

N° 4 / COLLECTION THÉMATIQUE DU SAGE

Mise à jour de la carte  
**PIÉZOMÉTRIQUE**  
DU VAL D'ORLÉANS



## AVANT-PROPOS

### LE VAL D'ORLÉANS

Le Val d'Orléans est considéré comme une vaste dépression est-ouest du lit majeur de la Loire. Il s'étend sur une longueur de 33 km (Sigloy, à l'Est, jusqu'à la confluence de la Loire avec le Loiret, à l'Ouest) et une largeur moyenne de 6 km pouvant atteindre 8 km à Sandillon. En plus de la Loire qui délimite la partie nord de ce val, les eaux de surface sont drainées par le Loiret et son affluent principal le Dhuy. La particularité de ce système karstique est la création de conduits – par dissolution des roches carbonatées sous l'action de l'eau – par lesquels les écoulements d'eau peuvent être très rapides. Les nappes sont alimentées principalement par des pertes de la Loire, en amont d'Orléans, notamment dans le secteur de Jargeau puis donnent lieu à des résurgences dont la plus connue est la source du Bouillon située dans le Parc Floral à Orléans.

#### Légende :

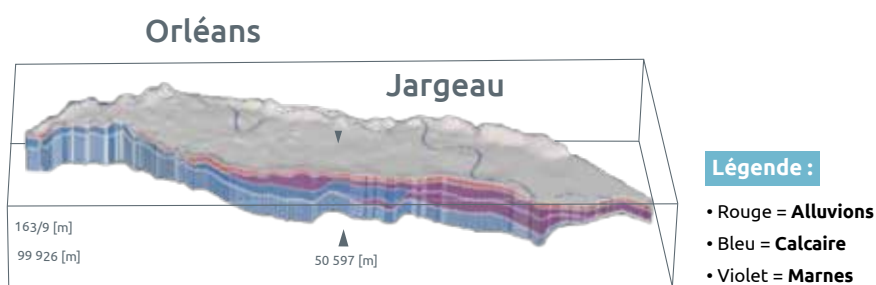
<sup>1</sup> Institut des Sciences de la Terre d'Orléans

<sup>2</sup> Nappe alluviale = nappe d'accompagnement du cours d'eau (ici la Loire) à faible profondeur

<sup>3</sup> Nappe des calcaires de Beauce = nappe souterraine séparée de la nappe des alluvions par une couche d'argile (secteur est du SAGE) ou mélangée à la nappe des alluvions (secteur ouest du SAGE).

# Historique des recherches sur LE VAL D'ORLÉANS

### Représentation 3D de la géologie du Val



Ce système karstique a fait l'objet de nombreuses recherches notamment par l'Université d'Orléans. Ainsi des traçages hydrogéologiques (injection de colorant) ont confirmé dès le début du XX<sup>e</sup> siècle (Marboutin, 1901) les circulations d'eau entre la Loire et le Loiret. Des reconnaissances spéléologiques ont par ailleurs été menées par l'association Spéléologie Subaquatique du Loiret entre 1994 et 2004.

En 2012, pour le compte de la Commission Locale de l'Eau, S. Binet, chercheur à l'ISTO<sup>1</sup>, a construit un modèle hydrogéologique d'étiage sur le Val d'Orléans en utilisant notamment la carte piézométrique réalisée par Desprez en 1966. L'objectif de cette action était de déterminer les facteurs ayant le plus d'impact sur les débits du Loiret en période d'étiage.

### Principales conclusions

- **Une baisse de 1m du fil d'eau de la Loire à la confluence avec le Loiret** provoquerait une baisse des apports d'eau souterraine vers le Loiret de 50%.
- **Les effets du pompage pour l'alimentation en eau potable (AEP) ne sont pas négligeables en période de basses eaux** puisque le

pompage peut diminuer les débits d'eau souterraine arrivant au Loiret d'environ 10%.

- **L'augmentation du niveau d'eau dans le Loiret de 10 cm diminue de 5% les débits de débordement.** Le maintien du niveau d'eau le plus bas possible permet une meilleure vidange de l'aquifère. Les débits de soutien d'étiage s'en trouvent ainsi augmentés, mais la hauteur d'eau dans la rivière sera minimale.
- **L'augmentation des pompes agricoles fait diminuer les débits qui débordent vers le Loiret de la rivière,** mais le calcul suggère qu'un doublement des prélèvements agricoles sur le Val diminue de 2% ces débits de débordement.

