

Les forages bretons : Un an après

par Yves QUÉTÉ et J.-J. CHAUVEL*

En Bretagne, le développement récent et parfois anarchique des forages pour l'alimentation en eau, pose le problème de leur pérennité et de leur influence possible sur les eaux superficielles et souterraines. La période de sécheresse de l'été 76 a été la cause d'une « première vague » importante de forages dont on peut déjà en retirer certains enseignements.

La technique de forage utilisée est celle du « marteau fond de trou ». Il s'agit d'une méthode de battage rapide accompagnée d'un mouvement de rotation lent ; l'outil est un marteau pneumatique perfectionné descendu au bout du train de tige et équipé d'un taillant au carbure de tungstène. La puissance des compresseurs utilisés par les entreprises de forage permet d'atteindre des profondeurs de l'ordre de 100 m. Comparativement aux techniques classiques de forage, le « marteau fond de trou » est relativement peu onéreux ; cette technique est particulièrement adaptée au travail dans les formations résistantes qui constituent le plus souvent le substratum rocheux de notre région. La conjugaison des trois facteurs : sécheresse - rentabilité - adaptation à la géologie locale, explique l'« explosion » du nombre des forages constaté durant l'été 76.

L'image du « toit d'ardoise » appliquée classiquement à la Bretagne doit être quelque peu modifiée ; il faut lui substituer celle d'une plate-forme indurée plus ou moins fracturée et recouverte par un manteau d'altération de puissance très variable (1) (une dizaine de mètres en moyenne) et d'extension le plus souvent limitée. Cette disposition géométrique de deux ensembles superposés induit l'existence de deux aquifères différents :

— *un aquifère superficiel* caractérisé par une « perméabilité de pore ». La texture limono-argileuse qui caractérise le plus souvent ces formations superficielles implique des paramètres hydrogéologiques le plus souvent médiocres aggravés par le faible volume de l'eau emmagasinée (extension limitée de l'aquifère).

— *un aquifère profond* caractérisé par une « perméabilité de fissure » ; cet aquifère est lié à la nature du substratum rocheux et à son degré de fissuration. Dans ces conditions, cer-

* Géologues agréés en matière d'eau et d'hygiène.

(1) Cette vision très schématique ne tient pas compte des bassins « sableux » pliocènes dont les eaux souterraines sont exploitées pour les plus importants (ex. : forêt du Theil en Ille-et-Vilaine).

tains ensembles géologiques (grès, granite, roches cristallophylliennes grossières... couloirs de fracturation) possèdent de bonnes caractéristiques hydrogéologiques et sont susceptibles d'être exploitées avec profit.

La nappe la plus couramment captée, correspond à la nappe superficielle (dite aussi nappe des puits ou nappe phréatique). La grande majorité des puits utilisés par les particuliers et les collectivités possèdent une profondeur ne dépassant pas la dizaine de mètres ; de ce fait, ils sont très sensibles aux fluctuations saisonnières du niveau de la nappe dont l'amplitude « normale » est de l'ordre de quelques mètres. En cas de sécheresse prononcée, la nappe « suspendue » contenue dans le manteau meuble superficiel peut s'assécher totalement.

Les sources qui constituent le repère le plus immédiat pour l'implantation des puits marquent les zones d'affleurement de la nappe ; les fluctuations saisonnières du niveau de la nappe évoquées plus haut entraînent le plus souvent le tarissement temporaire des sources (ou tout au moins une baisse très sensible de leur débit). L'exploitation des sources situées par définition aux limites des systèmes aquifères qui les alimentent ne constituent pas un moyen rationnel d'exploitation des aquifères. Par opposition, l'implantation d'un forage en deçà de ces limites induit la possibilité théorique de capter la totalité de la nappe ; les profondeurs atteintes mettant d'autre part le forage en dehors des fluctuations saisonnières superficielles.

POSSIBILITÉS ET LIMITES DES FORAGES

L'ordre de grandeur du diamètre des forages (100 à 150 mm pour la plupart d'entre eux) et la nature de l'aquifère capté (porosité de fissure) lient le succès de l'ouvrage au degré de fissuration du substratum traversé. Cette fissuration ne possède pas une distribution aléatoire ; elle reflète le comportement des roches indurées vis-à-vis des contraintes tectoniques régionales.

