

## Table des matières

Synthesis .....	4
Préambule – Présentation de la DDAF .....	9
Introduction .....	10
Première Partie – Problématique et Contexte .....	12
I.Problématique .....	12
1.La nappe du Cénomani en Indre-et-Loire.....	12
2.Nitrates : respect de la Directive Cadre Européenne .....	15
3.Vulnérabilité des aquifères .....	18
II.Contexte.....	20
1.Présentation de la commune de Seuilly .....	20
2.Description du site du captage de la source de Morin .....	22
3.Contexte géologique et hydrogéologique de la source de Morin.....	23
4.La pollution par les nitrates à Seuilly .....	25
III.Objectifs du stage .....	27
1.Cadre du stage .....	27
2.Les étapes de l'étude.....	29
3.Elargissement des objectifs .....	30
Deuxième Partie – Acquisition des Données .....	32
I.Méthodologie .....	32
1.Étude préliminaire.....	32
2.Délimitation de la zone d'étude.....	34
3.Prospections dans la zone d'étude.....	36
II.La campagne de mesures.....	37
1.Déroulement de la campagne.....	37
2.Première campagne de mesures.....	39
3.Seconde campagne de mesures .....	40
III.Réflexions sur les solutions à court terme.....	41
1.Les solutions envisagées.....	41
2.Sécurisation de l'approvisionnement en eau potable .....	42
3.Les possibilités d'interconnexion .....	43
Troisième Partie – Résultats et Discussion .....	45
I.Les données recueillies.....	45
1.Piézométrie .....	45
2.Les teneurs en nitrates .....	47
3.Bilan.....	48
II.Diagnostic de la pollution .....	50
1.Sensibilité des sols à l'infiltration hydrique verticale .....	50
2.Sensibilité des sols au ruissellement .....	51
3.Assainissement.....	52
4.Diagnostic de la pollution sur le bassin.....	53
III.Mesures à prendre sur le bassin .....	56
1.Les problèmes liés à l'assainissement .....	56
2.Mesures agronomiques .....	56
3.Suivi des actions mises en oeuvre .....	58
Conclusion .....	61
Bibliographie .....	63
Annexes.....	66
I.Annexe 1 – Coupe géologique .....	66
II.Annexe 2 – Manuel d'utilisation du Checkit Nitrates .....	67

III. Annexe 3 – Le GPS .....	68
1. Principe du GPS .....	68
2. Fonctionnement du GPS .....	69
3. Le post-traitement des données .....	69
4. Protocole d'utilisation .....	70
IV. Annexe 4 – Les possibilités d'interconnexions .....	72
V. Annexe 5 – Protocole d'utilisation de la sonde lumineuse pour la mesure du niveau statique de la nappe.....	73
VI. Annexe 6 – Modèle d'estimation des risques de ruissellement de l'eau à la surface du sol .....	74
VII. Annexe 7 – Protocole de transformation des coordonnées géographiques grâce au logiciel Circé 3.2.....	78
VIII. Annexe 8 – Le forage de La-Roche-Clermault.....	80
1. Contexte et problématique.....	80
2. Origines de la pollution .....	80

### Abréviations :

- AELB : Agence de l'Eau Loire-Bretagne
- BAC : Bassin d'Alimentation de Captage
- BV : Bassin Versant
- CA (37) : Chambre d'Agriculture (d'Indre-et-Loire)
- CdC : Communauté de Communes
- CIPAN : Culture Intermédiaire Piège à Nitrates
- CNPE : Centrale Nucléaire de Production d'Electricité
- DDAF 37 : Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt (d'Indre-et-Loire)
- DDASS : Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales
- DIREN : Direction Régionale de l'Environnement
- DIREN LB : DIREN de bassin Loire-Bretagne
- FDGEDA : Fédération Départementale des Groupes d'Etudes et de Développement Agricole
- GDA : Groupement de Développement Agricole
- IGN : Institut Géographique National
- MMCE : MobileMapper CE
- MNA : Modèle Numérique d'Altitude
- NAEP : Nappe réservée à l'Alimentation en Eau Potable
- PAC : Politique Agricole Commune
- PASSED : Plan d'Action Stratégique de l'Etat en Département
- PCVD : Pôle de Communcaiton et de Valorisation des Données
- PPI : Périmètre de Protection Immédiate,
- PPR : Périmètre de Protection Rapprochée,
- SAGE : Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux
- SDAGE : Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux
- SIAEP : Syndicat Intercommunal d'Adduction d'Eau Potable
- SIG : Système d'information Géographique
- SIPTEC : Syndicat Intercommunal de Production d'eau de Truyes-Esvres-Cormery
- SPANC : Service Public d'Assainissement Non Collectif
- SRTM : Shuttle Radar Topography Mission

- ZRE : Zone de Répartition des Eaux
- ZV : Zone Vulnérable

### **Résumé :**

La commune de Seuilly, dans l'Ouest du département d'Indre-et-Loire, dispose d'un captage d'eau potable, exploité par le syndicat de distribution d'eau potable du secteur (7 communes alimentées). L'eau de ce captage est polluée par les nitrates depuis sa mise en service en 1972, et les teneurs dépassent aujourd'hui la norme des 50mg/L. L'eau est puisée dans un aquifère libre, dans les formations Séno-Turonienes, reposant sur les formations du Cénomaniien. Les enjeux de protection de la nappe du Cénomaniien, stratégique du point de vue de l'alimentation en eau potable en Indre-et-Loire, sont au coeur des préoccupations dans le département. De plus, la protection de l'environnement, mise en avant au niveau européen, notamment au travers de textes tels que la directive cadre sur l'eau de 2000, ou la directive nitrates de 1992, a incité la DDAF d'Indre-et-Loire à apporter son aide sur le secteur, par l'établissement d'un diagnostic de la pollution sur le bassin. Suite à une analyse de la piézométrie de la nappe du Séno-Turonien qui alimente le captage, et une étude de la pollution par les nitrates de son eau, un diagnostic de la pollution a pu être établi. Des données complémentaires, notamment issues de la carte des sols et des schémas communaux d'assainissement, ont permis de montrer qu'à ce jour, l'assainissement des communes concernées était très insuffisant. Aussi importants pouvaient être les intrants d'origine agricole il y a quelques temps, ceux-ci semblent limités de nos jours. La mauvaise qualité de l'assainissement, voire son absence, semble être à l'origine d'une pollution des eaux de la nappe, et sa réhabilitation doit être programmée au plus vite. Une enquête sur les pratiques agricoles permettrait d'avoir une meilleure connaissance de la fraction agricole des nitrates retrouvés dans l'eau du captage.

### **Abstract :**

The commune of Seuilly, in the West of the department of the Indre-and-Loire, has a drinking water collecting, exploited by the trade union of distribution of drinking water of the sector (7 fed communes). The water of this well is polluted by nitrates since its startup in 1972, and the concentrations currently exceed the standard of 50mg/L. Water is welled from a free aquifer, in the Seno-Turonien aquifer, over the Cenomanien one. The protection stakes of the Cenomanien aquifer, strategic according to the drinking water supply in Indre-and-Loire, are in the middle of the concerns in the department. Moreover, the setting, environmental protection ahead at the European level, particularly through texts such as the DCE of 2000, or the nitrates directive of 1992, encouraged the DDAF of the Indre-and-Loire to bring its assistance on the sector, by the establishment of a pollution diagnosis on the basin. Following an analysis of the piezometry of the aquifer that feeds the collecting, and a study of the water pollution by the nitrates, a diagnosis of pollution could be drawn up. Additionnal data, in particular resulting from the soil map and cleansing communal documents, made it possible to show that currently, the cleansing of the concerned communes is very poor. So important could be the agricultural inputs a few times ago, those seem limited nowadays. The bad quality of the cleansing, even its absence, seems to be at the origin of a water pollution of the aquifer, and its rehabilitation must be programmed as fast as possible. An investigation into husbandries would improve our knowledge of the agricultural fraction of nitrates found in the water of this well.



## Synthesis

### *a. Introduction*

In a European Union which widens, the environmental questions take a growing importance. Many directives are established, bound for the Member States, so that they adapt them to their economical, social and political context.

Let us quote for example the « Directive Cadre sur l'Eau » of the 23/10/2000, the directive “nitrates” of the 31/12/1991, which were translated into French right thereafter.

These texts give to the member States the orientations for a balanced management of the natural environment, reconciling the safeguarding of environment and resources, the economical stakes and the social development.

### *b. Set of problems*

The DCE of 2000 led to the drafting, the 30/06/2006, of the law on water and aquatic environments in France, in particular imposing the orientations for a balanced management of the water resources.

The Indre-et-Loire has an important underground water resource, in the Cenomanien aquifer.

This strategic aquifer, in regard with the drinking water supply, is threatened by the abundance of drillings and the human activities, generating pollution.

The natural good quality of this aquifer water, as well as the importance of the reserve (several tens of billion cubic meters), contributed to the increase of the water taking away, at the same time for drinking water, industry and the irrigation.

The taking away are currently estimated at approximately 80 million m<sup>3</sup> per annum, of which a third only for the department of Indre-et-Loire.

This is why the Cenomanien aquifer was classified in « aquifer to reserve in priority to the drinking water supply » by the « Agence de l'Eau Loire-Bretagne ».

Since about thirty years, a regular fall of the Cenomanien water level, of approximately a meter per annum, is observed in Indre-et-Loire and in Loir-et-Cher, and can reach 20 m in Touraine.

In the free part of this aquifer, the principal problems primarily relates to the quality of water, while the quantitative aspect is dominating in the captive part.

Pollutions due to human activities threaten the quality of this resource, and the nitrates constitute one of these pollutions.

In addition to the phenomenon of eutrophication, caused by an excess of nitrates in water, and leading, because of the algal development consuming oxygen, to an asphyxiation of the aquatic environment, the nitrates in the drinking water are currently pointed finger by the scientific community. In fact, the presence of nitrates in too important quantities in drinking water would be to put in relation to significant increases in mortality by cancers such as those of the bladder or the colon.

In order to identify the geographical areas reached by this pollution - named vulnerable areas -, the directive nitrates envisages a monitoring of the nitrate concentrations in surface waters and groundwaters.

This designation is made on the basis of analyses results, in dialogue with the agricultural professional organizations, the representatives of the water users, associations of environmental protection and consumers.

### *c. Context*

The commune of Seuilly is located in the West of the department of the Indre-and-Loire, and belongs to the « Communauté de Communes de la Rive Gauche de la Vienne » (CdCRGV).

This local authority, created in 1993, was endowed with competences such as environmental ones, and in particular cleansing. It does not however have competences in drinking water.

The « Syndicat Intercommunal d'Adduction d'Eau Potable (SIAEP) de la Région de Seuilly » is in load of the adduction and the distribution of drinking water, since 1970, of out of seven of the nine communes of the CdCRGV.