Le chercheur proposait également dans ses conclusions de **mettre à jour la carte piézométrique de 1966** afin d'ajuster le modèle. Le présent document de communication vise donc à exposer la méthodologie et les résultats concernant les mesures du niveau des nappes des alluvions<sup>2</sup> et des calcaires<sup>3</sup> en 2017, soit 50 ans après la première grande campagne de mesures.

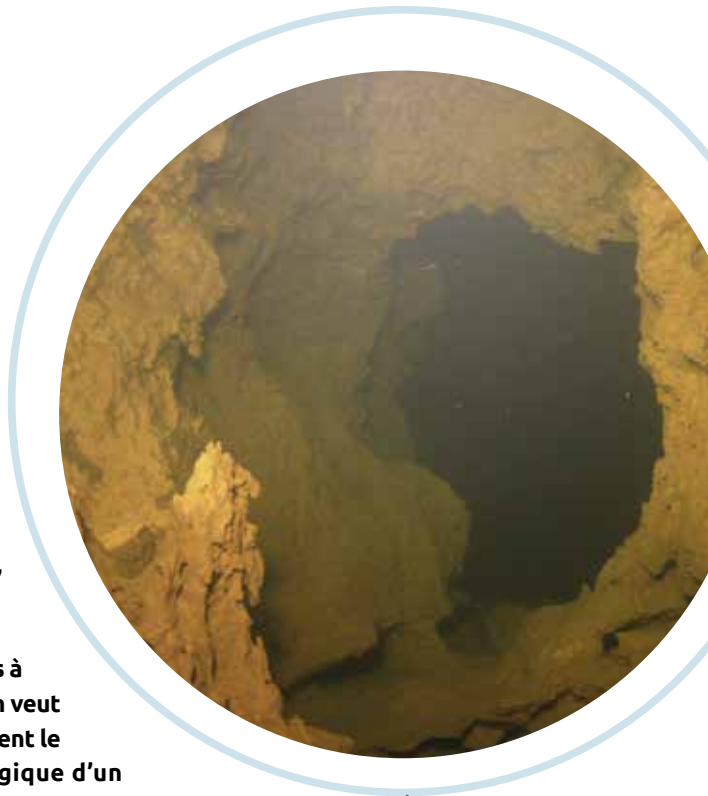
# Qu'est-ce-qu'une carte PIÉZOMÉTRIQUE ?

Les cartes piézométriques sont une retranscription cartographique de la « surface » des nappes d'eau souterraine. Elles peuvent être lues comme des cartes topographiques, les courbes de niveau (ou isopièzes) correspondant aux altitudes du toit de la nappe.

La lecture d'une carte piézométrique permet donc de connaître le niveau de la nappe, avec un degré d'incertitude variable selon la densité de points de mesure utilisés pour son établissement. Elle permet également de déterminer les sens d'écoulement de la nappe. Les niveaux sont variables au cours de l'année avec des périodes de hautes eaux, basses eaux ou moyennes eaux et fluctuent d'une année à l'autre (variations inter-annuelles).

D'une manière générale, l'usage des cartes piézométriques est très vaste et elles sont utiles à partir du moment où l'on veut connaître plus précisément le comportement hydrologique d'un aquifère ou d'une nappe en particulier.

Cavité souterraine dans les calcaires de Beauce, proche de la source du Loiret



## CHANGEMENT CLIMATIQUE



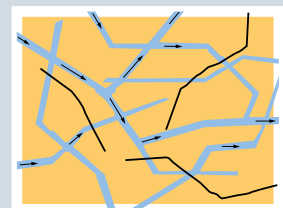
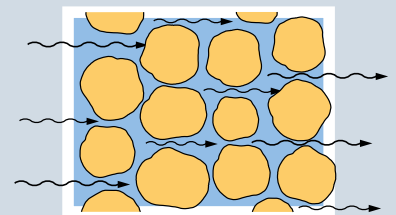
Le changement climatique aura de nombreuses conséquences sur la ressource en eau que ce soit au niveau quantité, qualité, eau potable, irrigation, assainissement, sécheresse ou encore inondation.

La connaissance de la ressource disponible et de son évolution est plus que nécessaire. Rappelons que sur le territoire du SAGE, en période d'étiage, la rivière Loiret est alimentée à 80% par les pertes de Loire. Une baisse drastique de la nappe aurait des conséquences très concrètes sur le niveau du Loiret.

