



Etablissement  
Public Loire



## Rapport

# Etude préalable à une étude HMUC – Bassin versant du Loiret

Volet 4 – Elaboration d'un cahier des charges d'une  
analyse HMUC



Rapport n°A128277/version C – 8 avril 2024

Projet suivi par Charlotte THIERION – 06.24.50.50.75 – charlotte.thierion@anteagroup.fr

[www.anteagroup.fr/fr](http://www.anteagroup.fr/fr)





# Fiche signalétique

## Etude préalable à une étude HMUC – Bassin versant du Loiret Volet 4 – Elaboration d'un cahier des charges d'une analyse HMUC

CLIENT	SITE
Etablissement Public Loire	Idem
2 quai du Fort Alleaume CS55708 45057 Orléans Cedex	
Sophie DERUYVER Chargée de mission SAGE Val Dhuy Loiret Tél : 06.30.38.59.43 Mail : sophie.deruyver@eptb-loire.fr	

RAPPORT D'ANTEA GROUP	
Responsable du projet	Charlotte THIERION
Interlocuteur commercial	Alexandre CHEVALIER
Implantation chargée du suivi du projet	Implantation d'Olivet 02.38.23.23.00 secretariat.orleans-fr@anteagroup.com
Rapport n°	A128277
Version n°	C
Votre commande et date	2022BP10-02 / 24 novembre 2022
Projet n°	PDLP220554

	Nom	Fonction	Date	Signature
Rédaction	Charlotte THIERION	Ingénieur de projets	Février 2024	
Approbation Relecture qualité	Tristan BOURGEOIS	Ingénieur de projets	Février 2024	

## Suivi des modifications

Indice Version	Date de révision	Nombre de pages	Nombre d'annexes	Objet des modifications
<b>A</b>	08/02/2024	20	0	Version initiale
<b>B</b>	13/03/2024	25	0	Observations du COPIL
<b>C</b>	08/04/2024	28	0	Observations du COTECH

## Sommaire

1. Contexte de l'étude .....	6
1.1. Périmètre thématique de l'analyse HMUC .....	6
1.2. Pré-requis d'une analyse HMUC .....	6
1.3. Démarche HMUC dans le cadre du SAGE Val-Dhuy-Loiret.....	7
1.4. Synthèse des volets 1 à 3 .....	8
1.5. Objet du volet 4 de l'étude préalable .....	8
2. Cahier des charges d'une analyse HMUC .....	10
2.1. Contexte et objectif de l'étude .....	10
2.1.1. Cadre réglementaire .....	10
2.1.2. Périmètre de l'étude .....	11
2.1.3. Objectifs et allotissement de l'étude .....	11
2.1.4. Données disponibles .....	12
2.1.5. Données manquantes .....	12
2.2. Contenu de l'étude .....	13
2.2.1. Lot 1 : Etude simplifiée sur le bassin versant du Dhuy.....	13
2.2.2. Lot 2 : Etude de gestion quantitative des ressources en eau du Val d'Orléans .....	18
2.2.3. Calendrier de réalisation .....	22
2.2.4. Suivi de l'étude.....	24
3. Estimation financière.....	26

### Table des figures

Figure 1 : Localisation des zones nodales du SDAGE concernées par les dispositions 7B-2 à 5, et du SAGE Val Dhuy Loiret.....	7
Figure 2 : Périmètre du SAGE Val Dhuy Loiret.....	11

### Table des tableaux

Tableau 1 : Tableau des coûts prévisionnels des éléments du cahier des charges HMUC. ....	28
---	----

# 1. Contexte de l'étude

Les analyses HMUC sont un outil mis en place par le SDAGE Loire-Bretagne 2016-2021. Elles visent à favoriser la mise en place d'une gestion quantitative permettant d'atteindre un équilibre quantitatif de la ressource en eau à l'échelle de territoires cohérents.

Ces analyses sont majoritairement mises en place à l'échelle de SAGE sur le territoire du bassin Loire-Bretagne.

## 1.1. Périmètre thématique de l'analyse HMUC

L'analyse HMUC porte sur les quatre volets suivants :

- **Hydrologie** : caractérisation du fonctionnement hydrologique et hydrogéologique naturel du territoire, avec la détermination d'une hydrologie désinfluencée,
- **Milieux** : caractérisation de l'état des milieux, et détermination de débits écologiques permettant le bon fonctionnement des milieux aquatiques,
- **Usages** : caractérisation des usages de l'eau, avec recensement des prélèvements et des rejets sur le territoire, en eaux souterraines et en eaux de surface, et des usages non consommateurs pour lesquels des besoins peuvent exister en termes d'hydrologie et d'état des milieux,
- **Climat** : caractérisation du climat passé et des projections climatiques avec prise en compte des impacts du changement climatique sur les ressources en eau.

Ces quatre volets font dans un premier temps l'objet d'une phase de diagnostic, permettant de compiler les données disponibles et de réaliser les analyses nécessaires. Les données des différents volets sont croisées, afin notamment de reconstituer une hydrologie désinfluencée à partir de la caractérisation des prélèvements et des rejets, et d'améliorer les règles de gestion de la ressource : définir des débits d'objectif d'étiages, proposer des volumes prélevables par usages en étiage.

## 1.2. Pré-requis d'une analyse HMUC

La réalisation de la phase de diagnostic et de la phase d'analyse nécessite que les données suffisantes soient disponibles sur l'hydrologie du territoire et sur les usages de l'eau.

La phase de collecte et d'analyse des données est très importante et représente un fort investissement dans ce type d'étude. Elle doit être conduite soigneusement et nécessite l'implication des acteurs concernés dès le démarrage de l'étude.

Il est notamment nécessaire que tous les usages de l'eau existants soient répertoriés, et que leurs importances relatives soient connues.

L'analyse de l'hydrologie nécessite de disposer de séries longues de suivi des débits des cours d'eau ou de la piézométrie, sur des périodes où les prélèvements en eau sont également bien connus.

La connaissance des milieux aquatiques doit se baser sur des études spécifiques déjà réalisées, ou faire l'objet d'études préalables le cas échéant, sur des secteurs représentatifs du territoire.

L'analyse des séries climatiques passés doit se faire à partir de données consolidées, sur des stations météorologiques ou des bases de données permettant une spatialisation satisfaisante des différentes

variables météorologiques à l'échelle du territoire, et sur une période d'au moins 50 années. L'analyse des projections climatiques est faite à partir des sorties de modèles climatiques disponibles moyennant des hypothèses sur les scénarios et modélisations à privilégier.

Les différentes phases de l'étude doivent être abordées de manière pédagogique pour une bonne appropriation des méthodes et résultats par les acteurs, pour permettre à chaque membre de la CLE une prise de décision éclairée.