It has two drinking water collectings. The first is located in the commune of Seuilly, and draws water of the aquifer of the tertiary formations of the Seno-Turonian, characterized by fissured limestones.

It covers the formations of Cenomanian, the aquifer associated being free in our sector.

As we could see it previously, the problems of qualitative management of this aquifer are predominant in our sector.

It is located at the locality of the Source of Morin, and was brought into service in 1972.

Originally, drawn water had a quite important nitrate concentration, with 35 mg/L, and it regularly tends to increase, and now reaches 60 mg/L, the standard being fixed, for the drinking water supply, to 50 mg/L.

The second collecting is in the commune of La-Roche-Clermault, and draws water of the Seno-Turonian formations, covered by the quaternary sandy alluvial formations of the River Vienne floodplain.

This collecting was brought into service in 1993, in order to make safe the provisioning of the SIAEP in the event of a first collecting breakdown, and also to allow to carry out a mixture of water of the two collectings, and thanks to the low nitrate concentrations measured in its water at the startup, to allow the distribution of a water respecting the physicochemical standards.

Unfortunately, a deterioration of the water quality of this new drilling, in particular with nitrates, is observed, and the water distributed on the sector of the SIAEP, after mixture, reached a concentration of 60 mg/L.

In a prefectoral decree in date of May 2006, the SIAEP of Seuilly is warned to set up a water quality reconquest plan.

Once this exceeded expiry, in the case where no solution is found, Mr. Prefect, in agreement with the administration, will be able to decide to stop the distribution of drinking water of the SIAEP.

The commune of Seuilly, as well as the commune of Lerné, are placed in « zone de répartition des eaux », because they are both located in the Cenomanian distribution area.

Moreover, as the Cenomanian outcrops, they are classified in « zone vulnérable » by the decree of the 24/10/2006. It is thus very prone to the infiltration of diffuse or accidental pollution.

Thanks to its independence towards the commercial surroundings, and the assistance of the communes it can provide, the DDAF of Indre-and-Loire decided to recruit a trainee over 5 months, in order to diagnose the pollution by nitrates on the sector of Seuilly.

#### *d. Methodology*

The nitrates present in water can have several origins : change of ground occupation, fertilization of agricultural surfaces, or dysfunction of cleansing.

In order to study pollution by nitrates, and to diagnose it, it was important to gather a certain number of data characteristic of the studied sector.

First of all, we delimited a “piezometric study area”, area in which the prospections would be carried out.

This zone was defined thanks to the watershed of the source of Morin, which we extended to the areas that probably belongs to the hydrogeologic catchment area of the Source of Morin, to the North and the East of this one.

The prospections were carried out in a certain number of wells of the study zone (that covers the communes of Seuilly and Lerné).

The recorded data are : the position and the altitude of the well (thanks to a GPS), depth of piezometric surface compared to the level of the ground (thanks to a luminous probe), well water nitrate concentration (thanks to an optical photometer).

A documentary study, as well as data available in the DDAF, enriched all the collected informations.

Starting from the data resulting from the soil map, the « Chambre d'Agriculture » of Indre-and-Loire has established a calculation model able to map the soils sensivity to vertical hydrous infiltration.

This model, coupled to our observations of ground (nitrate concentrations, piezometric map), data of the DDAF (ground occupation, agricultural practicies) and study reports, enabled us to draw up the pollution diagnosis of the sector.

#### *e.      Diagnosis*

The diagnosis of a disease is the identification of this one by its symptoms. In our study, thanks to various data, collect on the ground, at the DDAF or near other actors, we could establish the diagnosis of the pollution by nitrates.

According to measurements of wells water level, it seems that collecting is fed from a vast zone in the North of this one, also extending to the North-East, the North-West and also the West, since the dry valley connecting the boroughs of Seuilly and Léré.

The distribution of the nitrate concentration shows an accumulation of well whose water contains on average more than 50 mg/L in a sector in the North-West of the collecting, on the Seuilly limestone « côteaux ».

Fissured limestone outcropping on these « côteaux » confers the aquifer an important vulnerability towards pollution from the basin. This observation is confirmed by the map of sensitivity to the infiltration published by the CA37.

A sector of the basin, in the dry valley between Seuilly and Léré, is uninhabited, and strongly cultivated.

As there are no wells there, the study couldn't have been done, and the agricultural activities which are practised there, in particular through the use of nitrogenized fertilizers, could be at the origin of part of the collecting water pollution.

As for the « côteaux », where important nitrate concentrations were measured, it seems that the cleansing is defective, even non-existent.

A hundred dwellings is provided with a defective noncollective cleansing installation, and most of them poses a problem of direct pollution of the environment by waste water, very rich in nitrogenized matters.

Measures are necessary, in order to limit the nitrate providings towards the aquifer.

Concerning agriculture, it would be interesting to carry out a control within the bounds of the Common Agricultural Politic in one of the exploitations of the sector which could not have been studied, in order to maintain a certain vigilance.

Agriculture in the sector must remain under monitoring, thanks in particular to the « Groupement de Développement Agricole » of the Richelais (belonging to the CA37), and even with the SIAEP of Seully, which could order the DDAF37 an investigation into agricultural practices, based on the « spreading book » data of the farmers of the sector.

Regarding the cleansing, noncollective installation rehabilitations must be planned quickly.

It is imperative to plan rehabilitation work of the installations presenting a direct pollution risk of the environment : installations without device of cleansing, installations presenting a discharge of « valve waters » (flushings...) without treatment in the environment (cellars for example).

With regard to the collective cleansing, the commune of Lerné recently endowed a device in the borough, now awaiting the connection of all the borough inhabitants.

The commune of Seully, as for it, launched out the installation of the collective cleansing and the treatment station for the borough, that will be brought into service at the beginning of the year 2008.

It would be then interesting to follow up the new connections to the collective cleansing in these two communes, via the Mayors of Seully and Lerné.

#### *f. Outcome*

Our study allowed us to diagnose the pollution by nitrates of the drinking water collecting of the source of Morin in Seully. The cleansing shows important dysfunctions, responsible for part of this pollution.

Agriculture, as for it, is framed on the sector by the GDA of Richelais, which carries out publicity campaigns, near the farmers, to explain the measures recommended by the directive nitrates of 1991.

On the « côteau », where important nitrate concentrations were measured, the agricultural activities are far from numerous, the majority of the soils being placed in freezing.

Moreover, in the other sectors of the study area, where average even weak nitrate concentrations were measured, the agricultural activities are omnipresent.

That seems to indicate that agriculture, although at the origin of part of nitrates found in water (the leaching of part of fertilizers being inevitable), does not seem to be a real source of pollution.

Nevertheless, a question mark remains in the dry valley, where the piezometry and the nitrate concentrations are unknown. The investigation into agricultural practices would allow us to remove this interrogation.

The DDAF of Indre-and-Loire will have to ensure the follow-up of the whole operations in progress, with respect to the cleansing : connection of the users to the collective cleansing network, rehabilitation of the noncollective installations.

It would be then interesting, to allow the support of the rehabilitation operations, to declare them of a public utility, in order to release assistances of the « Conseil Général » for example, allowing the inhabitants of Seuilly and Lerné to complete necessary work.

## **Préambule – Présentation de la DDAF**

La Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt est un service déconcentré du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche et du Ministère de l'Ecologie, du Développement et de l'Aménagement Durables dans les départements administratifs. Il s'agit d'une administration de l'Etat au service du monde agricole et rural.

Elle a deux vocations : la première consiste en la mise en œuvre de la politique de l'Etat pour l'agriculture, y compris l'emploi et la politique sociale agricole, le développement rural, la forêt, l'environnement, l'eau, l'aménagement du territoire, la sécurité alimentaire et la santé animale (il s'agit là de missions régaliennes), la seconde en l'appui technique aux collectivités territoriales et autres maîtres d'ouvrage, dans le domaine de l'eau, de l'assainissement et de l'aménagement foncier.

Les missions de la D.D.A.F. sont les suivantes :

- L'économie et la production agricole avec notamment la gestion des aides de la politique agricole commune (PAC),
- La gestion de l'eau (aspects qualitatifs et quantitatifs),
- La gestion des milieux naturels,
- Les polices de l'eau, de la chasse, de la pêche,
- Les équipements publics pour les collectivités locales (alimentation en eau potable, assainissement, ...)
- L'aménagement foncier, (le remembrement et les travaux connexes),
- La mise en œuvre de la politique forestière,
- La politique sociale agricole,

La DDAF 37 se compose de quatre services ou pôles d'action : le service de l'eau, de la forêt et de la nature, le service d'ingénierie des territoires, le service de l'agriculture, et le pôle de communication et de valorisation des données. C'est dans ce dernier pôle que j'ai été intégré en tant que stagiaire, sur une problématique de pollution par les nitrates d'un captage d'eau potable.

## Introduction

Dans une Union Européenne qui s'élargit, les questions environnementales prennent une importance grandissante. De nombreuses directives sont établies, à destination des Etats membres, afin qu'ils les adaptent à leur contexte économique, social et politique.

Citons par exemple la directive cadre sur l'eau du 23/10/2000, la directive « nitrates » du 31/12/1991, qui ont été traduites en droit français par la suite.

La DCE de 2000 a donné lieu à la rédaction, le 30/06/2006, de la loi sur l'eau et les milieux aquatiques en France, imposant notamment une gestion équilibrée des ressources en eau. L'Indre-et-Loire dispose d'une importante ressource souterraine en eau, dans la nappe du Cénomanien. Cette nappe stratégique du point de vue de l'alimentation en eau potable, n'en est pas moins menacée par l'abondance des prélèvements et les activités humaines, génératrices de pollutions.

