

Identification des cas d'utilisation de la BDLISA

Jean-Baptiste Paroissien et Alexandre Brugeron
BRGM, EVE/D3E

21 septembre 2015

Table des matières

Table des matières	1
1. Objectif	1
1.1 Des applications en appui aux politiques publiques sur l'eau	1
1.1.1 Les rapports d'expertises	2 24
1.1.2 Vulnérabilité et risque des eaux souterraines.....	2
1.1.3 Une aide dans les objectifs fixés par la Directive Cadre européenne sur l'Eau (DCE)	4
1.1.4 La prospection géothermique	4
1.2 Une source d'information à destination des professionnels et des scientifiques	5
1.3 Informer, sensibiliser, aider	7
1.3.1 De la diffusion aux outils d'aide à la décision	7
1.3.2 Nouvelle carte hydrogéologique de la France au million	9
2. Démarche pour la construction du document	10
2.1 Un point sur l'utilisation de la BDLISA.....	10
2.2 Orientation et cible du document	11
2.3 Proposition d'un questionnaire	12
2.3.1 Critères du questionnaire	12
3. Références	13

1. Objectif

Ce document liste certains cas d'utilisation de la BDLISA identifiés à l'issue d'une première recherche bibliographique au sein du BRGM et d'une petite enquête menée auprès de quelques bureaux d'études et des agents du BRGM. Il est à la disposition des membres du GT national BDLISA en tant que support de discussions.

La démarche ayant démarré en période de vacances, le contenu est très probablement loin d'être exhaustif. Aussi ce document se termine par une proposition de réalisation d'un état des lieux plus étendu auprès des utilisateurs de la BDLISA sur la base d'un questionnaire à lancer prochainement.

1.1 Des applications en appui aux politiques publiques sur l'eau

En fournissant un cadre scientifique dans les contours et les caractéristiques des entités hydrogéologiques, la BDLISA apporte une source d'information incontournable dans les projets d'appui aux politiques publiques sur l'eau.

1.1.1 Les rapports d'expertises

L'inondation par remontée de nappe est un phénomène qui se produit lorsque le niveau de la nappe souterraine libre dépasse les niveaux maxima annuels habituels et déborde au-dessus du sol. Ces remontées peuvent se traduire par le déclenchement de coulées de boues ou d'inondations dans des secteurs inattendus et occasionner des dégâts matériels importants. Dans le cadre de ces missions de service public, les directions régionales du BRGM peuvent être sollicitées par les préfets pour conduire des rapports d'expertises dans les cas d'inondations liées à la remontée de nappe. Dans ce contexte, la BDLISA fournit des éléments hydrogéologiques pour aider les experts à identifier les causes de l'inondation. A titre d'exemple, les inondations observées à Plouguerneau et à Naizin ont été diagnostiquées avec l'aide du référentiel ([Crestes de Paulet, 2014](#); [Neveux, 2014](#)).

1.1.2 Vulnérabilité et risque des eaux souterraines

La BDLISA est également employée dans le cadre de Schémas Directeurs d'Aménagement et Gestion de l'Eau (SDAGE). En Loire-Bretagne, une disposition du SDAGE définit des nappes à réserver à l'alimentation en eau potable. Une amélioration des contours de ces nappes a pu être réalisée pour fournir une cartographie plus précise et répondre aux besoins des services de l'état. La réalisation de cette cartographie s'est basée sur les contours des entités hydrogéologiques de la BDLISA ([Salquèbre, 2013](#)).

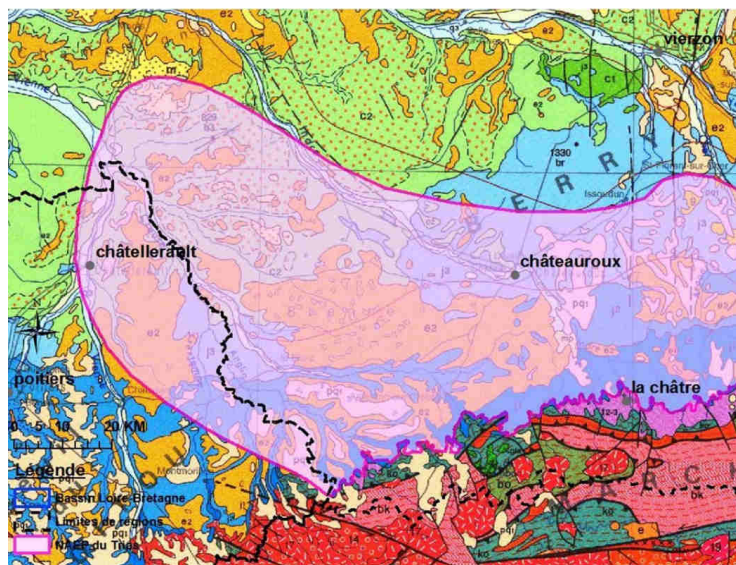


Figure 1: Contour de la nappe à réserver à l'alimentation en eau potable (en rose) dans un secteur du SDAGE de Loire-Bretagne, d'après [Salquèbre \(2013\)](#)

Cette même méthode a été mise en place dans le cadre du SDAGE de Seine-Normandie pour délimiter les ressources en eau stratégiques ([Bel, 2015](#)). Là aussi, la méthode s'appuie sur la BDLISA, notamment pour :

- rattacher les points d'eau à l'alimentation en eau potable aux aquifères identifiés dans la BDLISA,
- cartographier le contour des zones de sauvegarde.

