

Document public

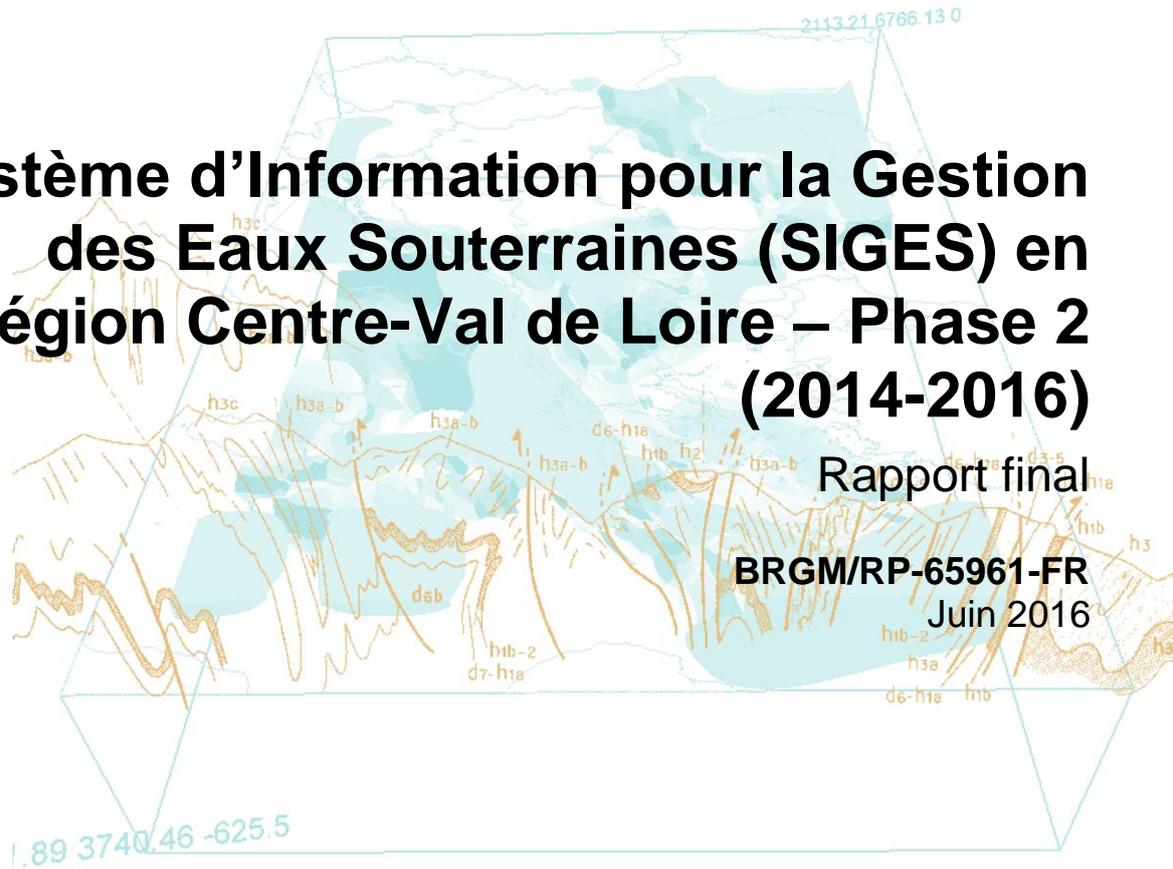


# Systeme d'Information pour la Gestion des Eaux Souterraines (SIGES) en region Centre-Val de Loire – Phase 2 (2014-2016)

Rapport final

BRGM/RP-65961-FR

Juin 2016



UNIVERSITE D'ORLEANS



Établissement public du ministère  
chargé du développement durable





# Système d'Information pour la Gestion des Eaux Souterraines (SIGES) en région Centre-Val de Loire – Phase 2 (2014-2016)

Rapport final

**BRGM/RP-65961-FR**

Juin 2016

Étude réalisée dans le cadre des projets  
de Service public du BRGM

**D. Salquère**

Avec la collaboration de

F. Husson, A. Genna, N. Jozja (Université d'Orléans), T. Klinka, F. Lucassou, V. Petit, A. Winckel, C. Défarge (Université d'Orléans)

**Vérificateur :**

Nom : B. Ayache

Fonction : Chef de projet géomatique

Date : 16/06/2016

Signature :



**Approbateur :**

Nom : E. Gomez

Fonction : Directeur régional Centre-  
VdL

Date : 20/06/2016

Signature :



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



Géosciences pour une Terre durable

**brgm**

**Mots-clés** : SIGES, site internet, hydrogéologie, région Centre-Val de Loire

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

**Salquèbre D.**, avec la collaboration de F. Husson, A. Genna, N. Jozja, T. Klinka, F. Lucassou, V. Petit, A. Winckel, C. Défarge (2016) – Système d'Information pour la Gestion des Eaux Souterraines (SIGES) en région Centre-Val de Loire – Phase 2. Rapport final. BRGM/RP-65961-FR, 31 p., 15 ill., 1 ann.

## Synthèse

Les agences de l'eau Loire-Bretagne et Seine-Normandie, la Région Centre-Val de Loire, la DREAL Centre-Val de Loire et le BRGM se sont associés dès le début de l'année 2010 pour concevoir un site web qui constitue un portail unique d'accès aux informations sur les eaux souterraines de la région : le SIGES Centre-Val de Loire (Système d'Information pour la Gestion des Eaux Souterraines).

Ce site web (<http://sigescen.brgm.fr>) a permis de mutualiser, fédérer et diffuser les informations existantes sur les eaux souterraines de la région.

La phase 2 du projet SIGES Centre-Val de Loire s'est déroulée sur une période d'environ 2 ans, entre avril 2014 et juin 2016.

L'objectif de cette 2<sup>ème</sup> phase a été d'enrichir le portail internet, avec différentes tâches réalisées sur :

- Le développement de nouvelles fonctionnalités du site ;
- L'ajout de contenu pour les différentes thématiques :
  - o nouveaux articles ou mises à jour,
  - o couches d'informations supplémentaires pour l'espace cartographique,
  - o documents pédagogiques à destination du grand public (vidéo/animation),
  - o le développement de nouveaux outils de consultation de données (base de données sur les traçages hydrogéologiques).
- Des actions de communication.

Cette 2<sup>ème</sup> phase de projet a permis de pérenniser le site qui confirme sa vocation de portail public d'accès aux informations sur les nappes de la région Centre-Val de Loire. Les statistiques de consultation confirment l'intérêt du site, dont la fréquentation atteint environ 3000 visites par mois en 2016.

Cette phase 2 a permis d'une part de poursuivre l'alimentation du site avec de nouvelles informations (articles, couches cartographiques), de nouvelles fonctionnalités (détection des liens défectueux, log géo-hydrogéologique) et, d'autre part, de maintenir le site actif avec les actualités et les mises à jour régulières.

Parmi les nouvelles informations, l'animation vidéo « à la découverte des nappes souterraines » et l'inventaire des traçages hydrogéologiques de la région ont constitué des tâches majeures dont les résultats ont permis d'enrichir le site, que ce soit pour des internautes « experts » (données de traçages) ou pour le grand public (animation vidéo).

D'ores et déjà, des réflexions ont été engagées afin d'envisager une phase 3 du projet SIGES Centre-Val de Loire. En effet, des mises à jour seront nécessaires afin de maintenir le site actif (actualités, base de données des traçages, hébergement du site, etc.). De plus, des besoins d'informations complémentaires ont été identifiés. On peut citer notamment le log géo-hydrogéologique (modélisation du Dogger), ou encore la bancarisation des paramètres hydrodynamiques des nappes, dont les données issues de pompages d'essai sont dispersées au sein de rapports d'étude et de comptes rendus de travaux.