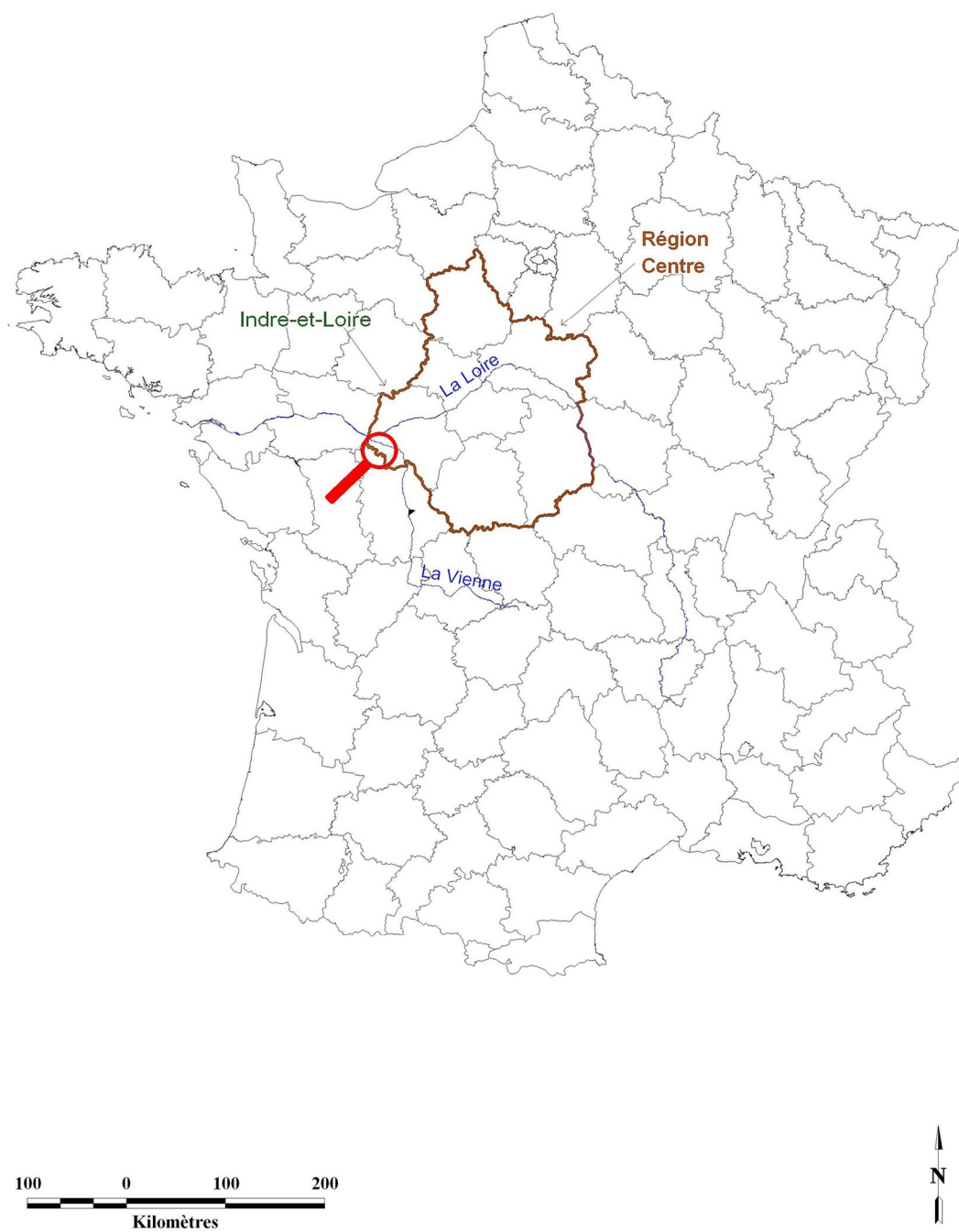
Afin de localiser les activités polluantes, des « points noirs » du point de vue de la pollution par les nitrates sont mis en évidence, et ces secteurs doivent faire l'objet d'études, pour comprendre l'origine de la pollution, et pouvoir traiter le problème à sa source. L'un de ces points est le captage de la source de Morin, sur la commune de Seuilly, dans l'Ouest du département (figure 1 ci-après), dont l'eau est polluée par les nitrates.

La Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt d'Indre-et-Loire, grâce à son indépendance vis-à-vis du milieu marchand, et l'assistance aux collectivités qu'elle peut fournir, a décidé de recruter un stagiaire sur 5 mois, afin de diagnostiquer la pollution par les nitrates sur le secteur de Seuilly.

Nous nous intéresserons donc dans un premier temps à la problématique liée à l'eau potable en Indre-et-Loire, tant du point de vue de sa qualité que de sa quantité, puis nous chercherons à mettre en place un protocole d'étude du secteur du captage pollué par les nitrates. Enfin, nous exposerons les résultats de notre étude, et proposerons des solutions à mettre en place afin de parvenir à une baisse des teneurs en nitrates dans les eaux.

Dans l'éventualité d'une adaptation de cette étude sur d'autres secteurs touchés par une pollution par les nitrates, tout sera mis en oeuvre afin d'assurer la reproductibilité des méthodes employées, la recherche documentaire s'appuiera sur des ouvrages et rapports généraux, ainsi que sur des documents internes à la DDAF, établis pour chacune des collectivités territoriales du département.





*Figure 1: Localisation du secteur d'étude*

## Première Partie – Problématique et Contexte

### II. Problématique

#### 1. La nappe du Cénomanien en Indre-et-Loire

##### a. Présentation

Les couches déposées au Cénomanien, étage du Crétacé supérieur, sont présentes sur une grande partie du bassin parisien, mais la partie perméable, qui constitue un aquifère, est entièrement comprise dans le bassin Loire-Bretagne. Il concerne 10 départements et 4 régions administratives. Cet aquifère s'étend sur 25000 km<sup>2</sup>, dont 20000 km<sup>2</sup> sont captifs.

La bonne qualité naturelle de l'eau de cette nappe ainsi que l'importance de la réserve (plusieurs dizaines de milliards de m<sup>3</sup>) ont contribué à l'augmentation des prélèvements à la fois pour l'eau potable, pour l'industrie et pour l'irrigation. Les prélèvements sont actuellement estimés à environ 80 millions de m<sup>3</sup> par an, dont un tiers seul pour le département d'Indre-et-Loire.

Nappe du cénomanien  
situation au 1er avril 2007

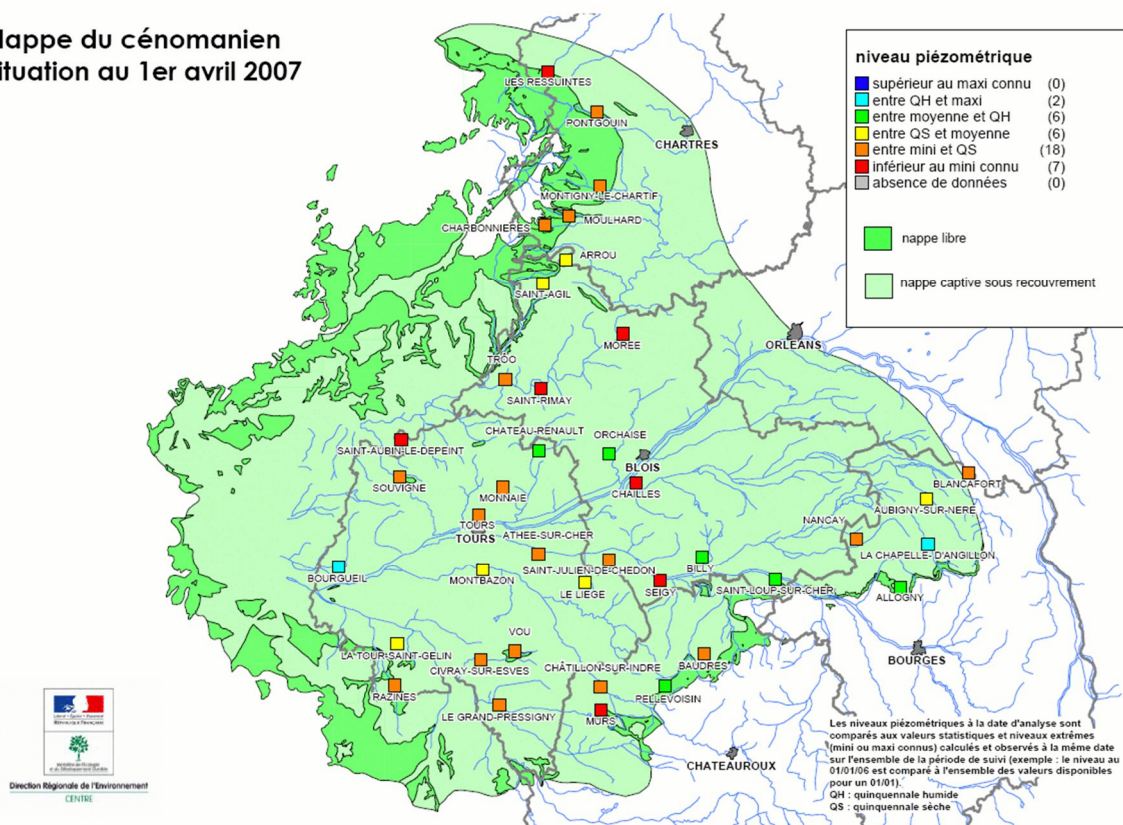


Figure 2: Situation de la nappe du Cénomanien au 1er avril 2007 (DIREN Centre, 2007)

Sur la figure 2, la quinquennale sèche représente les niveaux les plus bas pouvant être atteints une année sur cinq. La quinquennale humide représente les niveaux les plus hauts pouvant être atteints une année sur cinq.

Nous pouvons remarquer, sur la figure 2, l'extension de l'aquifère du Cénomanien, ses parties libres en périphérie au Nord-Ouest et au Sud-Ouest, ainsi que la zone captive sous recouvrement. Les figurés colorés représentent le niveau piézométrique mesuré, en date du 1er avril 2007.

Les couleurs de figurés qui ressortent sont le rouge, l'orange et le jaune, indiquant globalement qu'en ces points de mesure, le niveau de la nappe est inférieur au niveau moyen mesuré.

#### *b. Pressions et conséquences*

L'importance et la qualité de cette réserve en font la plus sollicitée du département ; les prélèvements estimés correspondent aux besoins en eau potable de 1,5 millions d'habitants, le département en comptant environ 550 000 (recensement 1999).

Depuis une trentaine d'années, une baisse régulière, d'un mètre par an, du niveau de l'eau du Cénomanien est observée en Indre-et-Loire et dans le Loir-et-Cher, et peut atteindre 20 m en région tourangelle (PASSED, 2004).

L'ensemble de ces facteurs contribue à fragiliser la nappe et entraîne :

- une perte importante de productivité des forages existants,
- un dénoyage de la nappe,
- un rétrécissement des zones ayant une capacité de dénitrification (zones réductrices recueillant les eaux de la nappe des craies et tuffeaux du Crétacé Supérieur (Séno-Turonien) située en position sus-jacente) vers le centre de l'aire d'extension du Cénomanien, et donc une concentration en nitrates croissante à la périphérie de l'aquifère,
- une pollution directe par les systèmes aquifères latéraux mis en communication par des forages défectueux ou sollicités par augmentation des cônes de rabattement des forages actuels, ces chutes de niveau piézométrique ont été observées en région tourangelle, et ont, semble-t-il, permis l'arrivée d'eau riche en chlorures depuis les couches du Jurassique situées sous le Cénomanien.

Dans la partie libre de cet aquifère, la problématique principale concerne essentiellement la qualité des eaux, tandis que l'aspect quantitatif est prépondérant dans la partie captive.