Dans un contexte similaire, la BDLISA a été employée pour la caractérisation fine de la vulnérabilité des captages en eau potable en région Aquitaine. [Mazurier et al. \(2012\)](#) se sont appuyés sur des facteurs hydrogéologiques en partie fondés sur les entités de la BDLISA pour produire une carte détaillée de la vulnérabilité des captages destinés à l’Alimentation en Eau Potable (AEP).

[Nguyen-Thé, 2012](#) a utilisé la BDLISA pour présenter le contexte hydrogéologique dans la mise en place d’un SAGE.

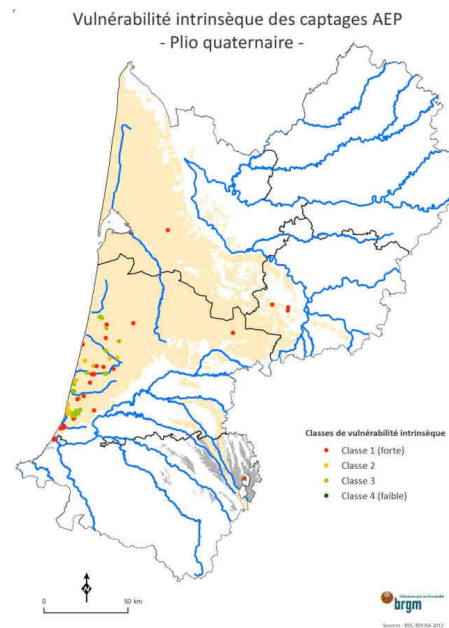


Figure 2: Exemple d’une carte de vulnérabilité intrinsèque des captages AEP, d’après [Mazurier et al. \(2012\)](#)

On retrouve une démarche semblable dans le cadre des aquifères côtiers. Ces aquifères constituent des ressources d’eau souterraines importantes pour les populations et les écosystèmes. Leur particularité réside dans leur contact hydrogéologique direct avec les eaux marines ; constituant une zone de rencontre appelée « biseau salé ». Cette salinisation partielle des eaux souterraines des aquifères littoraux est un phénomène naturel qui peut être amplifié par la surexploitation de l’aquifère et/ou par une modification du niveau marin, lié par exemple au changement climatique. Pour appréhender cette menace sur la qualité de l’eau douce disponible, une cartographie du risque des aquifères côtiers à l’intrusion marine a été mise en œuvre par [Dörfliger et al. \(2011\)](#). Dans ce travail les contours des aquifères de la BDLISA ont été extraits et la sensibilité vis-à-vis de l’intrusion saline d’origine naturelle a été estimée à partir des informations sur la nature des formations géologiques rencontrées.

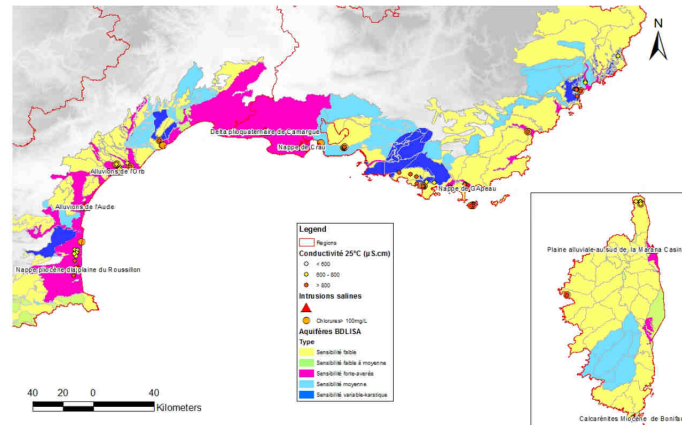


Figure 3: Carte de vulnérabilité générale des aquifères côtiers vis-à-vis de l'intrusion marine pour la côte méditerranéenne, d'après ([Dörfliger et al., 2011](#))

1.1.3 Une aide dans les objectifs fixés par la Directive Cadre européenne sur l'Eau (DCE)

La DCE adoptée en 2000 vise à établir une politique communautaire cohérente dans le domaine de l'eau. L'objectif majeur de la DCE est d'atteindre un bon état des différents milieux aquatiques sur tout le territoire européen. Les Masses d'Eau Souterraines (MESO) constituent aujourd'hui les unités de gestion sur lesquelles s'appliquent toutes les dispositions de la DCE en matière de gestion quantitative et qualitative des eaux souterraines. Le découpage réalisé en 2004 a été mené sur la base d'un nombre prédéfini de masses d'eau et du premier référentiel hydrogéologique français, la BDRHF ([Chadourne, 2003](#)). Si elles étaient pertinentes au moment de la détermination du référentiel, elles n'en demeurent pas moins aujourd'hui insuffisantes au regard des progrès réalisés depuis 2004.