# Sommaire

<b>1. Contexte et objectifs .....</b>	<b>7</b>
1.1. RAPPEL DE LA PHASE 1 .....	7
1.2. OBJECTIFS ET DEROULEMENT DE LA PHASE 2.....	8
<b>2. Hébergement du site et développement de nouvelles fonctionnalités.....</b>	<b>9</b>
2.1. HEBERGEMENT DU SITE WEB .....	9
2.2. DETECTION DES LIENS DEFECTUEUX (LINKCHECK) .....	9
2.3. AMELIORATION DES LIENS VERS LA DOCUMENTATION .....	10
2.4. MISE A JOUR DU LOG GEO-HYDROGEOLOGIQUE .....	11
<b>3. Contenu ajouté au site web, par thématique .....</b>	<b>13</b>
3.1. GEOLOGIE .....	13
3.2. HYDROGEOLOGIE .....	14
3.2.1. Animation vidéo .....	14
3.2.2. L'inventaire des traçages .....	15
3.2.3. Mise à jour des fiches de synthèse hydrogéologique .....	17
3.2.4. Nouvel article : modélisations hydrogéologiques.....	17
3.2.5. Nouvelle rubrique : relations nappes-rivières .....	17
3.2.6. Mise à jour d'articles .....	18
3.3. QUANTITE.....	18
3.3.1. Nouvelles cartes piézométriques .....	18
3.3.2. Nouvel article : pompages d'essai.....	19
3.3.3. Mises à jour d'articles .....	20
3.4. QUALITE .....	20
3.5. VULNERABILITE .....	20
3.5.1. Rubrique dédiée à la remontée de nappe .....	20
3.5.2. Nouvel article sur le changement climatique .....	21
3.6. PRESSIONS/USAGES .....	21
3.7. LEGISLATION .....	22
3.8. BIBLIOGRAPHIE .....	22
3.8.1. Synthèse bibliographique.....	22
3.8.2. Documents scannés .....	22

3.8.3. Mise à jour de la rubrique biblio du SIGES .....	23
3.9. ACTUALITES .....	23
<b>4. Communications.....</b>	<b>25</b>
4.1. PRESENTATION A POLYTECH'ORLEANS.....	25
4.2. INTERVENTION A L'ORDRE DES ARCHITECTES.....	25
<b>5. Conclusion .....</b>	<b>27</b>

## Liste des illustrations

Illustration 1 : Extrait de la page d'accueil du site web SIGES Centre-Val de Loire .....	7
Illustration 2 : statistiques de consultation du SIGES Centre-Val de Loire, depuis sa création ....	9
Illustration 3 : Extrait de la page LinkCheck du SIGES présentant les résultats d'une vérification des liens.....	10
Illustration 4 : Accès à la recherche bibliographique du module de Consultation des données .	10
Illustration 5 : Extrait du log géo-hydrogéologique, à Blois (41).....	12
Illustration 6 : photo d'un affleurement de calcaires de Beauce (© BRGM - Damien Salquèbre)	13
Illustration 7 : extrait de la vidéo/animation « à la découverte des nappes d'eau souterraine ».	14
Illustration 8 : Extrait de l'espace carto du SIGES Centre-VdL – exemple d'un traçage à Aubinges (18).....	16
Illustration 9 : représentation schématique des relations nappes-rivières .....	18
Illustration 10 : extrait de l'espace carto du SIGES – piézométrie 1966 dans le Val d'Orléans (calcaires, hautes eaux, fond IGN) .....	19
Illustration 11 : essai de puits – exemple de paliers de débit .....	20
Illustration 12 : schéma du risque de remontée de nappe (d'après le rapport BRGM/RP-57215-FR) .....	21
Illustration 13 : exemple de scénarios d'évolution prévisionnelle d'une nappe libre, à proximité de Tours (Modélisation EROS) .....	21
Illustration 14 : captures d'écran de la page d'accueil – actualités du SIGES Centre-Val de Loire (au 31/05/16).....	23
Illustration 15 : photo de la journée à l'ordre des architectes le 05/04/16 .....	25

## Liste des annexes

Annexe 1 Liste de documents bibliographiques (études, thèses) scannés dans le cadre de la phase 2 du SIGES .....	29
--	----

# 1. Contexte et objectifs

## 1.1. RAPPEL DE LA PHASE 1

Les agences de l'eau Loire-Bretagne et Seine-Normandie, la Région Centre-Val de Loire, la DREAL Centre-Val de Loire et le BRGM se sont associés début 2010 pour concevoir un site web qui constitue un **portail unique d'accès aux informations sur les eaux souterraines de la région** : le **SIGES Centre-Val de Loire** (Système d'Information pour la Gestion des Eaux Souterraines).

Ce site web (<http://sigescen.brgm.fr>) a permis de mutualiser, fédérer et diffuser les informations existantes sur les eaux souterraines de la région.

La création de ce site a été réalisée par le BRGM, avec la participation technique et financière des partenaires du projet. Cette **1<sup>ère</sup> phase s'est déroulée entre 2010 et 2012**, avec une mise en ligne du site dès le mois d'octobre 2011.

Au-delà de l'interface web, ce projet a consisté en la création et à la rédaction d'articles classés par rubriques : géologie, hydrogéologie, quantité, qualité, vulnérabilité, usages/pressions, législation, biblio.

Dans de nombreux articles, des liens sont proposés vers des sites web existants, notamment des partenaires (agences de l'eau, DREAL Centre-Val de Loire). Par ailleurs, un espace cartographique permet de visualiser les données qui sont spatialisées, avec entre autres l'accès aux cartes piézométriques ou aux référentiels hydrogéologiques.

Dans le cadre du projet SIGES, une modélisation de la géométrie des principaux ensembles aquifères a été réalisée par le BRGM, avec consultation via l'espace cartographique (outil « log géo-hydrogéologique »).

Des documents pédagogiques et ludiques à destination du tout public ont également été créés ou intégrés au site, avec notamment un « quizz des nappes », et des vidéos pour lesquels un sous-titrage a été ajouté pour garantir l'accessibilité pour tous.



Illustration 1 : Extrait de la page d'accueil du site web SIGES Centre-Val de Loire

## 1.2. OBJECTIFS ET DEROULEMENT DE LA PHASE 2

La **phase 2 du projet SIGES Centre-Val de Loire** s'est déroulée sur une période d'environ 2 ans, entre avril 2014 et juin 2016.

L'objectif de cette 2<sup>ème</sup> phase a été d'enrichir le portail internet, avec différentes tâches réalisées sur :

- Le développement de nouvelles fonctionnalités du site
  - détection des liens défectueux,
  - amélioration des liens vers la documentation,
  - mise à jour du log géo-hydrogéologique.
- L'ajout de contenu pour les différentes thématiques :
  - nouveaux articles ou mises à jour,
  - couches d'informations supplémentaires pour l'espace cartographique,
  - documents pédagogiques à destination du grand public (vidéo/animation),
  - le développement de nouveaux outils de consultation de données (base de données sur les traçages hydrogéologiques).
- Des actions de communication.

La conduite du projet a été menée par le BRGM, en concertation avec les agences de l'eau Loire-Bretagne et Seine-Normandie, la Région Centre-Val de Loire, la DREAL Centre-Val de Loire.

Les travaux ont fait l'objet de propositions, validées dans le cadre d'un comité de pilotage réunissant les partenaires du projet, et qui s'est réuni 2 fois par an.

## 2. Hébergement du site et développement de nouvelles fonctionnalités

### 2.1. HEBERGEMENT DU SITE WEB

L'hébergement du site est assuré par les services informatiques du BRGM (Direction des Systèmes d'Information).

Il s'agit essentiellement de la maintenance des serveurs de base de données et serveurs Internet, du raccordement à Internet et de la sécurisation du site.

Pour mémoire, le site est développé sous SPIP, qui est un système de publication pour l'Internet. C'est un logiciel libre distribué sous Licence Publique Générale.

Le site web est doté de fonctionnalités permettant de connaître notamment les statistiques de consultation du site. Il est à noter que le nombre de consultations par les internautes est en augmentation globale depuis la mise en ligne du site à l'automne 2011 (cf. Illustration 2).