Actuellement, le niveau piézométrique de la nappe se situe au-dessus du toit du Cénomanien. Si la baisse des niveaux continuait, le toit de la nappe serait dénoyé et le processus de dénitrification naturelle, dans ces conditions oxydantes, ne pourrait avoir lieu.

De plus, malgré la présence d'une couche relativement imperméable entre les aquifères du Cénomanien et du Séno-Turonien, le drainage des eaux vers le Cénomanien serait accentué si le niveau du Cénomanien baissait, puisque la charge hydraulique du Séno-Turonien serait supérieure à celle du Cénomanien.

Ce phénomène de drainage accentué pourrait entraîner un abaissement des niveaux d'eau dans le Séno-Turonien où les irrigants puisent, avec des risques de dénoyage des forages, et pourrait également contaminer le réservoir du Cénomanien par les eaux du Séno-Turonien légèrement polluées.

### *c. Protections de la nappe du Cénomanien*

Depuis de nombreuses années, le souci d'une gestion équilibrée du système aquifère du Cénomanien a donné lieu à la mise en place de diverses actions.

La nappe du Cénomanien est inscrite dans le SDAGE Loire-Bretagne comme « nappe à réserver en priorité à l'alimentation en eau potable » (ou NAEP).

Elle fait donc l'objet de mesures préventives « pour assurer la protection du patrimoine » :

- classement en Zone de Répartition des Eaux depuis 2003,
- examen des possibilités de reconversion pour les plus gros prélèvements industriels ou irrigants,
- mise en conformité des ouvrages mal conçus,
- rédaction et diffusion large des prescriptions techniques pour les nouveaux forages, cela concerne également les forages à usage domestique.

Selon le code de l'environnement, « les installations, ouvrages ou travaux permettant les prélèvements (d'eau) sont soumis à autorisation ou déclaration ». La différence entre autorisation et déclaration est fonction du débit (déclaration à partir de 8 m<sup>3</sup>/h, autorisation dès 80 m<sup>3</sup>/h). Les seuils sont abaissés pour les forages situés en ZRE.

Ces constatations posent le problème de la gestion concertée de la nappe, et préalablement la question de la connaissance du comportement de la nappe actuel et futur en fonction des sollicitations (prélèvements) dont elle peut faire l'objet.

Dans cette optique, M. le Préfet de la région Centre a mis en place, en 2000, un « comité de gestion de la nappe du Cénomanien », présidé par M. PELICOT, vice-président du Conseil général d'Indre-et-Loire. Ce comité a décidé d'engager un programme d'études de la nappe qui débouchera sur la réalisation d'un modèle mathématique de gestion de la ressource.

SOGREAH a été mandaté par l'Agence de l'Eau en janvier 2003 afin de réaliser le programme d'étude et de modélisation pour la gestion de la nappe du Cénomanien (SOGREAH, 2007).

Le modèle numérique, après calage, permet de reproduire le comportement du système aquifère cénomanien à l'échelle régionale. Il peut donc être utilisé pour évaluer l'impact sur la nappe de différents scénarios d'exploitation.

En juillet 2007, une première série de scénarios de simulation ainsi que des scénarios complémentaires qui permettront d'établir les règles de gestion techniques pour la gestion durable de l'aquifère ont été présentés. Les conclusions sont les suivantes :

- le maintien des prélèvements à un niveau constant par rapport à 2004 sur tout le secteur d'étude, implique une stabilisation des niveaux piézométriques au terme de 6 ans, avec une baisse d'environ 3 m à Tours par rapport à 2004,
- une diminution localisée des prélèvements de 5 % dans la zone centrale permet de limiter le dénoiement des marnes à long terme (20 ans), avec stabilisation des niveaux piézométriques au niveau de 2004.

Ces conclusions, aussi encourageantes soient-elles, ne doivent pas stopper les mesures prises pour la protection de la nappe, et les efforts de contrôle et de limitation des prélèvements doivent être accentués.

## 2. Nitrates : respect de la Directive Cadre Européenne

### a. *Les nitrates*

Le nitrate est un anion (molécule chargée négativement) formé d'un atome d'azote et de trois atomes d'oxygène. Il s'agit de la forme (spéciation) la plus stable de l'azote. En l'absence de toute fertilisation azotée, on trouve toujours des nitrates dans les sols.

Ceux-ci proviennent de la fixation de l'azote atmosphérique par certaines espèces végétales, les légumineuses, qui sont capables, grâce à des bactéries qui vivent en symbiose avec elles, de capter l'azote et de le transformer en matière organique azotée dans leurs racines.

Quand la plante a fini son cycle saisonnier, cette matière organique azotée est peu à peu transformée décomposée par les bactéries nitrifiantes du sol, et transformée en nitrates.

Ces nitrates sont à leur tour utilisés par les autres espèces végétales pour leur propre croissance, car on rappelle que pour se développer, les végétaux ont besoin de trouver dans le sol trois éléments majeurs : l'azote (sous forme de nitrates), le phosphore (sous forme de phosphates) et le potassium, qui sont d'ailleurs les principaux fertilisants apportés par l'agriculture industrielle.

On estime qu'un sol contient en moyenne 1000 kg d'azote par hectare, sous forme de matière organique plus ou moins fraîche ou en cours de décomposition (OPECST, 2003).

Chaque année, seule une fraction de cet azote est transformée en nitrates (minéralisation), mais en régime normal, cette fraction minéralisée est remplacée par de la matière organique fraîche, si bien que le stock d'azote est constant.

Si la majorité de ces nitrates « naturels » est consommée par la végétation en place, une légère fraction est cependant toujours lixiviée par l'infiltration de l'eau de pluie (surtout en hiver), et se retrouve dans les nappes en profondeur.

Pour l'agriculteur, il est nécessaire que les nitrates soient présents au niveau des racines des cultures au moment de leur croissance, quand elles en ont besoin. Si une pluie survient après l'apport de fertilisant, les nitrates pourront s'infiltrer vers la nappe, et l'agriculteur devra refaire un apport.

Le changement d'occupation des sols (labourage d'une prairie, défrichage de forêt, assèchement d'un marécage ...) peut être une source d'origine anthropique des nitrates, mais la source majeure est l'apport d'engrais azoté.

Cet apport peut se faire soit directement sous forme de nitrates, soit sous forme d'ammoniac, ou d'urée, lesquels se transformeront dans le sol en nitrates. Une fraction de ces apports est lixiviée par l'eau de pluie et peut rejoindre soit directement les cours d'eau par ruissellement, soit s'infiltrer vers les nappes.

#### *b. toxicologie*

Les nitrates présents dans les eaux peuvent donc avoir plusieurs origines : le changement d'occupation du sol, la fertilisation des surfaces agricoles, ou bien le dysfonctionnement de certains dispositifs d'épuration des eaux usées.

On estime la concentration « naturelle » en nitrates des eaux souterraines en l'absence de fertilisation à 5 à 15 mg/L (DE MARSILY, MEYBECK, 2003).

La limite de qualité des eaux brutes utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine, à l'exclusion des eaux de source conditionnées, en terme de nitrates, est fixée à 50 mg/L pour les eaux superficielles, et 100 mg/L pour les autres eaux (arrêté 11/01/2007).

Concernant la toxicologie des nitrates, deux formes (spéciations) de l'azote peuvent avoir des conséquences néfastes sur la santé humaine :

- la transformation des nitrates en nitrites peut être responsable de l'apparition de méthémoglobinémie, en particulier chez le nourrisson. Cette maladie rare est caractérisée par une capacité réduite du sang à transporter l'oxygène, du fait de la diminution des niveaux d'hémoglobine normale. Toutefois, il semble que la méthémoglobinémie ne soit pas reliée systématiquement à la quantité de nitrates ingérée, mais qu'un certain nombre d'autres facteurs, en particulier une contamination bactériologique des aliments ou des phénomènes infectieux, soient nécessaires à son déclenchement. Certains cas extrêmes peuvent être mortels.
- La transformation des nitrates en nitrosamines peut être l'une des causes du déclenchement de cancers du tube digestif, mais les preuves font encore défaut pour tirer des conclusions solides quant à l'implication des nitrates.

La norme de 50 mg/L est essentiellement basée sur le risque de méthémoglobinémies aiguës. Les recherches quant aux conséquences des nitrates sur la santé humaine sont toujours en cours, et la présence de nitrates en trop grandes quantités dans l'eau potable serait à mettre en relation avec des augmentations significatives de la mortalité par des cancers tels que ceux de la vessie ou du colon.

*c. Contenu de la directive « nitrates »*

La directive européenne n°91/676/CEE du 12 décembre 1991 dite « directive nitrates » vise à réduire et prévenir la pollution des eaux par les nitrates d'origine agricole.

Afin d'identifier les secteurs atteints par cette pollution – dénommés zones vulnérables -, la directive prévoit une surveillance des teneurs en nitrates dans les eaux superficielles et souterraines sur une période de 12 mois, tous les 4 ans.

A l'issue de chaque campagne d'analyses, une liste des communes situées en ZV est publiée par arrêté du préfet coordonnateur de bassin.

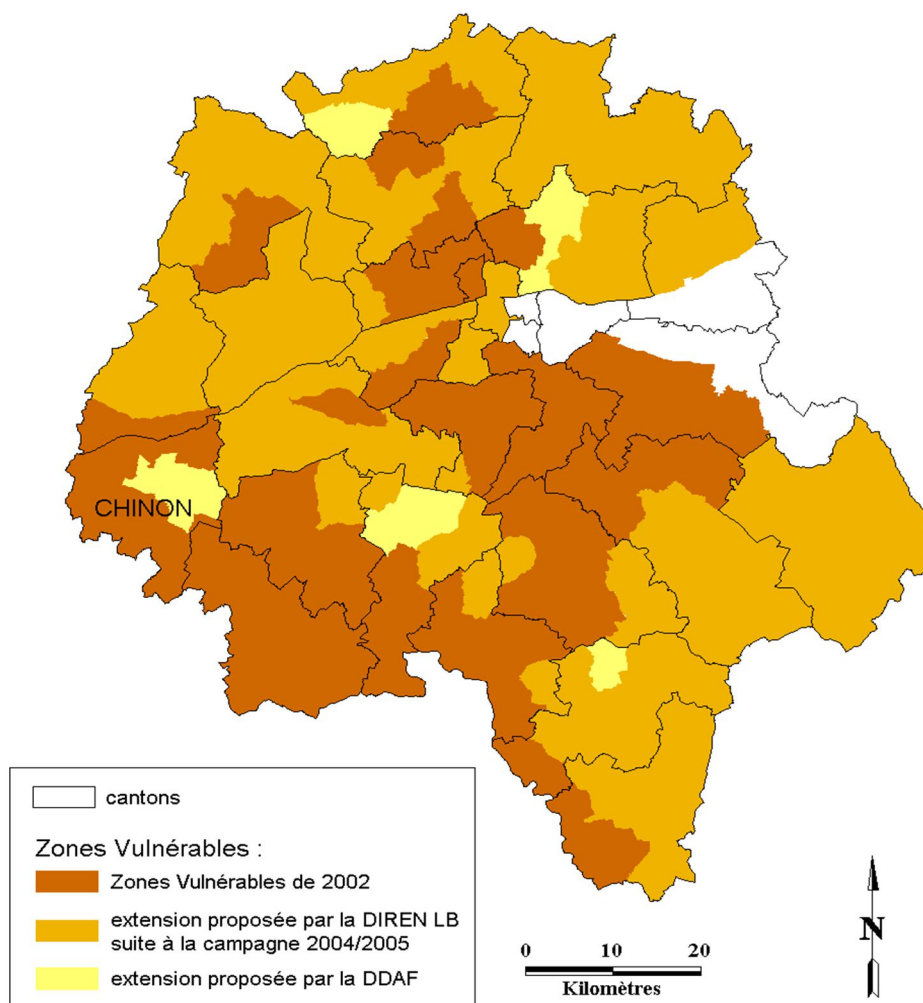
Cette désignation est faite sur la base des résultats d'analyses, en concertation avec les organisations professionnelles agricoles, des représentants des usagers de l'eau, des associations de protection de l'environnement, de consommateurs et après consultation des conseils généraux, régionaux et départementaux d'environnement.

