

Document public

Rapport d'expertise :

Connexion des plans d'eau aux eaux souterraines en Loire-Atlantique

BRGM/RP-70163-FR

Octobre 2020

Cadre de l'expertise :

Appuis aux administrations Appuis à la police de l'eau
Catastrophe naturelle Autres

Date de réalisation de l'expertise : mai 2020

Localisation géographique du sujet de l'expertise : Loire-Atlantique

Auteurs BRGM : Pierre Chrétien

Demandeur : Cécilia Mathis DDTM 44

1.89 3740.46 -625.5



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Le système de management de la qualité et de l'environnement du BRGM est certifié par AFNOR selon les normes ISO 9001 et ISO 14001. Contact : qualite@brgm.fr

Ce rapport est le produit d'une expertise institutionnelle qui engage la responsabilité civile du BRGM. Il constitue un tout indissociable et complet ; une exploitation partielle ou sortie du contexte particulier de l'expertise n'engage pas la responsabilité du BRGM.

La diffusion des rapports publics est soumise aux conditions de communicabilité des documents, définie en accord avec le demandeur. Aucune diffusion du présent document vers des tiers identifiés ne sera volontairement engagée par le BRGM sans notification explicite du demandeur.

Le BRGM a mis en place un dispositif de déontologie visant à développer une culture de l'intégrité et de la responsabilité dans le quotidien de tous ses salariés.


Après examen, il est ressorti qu'il n'existait aucun lien d'intérêt :

- ***entre le BRGM et l'objet ou les différentes parties prenantes de la présente expertise,***
- ***entre les salariés du BRGM qui seront impliqués et l'objet ou les différentes parties prenantes de la présente expertise.***

susceptible de compromettre l'indépendance et l'impartialité du BRGM dans la réalisation de cette expertise.

Ce document a été vérifié et approuvé par :

Vérificateur :
Nom : Emmanuelle Rouxel
Hydrogéologue régionale
Date : 26 mai 2020


Approbateur :
Nom : Alexander Norie
Directeur régional Pays-de-la-Loire
Date : 26 mai 2020


Le système de management de la qualité et de l'environnement est certifié par
AFNOR selon les normes ISO 9001 et ISO 14001.

Mots-clés : expertise, appuis aux administrations, plan eau, nappe accompagnement, eau souterraine, nappe libre, relation nappe rivière, Loire-Atlantique, Pays-de-la-Loire.

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

Chrétien P. (2020) – Connexion des plans d'eau aux eaux souterraines en Loire-Atlantique. Rapport d'expertise. Rapport BRGM/RP-70163-FR. 8 p., 3 ill.

© BRGM, 2020, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Sommaire

1. Introduction	4
2. Contexte hydrogéologique général de la Loire-Atlantique	4
2.1. AQUIFÈRES ALLUVIAUX.....	4
2.2. AQUIFÈRES SÉDIMENTAIRES DES BASSINS D'EFFONDREMENT	4
2.3. AQUIFÈRES DE SOCLE	4
2.4. CAS PARTICULIERS DES RELATIONS NAPPE-PLANS D'EAU.....	5
3. Comment déterminer si un plan d'eau est connecté à une nappe ?	6
4. Déclaration	7
5. Bibliographie	8

Liste des illustrations

Illustration 1 : schéma conceptuel des aquifères de socle (R. Wyns, 1998 et 2004).....	5
Illustration 2 : représentation schématique des flux entre nappe libre superficielle et plan d'eau (© DDTM 44, 2021).....	6
Illustration 3 : méthode de détermination de connexion d'un plan d'eau à la nappe (© DDTM 44, 2021).....	7

1. Introduction

Le demandeur a sollicité le 25 février 2020 le BRGM DR/NAN pour qu'il propose une méthode pour déterminer si un plan d'eau existant est connecté à une ressource en eau souterraine.