Illustration 2 : statistiques de consultation du SIGES Centre-Val de Loire, depuis sa création

### 2.2. DETECTION DES LIENS DEFECTUEUX (LINKCHECK)

Il arrive souvent que les liens ajoutés dans des articles, notamment vers des sites externes, deviennent défectueux dans le cas où l'adresse de ces sites est modifiée par exemple.

Un outil de vérification des liens a été développé dans le cadre de la phase 2 du SIGES Centre-Val de Loire. Cet outil, nommé **LinkCheck**, est un plugin qui permet de chercher et tester l'ensemble des liens présents dans le site.

Grâce à cet outil, adapté au langage SPIP et accessible en mode d'administration du site, les liens brisés ou défectueux présents dans les contenus du site sont facilement identifiables. La vérification s'effectue en tâche de fond pour avertir le webmestre dès qu'un lien montre des signes de faiblesse. Plus d'informations sont disponibles sur le [site web SPIP-Contrib](#).

Les résultats de la vérification effectuée par LinkCheck sont répartis en 4 statuts :

- Les liens morts : la page ou le document n'existe plus. Le lien est donc à retirer ou à corriger rapidement.
- Les liens malades : La fonction de vérification n'arrive pas à obtenir les informations permettant de savoir si le lien est valide, le serveur hébergeant la page est saturé. Une vérification manuelle est nécessaire.
- Les liens déplacés : Ce sont des liens qui mènent bien à la page souhaitée mais qui passent par une redirection. On va retrouver dans cette catégorie les URL raccourcis. Dans certains cas, il est préférable de remplacer ces liens par leur redirection.
- Les liens valides : les liens fonctionnent, c'est parfait !



Illustration 3 : Extrait de la page LinkCheck du SIGES présentant les résultats d'une vérification des liens

### 2.3. AMELIORATION DES LIENS VERS LA DOCUMENTATION

Le catalogue de recherche bibliographique du SIGES, disponible sous l'onglet « Catalogue » du module « Consultation des données » (cf. Illustration 4) permet de rechercher des rapports BRGM concernant la thématique « eaux souterraines » et la région Centre-Val de Loire.



Illustration 4 : Accès à la recherche bibliographique du module de Consultation des données

Une possibilité d'amélioration de ce catalogue a été étudiée par la Direction des Systèmes d'Information du BRGM durant la phase 2 du projet, afin de permettre également la recherche de références bibliographiques provenant des partenaires du projet. Parmi eux, seules les Agences de l'Eau disposent d'un catalogue bibliographique interopérable en ligne ; c'est donc tout naturellement que les tests ont été effectués à partir de la documentation de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne (<http://oaidoc.eau-loire-bretagne.fr>).

Plusieurs échanges ont eu lieu en 2015 entre les informaticiens du BRGM et de l'Agence de l'Eau, pour permettre la mise en place du moissonnage des références bibliographiques de l'Agence par le catalogue bibliographique du SIGES, via le protocole OAI-PMH (cf. [https://fr.wikipedia.org/wiki/Open\\_Archives\\_Initiative\\_Protocol\\_for\\_Metadata\\_Harvesting](https://fr.wikipedia.org/wiki/Open_Archives_Initiative_Protocol_for_Metadata_Harvesting)). Bien que ce protocole soit très répandu, il présente quelques limites, notamment le fait de ne pas pouvoir paramétrer de filtres. La documentation de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne étant très dense (5675 références), il était essentiel de pouvoir filtrer les résultats pour ne récupérer que les documents en rapport avec le SIGES.

Un outil intermédiaire permettant de faire des filtres était donc nécessaire pour aller plus loin dans cette étude de faisabilité. Un tel outil, nommé « ProxyOAI », ayant déjà été développé par le BRGM dans le cadre du Portail de l'Environnement, il a été décidé de l'utiliser pour le SIGES à des fins de mutualisation des développements informatiques. A partir de cet outil, des filtres ont été mis en place sur le mot clé « hydrogéologie », sur la région Centre-Val de Loire, et également sur le producteur des références afin de ne pas avoir de doublons avec celles déjà présentes dans la base de documentation du BRGM (par exemple dans le cas d'études cofinancées par l'Agence de l'Eau et le BRGM).

Au final, les tests effectués ont permis de moissonner 41 références de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne. Pour permettre une identification rapide des documents recherchés depuis le SIGES, le tableau de résultats de l'onglet « Catalogue » du module « Consultation des données » a été amélioré en y ajoutant 2 colonnes afin d'afficher le type de référence (rapport, étude, thèse) et le producteur (BRGM ou AELB). Néanmoins, cette nouveauté n'est pas encore disponible en ligne : la mutualisation de l'outil ProxyOAI nécessite une synchronisation entre les projets SIGES et Portail de l'Environnement. Celle-ci devrait avoir lieu durant le 2<sup>ème</sup> semestre de l'année 2016.

## **2.4. MISE A JOUR DU LOG GEO-HYDROGEOLOGIQUE**

Le log géo-hydrogéologique régional est un outil de consultation de l'espace cartographique qui permet de visualiser les profondeurs et épaisseurs des grands aquifères et les entités hydrogéologiques (BD LISA) associées.

La couche affichée correspond à une grille, constituée de mailles de 500 m par 500 m, qui renvoie vers un log représentatif du sous-sol en cliquant dans une maille (cf. Illustration 5).

Suite à l'évolution du référentiel hydrogéologique BD LISA (diffusion de la version v1), une mise à jour du log géo-hydrogéologique a été faite en septembre 2015.

De plus, un développement informatique a été réalisé dans le cadre de la phase 2 du projet afin de permettre une impression de ce log, sous forme papier par exemple. Cette amélioration a été mise en ligne fin 2015.

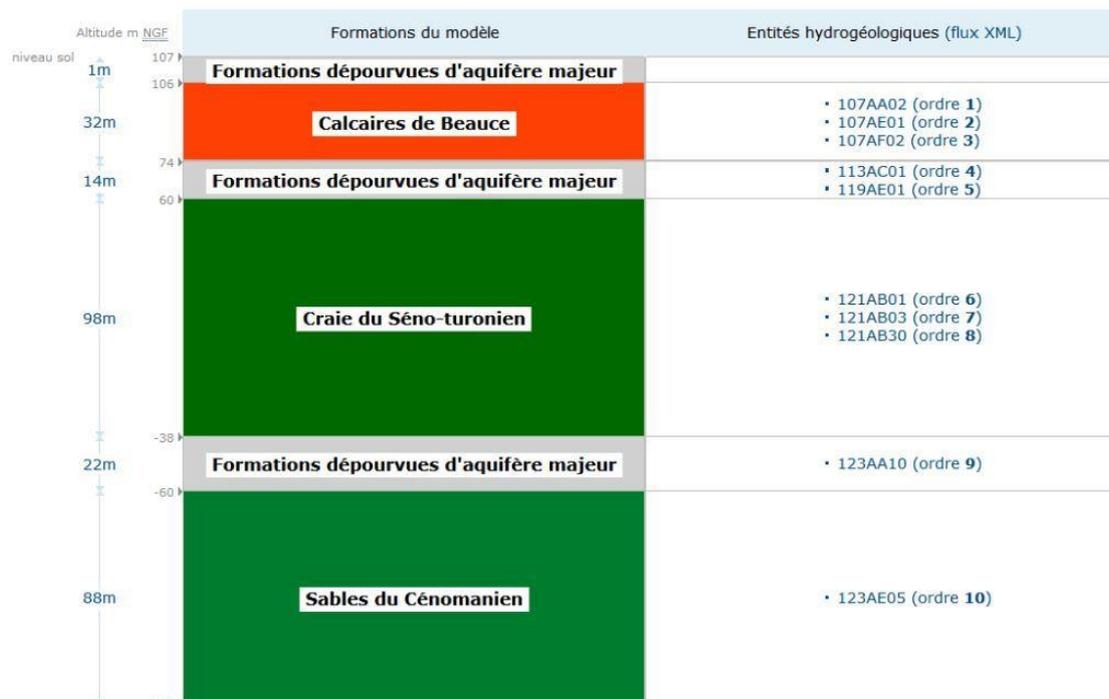


Illustration 5 : Extrait du log géo-hydrogéologique, à Blois (41)

### 3. Contenu ajouté au site web, par thématique

Durant la phase 2, de nombreuses rubriques ont fait l'objet de compléments et d'ajout de nouveaux articles.