### 1.3. Démarche HMUC dans le cadre du SAGE Val-Dhuy-Loiret

Le SAGE Val-Dhuy-Loiret est concerné par la disposition 7B-3 du SDAGE, en particulier les deux points suivants :

- Sur tous les bassins non classés en ZRE (Zone de Répartition des Eaux), le SAGE peut définir l'augmentation possible des prélèvements en période de basses eaux, après réalisation d'une analyse HMUC.
- Les prélèvements en période de basses eaux, autres que ceux destinés à l'alimentation en eau potable, à la sécurité civile ou à la lutte antigel, sont globalement plafonnés au volume net maximum antérieurement prélevé en période de basses eaux pour une année donnée.

La figure suivante présente les localisations des zones nodales concernées par les dispositions 7B-2 à 7B-5 du SDAGE Loire Bretagne 2022-2027, et la localisation du SAGE Val Dhuy Loiret, qui se trouve au sein d'une de ces zones.

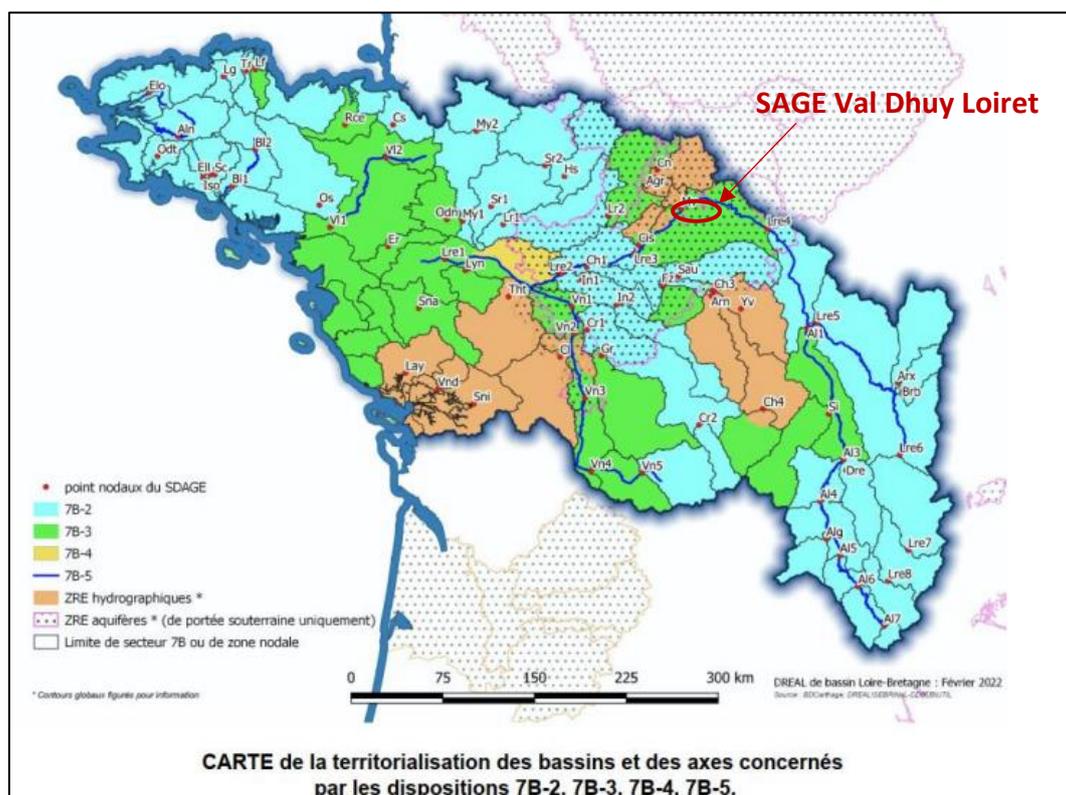


Figure 1 : Localisation des zones nodales du SDAGE concernées par les dispositions 7B-2 à 5, et du SAGE Val Dhuy Loiret.

L'article 1 du règlement du SAGE Val-Dhuy-Loiret, en date de décembre 2011, interdit toute nouvelle autorisation de prélèvement ou augmentation de prélèvement sur le territoire, jusqu'à la révision du SAGE.

Dans les faits, de nombreuses dérogations sont accordées pour des volumes peu significatifs.

Dans le cadre de la révision du SAGE, la Commission Locale de l'Eau souhaite évaluer la faisabilité d'une détermination des volumes prélevables, et plus largement envisage la réalisation d'une étude HMUC afin de disposer d'un état des lieux quantitatif sur les ressources en eau du territoire, ainsi que d'une prospective sur les ressources et les usages.

Dans ce cadre, la réalisation d'une étude préalable a été décidée, afin de préciser certains aspects de la future étude HMUC, et de faire un bilan des connaissances disponibles et des données à acquérir sur le territoire.

L'étude préalable à l'analyse HMUC comprend la proposition d'investigations complémentaires à réaliser et la rédaction d'un cahier des charges pour l'étude HMUC elle-même.

## 1.4. Synthèse des volets 1 à 3

Les trois premiers volets de l'étude préalable à la réalisation d'une analyse HMUC ont donné lieu à la rédaction d'un rapport de synthèse sur les caractéristiques et les enjeux du territoire.

Sur le territoire du SAGE Val Dhuy Loiret, les enjeux en termes de prélèvements en eau se concentrent sur la ressource en eau souterraine, en particulier sur l'aquifère des calcaires de Beauce sous les alluvions de la Loire dans le Val d'Orléans, et sous les formations de Sologne plus au sud. Cet aquifère est fortement karstifié, et est alimenté en grande partie par la Loire, via des pertes situées dans le lit mineur de la Loire, en limite nord du territoire du SAGE. De nombreuses sources karstiques sont présentes sur le territoire, en particulier les sources alimentant le Loiret sur tout son cours.

Le débit du Loiret est mal connu, du fait de son aménagement en bassins successifs sur une grande partie de son cours. Les débits du Dhuy sont assez faibles, et les cours d'eau du bassin du Dhuy connaissent des assècs fréquents en période de basses eaux.

Les milieux aquatiques ne sont pas actuellement en bon état sur le territoire, du fait de problématiques de continuité écologique et de qualité des eaux. Les zones humides sont également des zones à enjeux, à la fois pour la qualité des eaux et pour les problématiques du territoire. Elles sont peu développées actuellement sur le territoire.

En termes de données complémentaires à acquérir, la réalisation de pompages d'essai, au sein de l'aquifère des calcaires de Beauce à proximité du Dhuy, avec un suivi des niveaux d'eau en nappe et dans le cours d'eau serait intéressante afin de disposer de données sur les relations nappe-Dhuy.

L'implantation de points de suivi piézométriques de l'aquifère des calcaires de Beauce en partie centrale et est du territoire du SAGE est également préconisée afin d'améliorer la connaissance sur l'évolution des ressources en eau dans ce compartiment.