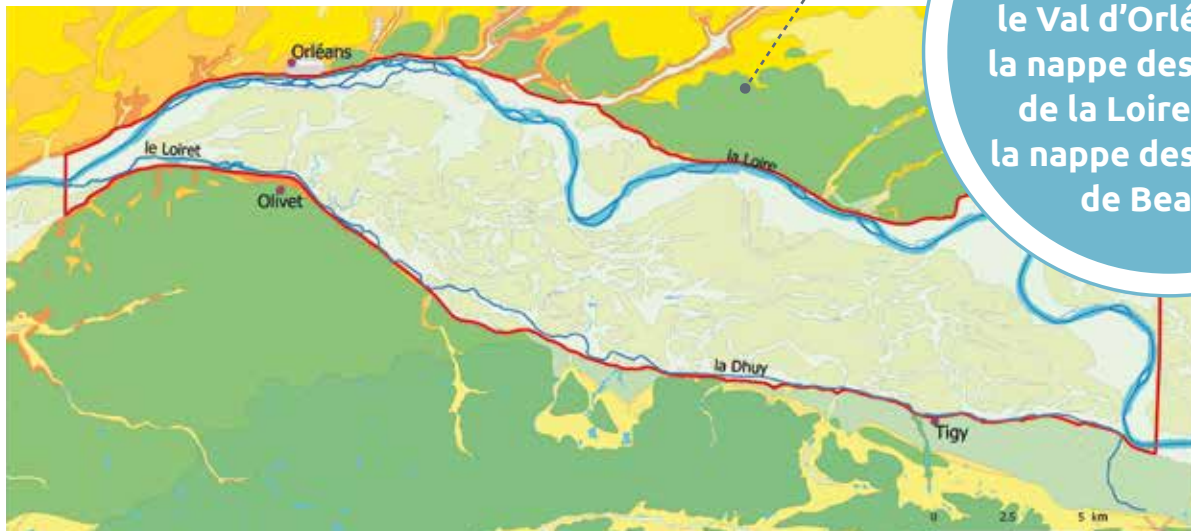
### Définitions

- **AQUIFÈRE**  
ensemble de **roches perméables** comportant une zone suffisamment conductrice pour **permettre l'écoulement et le captage** de quantité appréciables d'eau.
- **NAPPE**  
les nappes d'eau souterraine ne sont **ni des lacs ni des cours d'eau souterrains** ; il s'agit d'eau contenue dans les pores ou les fissures des roches saturées.

**Nappe = aquifère + eau**



## ZONE D'ÉTUDE



Des relevés ont été effectués dans le Val d'Orléans pour la nappe des alluvions de la Loire et pour la nappe des calcaires de Beauce.

Fond : Carte IGN (INSPIRE) et Carte géologique vectorielle (BRGM)

## MÉTHODOLOGIE

La méthodologie utilisée pour réaliser cette étude se base sur **trois étapes distinctes**.

### ÉTAPE 1 / IDENTIFICATION ET SÉLECTION DES POINTS DE MESURES

#### Création d'une banque de données

Sélection des points de mesures en **deux phases** :

- recherche **bibliographique**
- reconnaissance de **terrain**.

Pour chaque ouvrage, a été déterminée la nappe captée (alluvions ou calcaires) grâce à sa profondeur, information indispensable pour établir les cartes piézométriques.

**Les ouvrages se présentent sous différentes formes : puits, forages, piézomètres...**

Suite aux phases bibliographique et de terrain, **676 ouvrages ont été retenus pour réaliser les campagnes de mesures sur 1183 ouvrages recensés** (plus de 500 sont inutilisables pour différentes raisons : disparus ou mal positionnés essentiellement).

Avant de prendre les mesures des niveaux d'eau des différentes nappes, un point de repère a été identifié sur chaque ouvrage pour pouvoir prendre les mesures à différents moments. Ainsi une campagne topographique a été réalisée, mesurant l'altitude des repères avant les mesures piézométriques.



**676** points de mesures retenus pour réaliser les campagnes sur **228 km<sup>2</sup>**



## ÉTAPE 2 / RÉALISATION DE DEUX CAMPAGNES DE TERRAIN

Deux campagnes piézométriques ont été réalisées à l'échelle du Val d'Orléans, au droit des points de mesures sélectionnés lors de la première phase, avec, pour chaque ouvrage, la mesure du niveau de la nappe à l'aide d'un GPS différentiel à l'endroit du repère de mesure retenu.

Les cartes piézométriques sont généralement réalisées pour deux périodes clefs de l'année.