Quatre campagnes ont été réalisées respectivement en 1992-1993, 1997-1998, 200-2001 et 2004-2005.

Sur l'ensemble du bassin Loire-Bretagne, 386 points de mesure de la qualité des eaux souterraines, sur les 514 stations de surveillance présentes lors de la campagne de 2004-2005, sont renseignés conjointement aux quatre campagnes menées jusqu'ici, dont 103 points sont répartis sur la région Centre (DIREN LB, 2006).

Sur ces 103 points de mesure, dont la plupart sont des points de suivi de la qualité des eaux destinées à l'alimentation en eau potable, 62 sont situés en zone vulnérable.

Sur la figure 3, l'extension des ZV proposée par la DIREN, incluant presque l'ensemble du



*Figure 3: Zones Vulnérables en Indre-et-Loire*

département, est apparue comme exagérée aux yeux des organisations agricoles, la DDAF a donc émis une nouvelle proposition.

Dans les ZV, les mesures adaptées pour prévenir et réduire les pollutions sont définies dans chaque département concerné, avec les organisations professionnelles agricoles et entérinées par un arrêté du préfet de département.

Ces mesures portent le nom de « programmes d'actions ».

Dans un arrêté préfectoral du 10 février 2004, définissant le programme d'action applicable dans les ZV du département d'Indre-et-Loire, les mesures nécessaires à une « bonne maîtrise de la fertilisation azotée et à une gestion adaptée des terres agricoles en vue de limiter les fuites de composés azotés à un niveau compatible avec les objectifs de restauration et de préservation, pour le paramètre nitrates, de la qualité des eaux superficielles et souterraines » (arrêté 10/02/2004 modifié consolidé) ont été définies.

L'ensemble de ces mesures est appelé « troisième programme d'action ».



Plusieurs mesures sont imposées par cet arrêté, afin d'équilibrer l'apport de fertilisants et de sécuriser le stockage et l'épandage:

- tenir compte d'un objectif réaliste de rendement à la parcelle,
- tenir compte des fournitures en azote du sol (y compris les arrière-effets des effluents d'élevage et les retournements de prairie),
- fractionner l'apport d'azote minéral.

### 3. Vulnérabilité des aquifères

La vulnérabilité des aquifères aux pollutions dépend de leurs propriétés propres (matériaux de composition, caractéristiques ...) ainsi que des conditions extérieures (présence de protections naturelles au niveau des sols ou des couches géologiques sus-jacentes ...). Les processus épuratoires, intervenant au cours de l'infiltration des eaux vers l'aquifère, garantissent une protection naturelle de cette ressource.

Les données de cette partie sont issues des rapports d'instauration des périmètres de protection de la source de Morin à Seuilly (BUREAU D'ETUDES GEOLOGIQUES, 1993).

#### *a. Les mécanismes épuratoires*

L'infiltration des eaux météoriques s'effectue successivement de la zone non saturée vers la zone saturée, zones dans lesquelles divers mécanismes épuratoires entrent en jeu.

Les principaux mécanismes épuratoires sont :

- la filtration : filtration mécanique des matières en suspension et des substances colloïdales par la couverture géologique de l'aquifère, le pouvoir de rétention est, entre autres, conditionné par la nature et la granularité des matériaux constitutifs,
- l'épuration biologique : la flore microbienne et la faune des sols sont à l'origine de transformations ou dégradations de certaines substances (dégradation des composés organiques, nitrification / dénitrification ...), le pouvoir épuratoire est conditionné par certains paramètres caractéristiques des eaux d'infiltration (teneur en oxygène dissous, concentration en matière organique, température, pH, vitesse d'infiltration ...),
- l'adsorption : les argiles et les matières organiques interviennent principalement dans les mécanismes d'adsorption, les capacités d'adsorption en milieu saturé étant considérablement inférieures aux capacités en zone insaturée,
- l'échanges d'ions : avec les argiles, les oxydes et hydroxydes de fer, manganèse ...,
- la dilution : il ne s'agit pas au sens strict d'un mécanisme épuratoire.

#### *b. Comportement des polluants dans le sol et le sous-sol*

Intéressons nous au comportement théorique des polluants, afin d'apprécier la vulnérabilité de la nappe vis-à-vis des sources potentielles de pollution, telles que les nitrates :

- Composés azotés : la minéralisation de l'azote organique est le fait de la flore microbienne des sols, l'ammonification conduit à la formation d'ammoniac  $\text{NH}_3$  et de produits carbonés.

Dans des conditions aérobies (horizons supérieurs de sol), cet ammoniac peut subir une nitrification partielle ou totale, mais la nitrification ne constitue toutefois pas la seule voie de transformation de l'azote ammoniacal ; celui-ci peut être assimilé par des micro-organismes, bactéries ou champignons, volatilisé en cas de pH élevé, adsorbé sous forme échangeable dans le complexe argilo-humique des sols, adsorbé à la surface des argiles ...

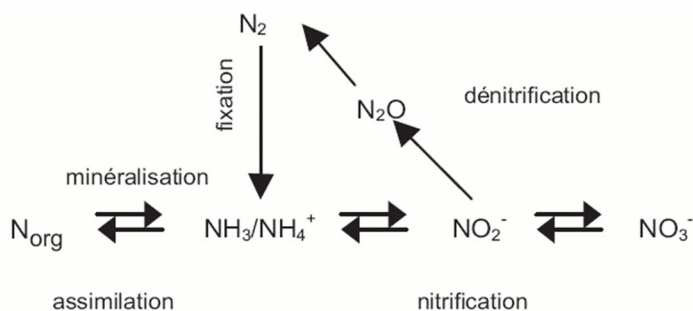


Figure 4: Processus biochimiques de transformation de l'azote dans le sol (CORPEN, 2006)

Dans ces mêmes conditions, la forme minérale azotée thermodynamiquement stable, à laquelle aboutissent les processus d'oxydation, est le nitrate. Cet ion, particulièrement mobile, peut être lixivié lors d'épisodes pluvieux.

Ces nitrates peuvent alors être réduits par les bactéries anaérobies facultatives, ces processus ayant principalement lieu dans les horizons de sol en conditions anaérobies ou anoxiques (horizons inférieurs).

- **Phosphore** : il est essentiellement fixé par les argiles dont la capacité de rétention est considérable. Des complexes peu solubles sont susceptibles de se former avec l'aluminium, le fer, le manganèse ou le calcium, en fonction des conditions de pH du milieu. De plus les phosphates constituent, au même titre que les nitrates, un nutriment essentiel pour les végétaux et les micro-organismes.
- **Micro-organismes** : la filtration dans les sols permet une rétention des micro-organismes de taille importante et un piégeage par adsorption des particules virales, cette rétention étant conditionnée par le pH.
- **Éléments traces métalliques** : généralement peu mobiles, souvent retenus par échange, adsorption, précipitation au sein de la zone non saturée et notamment des horizons de sol. Le caractère réversible de ces processus d'accumulation peut donner lieu à des relargages des éléments piégés, en fonction des variations de pH, température, oxygène ...
- **Pesticides** : le caractère peu hydrosoluble de ces micropolluants organiques limite leur migration dans les sols.

Lors de l'infiltration des eaux depuis la surface des sols, l'épuration s'opère essentiellement au sein de la zone non saturée. Les mécanismes épuratoires, en particulier l'adsorption, l'oxydation, les dégradations bactériennes, sont favorisés dans ces milieux non saturés, aérés, où les temps de séjour des polluants sont généralement conséquents.

### III. Contexte

#### 1. Présentation de la commune de Seuilly

##### *a. Présentation générale*

La commune de Seuilly se situe dans l'Ouest du département d'Indre-et-Loire, à la limite du département de la Vienne, dans le canton de Chinon.

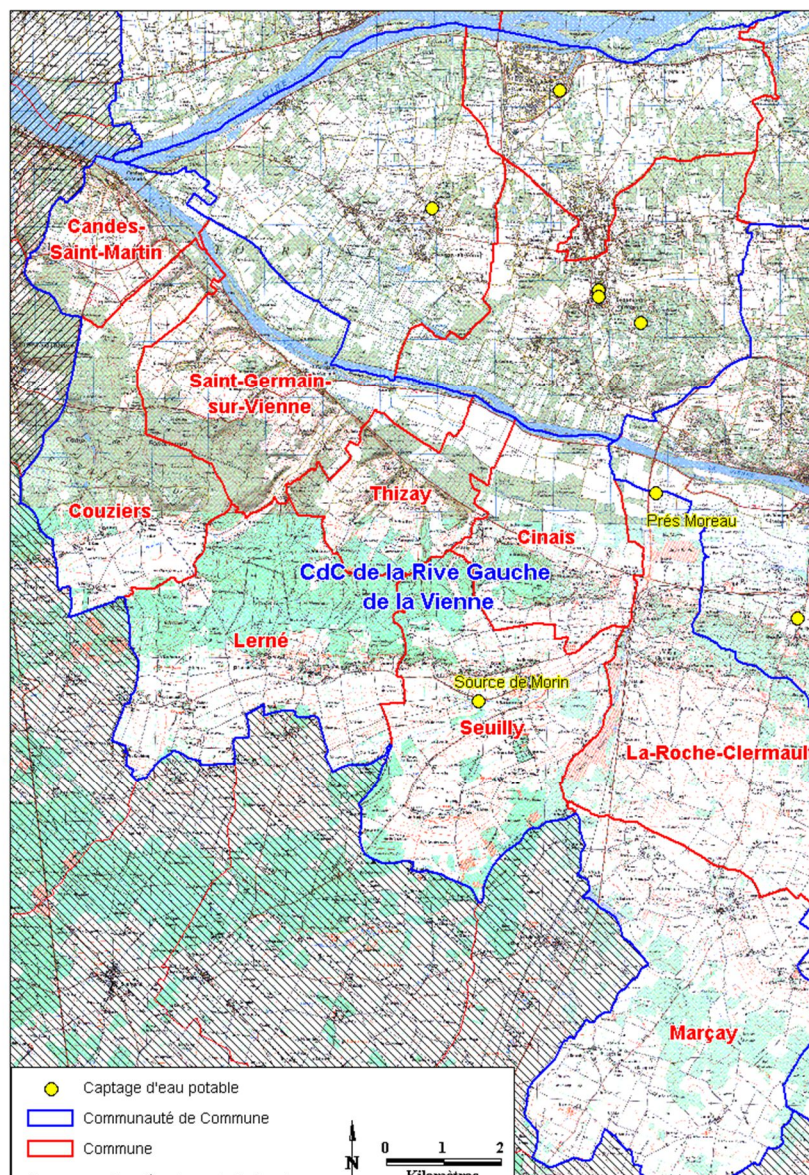
Elle est au cœur du pays de Rabelais, et abrite la Devinière, maison natale de François Rabelais (1494 – 1553). Celui-ci a suivi ses premiers enseignements à l'abbaye de Seuilly, fondée vers 1100 par des bénédictins.