A noter, le site est devenu SIGES Centre-Val de Loire en 2015 suite au changement de nom de la région. Les logos des partenaires et les références à la région dans les articles ont également été mis à jour.

#### 3.1. GEOLOGIE

La rubrique dédiée à la géologie a fait l'objet de quelques mises à jour :

- Ajout de photos dans l'article dédié aux principales formations géologiques : calcaire de Beauce, alluvions, faluns de Touraine, etc. ;
- Réalisation d'une nouvelle vidéo d'un forage effectué en région Centre-Val de Loire. Il s'agit d'un piézomètre mis en place à Issoudun dans le cadre du réseau piézométrique régional. Cette vidéo remplace une précédente vidéo de forage, dans l'article « les étapes d'un forage en vidéo », et elle a été mise en ligne en juin 2015.



*Illustration 6 : photo d'un affleurement de calcaires de Beauce (© BRGM - Damien Salquèbre)*

## 3.2. HYDROGEOLOGIE

Parmi les travaux réalisés, la réalisation d'une nouvelle vidéo/animation spécialement dédiée au grand public et l'inventaire des données de traçages hydrogéologiques ont constitué des tâches majeures dont les résultats ont abouti en 2016 et ont permis d'enrichir la rubrique *hydrogéologie*.

### 3.2.1. Animation vidéo

D'une durée d'un peu plus de 5 minutes, et destinée au grand public, cette vidéo a été réalisée pour le SIGES Centre-Val de Loire. L'objectif de cette vidéo était de faire comprendre ce que sont les nappes souterraines, à des personnes qui n'ont pas de connaissances en géologie et en hydrogéologie.

Intitulée « à la découverte des nappes d'eau souterraine », il s'agit d'une animation qui permet de visualiser les principaux contextes hydrogéologiques de la région, grâce à des vues cartographiques, des vues en coupe, et des schémas explicatifs.

La rédaction du script a été réalisée par le BRGM, par l'hydrogéologue de la direction régionale Centre en concertation avec les partenaires du projet, au printemps 2015. La réalisation d'esquisses des différents contextes géologiques et hydrogéologiques a été réalisée par un géologue du BRGM (A. Genna).

Un prestataire spécialisé en supports multimédia a ensuite été missionné à l'issue d'une consultation à l'été 2015. Il s'agit de Thinkovery, une agence basée à Nantes, et qui a réalisé l'animation, en se basant sur les esquisses et le script préétablis. Ce travail a également fait l'objet de nombreux échanges et ajustements et ont permis d'aboutir en fin d'année 2015.

Cette animation vidéo a été ajoutée en page d'accueil de la rubrique hydrogéologie du site. Mise en ligne en janvier 2016, elle a déjà été vue plus de 1000 fois à fin mai 2016.

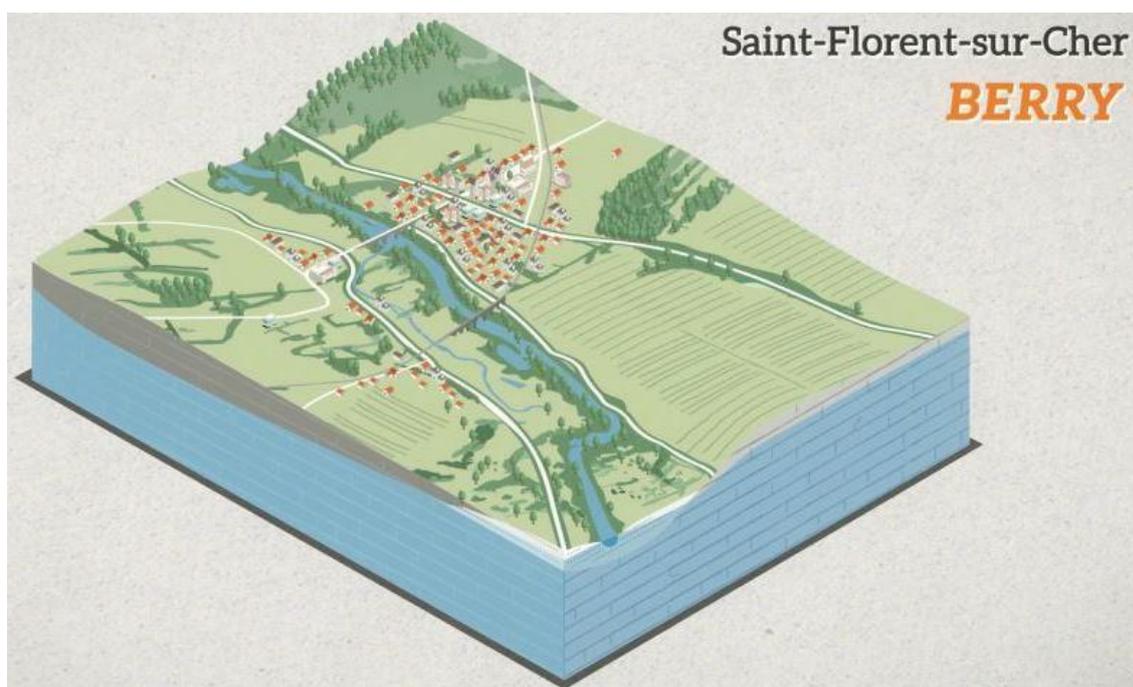


Illustration 7 : extrait de la vidéo/animation « à la découverte des nappes d'eau souterraine »

### 3.2.2. L'inventaire des traçages

*Le détail du déroulement de cette tâche est présenté par le rapport BRGM/RP-65895-FR.*

Le projet a eu pour objet de réaliser l'inventaire historique et la bancarisation des traçages réalisés en région Centre-Val de Loire. Il s'agit de constituer une base de données répertoriant les caractéristiques des traçages réalisés (point d'injection, restitution ou non du traceur aux points de suivi, temps de transfert, etc.) et une mise à disposition sur le SIGES Centre-Val de Loire. Il a bénéficié de la participation technique de CETRAHE (Université d'Orléans).

Un traçage hydrogéologique est une opération qui consiste à injecter un produit de nature et de quantité connues en un point de la nappe pour tenter de le repérer en un ou plusieurs points (généralement) éloignés. Il est pratiqué dans l'objectif d'améliorer la connaissance du milieu souterrain afin de mieux protéger la ressource. Ainsi, le traçage permet d'évaluer le parcours et le temps que mettrait une pollution accidentelle pour parvenir en un point stratégique (captage, cours d'eau, écosystème...).

Une synthèse des traçages en milieu karstique avait été réalisée pour la région Centre-Val de Loire en 2000 (Lepiller, 2000<sup>1</sup>). Une enquête a été réalisée, entre avril 2014 et le début de l'année 2016, afin d'actualiser cet inventaire. En avril 2016, ce sont 118 nouveaux traçages qui ont été répertoriés et qui s'ajoutent aux 189 traçages identifiés en 2000, soit un total de 307 traçages hydrogéologiques répertoriés en région Centre-Val de Loire.

Une bancarisation des données de traçages de la région Centre-Val de Loire a été réalisée et a bénéficié d'une démarche nationale. En effet, la création d'une application de saisie harmonisée, nommée BD Traçages, et son site d'accompagnement, a été menée par le BRGM conjointement avec les programmes des SIGES Midi-Pyrénées et Aquitaine.