## 1.5. Objet du volet 4 de l'étude préalable

Le volet 4 de l'étude préalable vise à établir le cahier des charges de l'étude HMUC à venir, en intégrant les évaluations de délais et financière.

Le cahier des charges proposé pour la réalisation de l'analyse HMUC fait l'objet de la partie 2 de ce rapport.

## 2. Cahier des charges d'une analyse HMUC

### 2.1. Contexte et objectif de l'étude

#### 2.1.1. Cadre réglementaire

Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux Loire Bretagne fixe les grandes orientations de la politique de l'eau à l'échelle du bassin hydrographique. Il définit les orientations de gestion et les moyens à mettre en œuvre pour atteindre l'objectif d'une « gestion durable et solidaire de la ressource en eau ».

Toutes les décisions administratives prises dans le domaine de l'eau, les documents d'urbanisme et les SAGE doivent être compatibles avec ce document.

Le principal cadre réglementaire de la présente étude est donné par le chapitre 7 du SDAGE Loire-Bretagne 2022-2027, qui pose la maîtrise des prélèvements en eau comme un élément essentiel à la reconquête du bon état des cours d'eau et à la préservation des écosystèmes qui leur sont liés, dans un contexte de changement climatique.

Ainsi, la gestion de la ressource en période d'étiage repose en grande partie sur la fixation d'objectifs aux points nodaux (disposition 7A-1), que ce soit pour les rivières ou les nappes souterraines, portant d'une part sur l'équilibre entre la ressource et les besoins et d'autre part sur la gestion de crise.

Introduite par le SDAGE Loire Bretagne 2016-2021, l'analyse HMUC pour « Hydrologie, Milieux, Usages, Climat » est une étude d'amélioration des connaissances sur la ressource en eau et ses usages, leurs impacts environnementaux ainsi que leurs évolutions prospectives. La conduite de ce type d'étude peut notamment permettre à un SAGE de justifier des demandes d'adaptations locales de certaines dispositions et/ou principes de gestion établis par le SDAGE.

Un guide pour la réalisation de ce type d'analyse a été publié en juin 2022 par l'Agence de l'Eau Loire Bretagne, l'Office Français de la Biodiversité et la DREAL Centre Val-de-Loire, complété par son avant-propos publié en août 2023, et est actuellement en cours de révision.

Le SAGE Val Dhuy Loiret est concerné par la disposition 7B-3 du SDAGE Loire-Bretagne, selon laquelle les prélèvements en période de basses eaux sont globalement plafonnés au volume net maximum antérieurement prélevé et peuvent être éventuellement augmentés après réalisation d'une analyse HMUC. En effet, le SAGE est actuellement en cours de révision, et son règlement en vigueur interdit à l'article 1 toute nouvelle autorisation de prélèvement.

Le croisement des différents volets de l'état des lieux et du diagnostic de l'étude HMUC doit aboutir à :

- Croiser les besoins des milieux (débits biologiques) avec les débits désinfluencés et les débits projetés avec le changement climatique, et ce, sur l'ensemble du cycle hydrologique ;
- Croiser les projections d'évolution des usages (évolution des prélèvements mais aussi amélioration de la qualité des milieux) avec les projections de débits impactés par le changement climatique ;

L'étude HMUC peut notamment aboutir à la proposition de volumes prélevables répartis entre usages en période de basses eaux.

## 2.1.2. Périmètre de l'étude

L'analyse HMUC est à mener sur l'ensemble du territoire du SAGE Val Dhuy Loiret.

Ce périmètre fera l'objet d'un découpage géographique lié au fonctionnement hydrogéologique du territoire, avec les unités suivantes à considérer :

- L'ensemble aquifère des calcaires de Beauce – aquifère des alluvions de la Loire – et la rivière Loiret qui sont liés du fait du fonctionnement karstique de l'aquifère et de l'alimentation du Loiret par les sources karstiques issues de cet aquifère,
- Le bassin du Dhuy avec sa nappe d'accompagnement, dont l'étendue latérale et verticale est à déterminer.

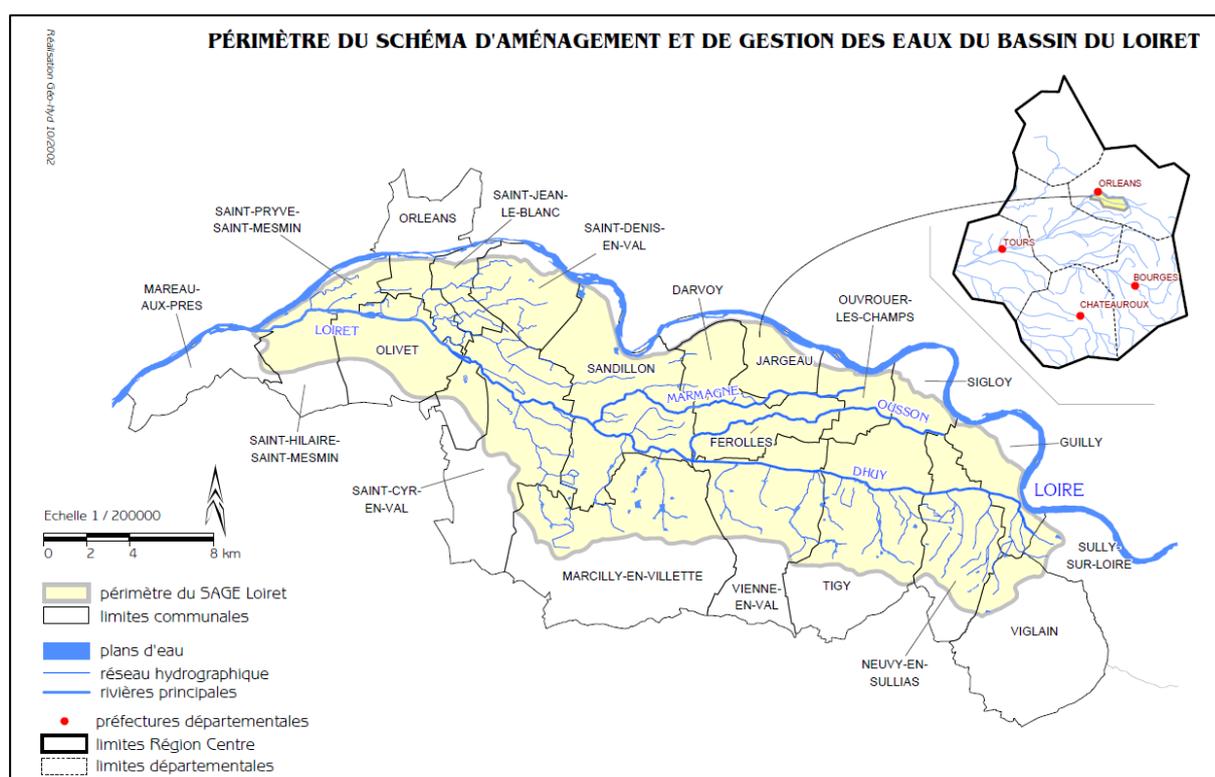


Figure 2 : Périmètre du SAGE Val Dhuy Loiret.