<b>1</b> Une campagne de hautes eaux	c'est-à-dire lorsque la Loire est à son niveau le plus haut donc plutôt en période hivernale/début de printemps	
<b>2</b> Une campagne de basses eaux	au moment de l'étiage, quand le niveau de la Loire est au plus bas soit après l'été en septembre	

La comparaison des deux cartes « Hautes Eaux » et « Basses Eaux » permet alors d'étudier l'évolution de la nappe entre ces deux périodes, et notamment, **l'évolution de la quantité d'eau disponible dans le sous-sol.**

## ÉTAPE 3 / RÉALISATION DES CARTES PIÉZOMÉTRIQUES

Les données récoltées sur le terrain sont converties en altitude (NGF nivellement général de la France).

Puis, **une carte piézométrique est élaborée pour chaque campagne et chaque nappe**, à partir des observations réalisées et des données acquises, recueillies et interprétées.



### + DATES DES CAMPAGNES PIÉZOMÉTRIQUES



« Hautes Eaux »

28 mars au 11 avril 2017



« Basses Eaux »

18 septembre au  
29 septembre 2017



Réalisation par **4 personnes équipées de sondes piézométriques** manuelles présentant une précision centimétrique.

Les variations des niveaux de la Loire, du Loiret, et du niveau piézométrique de la nappe des calcaires ont été faibles - compte tenu d'une faible pluviométrie durant les deux campagnes --> les données peuvent être utilisées pour la construction des cartes piézométriques

## Résultats principaux

# NAPPE DES ALLUVIONS

La nappe alluviale d'Orléans présente un écoulement orienté de l'est vers l'ouest avec quelques hétérogénéités.

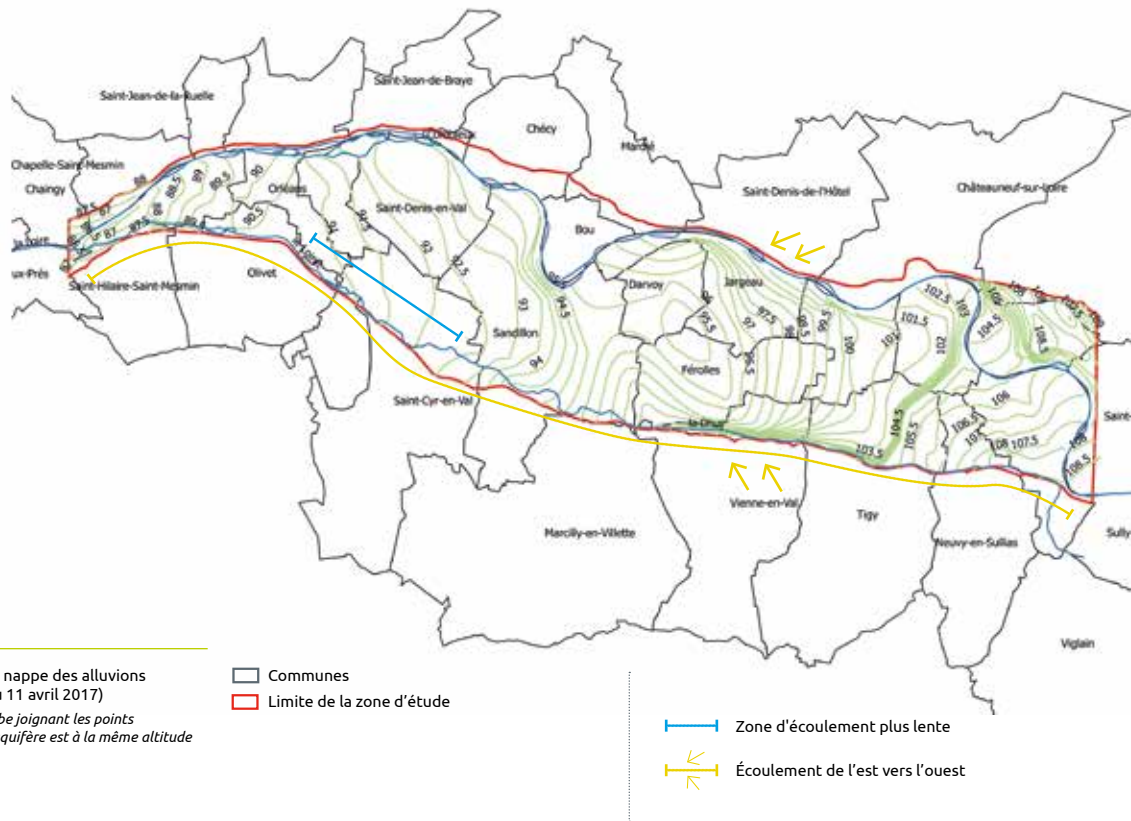
L'absence de marnes (argiles) dans le secteur de jonction des communes de Darvoy-Férolles-Jargeau ainsi que les prélèvements effectués à cet endroit entraînent un phénomène de drainage de la nappe alluviale vers la nappe des calcaires.