Les propositions qui figurent dans ce rapport ont été formulées par un intervenant du BRGM DR/NAN. Elles sont fondées sur plusieurs observations visuelles effectuées lors de visites de terrain depuis 2014, en présence notamment de représentants des DDT(M) de la région Pays-de-la-Loire. En complément, une analyse des informations disponibles relatives au contexte général est menée au travers de la consultation des bases de données accessibles.

L'expertise s'inscrit dans le cadre des missions d'Appui aux Administrations menées par le BRGM au titre de l'année 2020.

2. Contexte hydrogéologique général de la Loire-Atlantique

Les aquifères de Loire-Atlantique peuvent être répartis en trois catégories :

1. Les aquifères alluviaux (en particulier celui des alluvions de la Loire) ;
2. Les aquifères sédimentaires des bassins d'effondrement (par exemple Machecoul, Saffré, Grand-Lieu, Nord-sur-Erdre, Saffré, Campbon, Saint-Gildas-des-Bois, Saint-Sulpice-des-Landes) ;
3. Les aquifères du socle cristallin.

2.1. AQUIFÈRES ALLUVIAUX

Les nappes alluviales sont associées à un cours d'eau et des échanges s'opèrent entre eux.

2.2. AQUIFÈRES SÉDIMENTAIRES DES BASSINS D'EFFONDREMENT

Lorsqu'ils sont libres, ils sont généralement connectés au réseau hydrographique de surface.

En revanche, lorsqu'ils sont captifs, ils ne participent pas à l'alimentation des cours d'eau, des zones humides ou des plans d'eau.

2.3. AQUIFÈRES DE SOCLE

S'ils ne constituent pas en volume l'origine principale de l'eau souterraine du département, les aquifères de socle forment par la superficie qu'ils couvrent la catégorie d'aquifères la plus rencontrée en Loire-Atlantique.

Il a été décrit dans la littérature¹ que ces aquifères de socle sont dans le cas général :

- des aquifères continus multicouches ;
- libres ;

¹ cf. Lachassage et collab. (2001), Caballero et collab. (2007) et Mougin et collab. (2008).

- connectés au réseau hydrographique de surface ;
- caractérisés par un niveau piézométrique peu profond.

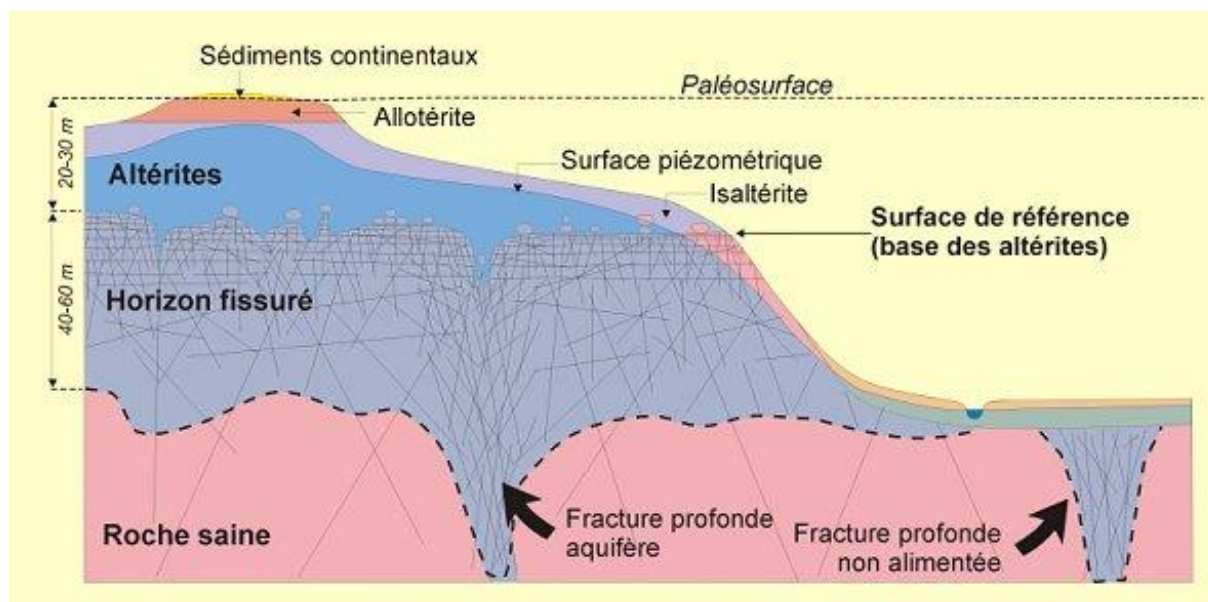


Illustration 1 : schéma conceptuel des aquifères de socle (R. Wyns, 1998 et 2004)