La mise en œuvre de la DCE est itérative, chaque cycle et chaque rapportage imposent de tenir compte des progrès réalisés et des nouvelles connaissances acquises. Dans ce contexte, la nouvelle version de la BDLISA représente une nouvelle source d'amélioration du découpage des MESO. Le guide méthodologique publié en 2013 par [Brugeron and Schomburgk \(2013\)](#) présente l'ensemble des recommandations et des règles d'usage pour la cartographie et l'identification des MESO en conformité avec la DCE. Il présente également une synthèse des travaux (menés sur certains bassins) d'ajustement des limites de leurs MESO sur la base des entités du référentiel BDLISA V0. La méthode en question a par exemple été appliquée dans le bassin de Loire-Bretagne ([Schomburgk et al., 2012](#)).

1.1.4 La prospection géothermique

Dans un contexte d'envolée des prix de l'énergie et une nécessité de réduire l'empreinte écologique des activités humaines, le recours aux énergies vertes offre une alternative intéressante, particulièrement lorsque celles-ci présentent un caractère local et que leur viabilité économique est prouvée. Les entités hydrogéologiques de la BDLISA sont utilisées dans de nombreux projets de prospections géothermiques pour identifier, caractériser et modéliser le potentiel géothermique des aquifères d'une région ([Durst et al., 2011](#); [Maton et al., 2012](#); [Poux et al., 2012](#)).

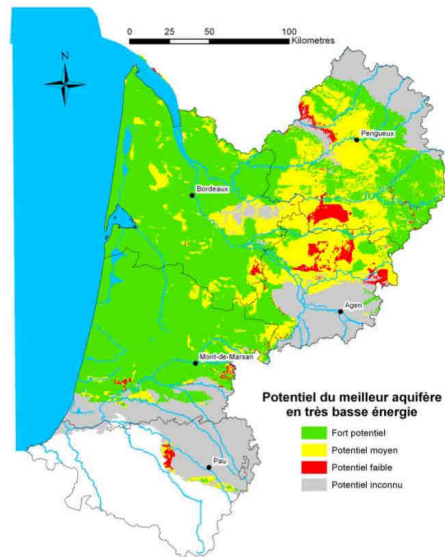


Figure 4: Carte du meilleur aquifère en très basse énergie, d'après ([Durst et al., 2011](#))

1.2 Une source d'information à destination des professionnels et des scientifiques

La BDLISA est également une source d'information pour les bureaux d'études et les organismes scientifiques tels que le CNRS et les universités. En tant que référentiel, il est généralement utilisé pour décrire le contexte hydrogéologique d'une zone d'étude. C'est le cas, par exemple, pour une étude d'impact sur l'extension d'une carrière ([Geoscop, 2014](#)) ou un avis d'expert sur l'extension d'un cimetière ([Galia, 2014](#)). Ce type d'utilisation est également retrouvé dans le cadre de travaux de recherches en lien avec l'eau et le changement climatique ([Fock, 2013](#); [Bouroullec et al., 2014](#); [Magand, 2014](#)), la compréhension des écoulements dans une aire d'alimentation ([Gourcy et al., 2014](#)) ou encore la quantification de la contribution des eaux souterraines sur les débits de la Loire ([Lalot et al., 2015](#)).

Des applications pratiques émergent également grâce aux données de la BDLISA. Par exemple, l'utilisation des mâchefers en technique routière est encadrée par une réglementation qui impose d'exclure certaines zones pour des raisons environnementales (en dehors des zones inondables, en dehors des périmètres de protection rapprochés des captages d'alimentation en eau potable, proches de karst affleurant ...). Un bureau d'étude a donc mis en place un service cartographique en ligne pour aider les exploitants de mâchefers d'incinération. Ce service s'appuie sur la BDLISA pour afficher les zones d'exclusion liées à l'utilisation de ces mâchefers.

La BDLISA est également un support pour construire des modèles hydrogéologiques. Ces modèles fournissent des outils d'aide à la décision destinés à définir au mieux les stratégies d'exploitation des ressources en eaux souterraines d'une région. C'est pour répondre à ce besoin que le MOdèle hydrodynamique Nord-Aquitain (MONA) a été développé dans les années 90 puis qu'il s'est enrichi des différentes versions de la BDLISA ([Saltel et al., 2011](#)). On retrouve aussi des modèles similaires dans les Centre-Val de Loire et Ile-de-France. Ces modèles ont été développés avec les données de la BDLISA, notamment avec l'apport de la description stratigraphique des entités hydrogéologiques (voir figure 5a). Le résultat final permet de disposer, à partir d'un maillage donné, des côtes altimétriques des toits et murs des

formations géologiques modélisées (voir la figure 5b), qui, en les associant à la BDLISA, permettent également de développer des outils de communication (voir chapitre [1.3.12-6.1](#)).