Elle compte 395 habitants, en 2004, pour une superficie de 1573 hectares. La densité de population est donc de 23 habitants au km<sup>2</sup>.

Seuilly est l'une des communes constitutives de la Communauté de Communes de la Rive Gauche de la Vienne (figure 5), créée le 26 novembre 1993, avec les communes de Candès-Saint-Martin, Lerné, Cinais, La Roche-Clermault, Saint-Germain-sur-Vienne, Couziers, Marçay et Thizay.

La CdCRGV est compétente en matière d'environnement : assainissement collectif et non collectif, ordures ménagères, mais ne possède pas la compétence en eau potable.

Elle dispose ainsi d'un SPANC, assurera un service d'entretien des installations non collectives répondant aux normes, et réhabilitera les installations non conformes, dans le cadre de l'article 54 de la loi 2006-1772 du 30/12/06 sur l'eau et les milieux aquatiques, après reconnaissance du caractère d'intérêt général de ces réhabilitations.



#### *b. L'eau potable à Seuilly*

Depuis le 15 mai 1970, l'adduction d'eau potable de la commune est assurée par un Syndicat Intercommunal à Vocation Unique (SIVU) : le Syndicat Intercommunal d'Adduction d'Eau Potable (SIAEP) de la Région de Seuilly.

Le syndicat regroupe sept communes de la CdCRGV : Seuilly, Cinais, La-Roche-Clermault, Lerné, Thizay, Saint-Germain-sur-Vienne et Couziers. La CdCRGV ne possédant pas la compétence en eau potable, sa création en 1993 n'a pas modifié les attributions du SIAEP.

Il dispose actuellement de deux captages d'eau potable : le captage de la source de Morin sur la commune de Seuilly, et le captage des Prés Moreau sur la commune de La Roche-Clermault.

Les périmètres de protections immédiates et rapprochées sont définis pour ces deux captages. Ils permettent de prévenir les pollutions autour des points de captage d'eau potable.

Le PPI est le périmètre dans lequel toutes les activités sont interdites en dehors de celles qui sont en liaison directe avec l'exploitation de captage.

Les terrains compris dans le PPR font l'objet de servitudes : certaines activités sont interdites, d'autres activités sont réglementées, soumises à des conditions d'exploitation ou des prescriptions destinées à la protection des eaux (techniques d'assainissement des eaux usées, stockage de produits dangereux, épandages...).

Les unités de distribution entourant ce secteur sont :

- pour l'Indre-et-Loire : le SIAEP de la région de Champigny-sur-Veude, la CdC du Chinonais, la CdC du Véron et le syndicat de Candes-Montsoreau,
- pour la Vienne : le syndicat des Trois-Moutiers, ainsi que le SIAEP du Bas-Loudunais.

Le secteur géographique recouvrant le SIAEP de la région de Seuilly a une vocation principalement agricole, même si quelques activités de service et industrielles existent.

L'agriculture est caractérisée par la culture du maïs. Une petite partie de la surface agricole utile est concernée par la viticulture ou l'élevage, principalement caprin, avec la fabrication de fromages.

L'exploitation forestière du massif de Fontevrault au Nord et au Nord-Ouest constitue une activité relativement mineure.

## 2. Description du site du captage de la source de Morin

### a. *Topographie du site*

Le premier forage, construit en 1971 et mis en service en 1972, se situe sur la commune de Seuilly, au lieu dit de la Fontaine de Morin (plus communément appelé la source de Morin), à une altitude d'environ 45 mètres.

L'eau puisée provient de l'aquifère des formations du Séno-Turonien, qui se trouve à une profondeur de 4 mètres au droit de la source.

Le contexte topographique du secteur de la source de Morin est celui d'un plateau culminant à une altitude d'environ 100 mètres, bordant la vallée de la Vienne au Nord-est.

Le captage de la source de Morin se situe en contrebas du flanc Sud de ce plateau, 250 mètres en amont de l'intersection de deux vallées :

- l'une de direction Ouest-Est sèche, au pied du coteau,
- l'autre de direction Sud-Ouest – Nord-Est parcourue par un cours d'eau intermittent.

Ces deux vallées donnent naissance au ruisseau de Quincampoix qui rejoint la vallée du Négron 2 km en aval. Ce ruisseau draine un BV d'environ 12 km<sup>2</sup>, pour un débit moyen annuel de 65 L/s (étiage quinquennal de 7 L/s, étiage moyen de 15 L/s) (VEILLAUX, 1996).

Le bassin versant topographique de la vallée sèche à l'extrémité de laquelle se situe le captage est très allongé et s'étend sur environ 7 km. Il a une superficie d'un peu plus de 10 km<sup>2</sup>.

L'environnement immédiat à proximité du site du captage présente des aspects très variés :

- le bourg de Seuilly 800 m à l'est,
- des terres cultivées autour du captage,
- un ancien étang, 100 m à l'Ouest, comblé depuis quelques années,
- le coteau de Seuilly 400 m au Nord (extension du bourg de Seuilly),
- le bourg de Lerné, 3 km à l'Ouest,
- une grande zone boisée sur le plateau, 1,5 km au Nord-Ouest,
- le chemin départemental 224 en bordure Nord.

#### *b. Distribution de l'eau*

Le débit nominal autorisé par l'arrêté de prélèvement est fixé à 35 m<sup>3</sup>/h, avec une capacité journalière de 800 m<sup>3</sup> aussi bien en prélèvement qu'en traitement (désinfection simple par chloration).

L'eau est ensuite acheminée, grâce à trois pompes pouvant débiter 22 m<sup>3</sup>/h chacune (dont une est utilisée en secours), jusqu'à un réservoir semi-enterré, situé sur un point haut de la commune de Seuilly, composé de deux cuves de 400 m<sup>3</sup> chacune.

Le réseau de distribution, très étendu, est composé de deux niveaux de distribution (services) : un bas service et un haut service.

Le bas service alimente, par gravité, l'ensemble des communes du val de Vienne (Saint-Germain-sur-Vienne, Thizay, Cinais, La Roche-Clermault), ainsi que le Sud et le Nord-est de la commune de Seuilly, soit environ 2370 habitants (recensements de 1999, 2004 ou 2005 selon commune).

Le haut service alimente, en surpressant l'eau des réservoirs, les zones les plus élevées du SIAEP, soit les communes de Couziers, Lerné, et la partie Nord-Ouest de Seuilly. Cette surpression est assurée par 4 pompes de 22 m<sup>3</sup>/h chacune. Un système de by-pass permet d'alimenter gravitairement une partie de ce haut service (coteaux de Seuilly et de Lerné).

### 3. Contexte géologique et hydrogéologique de la source de Morin

La source se trouve sur le flanc gauche d'un vallon peu encaissé orienté Sud-Ouest – Nord-Est.

La pente s'élève progressivement vers le Nord Ouest jusqu'à la forêt de Fontevrault qui se trouve à une altitude d'environ 110 mètres.

Les données géologiques ci-après proviennent principalement des rapports géologiques établis lors de la définition des périmètres de protection du captage de la source de Morin. Cette définition a été réalisée en 1972 lors de la mise en service du captage, puis révisée en 1981 et 1992.

#### *a. Géologie locale*

De bas en haut, la série marine du Crétacé supérieur est formée du Cénomaniens sableux (sables de Vierzou) terminé par des marnes plus ou moins sableuses (marnes à Ostracées), du Turonien inférieur avec des craies blanches à silex noirs (15-20 m d'épaisseur), moyen avec des craies micacées plus ou moins sableuses (tuffeau blanc) parfois chargées de concrétions siliceuses (20-25 m d'épaisseur).

On trouve ensuite le Turonien supérieur sous forme de calcaires sableux et de sables glauconieux (tuffeau jaune, 10-15 m d'épaisseur, visible sur le coteau de Seully) et le Sénonien (craie blanche et surtout argiles à silex formant une partie du substrat de la forêt de Fontevrault). La série marine est recouverte, à certains endroits, par les formations détritiques de l'Eocène continental (coupe géologique en annexe 1).

Le Turonien inférieur affleure au niveau de la source, avec alternance de lits de craie argileuse et de marnes blanches.

Sur le talus, le sous-sol est masqué par un colluvionnement anarchique dont les matériaux sont d'origine strictement locale, d'épaisseur variable (0,5 à 1,5 m) (ALCAYDE, 1981).

#### *b. hydrogéologie locale*

Les émergences de la source de Morin sont issues de circulations dans les joints de stratification du Turonien inférieur, et se produisent au contact de la faille de Larné-Seully où les formations calcaires fissurées du Turonien viennent buter sur les marnes imperméables du Cénomaniens supérieur (ALCAYDE, 1992).

Elles sont situées à l'intersection de la surface piézométrique d'une nappe cylindrique du Turonien et de la topographie.

Toute la zone Sud-Est de la forêt de Fontevrault dont les affleurements sont composés de Turonien supérieur et inférieur concourt à l'alimentation de la nappe. Les eaux proviennent donc de la région au Nord-Ouest du captage.

La nappe est alimentée par l'impluvium et pour faible partie par les eaux de percolation à travers les formations sableuses de couverture sur le plateau dominant le captage de la source (RASPLUS, 1972).

Un relevé détaillé des différents puits et points d'eau par le Bureau d'Etudes Géologiques Pierson en mars 1982 a permis d'établir une carte piézométrique de la nappe du Turonien entre le coteau de Seully et le captage de la source de Morin.