Comme le développement de la BD Traçages s'est déroulé entre 2014 et 2016, la saisie des données de l'inventaire régional Centre-Val de Loire a dû être réalisée, de manière intermédiaire, dans une base de données locale (Microsoft Access). Les données de la base locale ont ensuite été migrées vers la BD Traçages lorsque celle-ci a été diffusée, en mai 2016.

Des services web cartographiques ont été développés pour faciliter la visualisation des traçages, depuis l'espace cartographique du SIGES Centre-Val de Loire :

- Les points d'injection ;
- Les points de surveillance ;
- Les « trajets » des traçages (positifs et négatifs).

Les différents objets cartographiques sont « cliquables » et renvoient vers des fiches de consultation publiques générées par la BD Traçages.

La mise à disposition publique de ces données doit permettre une appropriation des résultats par tous. Elle doit faciliter la valorisation de ces informations très utiles sur la connaissance des écoulements d'eau souterraine, en particulier en domaine fissuré/karstique.

Ces informations viennent donc compléter les autres éléments d'information sur l'hydrogéologie de la région Centre-Val de Loire, accessibles sur le SIGES. En matière de connaissance des écoulements des eaux souterraines (sens d'écoulement, vitesse, etc.), elles viennent

---

<sup>1</sup> Lepiller M. (2000) - Inventaire des circulations souterraines reconnues par traçage en région Centre. 192 p.

notamment compléter les cartes piézométriques, visualisables elles aussi sur l'espace cartographique du site.

Afin de pérenniser cette démarche, les éléments nécessaires à une déclaration et une bancarisation des futurs traçages hydrogéologiques ont été mis en œuvre :

- Sur le SIGES Centre-Val de Loire (<http://sigescen.brgm.fr>) : un article indique les consignes pour la déclaration et la bancarisation des données de (futurs) traçages, et renvoie vers la BD Traçages ;
- La BD Traçages est constituée d'une application de saisie (<https://bdtracages.brgm.fr/application/>), à laquelle les producteurs de données pourront se connecter avec un identifiant, et un site web d'accompagnement (<https://bdtracages.brgm.fr/>) qui apporte des informations complémentaires sur la procédure à suivre.

L'implication de l'ensemble des acteurs du domaine de l'eau en région, et en particulier des opérateurs en charge de traçages (bureaux d'études, université, associations, etc.), est indispensable pour maintenir une base de données actualisée et de qualité.



▽ Point d'injection    ● Point de surveillance    — Traçage positif    - - - Traçage négatif

Illustration 8 : Extrait de l'espace carto du SIGES Centre-VdL – exemple d'un traçage à Aubinges (18)

### 3.2.3. Mise à jour des fiches de synthèse hydrogéologique

Des fiches synthétiques ont été réalisées à l'issue de la phase 1 du projet SIGES. Elles regroupent les principales informations sur les eaux souterraines de la région à l'échelle des entités de niveau 2 du nouveau référentiel BD LISA.

Tout en conservant le format de ces fiches, une mise à jour a été réalisée, avec des compléments relatifs à :

- la surface de l'entité, et la surface de la partie affleurante ;
- l'occupation des sols (d'après Corine Land Cover) ;
- dans certains cas, l'ajout d'éléments sur le fond géochimique, ou sur les résultats de traçages hydrogéologiques en domaine fissuré/karstique ;
- la mise à jour de chroniques piézométriques illustrant certaines fiches ;
- la mise à jour des contours des entités, suite à la diffusion de la version v1 du référentiel BD LISA.

Au total, 47 fiches synthétiques sont ainsi accessibles via la page d'accueil de la rubrique hydrogéologie, ainsi que dans la sous-rubrique dédiée au référentiel BD LISA.

### 3.2.4. Nouvel article : modélisations hydrogéologiques

Une nouvelle sous-rubrique, dédiée aux modélisations hydrogéologiques, a été créée en avril 2016.

La finalité d'un modèle est de représenter schématiquement une entité ou un processus réel dans le but de comprendre et d'expliquer son fonctionnement mais également de prévoir son comportement. En hydrogéologie, la modélisation numérique s'applique à retranscrire, à l'aide d'un programme informatique, l'écoulement des eaux souterraines et, éventuellement, la migration de polluants dans un système aquifère.

[Deux articles](#) ont été mis en ligne, afin de présenter d'une part les principes et méthodes des modèles, et d'autre part les modèles existants en région Centre-Val de Loire.

### 3.2.5. Nouvelle rubrique : relations nappes-rivières

Dans les zones de plaine, les cours d'eau sont très liés aux nappes d'eau souterraine. En effet, le lit du cours d'eau est généralement composé d'alluvions perméables (sables, graviers, etc.) sur une épaisseur de quelques mètres à 10 m maximum en région Centre-Val de Loire. Ce réservoir alluvial contient une nappe souterraine, dite « nappe alluviale ».

En période de crue, la nappe alluviale est alimentée par les eaux de la rivière. A l'inverse, en période d'étiage, ce sont les eaux de la nappe qui s'écoulent vers la rivière. La nappe joue donc un rôle majeur pour qu'il y ait encore de l'eau dans la rivière même s'il n'y a pas eu de pluie depuis plusieurs semaines !

Un [1<sup>er</sup> article](#) explique les mécanismes des relations nappes-rivières, et un [2<sup>ème</sup> article](#) fait l'objet sur les connaissances disponibles au niveau régional.

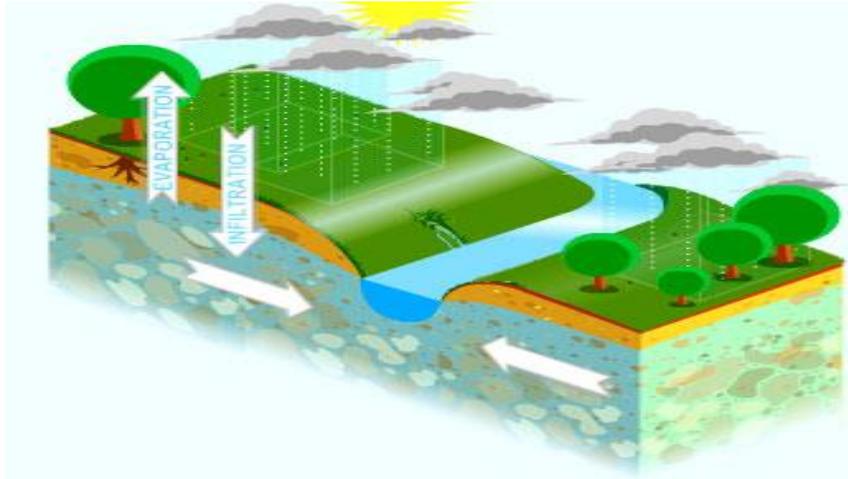


Illustration 9 : représentation schématique des relations nappes-rivières

### 3.2.6. Mise à jour d'articles

Parmi les mises à jour réalisées dans les articles de la rubrique hydrogéologie, on peut noter l'ajout d'une vidéo « l'eau au cœur de la Beauce » dans la sous-rubrique dédiée à la nappe de Beauce. Cette vidéo a été réalisée par Centre Sciences, avec les interventions de Damien Salquèbre, ingénieur hydrogéologue au BRGM et Frédéric Verley hydrogéologue à la DREAL Centre-Val de Loire.

L'article dédié au référentiel BD LISA a été mis à jour suite à la diffusion de la version v1 du référentiel en 2015. Le tableau multi-échelles ainsi que les liens vers les informations (rapports, site web) ont notamment été mis à jour. De plus, les couches cartographiques de la BD LISA ont été mises à jour sur l'espace cartographique.

