

Figure 7.9 Détermination des ADP par la modélisation numérique (tiré de Paradis, 2000).



Extrait du Guide du Québec sur la caractérisation des roches fracturées

2- Méthodes analytiques



Les méthodes analytiques permettent de calculer rapidement, dans le cas simple d'un aquifère homogène et isotrope (milieu poreux):

- la position de la limite aval de l'aire d'appel correspondant au rayon d'appel [=A],
- ainsi que son extension latérale (largeur du front d'appel à hauteur du captage) [=B'=B/2].

Par calculs itératifs, la distance amont de l'aire d'appel peut être obtenue pour un temps de transfert donné (par exemple 50 jours) [C].

La méthode de calcul la plus courante est nommée "méthode de Wyssling" dans les ouvrages français (Guide 2008 Ministère Santé, BRGM 1989), et "méthode de Grubb" dans le guide du Québec (et d'une manière générale aux USA).

La méthode est donnée dans le Guide du Québec (2006) :

Analyses simplifiées

i) Il est possible de se contenter de déterminer les distances suivantes (figure 7.3) :

- distance entre la limite aval de la zone d'appel et l'ouvrage de captage (A);
- largeur maximale de l'aire d'alimentation (L);
- largeur de la limite d'alimentation au droit du puits (B);
- distance du puits à l'isochrone considérée (d), selon l'axe des abscisses.

$$\text{En nappe captive : } \begin{cases} A = \frac{Q}{2\pi b K i} \\ L = \frac{Q}{b K i} \\ B = \frac{L}{2} \end{cases} \quad \text{En nappe libre : } \begin{cases} A = \frac{Q \Delta l}{\pi K (h_1^2 - h_2^2)} \\ L = \frac{2Q \Delta l}{K (h_1^2 - h_2^2)} \\ B = \frac{L}{2} \end{cases}$$

La valeur de la distance d doit être calculée par erreurs et échecs afin de correspondre à l'isochrone, au temps t considéré selon l'équation :

$$t = \frac{n_e d}{K i} - \frac{Q n_e}{2\pi (K i)^2 b} \ln \left(1 + d \frac{2\pi K b i}{Q} \right) \quad \text{en nappe captive, et} \quad (7.9)$$

$$t = \frac{n_e \Delta l}{K (h_1 - h_2)} d - \frac{Q n_e \Delta l^2}{\pi (h_1 + h_2) (K (h_1 - h_2))^2} \ln \left(1 + \frac{\pi K (h_1^2 - h_2^2)}{Q \Delta l} d \right) \quad (7.10)$$

en nappe libre.

Le périmètre de protection au temps t est alors déterminé par l'arc de cercle de rayon d centré au puits, jusqu'à son intersection avec l'aire d'alimentation. Cette simplification se justifie car elle est conservatrice, l'isochrone réelle se situant à l'intérieur de cet arc de cercle.

La limite de l'aire d'alimentation du captage ("capture zone") est confondue avec la limite de la zone d'appel entre l'aval de la zone et l'intersection avec l'arc de cercle passant par le point C (de centre le puits de captage). L'équation de la courbe formant l'aire d'alimentation du captage est :

En nappe captive (équation 28 de Grubb 1993):

The capture zone of a well extends upgradient to a regional groundwater divide. It extends downgradient only as far as a local groundwater divide created by the cone of depression of the well. In a Cartesian coordinate system, the bounding flowline within which all groundwater flows to the well can be estimated with the following equation:

$$x = \frac{-y}{\tan \left[\frac{2\pi K b i y}{Q} \right]}$$

where x and y are coordinate values, Q is the pumping rate of the well, K is the hydraulic conductivity of the aquifer, b is the saturated thickness of the aquifer, i is the regional (pre-pumping) hydraulic gradient, and tan [] is in radians.

http://streams.osu.edu/book/equation_pdf/Ch11-Equations.pdf

Pour une nappe libre : bi est remplacé par (h₁²-h₂²)/(2Δl) (équation 31 de Grubb 1993) [h₁ et h₂ sont les hauteurs d'eau mesurées sur une ligne de courant avant le pompage]