Ainsi en Loire-Atlantique, sauf exception (nappe captive d'un bassin d'effondrement sédimentaire ou autre cas particulier localisé), les eaux souterraines sont connectées au réseau hydrographique de surface et contribuent à l'alimentation des cours d'eau et des zones humides.

2.4. CAS PARTICULIERS DES RELATIONS NAPPE-PLANS D'EAU

De manière générale en Loire-Atlantique, la première nappe rencontrée est donc une nappe libre peu profonde (< 10 m).

Lorsqu'un plan d'eau est connecté à une nappe (ce cas peut se présenter dans les secteurs où la nappe est libre et peu profonde), des échanges (flux) ont lieu entre le volume d'eau contenu dans le plan d'eau et la nappe.

Ces échanges se font dans le sens :

- du plan d'eau connecté vers la nappe lorsque le niveau d'eau du plan d'eau est supérieur à celui de la nappe (c'est par exemple le cas après des pluies intenses, même si ces échanges restent probablement très inférieurs à l'éventuel débit de vidange par un système de trop-plein),
- de la nappe vers le plan d'eau connecté lorsque le niveau de la nappe est supérieur au niveau d'eau du plan d'eau (c'est par exemple le cas après une vidange brusque du plan d'eau).

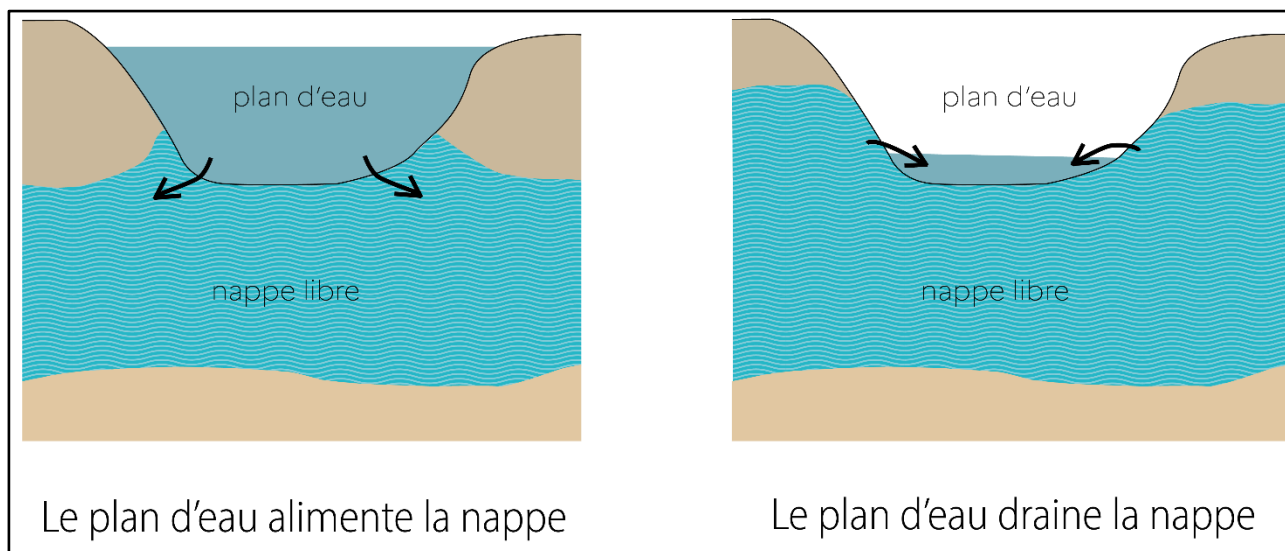


Illustration 2 : représentation schématique des flux entre nappe libre superficielle et plan d'eau (© DDTM 44, 2021)

En l'absence de pluies efficaces (entrées) ou de vidange par un système de trop-plein ou de pompage (sorties), le niveau du plan d'eau connecté est proche du niveau piézométrique à ses abords (situation d'équilibre). Dans ce cas, les flux entre nappe et plan d'eau sont nuls.