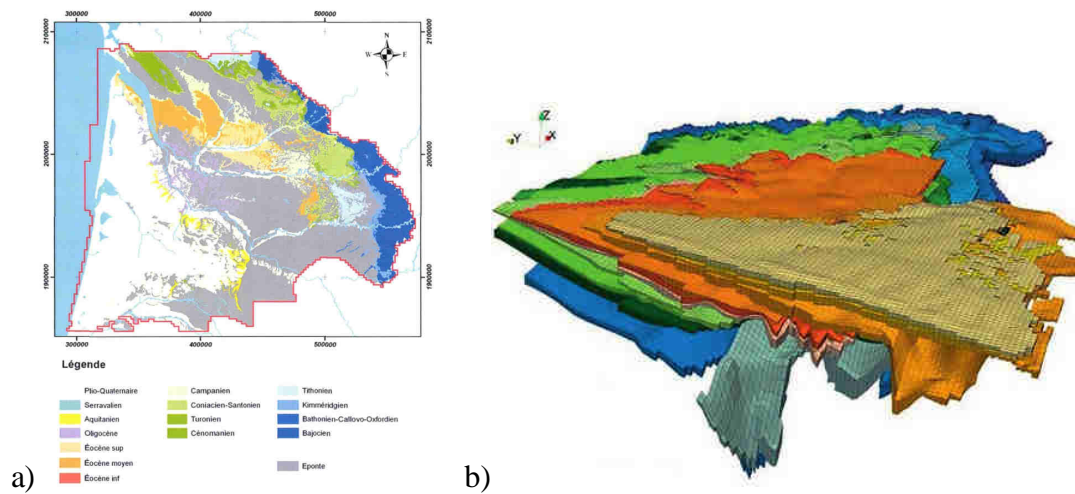


Figure 5: a) Affleurement des différents réservoirs considérés dans le modèle nord-aquitain cartographiés à partir des entités hydrogéologiques de la BDLISA (selon [Saltel et al. \(2011\)](#)) et b) illustration en 3D du MOdèle hydrodynamique Nord-Aquitain

Bien que la valorisation de la BDLISA à l'international soit pratiquement inexistante, sa méthodologie et son modèle conceptuel se sont avérés également être des sources d'informations intéressantes pour certains organismes étrangers souhaitant mettre en place une base de données des systèmes aquifères. C'est le cas du Québec où le centre d'études sur les ressources minérales de l'Université du Québec à Chicoutimi a réalisé un projet d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines à l'échelle d'un territoire communal ([Cerm-paces, 2015](#)). Pour cartographier les entités hydrogéologiques, l'équipe s'est basée sur la méthode mise en œuvre pour l'élaboration du référentiel BDLISA en l'adaptant au contexte hydrogéologique du Québec méridional. On retrouve dans le produit final les principales caractéristiques de la BDLISA :

- trois niveaux de visualisation (Niv1, Niv2, Niv3) correspondant à trois échelles différentes,
- une caractérisation des entités par les 4 attributs décrivant les entités hydrogéologiques de la BDLISA (thème, milieu, nature et état)

La nomenclature des entités hydrogéologiques, leur gestion sur le plan stratigraphique et les supports de diffusion (fiches pdf – voir figure 6) sont également calqués sur la BDLISA.

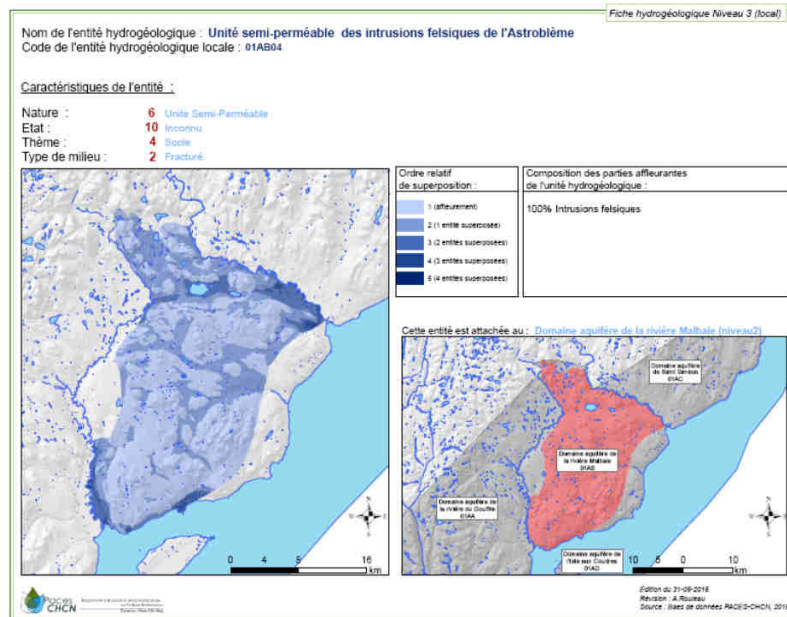


Figure 6: Exemple d'une fiche hydrogéologique inspirée du travail de la BDLISA, d'après [Cerm-paces \(2015\)](#)

Dans son rapport sur les comptes de l'eau ([EEA, 2013](#)), l'agence européenne pour l'environnement souligne des points d'amélioration en matière de référentiel de données sur l'eau souterraine à l'échelle européenne. A ce titre, l'agence cite en exemple la BDLISA pour la méthode de construction de la base et, par extension, son intérêt comme outil pour l'application des dispositions de la DCE.

En France, le référentiel a été utilisé dans le cadre d'un travail portant sur la valorisation et la diffusion des données qui caractérisent les échanges eau de surface et eau souterraine ([Brugeron et al., 2014](#)). Les référentiels nationaux existants et interopérables du système d'information sur l'eau, BD CARTHAGE (Base de Données sur la CARTographie THématique des AGences de l'eau et du ministère chargé de l'environnement) et BDLISA sont les données utilisées pour mener le projet. Au-delà de l'amélioration *stricto sensu* de la connaissance, ce projet amène également des questions sur l'organisation et la mise à disposition des données caractérisant les phénomènes liant hydrologie et hydrogéologie.