Ces deux unités hydrogéologiques feront l'objet de deux lots distincts pour l'étude HMUC sur le territoire du SAGE Val Dhuy Loiret.

## 2.1.3. Objectifs et allotissement de l'étude

L'étude HMUC sur le territoire du SAGE Val Dhuy Loiret a pour objectifs :

- D'améliorer les connaissances sur les ressources en eau du territoire,
- De disposer d'un diagnostic clair et à jour de l'ensemble des usages de l'eau sur le territoire,
- D'établir un bilan d'adéquation besoins (usages et milieux) - ressources à l'échelle du territoire,
- De proposer les indicateurs environnementaux adéquats pour l'évaluation de l'état quantitatif des ressources au cours du cycle hydrologique,

- De proposer des valeurs de volumes potentiellement mobilisables pour les usages sur le territoire.

L'étude se déroulera différemment pour les deux lots prévus.

**Pour le premier lot**, concernant le bassin versant du Dhuy et sa nappe d'accompagnement, les étapes suivantes sont prévues :

- Analyse de l'hydrologie,
- Analyse des besoins des milieux à partir des résultats des estimations de débits biologiques,
- Détermination de l'étendue de la nappe d'accompagnement d'après les données collectées lors des investigations complémentaires,
- Détermination des usages (prélèvements) ayant un impact sur les débits du Dhuy et collectes des données d'usages correspondantes,
- Analyse de l'adéquation entre les besoins (milieux et usages) et l'hydrologie,
- Analyse des impacts du changement climatique à partir des données bibliographiques disponibles,
- Désinfluencement des débits, en tranche optionnelle.

**Pour le second lot**, concernant la nappe des calcaires de Beauce, la nappe des alluvions de la Loire, et le Loiret, les étapes suivantes sont prévues :

- Analyse de la piézométrie, et du fonctionnement hydrogéologique, réalisation d'un bilan des ressources en eau,
- Analyse des besoins des milieux en partie aval du Loiret,
- Collecte des données d'usages concernant les eaux souterraines et les eaux superficielles du compartiment nappe des calcaires de Beauce – Loiret,
- Analyse de l'adéquation besoins-ressources (milieux à l'aval du Loiret et usages) actuelle,
- Analyse des impacts du changements climatiques, à partir des résultats de l'étude HMUC sur l'Axe Loire, et des études disponibles sur les impacts hydrologiques du changement climatique,
- Etude de la faisabilité d'une modélisation couplée surface-souterrain en vue de la détermination des volumes mobilisables,
- Modélisation couplée spatialisée surface-souterrain des aquifères des calcaires de Beauce et des alluvions : construction et calage du modèle hydrogéologique,
- Exploitation du modèle hydrogéologique couplé pour la détermination de volumes mobilisables : en option.

#### 2.1.4. Données disponibles

Les études et données disponibles ont été recensées dans le cadre de l'étude préalable à l'analyse HMUC, portée par l'Etablissement Public Loire sur le territoire du SAGE.

Cette liste devra être complétée lors de la collecte des données pour l'analyse HMUC.

#### 2.1.5. Données manquantes

Les principales données manquantes identifiées concernent :

- Les interactions entre les eaux souterraines et les écoulements superficiels sur le bassin versant du Dhuy,
- Les évolutions des niveaux piézométriques dans les calcaires de Beauce sous le Val d'Orléans en partie centrale et est du territoire,

- La connaissance de l'hydrologie et des débits biologiques sur des tronçons adéquats de cours d'eau.

## 2.2. Contenu de l'étude

Le premier lot de l'étude sur le bassin versant du Dhuy vise à faire un bilan des usages influençant réellement les débits du Dhuy, dont la station hydrométrique à Sandillon est utilisée comme point de référence pour les restrictions d'usages en période d'alerte ou de crise, et à connaître les besoins des milieux aquatiques, ainsi que les projections existantes sur les ressources en eau en contexte de changement climatique.

Le second lot portant sur le système couplé surface souterrain Loiret-nappes de Beauce et des alluvions de la Loire vise à établir un bilan quantitatif sur ce système fortement sollicité pour les prélèvements à usage AEP et irrigation principalement. Les besoins des milieux en aval du Loiret sont à évaluer, et l'acquisition de nouvelles données doit permettre de proposer la mise en œuvre d'un modèle hydrogéologique spatialisé pour la gestion quantitative des ressources, ainsi que la réalisation d'une prospective sous changement climatique.

### 2.2.1. Lot 1 : Etude simplifiée sur le bassin versant du Dhuy

Des investigations complémentaires sont proposées dans ce lot afin de :

- Evaluer l'impact des prélèvements en nappe sur les débits du Dhuy grâce à la mise en œuvre de pompages d'essai,
- Estimer la gamme des débits biologiques sur plusieurs points afin de connaître les besoins des milieux.

Les volets Hydrologie, Milieux, Usages et Climat permettront de réaliser l'état des lieux sur chaque thématique, et de réaliser un diagnostic quantitatif du bassin versant par un croisement des résultats obtenus sur chaque volet.

En fonction des résultats des investigations et des différents volets, un désinfluençement des débits du Dhuy pourra être demandé (option).

En dernière partie les perspectives permettront de compléter le bilan besoins-ressources en prenant en compte les possibles futures modifications d'usages et les impacts du changement climatique, et viseront à établir une stratégie de préservation de l'état quantitatif des ressources en eau, ou de rétablissement d'un état d'équilibre satisfaisant.

#### 2.2.1.1. Volet Hydrologie

Ce volet vise à décrire le fonctionnement hydrologique actuel et passé du bassin versant, et à établir les grandeurs caractéristiques des étiages ainsi que leur évolution au cours du temps.

Il comprend des investigations complémentaires avec la réalisation de pompages d'essai dans les calcaires de Beauce et de jaugeages différentiels sur le Dhuy :

- Les pompages d'essai de longue durée sont à réaliser sur au moins deux ouvrages captant les calcaires de Beauce à proximité du Dhuy, et sur au moins un ouvrage captant les alluvions à

proximité du Dhuy, sur une durée de 72 heures au minimum, en période de basses eaux, hors de tout épisode pluvieux.