La pente d'écoulement devient deux fois plus faible lorsque les deux nappes se rejoignent dans les environs de Sandillon, l'eau circule donc moins vite.

**Dans les deux cas**, la nappe est drainée par la Loire à l'est et à l'ouest du val, alors que la Loire alimente la nappe en partie centrale (pertes connues entre autres vers Jargeau).



### Carte piézométrique de la nappe alluviale en période de « Hautes Eaux »



**Nombre de mesures disponibles** pour la réalisation des cartes piézométriques

	Campagne « Hautes Eaux »	Campagne « Basses Eaux »
Nappe alluviale	260	290
Nappe des calcaires	378	384
Total	638	674

# NAPPE DES CALCAIRES

## + REMARQUES

Tout comme la nappe des alluvions, la nappe des calcaires présente un écoulement orienté de l'est vers l'ouest avec des hétérogénéités.

La pente de la nappe est plus importante à l'est qu'à l'ouest.

### Vis-à-vis de la Loire, la nappe des calcaires est :

- **isolée par les marnes de l'Orléanais** de Guilly à Saint Denis en Val (environ), le niveau de la Loire étant constamment supérieur à celui de la nappe des calcaires
- **en contact avec la Loire** de Saint-Denis-en-Val à Saint-Pryvé-Saint-Mesmin
- **et de nouveau isolée** par les marnes en aval de Saint-Pryvé-Saint-Mesmin.

Les connexions ponctuelles entre la Loire et la nappe (perte de Loire) sont visibles lorsque l'on compare les cartes de hautes eaux et de basses eaux dans le rapport de l'étude.

### La comparaison de ces deux cartes permet de mettre en évidence :

- **l'influence du niveau de la Loire** sur la nappe des calcaires à Sigloy, Ouvrouer les Champs, Darvoy, Jargeau et Bou
- **un soutien de la piézométrie** de la nappe des calcaires par des écoulements en provenance du coteau solognot et de la Loire
- **des variations plus importantes** dans la partie agricole du val par rapport à la partie urbanisée.

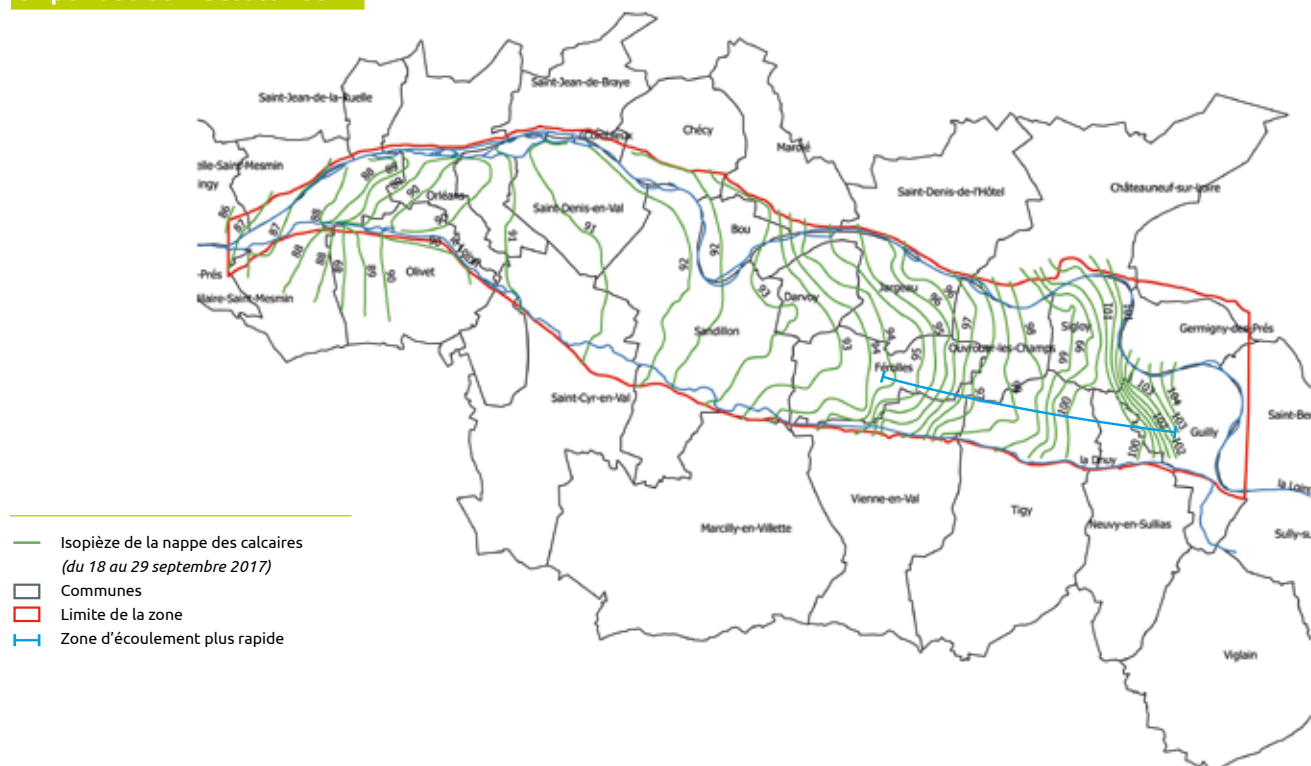
### En période de « Basses Eaux », de la source du Bouillon au Loiret public, le Loiret :