*NB : une aide en ligne, dédiée à l'espace cartographique, a été réalisée en 2015.*

## 3.3. QUANTITE

### 3.3.1. Nouvelles cartes piézométriques

Des cartes piézométriques supplémentaires ont été ajoutées à l'espace cartographique du SIGES Centre-Val de Loire :

- Val d'Orléans : cartes piézométriques réalisées en 1966, en période de basses eaux (sept-oct 1966) et de hautes eaux (nov. 1966), avec distinction de l'aquifère des alluvions de celui des calcaires de Beauce sous-jacents. Ces cartes ont nécessité une numérisation préalable ;
- Beauce : piézométrie non synchrone de la période 1966-68. Cette carte a nécessité une numérisation préalable ;
- Craie du Séno-turonien, pour le département de l'Eure-et-Loir (mise à disposition par le Conseil Départemental 28) : basses eaux en août 2005, hautes eaux en juillet 2002, basses eaux en juillet 1994 (ouest et est de l'Eure) et en septembre 1994 (secteur Avre-Blaise) ;
- Nappe des silex : réalisée en 1987 dans le secteur d'Aubigny-sur-Nère (18).

Chaque carte piézométrique est caractérisée par les isopièzes, c'est-à-dire par les lignes d'égal potentiel, ou charge hydraulique. Cela correspond au toit du niveau de la nappe, ce qui permet d'en déduire le sens d'écoulement (cf. Illustration 10).

L'ensemble des cartes piézométriques dispose de métadonnées à jour, et d'un lien – depuis l'espace cartographique – vers [l'article du SIGES](#) dédié aux cartes piézométriques. Cet article permet notamment d'accéder aux rapports des campagnes piézométriques lorsqu'ils sont disponibles.

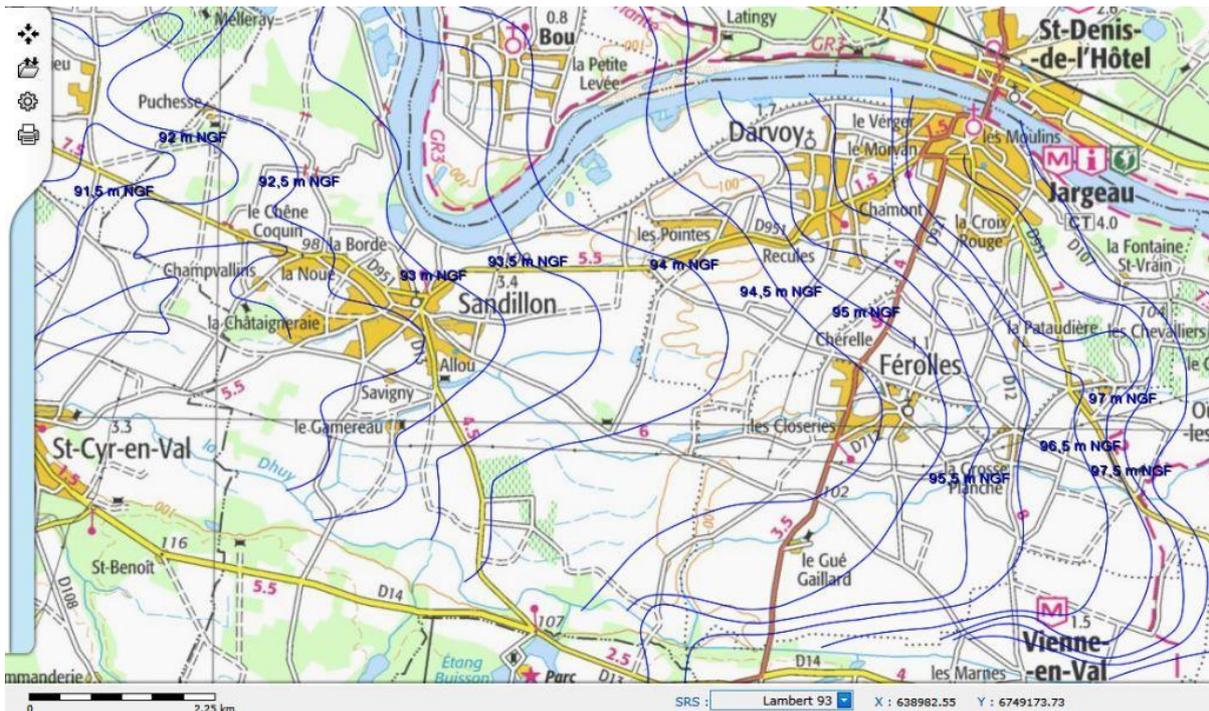


Illustration 10 : extrait de l'espace carto du SIGES – piézométrie 1966 dans le Val d'Orléans (calcaires, hautes eaux, fond IGN)

### 3.3.2. Nouvel article : pompages d'essai

« Quel débit d'eau pourra fournir un nouveau forage ? » La réponse à cette question est attendue rapidement par les maîtres d'ouvrage pour confirmer ou adapter leur projet d'alimentation en eau, de programmer les investissements et les aménagements liés à cette nouvelle production d'eau : pompe, tuyau, alimentation électrique.

C'est après l'exécution et l'interprétation d'un essai de puits et de nappe que ce débit sera estimé. [Un article](#) a été réalisé afin d'apporter les principales informations sur les **pompages d'essai**, à destination des acteurs du domaine de l'eau (collectivités, services de l'état, etc.). Il a été mis en ligne en avril 2016.

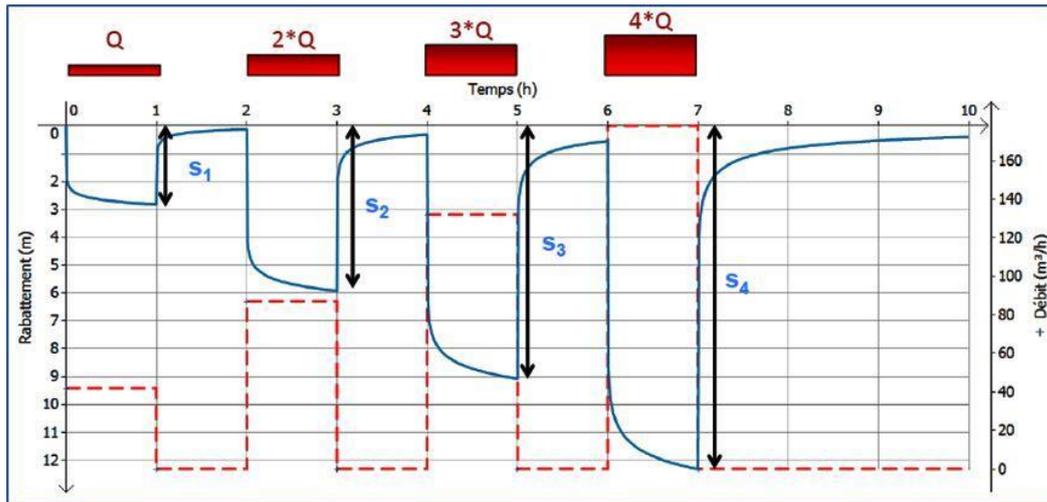


Illustration 11 : essai de puits – exemple de paliers de débit

### 3.3.3. Mises à jour d’articles

Une mise à jour de l’[article](#) dédié aux **NAEP** – Nappes à réserver à l’Alimentation en Eau Potable – du bassin Loire-Bretagne a été effectuée début 2016. De plus, les contours des NAEP ont été mis en ligne sur l’espace cartographique.

On peut noter par ailleurs l’article sur l’état des lieux quantitatif des masses d’eau souterraines, mis à jour en 2016, suite à l’approbation des nouveaux SDAGE 2016-2021.

### 3.4. QUALITE

Dans cette rubrique, on peut noter l’[article](#) sur l’état des lieux qualitatif des masses d’eau souterraines, mis à jour en 2016, suite à l’approbation des nouveaux SDAGE 2016-2021.

### 3.5. VULNERABILITE

#### 3.5.1. Rubrique dédiée à la remontée de nappe

Cette rubrique a été mise à jour, avec la création de nouveaux articles, avec une « explication du phénomène » de remontée de nappe, ainsi qu’un [article](#) sur des travaux réalisés sur le Val d’Orléans.