De façon schématique, la fracturation du socle breton peut être assimilée à une sorte de réseau géométrique *séparant des panneaux peu fissurés de couloirs très fracturés* ; la « maille » de ce réseau est de l'ordre de quelques centaines de mètres (l'observation des cartes géologiques récentes montre ainsi que les formations gréseuses qui dessinent des bandes plus ou moins régulières sont « hachées » par un système de failles donnant l'image de « touches de pianos »). Les couloirs fracturés (constitués en fait par un fin chevelu de petites cassures unitaires anastomosées) déterminent des secteurs de drainage privilégié des formations géologiques traversées (substratum et manteau superficiel).

Jusqu'à présent, l'implantation de la grande majorité des forages s'est faite *au hasard* sans reconnaissance préliminaire des conditions géostructurales locales ; beaucoup d'entre eux implantés en dehors des couloirs tectonisés et ce malgré les profondeurs importantes parfois atteintes ont « remonté » des débits extrêmement faibles (de l'ordre du m³/h).

Sur l'ensemble du Massif armoricain, une étude « statistique » (2) portant sur 250 forages implantés au hasard fait état d'un

(2) Données B.R.G.M. Loire-Bretagne.

débit instantané (3) moyen de l'ordre de 6 m³/h. La même démarche effectuée sur un secteur *notoirement fracturé* indique pour 67 forages recensés et implantés au hasard un débit instantané moyen double (11 m³/h).

Les forages implantés après une reconnaissance hydrogéologique peuvent fournir des débits d'exploitation « courant » de l'ordre de 20 à 30 m³/h dans la mesure où l'on se donne la possibilité de choisir un site sur un secteur de terrain pas trop restreint.

L'étude de reconnaissance d'un site de forage nécessite une très bonne habitude de la géologie régionale ; l'application « ex abrupto » de méthodes utilisées pour les aquifères différents tels que ceux contenus dans les grands bassins sédimentaires conduit parfois à certaines désillusions. L'importance de la reconnaissance géologique préliminaire dépend bien sûr du débit recherché. Dans de nombreux cas, l'interprétation des photographies aériennes fournies par l'I.G.N., accompagnée d'une cartographie hydrogéologique du site à explorer par un géologue conscient des « subtilités » locales, permettent d'éviter les forages stériles. Une étude plus complète admettant une étude géophysique légère et des forages d'essais en petit diamètre (wagon-drill) peut être envisagée à partir du moment où le débit recherché est supérieur à 10 m³/h.

La définition précise du site du forage ne constitue qu'une première étape de l'intervention géologique ; la reconnaissance de l'aquifère *pendant l'exécution des sondages* est primordiale.

— l'examen des fragments de roche remontés par « l'air lift » (cuttings) au cours de l'avancement du forage ainsi que la mesure du débit instantané permettent de localiser les principales venues d'eau et leur débit relatif. Au cours des sondages d'essais, le site le plus productif pourrait être retenu.

La localisation, dans le forage, des venues d'eau est extrêmement importante car elle permet *d'adapter au terrain* les caractéristiques de l'ouvrage définitif : les cas où les venues d'eau sont obturées par un tubage étanche ou insuffisamment percé (crépine) sont, hélas ! fréquents (cet état de fait accentue les petites charges au contact du tubage : le débit spécifique (4) de l'ouvrage peut être alors considérablement diminué et le colmatage des ouvertures déjà réduites apparaît très vite).

PÉRENNITÉ

Dans l'état actuel des recherches analogiques effectuées sur les aquifères de fissures et par rapport à la complexité réelle présentée par les réseaux de fissures en place, une étude exhaustive *a priori* de la pérennité d'un forage n'est pas économiquement envisageable dans le cadre d'un chantier particulier. Les essais de pompage effectués par nécessité sur des périodes trop courtes (quelques dizaines d'heures au maximum, 10 à 15 jours dans les cas exceptionnels) permettent de suivre l'évolution du rabattement

(3) Débit de l'eau remontée par l'air comprimé rejeté par le marteau (air lift).

(4) Débit de l'ouvrage/rabattement obtenu ; ce paramètre aisé à définir constitue un bon indice de la productivité d'un forage.



La foreuse en place, avec le compresseur au second plan.