- Les niveaux d'eau seront suivis sur le point de pompage, sur deux autres ouvrages proches captant la nappe des calcaires de Beauce si existants, et sur le cours d'eau à proximité.
- Des jaugeages différentiels sont à prévoir à proximité du point de pompage, avec un jaugeage à l'amont et un jaugeage à l'aval, en fin d'essai.
- Le choix des localisations pour la réalisation de ces pompages d'essai sera fait en concertation avec la maîtrise d'ouvrage et le comité technique de l'étude.
- Le prestataire se chargera de prendre contact avec les propriétaires d'ouvrages qui pourraient être utilisés pour ces essais, et de réaliser les formalités administratives associées.

L'analyse des échanges entre les cours d'eau et les nappes des alluvions de la Loire et des calcaires de Beauce est également à réaliser à partir des données disponibles.

Ce volet devra comprendre a minima les parties suivantes :

- Analyse des débits (ancienne station hydrométrique et station actuelle) : statistiques, VCN, QMNA, fréquence et durée de dépassement de seuils de gestion de crise à la baisse,
- Analyse des données du réseau ONDE,
- Analyse des cartes piézométriques et des données issues des investigations complémentaires pour la partie échanges nappe-rivières,
- Détermination de l'extension de la nappe d'accompagnement du cours d'eau sur la base des investigations complémentaires et d'informations bibliographiques,
- Délimitation de la partie du domaine souterrain sur laquelle les prélèvements peuvent impacter les débits du Dhuy et de ses affluents.

### 2.2.1.2. Volet Milieux

Ce volet vise à faire la synthèse des connaissances et données disponibles sur les milieux aquatiques du bassin versant, et à mettre en évidence les principaux facteurs explicatifs de l'altération des milieux.

Il comprend des investigations complémentaires avec la réalisation d'une étude **d'estimation des gammes de débits biologiques pour la période de basses eaux par des méthodes d'habitats ou d'autres méthodes plus adaptées**, sur au minimum deux points du réseau hydrographique :

- A ce stade sont envisagés deux points sur le cours du Dhuy, de préférence sur des biefs ayant fait l'objet d'une restauration morphologique.
- La localisation et le nombre de points à réaliser pourront être adaptés moyennant une justification des modifications proposées.
- Les espèces cibles et la méthode d'estimation des débits biologiques sont à déterminer dans le cadre de cette étude.
- La concertation pour le choix des gammes de débits biologiques sera faite par la maîtrise d'ouvrage, et n'est donc pas à prévoir par le prestataire.

Les parties à prévoir pour ce volet comprennent a minima les éléments suivants :

- Présentation du contexte et des données disponibles
- Analyse de la qualité des eaux superficielles (polluants, températures)
- Analyse de l'hydromorphologie des cours d'eau
- Présentation des zones humides et plans d'eau du bassin versant

- Synthèse sur le contexte écologique du bassin versant
- Analyse des résultats de l'estimation des débits biologiques

### 2.2.1.3. Volet Usages

Le volet Usages vise à établir un recensement des usages présents sur le bassin versant, concernant à la fois les cours d'eau, leurs nappes d'accompagnement et les nappes déconnectées du cours d'eau, ainsi qu'à quantifier et répartir mensuellement les volumes de prélèvements et de rejets aux milieux sur les 20 à 25 dernières années.

Les prélèvements et rejets devront être localisés le plus précisément possible. La méthode de localisation des points de prélèvement ou de rejet à partir des bases de données disponibles sera précisée pour chaque type d'usage. Une vérification des localisations indiquées dans les bases de données nationales ou à l'échelle du bassin est nécessaire dans la mesure du possible.

Cette partie devra comprendre a minima les éléments suivants :

- Collecte des données de prélèvements en nappe, pour les nappes d'accompagnement des cours d'eau, en fonction de la délimitation de celles-ci dans le volet Hydrologie
- Collecte des données de prélèvements dans les cours d'eau
- Recensement des prélèvements domestiques : demandes auprès des mairies des communes du bassin versant du nombre d'ouvrages de prélèvements domestiques déclarés
- Collectes des données de rejets de STEP et évaluation des rejets d'ANC : méthodologie à préciser pour les rejets ANC
- Evaluation des prélèvements par évaporation des plans d'eau : méthodologie à préciser
- Analyse des données collectées pour ventilation mensuelle des prélèvements et rejets : méthodologie à préciser pour chaque type de prélèvement / rejet, et pour tout type de ressource (superficielles et souterraines)

### 2.2.1.4. Volet Climat

Le volet Climat de l'étude vise à établir une synthèse des connaissances disponibles sur les impacts projetés du changement climatique sur les ressources en eau du territoire à moyen terme. Ce volet mobilisera des données disponibles dans le cadre des études menées à l'échelle nationale sur le changement climatique et ses impacts, ainsi que des études en cours à l'échelle du bassin de la Loire (étude HMUC axe Loire).

Cette partie devra comprendre a minima les éléments suivants :

- Analyse des données climatiques historiques disponibles sur une période de 30 à 50 années, aux échelles mensuelles, saisonnières et annuelles : températures, précipitations, évapo-transpirations potentielles (données mesurées et modélisées), et corrélation avec l'analyse des débits réalisée dans le volet Hydrologie
- Analyse des résultats des projections climatiques sur le territoire à partir des variables climatiques estimées dans les résultats de modélisation du jeu DRIAS 2020
- Analyse des résultats de projections hydrologiques et hydrogéologiques disponibles sur le territoire (résultats Explore 2)
- Prospective sur l'évolution des besoins en eau sur le territoire, pour l'AEP, l'irrigation, l'industrie...

#### 2.2.1.5. Croisement des différents volets

A l'issue de l'état des lieux réalisé sur chacun des volets, un diagnostic sera réalisé par croisement des données compilées et des analyses effectuées.

Les débits observés et projetés seront comparés aux gammes de débits biologiques, et une analyse des fréquence et durées de dépassement des valeurs basses est demandée, de même qu'une comparaison des débits caractéristiques des étiages (QMNA, VCN...) avec ces gammes de débits biologiques.

#### 2.2.1.6. Option : désinfluencement des débits du Dhuy, définition de débits objectifs d'étiage et de volumes prélevables

Si des usages impactant significativement les débits du Dhuy et de ses affluents sont mis en évidence en croisant les résultats des investigations complémentaires et les données collectées dans les volets Usages, Hydrologie et Milieux, le désinfluencement des débits du Dhuy de ces usages est à réaliser sur la période où les données de débits et de prélèvements et rejets sont disponibles.

La méthodologie de désinfluencement sera proposée et validée en concertation avec le comité technique de l'étude. Elle devra s'appuyer sur la répartition mensuelle des prélèvements et rejets sur la période des données disponibles.

Les débits désinfluencés obtenus seront comparés avec les gammes de débits biologiques proposés à l'issue des investigations complémentaires portant sur leur estimation et des analyses du volet Milieux.