Cette carte montre que l'écoulement de la partie phréatique de la nappe du Turonien se fait du coteau en direction de la vallée avec des lignes principales de direction d'écoulement orthogonales à l'axe de cette vallée.

Le Carroi de Paris, au Nord immédiat du captage, semble être, aux vues des courbes isopièzes, une zone d'écoulement préférentiel. A l'Est et à l'Ouest du secteur de ce coteau, les directions d'écoulement s'orientent différemment en relation avec la forme de la topographie générale (BUREAU D'ETUDES GEOLOGIQUES, 1982).

#### *c. Caractéristiques de l'eau captée*

L'eau captée était alors qualifiée, en 1972, de bicarbonatée calcique, de degré hydrotimétrique égal à 32, légèrement incrustante d'après l'alcalinité.

Elle renfermait des traces d'ammoniac et 35 mg/L de NO<sub>3</sub>- (inférieur à la limite de 50 mg/L, mais important). La minéralisation était importante, car la résistivité est de 1695 ohms/cm/cm<sup>2</sup> à 20°C. L'eau était donc potable (RASPLUS, 1972).

A l'origine, la qualité de l'eau était satisfaisante tant sur le plan bactériologique que sur le plan chimique, avec toutefois une teneur en nitrates assez élevée (35 mg/L) et présence de traces de nitrites.

Depuis 1972, on assiste à une dégradation lente mais continue de la qualité de l'eau, avec notamment accroissement de la teneur en nitrates (44 mg/L en janvier 1981) et apparition de streptocoques fécaux. L'apparition de streptocoques fécaux est souvent due à des dysfonctionnements de l'assainissement.

### 4. La pollution par les nitrates à Seully

#### *a. Sensibilité du secteur aux pollutions*

L'eau de la source de Morin provient, comme nous avons pu le voir précédemment, de l'aquifère libre des formations du Séno-Turonien.

La zone d'alimentation de la nappe du Cénomanien est en partie recouverte par le Sénonien qui, bien que sableux, est à peu près imperméable.

Lorsque le Turonien affleure, la nappe est vulnérable aux pollutions, tant bactériologiques que chimiques en raison de la perméabilité importante de la roche réservoir.

Les teneurs élevées en nitrates décelées depuis l'origine de l'exploitation du captage de la source de Morin à Seully, ont donné lieu à une étude de la DDAF 37 et de la CA 37 en 1982, sur les pratiques agricoles dans le périmètre de protection rapproché.

L'étude a donné lieu à un rapport de synthèse (BOUTIN, 1982), dont les conclusions suivantes sont tirées :

- les sols et le sous-sol sont particulièrement poreux et le lessivage chimique ne rencontre pas de barrage (absence de trace d'hydromorphie),



- le drainage latéral semble être primordial en hiver alors qu'au printemps et aux premières pluies d'automne, le lessivage vertical prédominerait, saisons au cours desquelles la présence d'azote est la plus importante dans les sols,
- le remembrement de 1982 a changé la répartition des parcelles, d'une superficie supérieure, mais de cultures identiques (céréalières : maïs, tournesol, blé , orge, et quelques prairies).

La commune de Seuilly, ainsi que la commune de Lerné, sont placées en ZRE, car situées dans l'aire de répartition de l'aquifère du Cénomanien. De plus, elles sont classées en ZV par l'arrêté du 24/10/2006, en effet le Cénomanien affleure sur la commune de Seuilly. Il est donc très sujet à l'infiltration de pollutions accidentelles ou diffuses.

#### *b. Sources potentielles de nitrates sur le bassin*

Comme nous avons pu le voir précédemment, les nitrates peuvent provenir des activités agricoles, ou de dysfonctionnements de l'épuration des eaux usées.

Il était d'abord supposé que la pollution par les nitrates était due au remembrement agricole : changement d'assolement et arrivée de cultures céréalières sur les flancs du coteau qui domine le captage.

Puis une étude de la DDAF, réalisée dans les années 1980, a mis en évidence la très mauvaise qualité de l'assainissement individuel sur Lerné et Seuilly.

D'importants travaux de rénovation ont été menés, et la légère diminution des teneurs en nitrates par la suite a laissé supposer que le problème était réglé.

Depuis, la pollution par les nitrates demeure, et l'assainissement du coteau de Seuilly et de Lerné doit être étudié de plus près.

#### *c. Pollution de la source de Morin par les nitrates*

Dans un arrêté préfectoral en date de mai 2006, le SIAEP de Seuilly est mis en demeure de mettre en place un plan de reconquête de la qualité des eaux.

Une fois cette échéance dépassée, et sous réserve qu'aucune mesure n'ait été prise, M. le Préfet, en accord avec les services de l'administration, pourra décider de l'arrêt provisoire de distribution d'eau potable sur le syndicat.

La figure 6, ci-après, nous montre l'évolution des teneurs en nitrates dans l'eau brute du captage de la source de Morin à Seully. Cette teneur évolue sous la norme des 50 mg/L, jusqu'en 1999, mais avec des teneurs généralement supérieures à 35 mg/L.

À partir de l'année 1999, les concentrations atteignent la limite réglementaire, et la

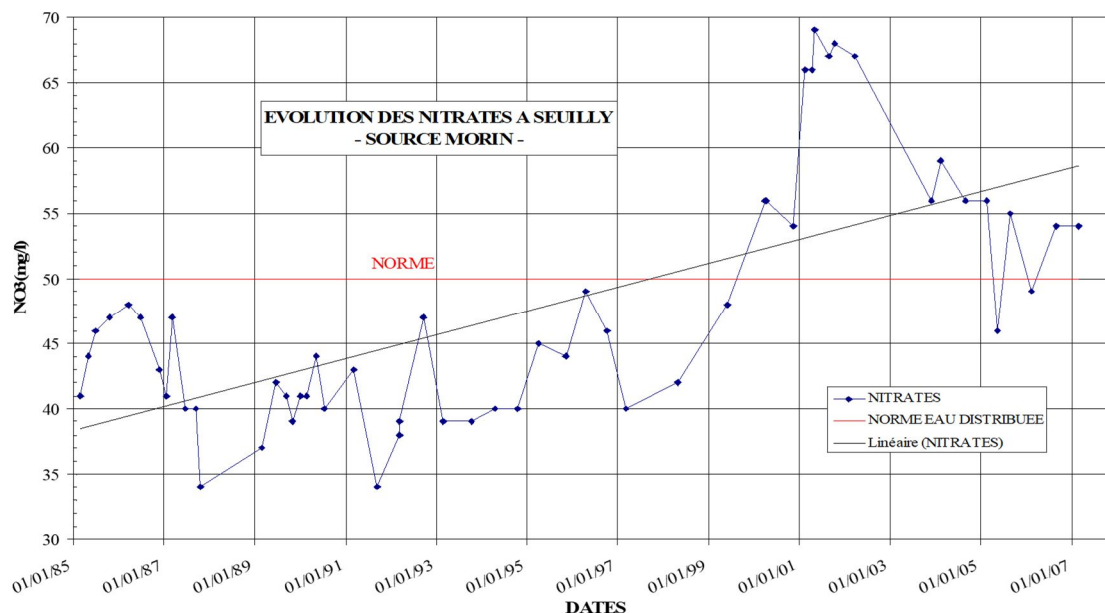


Figure 6: Evolution des teneurs en nitrates dans l'eau brute de la source de Morin (DDASS, 2007) dépassent. En juin 2007, la concentration atteignait 60 mg/L.

Sous 18 mois, des solutions doivent être proposées, afin d'aboutir à une diminution pérenne des teneurs en nitrates dans l'eau distribuée.

L'échéance de l'arrêté de mai 2006 est donc pour le mois de novembre 2007. Dans ce contexte, nous allons, dans un premier temps, proposer des solutions à court terme de reconquête de la qualité des eaux, puis appuyer par des prospections de terrain, et des données recueillies auprès des acteurs concernés, le diagnostic de la pollution par les nitrates sur le BAC de la source de Morin.

## IV. Objectifs du stage

### 1. Cadre du stage

#### a. Les pollutions diffuses

Plusieurs études hydrogéologiques, réalisées depuis la mise en service du captage de la source de Morin en 1972, ont permis de délimiter les périmètres de protection de la source. Il y était fait état de la sensibilité du secteur aux pollutions, chaque étude préconisant une extension des périmètres de protection afin de prévenir toute pollution.

Malheureusement la pollution par les nitrates n'a pas été endiguée, et il est nécessaire d'envisager le problème d'une autre manière.

Il est établi que le dispositif des périmètres de protection n'est pas efficace partout (le degré de protection que l'on peut assurer en terrains karstiques, avec des fissures, n'est pas le même que dans le cas d'un aquifère homogène) ni surtout, contre toutes les pollutions.

Le dispositif, instauré en 1964, est adapté aux pollutions accidentelles (servitude de stockage des produits dangereux) ou identifiées (assainissement, épandages...) mais n'est pas un instrument efficace pour réduire les effets des pollutions diffuses, notamment les pollutions azotées, qui sont aujourd'hui majoritaires.

Nous sommes dans une situation où le sous-sol est calcaire et fissuré, et une simple protection des environs immédiats du captage ne constitue en aucun cas une protection contre les pollutions diffuses provenant du bassin d'alimentation.

Enfin, c'est par erreur que l'on présente souvent le périmètre de protection comme une mesure de protection de la ressource alors que le périmètre de protection ne protège, au mieux, que les lieux de captage. « Une ressource souterraine potentielle ne bénéficie à ce jour d'aucune protection » (OPECST, 2006).

#### *b. Assistance au SIAEP de la région de Seuilly*

Les problèmes de pollution par les nitrates de la source de Morin à Seuilly persistent depuis la mise en service de cette source en 1972.

Dans le cadre de la politique actuelle, à une époque où les problématiques environnementales sont prises de plus en plus au sérieux, les pollutions diffuses par les nitrates d'origine agricole doivent être examinées de plus près, et le stage qui m'a été proposé à la DDAF 37 s'inscrit dans ce contexte.

Depuis le mois de mai 2006, l'arrêté de mise en demeure du SIAEP oblige celui-ci à réfléchir à des solutions afin de diminuer durablement les teneurs en nitrates dans l'eau de distribution.

En sa qualité de service de l'Etat, dans le but de fournir une aide au SIAEP de la Région de Seuilly, tout en conservant sa neutralité et son indépendance vis-à-vis du milieu marchand, la DDAF a proposé le recrutement d'un stagiaire sur 5 mois, afin d'étudier la pollution par les nitrates sur le bassin d'alimentation du captage de la source de Morin à Seuilly, et de proposer des solutions de reconquête de la qualité des eaux.