Lorsque des évènements pluvieux exceptionnels surviennent, dans une période où la nappe est d’ores et déjà en situation de hautes eaux, une recharge exceptionnelle s’ajoute à un niveau piézométrique déjà élevé. Le niveau de la nappe peut alors atteindre la surface du sol. La zone non saturée est alors totalement envahie par l’eau lors de la montée du niveau de la nappe : c’est l’inondation par remontée de nappe.

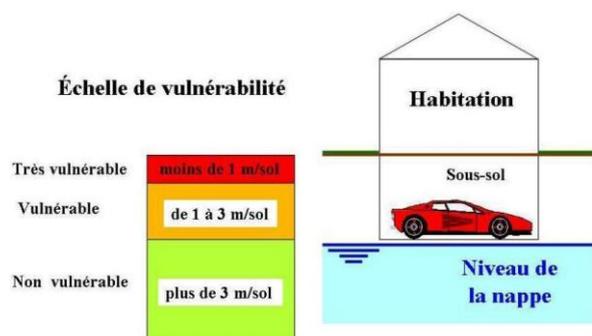


Illustration 12 : schéma du risque de remontée de nappe (d'après le rapport BRGM/RP-57215-FR)

### 3.5.2. Nouvel article sur le changement climatique

La communauté scientifique s'accorde sur l'existence d'un changement climatique en cours à l'échelle du globe, mais quel est l'impact potentiel pour les eaux souterraines en région Centre-Val de Loire ?

Ce nouvel [article](#), réalisé en 2015, fait le bilan des données scientifiques connues et apporte des éléments de réponse à cette question.

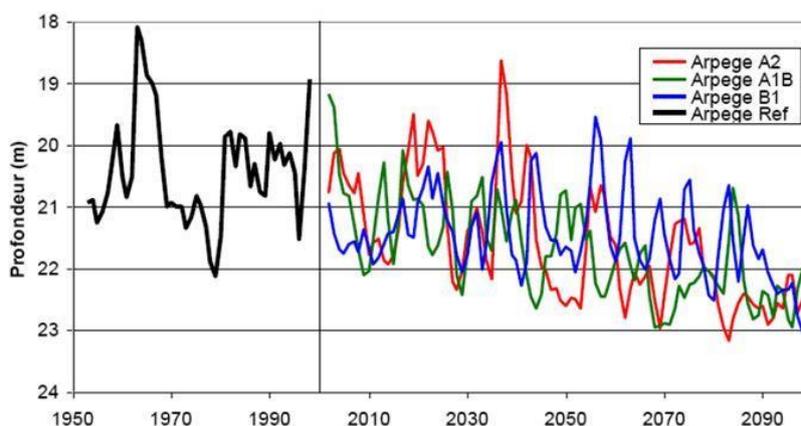


Illustration 13 : exemple de scénarios d'évolution prévisionnelle d'une nappe libre, à proximité de Tours (Modélisation EROS)

## 3.6. PRESSIONS/USAGES

Cette rubrique a fait l'objet de quelques mises à jour.

On peut citer notamment la mise à jour de la page d'accueil, avec l'ajout d'un lien vers le site de la **BNPE** - Banque Nationale des Prélèvements quantitatifs en Eau. Ce site web, qui constitue l'outil national dédié aux prélèvements sur la ressource en eau, a été mis en ligne au début de l'année 2015.

La sous-rubrique dédiée aux collectivités a été réorganisée, avec l'ajout d'un lien vers le site de de l'ARS Centre-Val de Loire.

L'ajout du fond cartographique d'occupation des sols CORINE Land Cover a par ailleurs été ajouté à l'espace cartographique du SIGES.

### 3.7. LEGISLATION

L'ensemble de la rubrique dédiée à la législation a été mise à jour, grâce à un travail de veille réglementaire effectuée par le BRGM.

Les mises à jour ont été réalisées au printemps 2016, et portent principalement sur :

- L'[article](#) « Un forage : quelles démarches ? » : initialement destiné aux particuliers, des informations ont été ajoutées pour les autres usages, avec des éléments sur les forages géothermiques de minime importance (décret n°2015-15 du 08/01/15) ;
- Les articles « pour en savoir plus » des sous-rubriques « Europe » et « France », qui ont été restructurés, avec l'ajout de références à des directives de 2014 et 2015 par exemple. Quelques publications récentes (ONEMA, Eaufrance, Gest'eau) ont également été indiquées ;
- Des informations sur la compétence de gestion des milieux aquatiques et prévention des inondations (GEMAPI) dans la sous-rubrique dédiée aux communes ;
- Des informations sur la mise en place des organismes uniques de gestion collective (OUGC) dans la sous-rubrique dédiée aux Sous-bassins/aquifères.

### 3.8. BIBLIOGRAPHIE

Pour rappel les références bibliographiques du BRGM sont consultables via la page de consultation des données dans [l'onglet Catalogue](#), en saisissant un mot clé.

#### 3.8.1. Synthèse bibliographique

Un travail de synthèse bibliographique a été réalisé début 2015 afin de compléter les principales références bibliographiques connues, et indiquées sur le SIGES Centre-Val de Loire.

Ce travail a donné lieu à une vérification des rapports publics du BRGM, ainsi qu'une consultation des archives des partenaires.

Cette synthèse a permis d'identifier de nouvelles études, thèses ou autres documents, et a servi de base de travail pour l'article dédié à la bibliographie principale par aquifère.

#### 3.8.2. Documents scannés

A l'issue de la synthèse bibliographique, plusieurs documents publics d'intérêt (rapports d'études, thèses...) et uniquement disponibles au format papier ont été identifiés.

Au total, 21 documents ont été sélectionnés et validés en comité de pilotage du projet (cf. annexe 1). Ces documents ont été scannés et certains ont été mis en ligne sur le site web du SIGES.

### 3.8.3. Mise à jour de la rubrique biblio du SIGES

Une mise à jour de la rubrique « bibliographie » a été effectuée en 2015, avec une mise à jour de l'article sur les « références bibliographiques choisies », et un nouvel article dédié à la « bibliographie principale par aquifère ».

### 3.9. ACTUALITES

La mise à jour régulière des actualités a été poursuivie entre 2014 et 2016, de même que durant la phase 1 du projet (2010-2012).

Il s'agit d'une mise en ligne d'informations sur les nouveautés du site (nouvel article, couches cartographiques...), et parfois d'informations sur les événements régionaux en lien avec les eaux souterraines.

Pour la période 2014-2016, environ 20 actualités ont été publiées.

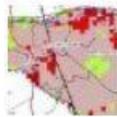
#### Actualités



#### **Inventaire et bancarisation des données de traçages**

25 mai 2016

Un traçage hydrogéologique artificiel est une « procédure expérimentale visant à rendre apparent et observable le déplacement réel de l'eau souterraine dans un aquifère [En savoir plus](#)



#### **Nouvel article dédié aux modélisations hydrogéologiques**

22 avril 2016

Un nouvel article vient d'être publié sur les modélisations hydrogéologiques : quels sont les principes et méthodes de la modélisation ? quels sont les principaux modèles [En savoir plus](#)



#### **Vidéo/animation : à la découverte des nappes souterraines**

22 mars 2016

Dans le cadre du SIGES Centre-Val de Loire, une vidéo destinée à un large public a été mise en ligne : il s'agit d'une animation pour comprendre comment l'eau s'écoule [En savoir plus](#)

Illustration 14 : captures d'écran de la page d'accueil – actualités du SIGES Centre-Val de Loire (au 31/05/16)



## 4. Communications

Durant cette phase 2 du projet SIGES Centre-Val de Loire, les principales démarches prévues en termes de communication sont des interventions auprès des étudiants de Polytech Orléans, et de l'ordre des architectes. Par ailleurs, afin d'informer sur les actualités du site, plusieurs courriels ont été transmis aux acteurs de l'eau de la région Centre-Val de Loire. Ils ont été transmis en mars 2015, janvier 2016, avril et mai 2016.