- **draine** la nappe en rive droite et **alimente** la nappe en rive gauche
- puis **alimente** la nappe (des deux côtés) jusqu'au Loiret public.

### Lien des nappes avec la rivière Loiret

Tout comme la nappe des alluvions, la relation entre le Loiret et la nappe des calcaires dépend de la position et de la hauteur des seuils des différents moulins et bassins. La différence notable avec la nappe des alluvions est due à la présence des marnes de l'Orléanais en aval du Loiret public, qui isolent la nappe des calcaires.

### Carte piézométrique de la nappe des calcaires en période de « Basses Eaux »



# ÉVOLUTION DU NIVEAU DES NAPPES DU VAL D'ORLÉANS DEPUIS 50 ANS

Malgré des différences dans les nombres de points disponibles pour chaque nappe entre les deux campagnes (1966-2017), le nombre de points reste suffisant pour décrire les deux nappes.

Grâce à une recherche dans les archives, S. Binet, chercheur à l'ISTO, est venu confirmer que la carte de 1966 a été établie sous le référentiel altimétrique Lallemand. Les conclusions de la présente étude sont les suivantes pour la campagne de basses eaux (étiage) :

- Le niveau piézométrique de la nappe alluviale du Val a baissé de près de 30 cm entre 1966 et 2017, avec une baisse légèrement plus importante autour des captages d'alimentation en eau potable du Val.
- le niveau piézométrique de la nappe des calcaires présente une baisse comprise entre 20 et 70 cm entre 1966 et 2017.

L'auteur de l'étude indique de prendre avec prudence la comparaison des cartes piézométriques des calcaires pour les hautes eaux. En effet, cela reste discutable car les deux cartes révèlent sans doute des situations transitoires, avec des niveaux plus élevés en 2017 (+20cm).



L'ensemble des éléments de l'étude est disponible sur demande et téléchargeable sur le site internet du SAGE Val Dhuy Loiret.  
[www.sage-val-dhuy-loiret.fr](http://www.sage-val-dhuy-loiret.fr)

www.goodby.fr © Crédits photos :  
Géaupole - Philippe Boismoréau - EP Loire

## N°4 / COLLECTION THÉMATIQUE DU SAGE

Date de parution : Janvier 2019

### SAGE Val Dhuy Loiret

Établissement public Loire

2 Quai du Fort Alleaume  
CS 55708

45057 ORLÉANS CEDEX

Tél. : 02 46 47 03 05

Mail : [contact@sage-val-dhuy-loiret.fr](mailto:contact@sage-val-dhuy-loiret.fr)

[www.sage-val-dhuy-loiret.fr](http://www.sage-val-dhuy-loiret.fr)

Étude réalisée par



Étude financée par



Structure porteuse du SAGE



Plaquette éditée grâce  
au soutien financier de



Établissement public du ministre  
chargé du développement durable

et des 21 communes du SAGE