A partir de ces analyses, des débits objectifs d'étiage seront proposés aux points pertinents du réseau hydrographique pour chacun des mois de la période de basses eaux. Ces débits correspondent à des valeurs de débits moyens mensuels qui doivent être respectées (c'est-à-dire dépassées toute l'année) au moins 8 années sur 10.

La concertation pour la définition de ces débits objectifs d'étiage sera assurée par la maîtrise d'ouvrage, le prestataire aura à charge de fournir les analyses nécessaires au bon déroulement de cette concertation pour le choix des DOE.

La méthodologie de définition de ces DOE est à présenter de façon détaillée et sera validée en comité technique.

A partir de ces DOE, des volumes prélevables seront définis par usage, de façon à permettre le respect 8 années sur 10 des valeurs de DOE. La méthodologie de définition de ces volumes prélevables est également à détailler de façon précise et sera validée en comité technique. Les volumes prélevables estimés seront à comparer aux projections hydrologiques sous changement climatique afin de valider leur pérennité ou d'ajuster leurs valeurs en temps futur.

La maîtrise d'ouvrage assurera également la concertation pour la définition de ces volumes prélevables, à partir des éléments et des analyses fournis par le prestataire.

#### 2.2.1.7. Perspectives et propositions de scénarios de gestion

Les volumes prélevables éventuellement définis précédemment seront à comparer aux volumes prélevés actuellement pour en déduire l'état d'équilibre ou de déséquilibre quantitatif du territoire vis-à-vis des ressources en eau dans la situation actuelle.

Dans le cas où le désinfluencement des débits et la détermination de volumes prélevables ne seraient pas réalisables, du fait d'une absence d'influence des prélèvements/rejets sur les débits, une analyse des ressources vis-à-vis de nouveaux usages potentiels sera à réaliser. Cette analyse conduira à déterminer la possibilité du développement de nouveaux usages sur le territoire étudié.

Une stratégie d'actions sera proposée pour améliorer la résilience du territoire vis-à-vis des situations de sécheresse, et diminuer l'occurrence des situations d'assecs hydrologiques.

## 2.2.2. Lot 2 : Etude de gestion quantitative des ressources en eau du Val d'Orléans

Des investigations complémentaires sont proposées dans ce lot afin de :

- Mettre en place un suivi piézométrique pérenne dans les calcaires de Beauce en partie centrale et est du territoire du SAGE,
- Estimer la gamme des débits biologiques sur un ou plusieurs points afin de connaître les besoins des milieux.

Les analyses du fonctionnement hydrogéologique et du bilan quantitatif du système couplé aquifères-Loiret, des usages de l'eau et des impacts du changement climatique sur la ressource en eau permettront de réaliser l'état des lieux sur chaque thématique, et de réaliser un diagnostic quantitatif du bassin versant par un croisement des résultats obtenus sur chaque volet.

La construction et le calage d'un modèle hydrogéologique spatialisé et couplé surface-souterrain est prévue afin de synthétiser les connaissances compilées. L'exploitation de ce modèle hydrogéologique pour la gestion quantitative, en fonction de sa faisabilité, est demandée en option, afin de déterminer des niveaux objectifs d'étiage et des volumes prélevables dans le système aquifère.

En dernière partie les perspectives permettront de compléter le bilan besoins-ressources en prenant en compte les possibles futures modifications d'usages et les impacts du changement climatique, et viseront à établir une stratégie de préservation de l'état quantitatif des ressources en eau, ou de rétablissement d'un état d'équilibre satisfaisant. Les impacts sur la qualité des ressources en eau, en particulier pour les eaux souterraines seront abordés dans cette partie.

### 2.2.2.1. Investigations complémentaires pour les débits biologiques

Concernant la thématique Milieux, sur ce compartiment les enjeux sont limités du fait du fonctionnement particulier du Loiret avec la succession de bassins délimités par des ouvrages de retenue. La partie aval du Loiret présente cependant des écoulements libres et il est demandé de réaliser sur cette partie des études d'estimation des gammes de débits biologiques sur un point du réseau hydrographique.

A ce stade est envisagé un point sur la partie aval du Loiret, à écoulement libre, où les méthodes d'habitats pourraient être utilisées. La localisation et le nombre de points à réaliser, ainsi que les méthodologies d'étude, pourront être adaptés moyennant une justification des modifications proposées. Les espèces cibles ou paramètres à analyser sont à déterminer dans le cadre de cette étude. Si cela est plus pertinent, des niveaux d'eau pourront également être proposés comme critères de qualité pour les milieux.

La concertation pour le choix des gammes de débits biologiques sera faite par la maîtrise d'ouvrage, et n'est donc pas à prévoir par le prestataire.

### 2.2.2.2. Analyse du fonctionnement hydrogéologique et du bilan quantitatif de l'hydrosystème

Cette partie de l'étude vise à faire le point sur les connaissances disponibles sur le fonctionnement hydrogéologique du Val d'Orléans, en incluant les aquifères et les cours d'eau associés (nappe des alluvions de la Loire, nappe des calcaires de Beauce du Val d'Orléans, Loire et Loiret). Elle se basera sur les données disponibles (débits, hauteurs d'eau dans les cours d'eau, piézométrie) et sur les études déjà réalisées sur ce système.

Elle comprend des investigations complémentaires avec l'implantation et la mise en place d'un suivi piézométrique sur deux points à l'aquifère des calcaires de Beauce dans le Val d'Orléans (partie centrale et partie Ouest du Val d'Orléans). Le suivi est à mettre en place si possible de façon pérenne, et pour une durée d'au moins une année dans le cadre de l'étude HMUC.

Cette analyse comprendra a minima les éléments suivants :

- Analyse des données piézométriques : statistiques, niveaux moyens, évolutions à différentes échelles de temps (annuelle, saisonnière, mensuelle)
- Analyse de l'hydrologie de la Loire : débits et niveaux d'eau, tendances d'évolution, étiages
- Analyse croisée des débits et niveaux d'eau en nappe, sur le Loiret et sur la Loire
- Présentation des données disponibles sur le fonctionnement du Loiret : données de niveaux ou débits disponibles, alimentation par les sources karstiques, hydromorphologie, qualité des eaux, résultats des projets de recherche (CENARIO, ICERE...)
- Présentation des bilans quantifiés existant sur le fonctionnement hydrogéologique du Val d'Orléans, avec les différentes composantes identifiées (infiltration de la Loire, sources karstiques du Loiret et de la Loire, apports latéraux aux aquifères...)
- Analyse des débits biologiques définis à l'aval du Loiret vis-à-vis des estimations de débits disponibles.