(Photo des Auteurs)

de la nappe pompée par rapport à l'intensité du pompage, *l'évolution du couple débit - rabattement* permet de définir pour un ouvrage donné le niveau de pompage optimal au « point zéro » de l'exploitation. Dans l'état actuel de nos connaissances, seule l'évolution dans le temps, au cours de l'exploitation de l'ouvrage, des différents paramètres hydrogéologiques définis lors des essais de réception, constitue une approche raisonnable et honnête de la pérennité des forages. L'expérience des forages bretons est encore trop récente (5) pour définir avec assurance le mode de

(5) Le forage, profond de 60 m, exploité par la commune de Mur-de-Bretagne est l'exemple le plus ancien de forage breton suivi. Exécuté en décembre 1969 par l'entreprise Perfora et étudié par le BRGM Loire-Bretagne, le forage avait alors les caractéristiques suivantes (débit jaillissant de 30 m³/h, teneur en fer de l'ordre de 0,8 mg/l). Cet ouvrage est exploité en continu depuis l'été 1975 ; ses caractéristiques d'exploitation (pompage 30 à 60 m³/h - rabattement 12 ou 24 m, teneur en fer 1,5 mg/l en début d'exploitation puis 1,2 mg/l) sont parfaitement stabilisées depuis près d'un an et demi ; il n'est pas besoin de rappeler le comportement des captages classiques voisins durant l'été 1976.

renouvellement des forages ; chaque réalisation doit être prise comme un cas particulier et les démarches concernant leur contrôle ne font que commencer. Nous rappellerons enfin que la grande majorité des forages n'a pas fait l'objet d'un « point zéro ».

INFLUENCE DES FORAGES SUR LES EAUX SUPERFICIELLES ET SOUTERRAINES

Cet aspect de la question nécessite une approche globale au niveau des bilans des bassins hydrologiques et hydrogéologiques ; la première étape d'une telle approche est subordonnée à un *recensement systématique* des forages et puits de pompage dans chaque bassin afin de connaître le volume de l'eau exportée. Actuellement, il n'existe aucune réglementation suffisamment précise pour imposer un tel contrôle. Dans l'absolu, à débit égal, il n'existe aucune différence entre un puits et un forage ; le danger potentiel lié au forage est que celui-ci peut être aisément implanté n'importe où. C'est pourquoi, nous pensons que la nécessité d'une réglementation devient urgente ; celle-ci ne doit pas régir simplement le nombre des forages (6) mais tenir compte des capacités des aquifères exploités.

QUALITÉ DE L'EAU DES FORAGES, PROTECTION VIS-A-VIS DES POLLUTIONS SUPERFICIELLES

Dans la plupart des cas, le toit des nappes exploitées par forage est suffisamment profond (15 à 20 m par rapport à la cote du sol) pour assurer une protection de l'eau captée vis-à-vis des pollutions superficielles. La qualité de l'eau remontée est directement liée à la nature de l'aquifère capté (il s'agit le plus souvent dans les terrains bretons (7) d'une eau faiblement minéralisée à tendance agressive) ; le type de l'aquifère (aquifère de fissure induisant une circulation rapide de l'eau) détermine parfois des teneurs en fer dissous très au-dessus des normes de potabilité (0,2 mg/l) (8) nécessitant un traitement de déférisation onéreux. Toutes les mesures effectuées jusqu'à présent sur les eaux brutes issues des forages ont toujours montré des eaux bactériologiquement pures et dénuées d'indices chimiques de contamination fécale ; cette constatation systématique démontre la grande supériorité des eaux profondes vis-à-vis des eaux de surface (nappes phréatiques comprises) maintenant « naturellement » contaminées. Nous terminerons par un paramètre physique qui peut avoir son importance pour certaines activités (9) : il s'agit de la stabilité thermique des eaux de forage qui permet d'exploiter *en toute saison* une eau dont la température n'excède pas 8 à 15° C.

(6) Celui-ci serait de l'ordre de 3 000 pour la région de Bretagne en 1976.

(7) Pratiquement dénués de substratum calcaire.

(8) Ces teneurs sont extrêmement variables d'un forage à l'autre et ce sur des distances très courtes (par exemple sur les différents sondages d'essais d'un site déterminé).

(9) Pisciculture par exemple.