1.3 Informer, sensibiliser, aider

1.3.1 De la diffusion aux outils d'aide à la décision

La diffusion d'informations fiables, actualisées et interopérables sur les eaux souterraines est un levier majeur pour sensibiliser les citoyens à la préservation des ressources en eau. Ce décloisonnement de l'information permet également de faciliter le travail des agents des autorités publiques et de favoriser la prise en compte de l'eau dans l'élaboration, la mise en œuvre et l'évaluation des actions publiques. Cette démarche de partage de l'information s'inscrit dans le cadre réglementaire de la directive européenne INSPIRE qui impose aux autorités publiques de publier sur Internet leurs données environnementales géographiques.

La diffusion de la BDLISA s'inscrit dans ce contexte. Elle se base sur la mise en place d'une architecture informatique permettant de développer des services-web cartographiques.

L'information diffusée est interoperable, accessible à tous et facilement exploitable grâce à des applications web. Pour répondre à des besoins spécifiques et apporter des informations ciblées sur la ressource en eau, des plateformes se sont développées en lien avec la thématique de l'eau : les Systèmes d'Information pour la Gestion des Eaux Souterraines (SIGES) et le portail Géotraitement. Les SIGES sont des portails Internet (régionaux ou de bassin) qui mettent à disposition de tous un certain nombre d'outils et de ressources documentaires dédiés aux eaux souterraines. Le site Géotraitement est une application spécifique associée à la diffusion de la BDLISA et de la BD CARTHAGE.

Ces portails possèdent un outil de cartographie en ligne accompagné de quelques spécificités propre à la BDLISA :

Les fiches de synthèses

Cette application offre à l'utilisateur la possibilité de consulter une fiche de synthèse d'une entité hydrogéologique sélectionnée sur l'outil de cartographie en ligne. La fiche représente de manière synthétique les caractéristiques et l'étendue géographique de l'entité à l'échelle des trois niveaux de représentation. La figure 7 présente un exemple de fiche de synthèse. Des liens sur cette fiche permettent également de télécharger la couche SIG de l'entité considérée et d'accéder à sa visualisation sur le site Géotraitement.

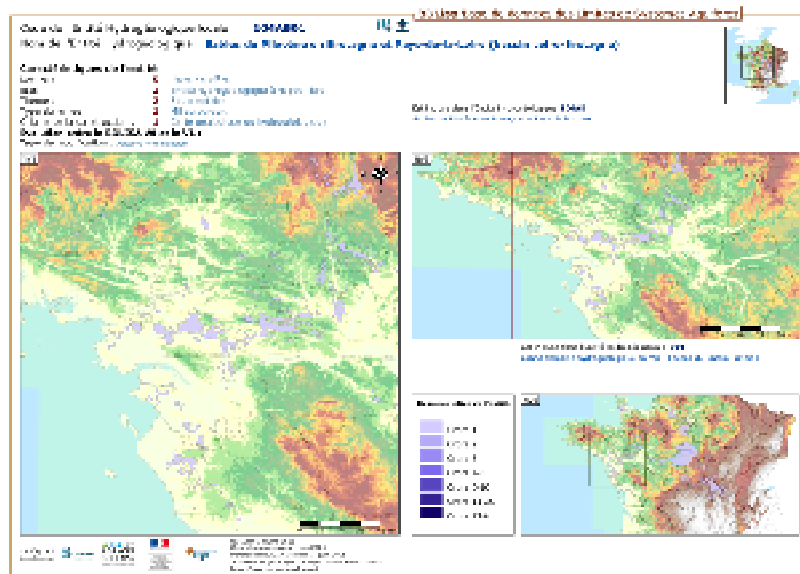


Figure 7: Fiche pdf complète d'une entité hydrogéologique

Les logs hydrogéologiques

L'outil de visualisation permet d'afficher le log des entités hydrogéologiques en un point donné. L'application affiche l'ensemble des entités hydrogéologiques à la verticale pour les niveaux de visualisation. Les propriétés de ces entités sont également consultables à travers une représentation dynamique des attributs (voir figure 8).

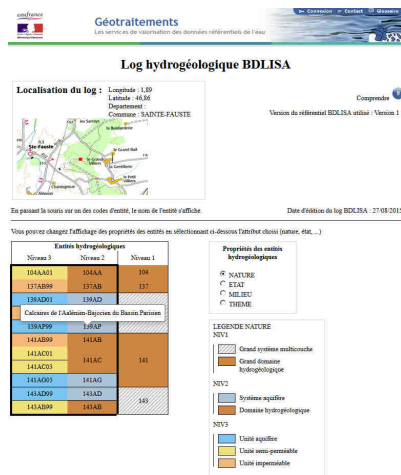


Figure 8: Exemple d'un log des entités hydrogéologiques interrogé sur le site Géotraitement. L'application est interactive, les propriétés des entités hydrogéologiques sont consultables sur la même page.

En complément de ces modules disponibles sur toute la France, certains SIGES régionaux développent leurs propres applications. C'est le cas des régions Centre-Val de Loire, Ile-de-France et Aquitaine qui proposent un module de log « géo-hydrogéologique », associant les entités BDLISA avec les résultats de modèles hydrogéologiques (voir chapitre [1.22.5](#)).