3. Comment déterminer si un plan d'eau est connecté à une nappe ?

En période d'irrigation, les pluies efficaces sont presque nulles. Les plans d'eau ne se rechargent quasiment pas. Si le volume prélevé dans un plan d'eau excède significativement la capacité du plan d'eau, c'est que de l'eau est arrivée dans le plan d'eau par une autre voie que la pluie : soit par dérivation d'un cours d'eau, soit par un forage qui alimente le plan d'eau, soit par un afflux d'eau souterraine (soit par une combinaison de ces trois moyens).

Pour déterminer si un plan d'eau est connecté à une nappe, nous recommandons :

- la pose d'un compteur en entrée de plan d'eau qui devra mesurer la quantité d'eau alimentant le plan d'eau (le cas échéant, forage ou rivière par exemple) : V_e
- la pose d'un compteur en sortie de plan d'eau (pompe d'irrigation) : V_s
- la détermination de la capacité du plan d'eau (surface x hauteur d'eau moyenne en début de période d'irrigation) : V_p

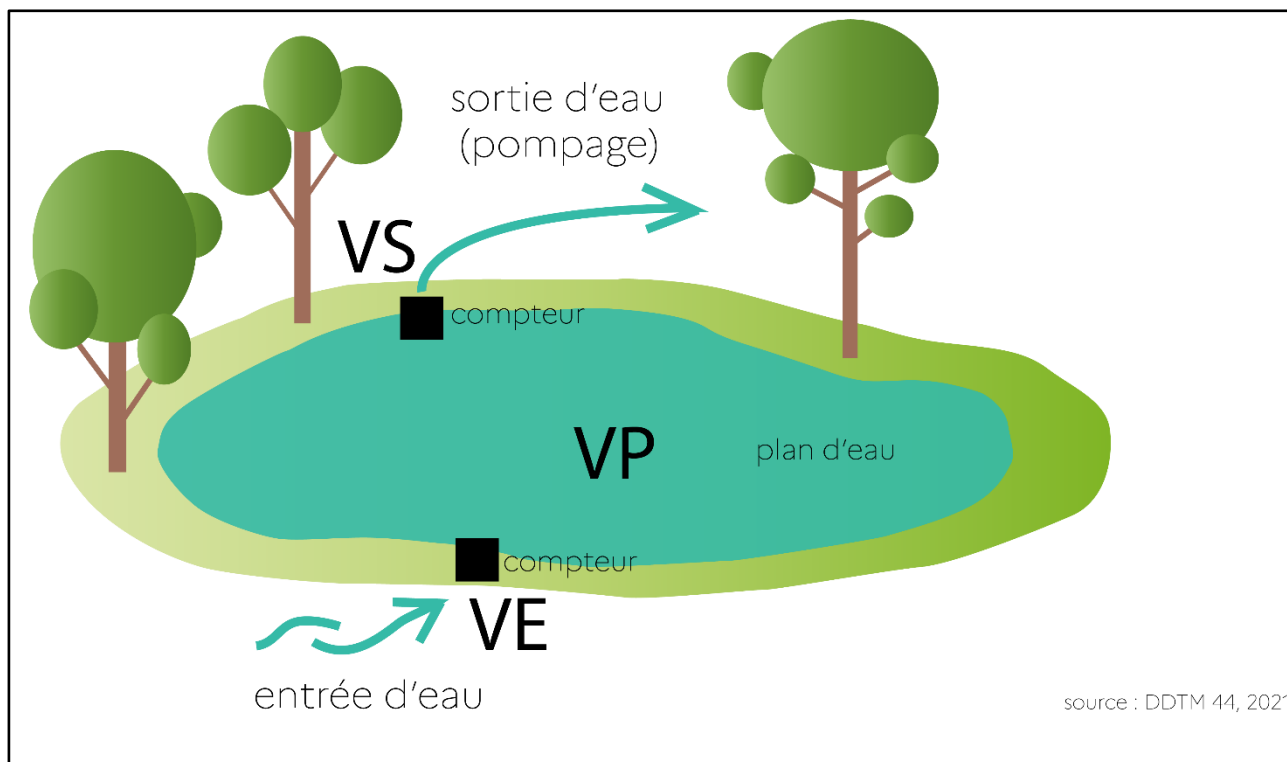


Illustration 3 : méthode de détermination de connexion d'un plan d'eau à la nappe (© DDTM 44, 2021)

Si à l'issue de la période d'irrigation, $V_s \gg (V_e + V_p)$, alors le plan d'eau est connecté à la nappe.

Notes :

- Partant sur le postulat qu'en période d'irrigation les pluies efficaces sont quasi nulles, le ruissellement pouvant potentiellement alimenter le plan d'eau est donc considéré comme négligeable.
- Dans le cas d'une irrigation mal maîtrisée (excédentaire), un plan d'eau connecté au réseau de drainage peut collecter l'excédent d'eau non retenu par les sols ou les végétaux. Dans ces conditions particulières, la méthode proposée ne serait pas déterminante.
- La réalisation d'un essai de nappe dans un forage proche du plan d'eau considéré et son interprétation par des méthodes analytiques peuvent contribuer à déterminer si un plan d'eau est connecté à la nappe. Cette méthode est plus lourde à mettre en œuvre que la méthode simple des compteurs et doit être réservée aux cas à enjeux forts où des doutes subsisteraient.