### **2.2.2.3. Analyse des usages de l'eau sur le territoire**

Cette partie vise à établir un recensement des usages présents sur le territoire étudié, c'est-à-dire l'ensemble du territoire du SAGE, concernant à la fois les cours d'eau et les aquifères des alluvions et des calcaires de Beauce. Il est également demandé de quantifier et de répartir mensuellement les volumes de prélèvements et de rejets aux milieux sur les 20 à 25 dernières années.

Les prélèvements et rejets devront être localisés le plus précisément possible. La méthode de localisation des points de prélèvement ou de rejet à partir des bases de données disponibles sera précisée pour chaque type d'usage. Une vérification des localisations indiquées dans les bases de données nationales ou à l'échelle du bassin Loire-Bretagne est nécessaire dans la mesure du possible.

Cette partie devra comprendre a minima les éléments suivants :

- Collecte des données de prélèvements et de rejets
- Vérification et correction des données de localisation des points de prélèvements
- Evaluation des prélèvements par évaporation des plans d'eau (données à reprendre du lot 1 pour une partie du territoire)
- Estimations des prélèvements domestiques : données en partie reprises du lot 1, et à compléter en recensant auprès des mairies des communes concernées les déclarations d'ouvrages de prélèvements domestiques
- Ventilation des volumes prélevés à l'échelle mensuelle, en détaillant la méthodologie utilisée pour chaque type de prélèvement et chaque type de ressource
- Ventilation des rejets à l'échelle mensuelle en précisant la méthodologie de ventilation pour chaque type de rejet et milieu récepteur
- Présentation des usages de l'eau non consommateurs, et de leur dépendance à l'état quantitatif des ressources

#### 2.2.2.4. Analyse des impacts du changement climatique

Cette partie de l'étude vise à établir une synthèse des connaissances disponibles sur les impacts projetés du changement climatique sur les ressources en eau du territoire à moyen terme. Cette analyse mobilisera les données disponibles dans le cadre des études menées à l'échelle nationale sur le changement climatique et ses impacts, ainsi que des études en cours à l'échelle du bassin de la Loire (étude HMUC axe Loire).

Cette partie devra comprendre a minima les éléments suivants :

- Analyse des résultats disponibles sur les impacts hydrologiques et hydrogéologiques du changement climatique sur la Loire et les aquifères du territoire
- Prospective sur l'évolution des besoins en eau en contexte de changement climatique

#### 2.2.2.5. Faisabilité d'une modélisation hydrogéologique couplée surface-souterrain pour la gestion quantitative

Il est demandé dans le cadre de l'étude portant sur la gestion quantitative des ressources en eau du Val d'Orléans, d'évaluer la faisabilité d'une gestion quantitative par modélisation couplée hydrogéologique du système aquifère couplé surface-souterrain comprenant les aquifères des calcaires de Beauce et des alluvions, ainsi que les cours d'eau en lien avec ces aquifères.

L'opportunité d'utiliser les travaux de modélisation déjà réalisés sur le territoire du SAGE par l'université d'Orléans (projet ICERE) devra être évaluée avec le Maître d'ouvrage et en prenant contact avec les personnes susceptibles de disposer de ce modèle.

Dans tous les cas, un modèle sera construit et calé par le prestataire sur la base des données disponibles, et la possibilité de son exploitation pour la détermination de niveaux de gestion et de volumes prélevables sera évaluée.

Cette évaluation dépendra de la fiabilité et du niveau d'incertitude du calage du modèle, en particulier en régime transitoire. Le prestataire devra évaluer l'incertitude sur les bilans en eau du modèle, afin de bien prendre en compte le stockage et le déstockage d'eau au sein du système entre les périodes de Hautes Eaux et les périodes de Basses Eaux.

Le modèle hydrogéologique consistera en un modèle maillé en trois dimensions, représentant explicitement les écoulements souterrains et leurs interactions avec les écoulements superficiels. Les prélèvements existants sur le territoire seront intégrés dans ce modèle, en prenant en compte leur variabilité temporelle. Les différents termes d'alimentation en eau (recharge pluviométrique, alimentation par les pertes de la Loire) feront l'objet d'évaluations à partir des données climatiques et hydrologiques disponibles.

Cette partie devra comprendre a minima :

- Etablissement d'un modèle conceptuel hydrogéologique couplé du territoire
- Evaluation de la disponibilité des données nécessaires au calage d'un modèle de gestion quantitative des ressources en eau
- Construction du modèle hydrogéologique et calage sur la base des données disponibles en régime transitoire
- Estimation des incertitudes sur les résultats de modélisation d'après le calage mis en œuvre

- Evaluation de la faisabilité de l'exploitation du modèle hydrogéologique pour la gestion quantitative des ressources.

#### **2.2.2.6. Option : exploitation du modèle hydrogéologique couplé surface-souterrain**

Si l'étude de faisabilité confirme la faisabilité de l'exploitation du modèle hydrogéologique construit et calé pour la gestion quantitative des ressources en eau du territoire, cette exploitation pour la détermination de volumes prélevables et de niveaux objectifs d'étiage sera demandée. Les étapes suivantes seront mises en œuvre :

- Simulations du fonctionnement hydrogéologique du système couplé surface-souterrain en l'absence de prélèvements (fonctionnement désinfluencé) et évaluation des débits et niveaux piézométriques résultant
- Définition de niveaux piézométriques d'étiage, ou de niveaux d'eau objectifs dans le Loiret, ou de débits objectifs d'étiage en aval du Loiret
- Définition de volumes prélevables par usage et par secteur géographique pour assurer l'équilibre entre recharge de la nappe, prélèvements, besoins des milieux aquatiques
- Simulations des niveaux piézométriques et débits sous changement climatique.

La méthodologie aboutissant à la définition de niveaux objectifs d'étiage et de volumes prélevables devra être détaillée et argumentée, et fera l'objet d'une validation avec le comité technique.

#### **2.2.2.7. Perspectives et propositions de scénarios de gestion**

Les volumes prélevables qui auront pu être définis par exploitation du modèle hydrogéologique seront comparés aux volumes prélevés par usage actuels. Si des volumes prélevables sont définis, une répartition par compartiment géographique et par compartiment hydrogéologique est à proposer.

Ces comparaisons permettront de mettre en évidence des zones en déséquilibre quantitatif actuellement. Un diagnostic des usages de l'eau sur ces zones est à proposer.

Dans le cas où la détermination des volumes mobilisables ne serait pas réalisable à partir du modèle, les volumes prélevés par compartiment géographique et hydrogéologique du territoire modélisé seront à comparer aux termes du bilan en eau issus de la modélisation et des informations bibliographiques disponibles.

Dans le cas où des zones en déséquilibre quantitatif apparaissent suite à ces analyses, des propositions de scénarios de gestion des ressources en eau seront formulées.

Ces propositions devront prendre en compte les résultats de la prospective réalisée dans la partie d'analyse des impacts du changement climatique sur les ressources en eau et sur les usages.