Le log « géo-hydrogéologique » ainsi proposé permet d'associer aux couches géologiques modélisées, les entités hydrogéologiques BDLISA correspondantes. Il est alors possible d'obtenir la profondeur et l'épaisseur des aquifères au droit d'une maille donnée. Ce type d'application permet par exemple aux bureaux d'études d'identifier l'épaisseur et la profondeur des nappes au droit d'un site avant la réalisation d'un forage.

Les fiches « Ma commune »

Toujours en lien avec l'accessibilité des données environnementales, un module est en cours de développement dans le SIGES Seine-Normandie pour consulter les données environnementales locales à l'échelle de la commune. Les entités hydrogéologiques de la BDLISA rencontrées à l'affleurement, au droit de la commune considérée, sont décrites brièvement, ainsi que leurs caractères karstiques ou non. L'occupation du sol, la géologie ou l'aléa des remontées de nappes sont également consultables.

1.3.2 Nouvelle carte hydrogéologique de la France au million

Les données du référentiel BDLISA permettent la construction de cartes thématiques. La première carte hydrogéologique à l'échelle de la France datant de 1978, le BRGM a lancé en 2014 la création d'une deuxième version sur la base de la version v0 de la BDLISA. En s'appuyant sur cette version, la carte gagne en résolution, passant du 1/500 000 au 1/1 000 000.

Elle présente les principaux aquifères de France (figure 9). Ces derniers sont caractérisés par le type d'écoulement des nappes qu'ils contiennent et sont colorés selon une zonation climatique établie d'après des données fournies par Météo-France. Cette coloration permet de fournir une indication sur la part des précipitations qui réalimente les nappes. Cette carte s'adresse à tous ceux qui souhaitent une information synthétique sur les caractéristiques des aquifères du territoire, qu'ils soient experts ou non (scolaires notamment).

Il est prévu de réaliser une seconde carte synthétique, toujours sur la base de la BDLISA, des ressources en eau souterraines du territoire. Cette carte permettra notamment de localiser les formations géologiques exploitées ou susceptibles de l'être pour l'alimentation en eau potable, l'irrigation ou l'industrie et d'y intégrer des notions de volumes.

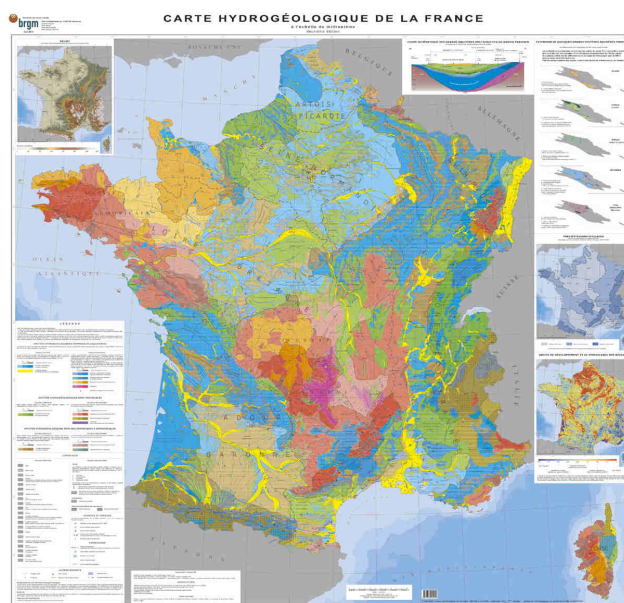


Figure 9: Nouvelle carte hydrogéologique de la France au 1/1 000 000. La carte est construite avec les entités hydrogéologiques de la BDLISA V0.

2. Démarche pour la construction du document

2.1 Un point sur l'utilisation de la BDLISA

La recherche bibliographique et l'enquête menée auprès de quelques bureaux d'études met en valeur une typologie des utilisateurs et des domaines d'utilisation de la BDLISA. Concrètement, les applications de la BDLISA visibles sur Internet mettent en relief la forte utilisation du référentiel par les hydrogéologues du BRGM, essentiellement par le biais des rapports de service public, librement accessibles sur internet. On retrouve de manière beaucoup plus disparate des applications portées par des chercheurs et des hydrogéologues agréés. Enfin, les travaux des bureaux d'études sont logiquement beaucoup moins visibles, une enquête ciblée auprès de ces organismes apparaît donc indispensable pour appréhender les utilisations de la BDLISA par la profession.

Il faut également noter qu'il n'y a aucune trace d'un article scientifique présentant le référentiel BDLISA et donc, *a fortiori*, aucune référence à la BDLISA sur des articles pouvant traiter d'un concept ou d'une approche similaire. L'appropriation « étrangère » (mais francophone) des principes et méthodes de la BDLISA par l'Université du Québec semble être le signe que les travaux menés depuis 2003 pour aboutir à ce référentiel n'ont pas de réels équivalents à l'étranger et qu'ils mériteraient sans doute d'être valorisés par le biais d'un article dans une revue scientifique spécialisée.

2.2 Orientation et cible du document

Le document s'adresse à un public averti, professionnel, agissant de près ou de loin dans l'environnement et le domaine de l'eau. Il peut donc toucher ce type d'organisme et d'utilisateur :

- Les bureaux d'études et les hydrogéologues agréés,
- Les agences de l'eau et les organismes publics en lien avec direct et indirect avec la thématique de l'eau (ONEMA, DREAL, IRSTEA, CNRS, INRA, universités ...),
- Les collectivités territoriales.