4. Déclaration

Le BRGM déclare qu'il n'existe aucun lien d'intérêt :

- entre le BRGM et l'objet ou les différentes parties prenantes de la présente expertise,
- entre les salariés du BRGM qui seront impliqués et l'objet ou les différentes parties prenantes de la présente expertise,

susceptible de compromettre l'indépendance et l'impartialité du BRGM dans la réalisation de cette expertise.

5. Bibliographie

CABALLERO Y., WYNS R, MIEHE J.-M., et collab. (2007) - Estimation de la réserve en eau souterraine participant au soutien d'étiage des rivières, dans le socle granitique de corse. Application au bassin versant du haut-Rizzanese. Rapport final. BRGM/RP-55121-FR, 105 p., 65 ill., 1 ann.

CHRÉTIEN P. (2020) – Recommandations du BRGM pour déterminer si un forage impacte une nappe contribuant au débit d'un cours d'eau. Rapport final. BRGM/RP-69473-FR, 18 p., 2 ill., 1 tabl.

LACHASSAGNE P., WYNS R., BÉRARD P., BRUEL T., CHÉRY L., COUTAND T., DESPRATS J.-F., LESTRAT P. (2001) - Exploitation of high-yields in hard-rock aquifers : downscaling methodology combining GIS and multicriteria analysis to delineate field prospecting zones. Groundwater, vol.39, (4), pp.568-581.

MOUGIN B., ALLIER D., BLANCHIN R., CARN A., COURTOIS N., GATEAU C. PUTOT E., avec la collaboration de JEGOU J.P., LACHASSAGNE P., STOLLSTEINER P. et WYNS R. (2008) – SILURES Bretagne – Rapport final – Année 5 - BRGM/RP-56457-FR. 129 p., 37 ill., 7 ann. dont 2 planches.



Centre scientifique et technique
3, avenue Claude-Guillemin
BP 36009 – 45060 Orléans Cedex 2 – France
Tel. 02 38 64 34 34

Direction Régionale Pays-de-la-Loire
1 rue des Saumonières
BP 92342 – 44323 Nantes cedex 3 – France
Tél. : 02 51 86 01 51