Une analyse qualitative des impacts du changement climatique sur la qualité des ressources en eau superficielles et souterraines est demandée, sur la base de la bibliographie disponible.

### 2.2.3. Calendrier de réalisation

Le planning prévisionnel de l'étude sera proposé par le prestataire par phase, en prenant en compte le temps de réalisation nécessaire pour l'acquisition des données complémentaires.

L'étude est prévue pour durer deux ans au maximum.

Un planning est proposé ici afin de présenter l'articulation des différentes phases et notamment des analyses vis-à-vis des investigations complémentaires.



## 2.2.4. Suivi de l'étude

Un comité technique et un comité de pilotage seront mis en place pour la validation des méthodologies et des différentes hypothèses nécessaires au déroulement des phases de l'étude, et pour la présentation des résultats intermédiaires.

Les réunions du comité technique à prévoir sont les suivantes :

- Lot 1 :
  - Réunion de validation des investigations complémentaires à réaliser,
  - Réunion de validation des hypothèses et des acteurs sollicités pour la phase de collecte des données, et des hypothèses pour les différents volets de l'état des lieux,
  - Réunion de validation des hypothèses et de la méthodologie pour le désinfluencement des débits, le calcul de débits objectifs d'étiage, et la détermination de volumes prélevables (option).
- Lot 2 :
  - Réunion de validation des investigations complémentaires à réaliser,
  - Réunion de validation des hypothèses et des acteurs sollicités pour la phase de collecte des données, et des hypothèses pour l'établissement du bilan du système hydrogéologique et pour l'analyse des données piézométriques,
  - Réunion de validation des hypothèses de la modélisation hydrogéologique (optionnelle),

Les réunions du comité de pilotage à prévoir sont :

- Lot 1 :
  - Réunion de démarrage
  - Réunion de présentation des résultats des investigations complémentaires,
  - Réunion de présentation des résultats de l'état des lieux du bassin versant,
  - Réunion de présentation du désinfluencement des débits, des débits objectifs d'étiage et des volumes prélevables (option)
  - Réunion de présentation des résultats de l'étude.
- Lot 2 :
  - Réunion de démarrage
  - Réunion de présentation des résultats des investigations complémentaires,
  - Réunion de présentation des résultats de l'analyse des données sur l'hydrogéologie, les usages et le changement climatique,
  - Réunion de présentation de la modélisation hydrogéologique, des niveaux piézométriques objectifs d'étiage et des volumes mobilisables pour les usages (option)
  - Réunion de présentation des résultats de l'étude.

Des réunions complémentaires pourront être proposées, notamment afin de faire intervenir des experts sur certains sujets clés (détermination des débits biologiques, hypothèses pour les modélisations...).

Les présentations des hypothèses et des résultats des études devront être préparées dans un souci de pédagogie, et pour une compréhension par un public large comprenant des acteurs du territoire non sachants sur les problématiques de gestion quantitative des ressources en eau.

Les supports de présentation seront validés avec la maîtrise d'ouvrage en amont des réunions.

### 3. Estimation financière

Une estimation financière globale est proposée ici sur la base du tableau de coûts suivant :

Phases de l'étude	Dimensionnement financier
<b>Lot 1</b>	
Investigations complémentaires : estimation débits biologiques	10 k€
Investigations complémentaires : pompages et jaugeages	20 k€ par pompage
Volet Hydrologie	15 k€
Volet Milieux	15 k€
Volet Usages	20 k€
Volet Climat	10 k€
Croisement des volets HMUC	5 k€
Désinfluencement des débits Détermination DOE et volumes prélevables (option)	10 k€
Perspectives - scénarios	5 k€
<b>Lot 2</b>	
Investigations complémentaires : estimation débit biologique	5 k€
Investigations complémentaires : mise en place de 2 piézomètres et suivi	10 k€ par ouvrage
Analyse du fonctionnement hydrogéologique	20 k€
Analyse des usages de l'eau	30 k€
Analyse des impacts du changement climatique	20 k€
Faisabilité gestion quantitative et construction du modèle	25 k€

Phases de l'étude	Dimensionnement financier
Exploitation du modèle pour les NOE et volumes prélevables (option)	20 k€
Perspectives - scénarios	10 k€

Tableau 1 : Tableau des coûts prévisionnels des éléments du cahier des charges HMUC.

Le coût global estimé est de 130 k€ pour le Lot 1, et de 140 k€ pour le lot 2.

## Observations sur l'utilisation du rapport

Ce rapport, ainsi que les cartes ou documents, et toutes autres pièces annexées constituent un ensemble indissociable. Les incertitudes ou les réserves qui seraient mentionnées dans la prise en compte des résultats et dans les conclusions font partie intégrante du rapport.

En conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou d'une reproduction partielle de ce rapport et de ses annexes ainsi que toute interprétation au-delà des énonciations d'Antea Group ne sauraient engager la responsabilité de celui-ci. Il en est de même pour une éventuelle utilisation à d'autres fins que celles définies pour la présente prestation.

Les résultats des prestations et des investigations s'appuient sur un échantillonnage ; ce dispositif ne permet pas de lever la totalité des aléas liés à l'hétérogénéité des milieux naturels ou artificiels étudiés. Par ailleurs, la prestation a été réalisée à partir d'informations extérieures non garanties par Antea Group ; sa responsabilité ne saurait être engagée en la matière.

Antea Group s'est engagé à apporter tout le soin et la diligence nécessaire à l'exécution des prestations et s'est conformé aux usages de la profession. Antea Group conseille son Client avec pour objectif de l'éclairer au mieux. Cependant, le choix de la décision relève de la seule compétence de son Client.

Le Client autorise Antea Group à le nommer pour une référence scientifique ou commerciale. A défaut, Antea Group s'entendra avec le Client pour définir les modalités de l'usage commercial ou scientifique de la référence.

Ce rapport devient la propriété du Client après paiement intégral de la mission, son utilisation étant interdite jusqu'à ce paiement. A partir de ce moment, le Client devient libre d'utiliser le rapport et de le diffuser, sous réserve de respecter les limites d'utilisation décrites ci-dessus.

Pour rappel, les conditions générales de vente ainsi que les informations de présentation d'Antea Group sont consultables sur : <https://www.anteagroup.fr>

Le changement climatique n'implique pas seulement un monde plus chaud, il annonce un monde qui change.



Notre métier, vous accompagner pour gérer ces enjeux.



Siège social : ZAC du Moulin, 803 Boulevard Duhamel du Monceau, CS 30602, 45166 OLIVET CEDEX –  
Antea France – SAS au capital de 4 700 000 € - SIREN 393 206 735 – Code APE 7112 B

Références :



Portées  
communiquées  
sur demande