Le document de communication proposé peut être inclus dans une des collections de publications que propose l'ONEMA ou le BRGM :

Table 1: Exemples de supports de communication à destination des professionnels de l'environnement

Editeur	Nom de la publication	Format	Public ciblé
ONEMA	Synthèse Eau-France	4-16 p	Acteurs de l'eau
ONEMA	La plaquette d'information Res'Eau	5-10 p	Acteurs de l'eau
ONEMA	Dossier SIE	4 p	Acteurs de l'eau
ONEMA	Leaflet	4 p	Tout public
BRGM	Revue Geosciences	5-6 p	Pro, étudiants, universitaires
BRGM	Journal d'information Géorama R*, la lettre de la Recherche du	1 p	Pro, étudiants, universitaires
BRGM	BRGM	1 p	Pro, étudiants, universitaires

Le ton du document doit s'adapter à la cible choisie. En s'adressant à un public averti, le document sera une source d'inspiration et d'exemple pour les utilisateurs potentiels de la BDLISA. Le contenu sera technique et peut être organisé selon plusieurs scénarios :

Inventaire large des applications

Ici, le document fournira une palette d'exemple d'utilisation de la BDLISA. Le but est de toucher un large public averti et il conviendra de bien organiser le document pour que le lecteur puisse s'y retrouver.

Des exemples ciblés

A l'inverse, le document proposé peut cibler quelques exemples d'application et les décrire dans le détail. Le public intéressé sera peut-être moins large mais le document aura le mérite de mettre en valeur certaines applications originales de la BDLISA.

2.3 Proposition d'un questionnaire

La démarche engagée durant l'été ne permet pas de garantir l'exhaustivité du recueil des exemples d'application de la BDLISA. De ce fait, un état des lieux plus complet des études basées sur la BDLISA semble nécessaire pour permettre une meilleure identification des utilisateurs et de leurs besoins et enfin mettre en place une stratégie pour susciter leur intérêt.

Il est donc proposé de réaliser un questionnaire qui serait envoyé aux différents utilisateurs potentiels identifiés précédemment. Le BRGM possède un serveur de questionnaire qu'il est possible d'utiliser pour réaliser une rapide enquête. Il est également possible de toucher un public encore plus large en proposant un questionnaire sur les sites de consultations de la BDLISA (Géotraitement, SIGES...). Le site de la [BNPE](#) suit actuellement cette démarche.

2.3.1 Critères du questionnaire

Voici à titre d'exemples quelques critères dans l'élaboration d'une enquête sur les utilisations de la BDLISA.

Le type d'utilisateur

- Les hydrogéologues du BRGM,
- Les administrations à travers les services déconcentrés de l'état (DREAL) et les agences de l'état (Agences de l'eau, ONEMA),
- Les organismes de recherche et d'enseignement,
- Les bureaux d'études et les sociétés privés,
- Les associations.

Format de la donnée utilisée

- Shapefiles,
- Geodatabase,
- Fichier Mapinfo,
- Services-web cartographiques (WMS, WFS).

L'utilisation des applications web

- Les services de visualisation cartographique des couches,
- Le [log hydrogéologique](#),
- Le [Géo log-stratigraphique](#) proposé par certains SIGES (associant BDLISA et résultats de modélisations hydrogéologiques),
- Les [fiches de synthèse nationales pdf](#),
- Les [fiches pdf détaillées](#) proposées par certains SIGES (Bretagne, Centre, Seine-Normandie,...).

Le domaine d'utilisation de la BDLISA

- Institutionnel (appuis au politique public sur l'eau, application de la DCE ...),
- Etude d'impact, ingénierie,
- Recherche, cadre scientifique ou technique,
- Communication.

La thématique d'utilisation de la BDLISA

- Mise en œuvre d'une méthode pour délimiter et protéger la ressource en eau,
- Utilisation pour prospecter une ressource environnementale (géothermie par exemple),
- Description du contexte hydrogéologique d'une zone d'étude,
- Evaluation de la vulnérabilité ou du risque d'une composante environnementale face à un aléa,
- Communication ou sensibilisation.

L'échelle de l'étude

- Nationale,
- Bassin DCE,
- Régionale,
- Départementale,
- Bassin versant,
- Aquifère,
- Collectivité territoriale (agglomération),
- Communale,
- Parcelle.

3. Références

- Bel, A., 2015. Projet NappStrat SN: Cartographie des ressources en eau stratégiques du bassin Seine-Normandie. Rapport final. Tech. rep., BRGM/RP-64629-FR.
- Bouroullec, I., Garnier, C., Saplaïroles, M., 2014. Observatoire Pyrénéen du Changement Climatique - Evaluation de l'aléa glissement de terrain en contexte de changement climatique et mise en place d'un protocole de suivi. Site-pilote de Gourette (64). Rapport final. Tech. rep., BRGM/RP-63547-FR.
- Brugeron, A., Bessiere, H., Stollsteiner, P., Allier, D., 2014. Approche exploratoire des liens entre référentiel hydrogéologiques et hydrographiques (Année 2): Réflexions sur l'organisation et la mise à disposition des données. Rapport final. Tech. Rep. 82p, BRGM/RP-63643-FR.
- Brugeron, A., Schomburgk, S., 2013. Mise en œuvre de la DCE: Identification et délimitation des masses d'eau souterraine au deuxième cycle. Rapport final. Tech. Rep. 107p, BRGM/RP-62275-FR.
- Cerm-paces, 2015. Résultats du programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraine du territoire de Charlevoix, Charlevoix-Est et la Haute-côte-Nord. Tech. rep., Centre d'études sur les ressources minérales, Université du Québec à Chicoutimi.