### 4.1. PRESENTATION A POLYTECH'ORLEANS

La démarche a été initiée afin de faire connaître le SIGES Centre-Val de Loire auprès de l'Université d'Orléans et de ses étudiants.

Une intervention a pu être réalisée en avril 2015 auprès des étudiants de la spécialité génie civil et environnement de Polytech'Orléans, dans le cadre du cursus des cours d'hydrogéologie. La présentation a été focalisée sur l'hydrogéologie régionale, à travers les rubriques du SIGES.

Elle a pu être renouvelée en mars 2016, en salle informatique, ce qui a permis aux étudiants de tester le site lors de la présentation, et faire des exercices de recherche de données sur les nappes souterraines de la région.

### 4.2. INTERVENTION A L'ORDRE DES ARCHITECTES

Grâce à l'intérêt manifesté par l'ordre des architectes de la région Centre-Val de Loire à l'occasion d'une rencontre fin 2015, une journée de sensibilisation aux eaux souterraines auprès des architectes a pu être organisée en 2016.

L'objectif était de sensibiliser les maîtres d'œuvre à la prise en compte des eaux souterraines en amont des projets de construction et d'aménagement. Le pôle de compétitivité S2E2 (Gestion des énergies électrique et thermique) envisageait également une action sur l'intérêt de la géothermie dans les projets de construction et d'aménagement à destination du même public, ce qui a permis de mener une démarche commune.

Cette journée s'est déroulée le 5 avril 2016, au Conseil Régional de l'Ordre des Architectes Centre-Val de Loire (CROA Centre-Val de Loire), à Orléans. Au total, environ 20 cabinets d'architectes étaient présents à cette présentation, qui a suscité de nombreuses questions et d'échanges tout au long de la journée.



*Illustration 15 : photo de la journée à l'ordre des architectes le 05/04/16*



## 5. Conclusion

Le SIGES Centre-Val de Loire est un site web qui vise à mutualiser et diffuser les informations sur les eaux souterraines de la région.

La phase 1 du projet (2010-2012) avait permis de créer le site, avec l'essentiel de son architecture et l'essentiel des articles.

Cette 2<sup>ème</sup> phase de projet (2014-2016) a permis de pérenniser le site qui confirme sa vocation de portail public d'accès aux informations sur les nappes de la région Centre-Val de Loire. Les statistiques de consultation confirment l'intérêt du site, dont la fréquentation atteint 3000 visites par mois en 2016.

Cette phase 2 a permis de poursuivre l'alimentation du site avec de nouvelles informations (articles, couches cartographiques), de nouvelles fonctionnalités (détection des liens défectueux, log géo-hydrogéologique), et de maintenir le site actif avec les actualités et les mises à jour régulières.

Parmi les nouvelles informations, l'animation vidéo « à la découverte des nappes souterraines » et l'inventaire des traçages hydrogéologiques de la région sont à noter tout particulièrement. Ils ont constitué des tâches majeures dont les résultats ont permis d'enrichir le site, que ce soit pour des internautes « experts » (données de traçages) ou pour le grand public (animation vidéo).

D'ores et déjà, des réflexions ont été engagées avec les partenaires du projet (agences de l'eau, Conseil régional, DREAL Centre et BRGM), afin d'envisager une phase 3 du projet SIGES Centre-Val de Loire.

En effet, des mises à jour seront nécessaires afin de maintenir le site actif (actualités, base de données des traçages, hébergement du site, etc.). De plus, des besoins d'informations complémentaires ont été identifiés. On peut citer notamment le log géo-hydrogéologique (modélisation du Dogger), ou encore la bancarisation des paramètres hydrodynamiques des nappes, dont les données issues de pompages d'essai sont dispersées au sein de rapports d'étude et de comptes rendus de travaux.



## **Annexe 1**

### **Liste de documents bibliographiques (études, thèses) scannés dans le cadre de la phase 2 du SIGES**



Aquifères	Année	Titre	Auteurs	Type
Beauce	1975	Beauce - Atlas hydrogéologique – Notice, synthèse, index.	Deprez N., Megnier C., et al.	Rapport
Beauce	1987	Les exutoires Sud de l'aquifère des calcaires de Beauce : Evaluation des flux de nitrates et phosphates apportés à la Loire	Gonzalez R.	Rapport
Beauce	1996	Programme de protection des eaux souterraines - Etude de la recharge de la nappe de Beauce (sites de Villamblain, Trancrainville, Batilly-en-Gâtinais)	Bruand A., Courtemanche P., Darthout R., Duval O., Ould-Mohamed S., Quétin P., Raison L.	Rapport
Beauce	1996	Modélisation géochimique d'un aquifère : la nappe de l'oligocène en Beauce et l'altération des sables de Fontainebleau	Bariteau A.	Thèse
Beauce	1998	Programme de protection des eaux souterraines - Fonctionnement Hydrique des Sols et Recharge de la Nappe de Beauce (Sites de Villamblain, Trancrainville, Batilly-en-Gâtinais)	Vautier A., Cousin I., Bruand A., Nicoullaud B., Duval O.	Rapport
Beauce	1999	Etudes préalables à la réalisation d'un modèle de gestion de la nappe de Beauce - topographie des principaux exutoires de la nappe	DIREN Centre - SEMA	Rapport
Beauce	1999	Programme d'étude Beauce - Etude de la recharge de la nappe de Beauce - Esquisse cartographique des Réserves Utiles potentielles en eau des sols	Chapelier G., Duval O., Daroussin J., Couturier A., Bastet G., Roque J., Bruand A.	Rapport
Beauce	1999	Programme d'études Beauce, étude de l'alimentation naturelle de la nappe de Beauce, élaboration d'un modèle de calcul de l'infiltration efficace	NA	Rapport
Beauce	2000	Etudes préalables à la réalisation d'un modèle de gestion de la nappe de Beauce - Etat et tendance de la qualité des eaux souterraines	Antea	Rapport
Beauce - Val Orléans	1981	Le système karstique des Calcaires de Beauce sous le Val d'Orléans : étude physico-chimique et hydrométrie	Helsens Th	Thèse
Craie Séno-Turonien	1988	Synthèse des résultats de la campagne de forages de reconnaissance hydrogéologique réalisée dans la partie orientale du Loiret : Octobre 1987 - mars 1988	Lepiller M.	Rapport
Craie Séno-Turonien	1994	Les formations à silex : Définition et typologie - Impacts potentiels d'une exploitation en carrière	Charpentier A.	Rapport
Cénomaniens	1999	Agence de l'Eau Loire-Bretagne. Projet de modélisation de la nappe du Cénomaniens. Synthèse et diagnostic des connaissances de la nappe du Cénomaniens	GEO-LOG Conseil	Rapport
Jurassique	1971	Monographie hydrologique du Bassin du Cher. Quelques aspects de l'hydrogéologie karstique	Jusserand C.	Thèse
Jurassique	2006	Piézométrie de la nappe des calcaires du Jurassique supérieur du Cher et de l'Indre	Brunson F., Barridas S., Verley F.	Rapport
Trias	1998	Bilan quantitatif et qualitatif de la nappe du Trias InfraLias dans le sud-est du département de l'Indre	Boirat J.M.	Rapport
Tous	1988	Bilan des ressources en eau aptes à couvrir les besoins en irrigation - rapport général définitif	Compagnie d'aménagement des coteaux de Gascogne	Rapport
Tous	1995	Inventaire des principales nappes captives exploitées en région Centre	Le Coz, Creuzot, Schmidt, Duclos, Allès, Lafay	Rapport





Géosciences pour une Terre durable

**brgm**

**Centre scientifique et technique**

3, avenue Claude-Guillemain  
BP 36009

45060 – Orléans Cedex 2 – France

Tél. : 02 38 64 34 34 - [www.brgm.fr](http://www.brgm.fr)

**Direction régionale Centre**

3, avenue Claude-Guillemain  
BP 36009

45060 – Orléans Cedex 2 – France

Tél. : 02 38 64 31 92