- Chadourne, D., 2003. Identification et caractérisation des masses d'eau. *La Houille Blanche* 2, 85–89.
- Crastes de Paulet, F., 2014. Inondation par remontée de nappe à Plougueneau (29) - février 2014. Rapport final. Tech. rep., BRGM/RP-63963-FR.
- Dörfliger, N., Schomburgk, S., Bouzit, M., Petit, V., Caballero, Y., Durst, P., Douez, O., Chatelier, M., Croiset, N., Surdyk, N., 2011. Montée du niveau marin induite par le changement climatique: Conséquence sur l'intrusion saline dans les aquifères côtiers en métropole. Rapport final. Tech. rep., BRGM/60829-FR.
- Durst, P., Ayache, B., Saltel, M., Abou Akar, A., 2011. Outil d'aide à la décision en matière de géothermie très basse et basse énergie en région aquitaine. Atlas du potentiel géothermique des aquifères. Rapport final. Tech. rep., BRGM/RP-59761-FR.
- EEA, 2013. Results and lessons from implementing the water assets accounts in the eea area. from concept to production. Tech. rep., European Environment Agency.
- Fock, S., 2013. Les enjeux de la ressource en eau face au changement climatique en bourgogne. Représentativité des bassins versants choisis pour les simulations. Master's thesis, Université de Bourgogne. U.F.R de Sciences Humaines. Département de Géographie.
- Galia, H., 2014. Avis de l'hydrogéologue agréé sur la compatibilité de l'extension du cimetière de la commune de Fondettes (37) avec la protection des eaux souterraines. Tech. rep.
- Geoscop, 2014. Demande d'autorisation de renouvellement et d'extension de carrière et d'une installation de traitement - plate-forme de recyclage -. Tech. rep., Geoscop.
- Gourcy, L., Picot, J., Surdyk, N., 2014. Détermination de l'âge apparent des eaux de 7 sources de l'aire d'alimentation de Bruyères-et-Montbérault. Rapport final. Tech. rep., BRGM/RP-64179-FR.
- Lalot, E., Curie, F., Wawrzyniak, V., Schomburgk, S., Piegay, H., Moatar, F., 2015. Quantification of the beauces groundwater contribution to the loire river discharge using satellite infrared imagery. *Hydrology and Earth System Sciences* 12, 2047–2080.
- Magand, C., 2014. Influence de la représentation des processus nivaux sur l'hydrologie de la durance et sa réponse au changement climatique. *Earth Sciences*. Ph.D. thesis, Université Pierre et Marie Curie, Paris VI.
- Margat, J., 1976. Carte et catalogue des principaux systèmes aquifères du territoire français. Tech. rep.
- Maton, D., Analy, M., Durst, P., Goyénèche, O., Herniot, P., Zammit, C., 2012. Atlas du potentiel géothermique des aquifères de la région Picardie. Tome 1: Méthodologie et conception de l'atlas. Tech. rep., BRGM/RP-61365-FR.
- Mazurier, C., Ayache, B., Allier, D., Cabaret, O., Pédron, N., 2012. Croisement des captages suivis dans le cadre du contrôle sanitaire et des sites BASIAS, BASOL et ICSP en Aquitaine. Rapport final. Tech. rep., BRGM/RP-61490-FR.
- Neveux, A., 2014. Rapport d'expertise. Avis hydrogéologique suite aux inondations par remontée de nappe dans le cadre d'une demande de reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle sur la commune de Naizin (56). Tech. rep., BRGM/RP-63691-FR.

- Nguyen-Thé, D., 2012. Etat initial et diagnostic du SAGE de la nappe des GTI. Synthèse des données hydrogéologique existantes. Tech. rep., BRGM/RP-61377-FR.
- Poux, A., Goyénèche, O., Le Brun, M., Martin, J., Noel, S., Zammit, C., Salquébre, D., Lecomte, S., Marre, D., 2012. Prospectives de développement de la géothermie en région Centre (GEOPOREC). Rapport final. Tech. rep., BRGM/RP-60336-FR.
- Salquébre, D., 2013. Proposition de délimitation des Nappes à réserve à l'Alimentation en Eau Potable (NAEP) - Bassin Loire-Bretagne. Rapport final. Tech. rep., BRGM/RP-62961-FR.
- Saltel, M., Pédron, N., Platel, J.-P., Bourgine, B., Gutierrez, T., 2011. Gestion des eaux souterraines en région aquitaine. Développement et maintenance du modèle Nord-Aquitain de gestion des nappes. Rapport final. Tech. rep., BRGM/RP-59959-FR.
- Schomburgk, S., Auterives, C., Lucassou, F., 2012. Méthodologie d'ajustement des masses d'eau souterraine du bassin Loire-Bretagne à partir des nouvelles connaissances. Rapport final. Tech. rep., BRGM/RP-61822-FR.