Ce stage est placé sous la tutelle de la DDAF 37, bénéficie du soutien financier de la DIREN Centre, du soutien du SIAEP de Seuilly, et de la collaboration d'un certain nombre d'acteurs locaux des domaines de l'environnement, de l'agriculture, de la gestion territoriale : la CA 37, notamment par l'intermédiaire des Groupements de Développement Agricole répartis sur le territoire du département, la DDASS d'Indre-et-Loire, la mairie de Seuilly, la mairie de Léré et la CdC de la Rive Gauche de la Vienne.

### *c. Cinq mois pour proposer des solutions*

Cette étude a pour but d'étudier la pollution par les nitrates d'un seul des captages du SIAEP de Seuilly, le captage de la source de Morin situé sur la commune de Seuilly, mais nous développerons plus tard, dans les objectifs du stage, la volonté d'extension du protocole d'étude et de diagnostic, sur les autres communes du département concernées par des problèmes de pollution, par les nitrates, de l'eau destinée à la consommation humaine.

Une première phase consistera en l'étude du bassin d'alimentation du captage de la source de Morin : cette étude nous permettra de délimiter ce bassin, et de repérer les zones du bassin en communication avec la nappe d'alimentation du captage.

C'est sur ces zones que l'étude sera ensuite ciblée. Nous chercherons ensuite à repérer sur le bassin les sources potentielles de nitrates, et à évaluer les quantités apportées à la nappe souterraine.

Puis des actions seront envisagées : l'origine des nitrates dans les eaux souterraines étant due aux apports de fertilisants de l'agriculture, ou à des problèmes d'assainissement, nous nous intéresserons à ces deux domaines.

Parallèlement à cette étude, et dans le but de sécuriser l'approvisionnement en eau potable du SIAEP de Seuilly, des solutions alternatives, telles que l'achat d'eau à d'autres collectivités territoriales avoisinantes, seront envisagées.

## 2. Les étapes de l'étude

### *a. Objectifs globaux*

Comme nous l'avons vu précédemment, le stage a pour but de mettre en œuvre une stratégie qui, à long terme permettra d'assurer la distribution d'une eau potable respectant les normes en terme de nitrates, et ne risquant plus de dépasser le seuil réglementaire.

Suite à l'arrêté de mise en demeure par M. le Préfet d'Indre-et-Loire en mai 2006, la mise en place de l'étude et du diagnostic du bassin d'alimentation du captage concerné sur Seuilly, et la volonté de sécuriser l'alimentation en eau potable du SIAEP de la région de Seuilly, doivent permettre de justifier auprès de la préfecture la volonté, pour le SIAEP, de reconquérir la qualité des eaux distribuées, grâce à une démarche sur le long terme.

Tous ces éléments doivent permettre au syndicat d'obtenir une dérogation, de la part de M. le Préfet d'Indre-et-Loire, pour la distribution d'eau potable, jusqu'à ce que l'étude du bassin et la recherche de solutions à court terme soient réalisées.

D'une manière globale, l'objectif du stage est de mettre en place une réflexion autour des pratiques agricoles et de l'occupation du sol sur un bassin d'alimentation (notamment l'assainissement des zones habitées), afin de comprendre l'origine de la pollution, et de limiter les intrants polluants.

D'une manière plus fine, trois grandes étapes se dessinent : une étude du bassin d'alimentation du captage, un diagnostic des pratiques agronomiques, des occupations du sol, et des sources potentielles de pollution sur ce bassin, puis un bilan avec proposition de solutions.

#### *b. Phasage de l'étude*

L'étude de bassin aura pour support une campagne de terrain s'étendant sur une à deux semaines, sur une zone d'étude délimitée préalablement.

Cette étude doit permettre de délimiter grossièrement le BAC, afin de connaître « l'origine des eaux » du captage, et de suivre les teneurs en nitrates dans l'eau sur ce bassin.

Il s'agira donc de recenser les points d'accès à la nappe du Séno-Turonien dans la zone d'étude, principalement constitués par des puits forés pour la consommation humaine, d'y mesurer le niveau de l'eau (si possible le niveau statique), ainsi que la teneur en nitrates de l'eau puisée, dans la mesure où ces puits ne sont pas colmatés, et ne seraient alors pas représentatifs de l'eau de la nappe étudiée.

A partir de ces mesures, nous tenterons d'établir un zonage du risque de pollution par les nitrates sur le bassin d'alimentation, fonction des teneurs en nitrates mesurées dans l'eau des puits (en tenant compte de l'environnement immédiat de ces puits).

Ce zonage permettra ensuite de cibler le diagnostic sur une portion du bassin, portion depuis laquelle il semble que la pollution provienne, puis de cartographier les sources potentielles de nitrates sur cette portion de bassin.

#### *c. Les partenaires de terrain*

Pour cela nous utiliserons l'ensemble des données à notre disposition, et nous travaillerons en collaboration avec le groupement de développement agricole concerné par Seuilly : le GDA du Richelais.

La CA 37 a, depuis de très nombreuses années, choisi d'orienter ses actions en priorité au profit des GDA. Ils mettent en oeuvre de nombreuses actions technique et économiques, de recherche appliquée, de formation, de communication, de conseil et d'animation de groupe.

En Indre-et-Loire, les GDA jouent un rôle important d'intégration des jeunes agriculteurs, de diffusion des progrès techniques et de participation active au développement local.

Ils rassemblent environ un tiers des agriculteurs du département, mais près de 50 % de la surface agricole, et leur impact est plus large encore grâce à la diffusion de leurs travaux et à l'ouverture de certaines activités.

La Fédération Départementale des Groupes d'Etudes et de Développement Agricole d'Indre-et-Loire est au service des GDA et contribue à favoriser les échanges entre eux, à valoriser leurs travaux plus largement et à aider les responsables dans l'animation et le fonctionnement des groupes.

Ce GDA est un acteur privilégié au service du développement local de l'agriculture, et est très dynamique dans le secteur de Seuilly, sur lequel il a déjà mené des actions de sensibilisation aux problèmes de pollution par les nitrates des nappes souterraines.

Les actions portent entre-autres sur la sensibilisation des agriculteurs vis-à-vis des pollutions azotées d'origine agricole, le calcul des bilans d'azote sur leurs parcelles, et sur des mesures de reliquats azotés dans les parcelles situées dans les périmètres de protection rapprochées des captages.

La mesure des reliquats permet d'évaluer la quantité d'azote disponible que le sol renferme, qui pourra être utilisé par la culture qu'il recevra. Cela permet de ne pas sur-évaluer les apports de fertilisants, et de tenir compte du stock initial du sol.

### 3. Elargissement des objectifs

L'objectif étant de diminuer, à plus ou moins long terme, les teneurs en nitrates dans l'eau distribuée par le SIAEP de Seuilly, nous chercherons à mettre en place un protocole de suivi des actions engagées et des données recueillies sur le terrain, pour cela nous constituerons un ensemble d'indicateurs pour suivre l'évolution des teneurs en nitrates dans l'eau, et les conséquences des actions engagées sur le bassin.

Le problème de Seuilly n'est malheureusement pas un cas isolé sur le département. D'autres communes sont concernées par les nitrates, aussi bien dans les eaux souterraines que superficielles.

Dans ce contexte, il paraît intéressant de réfléchir à une adaptation du protocole mis en place sur Seuilly sur les autres communes concernées.

Cette adaptation passe, dans un premier temps, par le choix d'une méthodologie de mesure reproductible :

- un matériel robuste, disponible à la DDAF, permettant d'effectuer un grand nombre d'analyses sur le terrain,
- un protocole de mesure simple, avec une méthodologie détaillée.

La campagne de terrain constituant la base de l'étude de la pollution, il est nécessaire d'assurer la reproductibilité de toutes les mesures : niveau de l'eau, positionnement GPS, teneur en nitrates. Le choix du matériel se fera donc en tenant compte de ces contraintes.

De plus, dans une optique d'adaptation du protocole d'étude à d'autres secteurs touchés par des pollutions par les nitrates, un certain nombre de guides ou de manuels d'utilisation des outils employés (pour le positionnement, la mesure du niveau piézométrique, des teneurs en nitrates, le traitement des données ...) ont été rédigés et placés en annexe.

## Deuxième Partie – Acquisition des Données

### I. Méthodologie

Dans cette partie, nous chercherons à faire ressortir les grands principes que nous avons appliqués tout au long de cette étude. L'objectif étant d'établir un guide, permettant de reproduire l'étude, les analyses et le diagnostic sur d'autres problématiques liées aux nitrates : pollution d'un captage dans un contexte différent, pollution des eaux de surface ...

#### 1. Étude préliminaire

L'étude préliminaire doit s'appuyer sur l'ensemble des documents à notre disposition, ainsi que sur les acteurs susceptibles d'apporter des données utiles à l'étude.

##### *a. Les données nécessaires*

Dans un premier temps, il faut s'intéresser aux particularités de la zone d'étude, que l'on doit bien évidemment délimiter en premier lieu, puis que l'on doit étudier :

- étendue de la zone d'étude,
- caractéristiques de l'occupation du sol : rural (agricole, forestier ...), urbain ...
- caractéristiques environnementales : géologie, pédologie, hydrogéologie, hydrologie, pluviométrie ...
- échelle d'étude : parcelle, bassin versant, territoire ...
- problématique : pollution de nappe, pollution d'eau de surface (cours ou plan d'eau).

Certaines données de base sont disponibles directement à la DDAF sur informatique : cartes IGN, occupation du sol, données agronomiques issues des déclarations PAC que les agriculteurs, bénéficiaires des aides européennes, effectuent chaque année.

D'autres données intéressantes reposent dans les documents d'étude dont dispose la DDAF concernant les périmètres de protection des captages AEP, et les schémas directeurs d'assainissement des communes ou CdC concernées.

Les rapports de définition des périmètres de protection renferment un descriptif complet du contexte géologique et hydrogéologique au niveau du captage AEP, ainsi que des données sur les risques de pollution et la vulnérabilité de l'aquifère concerné.

Le schéma directeur d'assainissement contient, quant à lui, des données géologiques, hydrogéologiques et pédologiques sur le secteur d'étude (commune ou CdC), ainsi que des données concernant le contexte démographique, économique et social.

Ces deux documents constituent une importante source d'informations sur le secteur d'étude, et permettent de bien appréhender le contexte local.



*b. Délimitation du bassin versant topographique*

Le BV topographique peut être décrit comme le territoire sur lequel tous les écoulements des eaux superficielles convergent vers un même point (BANTON & BANGOY, 1997).

La méthodologie est la suivante :

- le captage constitue l'origine et la fin du tracé,
- le tracé doit toujours être perpendiculaire aux courbes de niveau,
- il passe par les points hauts et les lignes de crête, qui jouent le rôle de séparation de l'écoulement des eaux qui ruissellent.

Une méthode plus rigoureuse permet de dessiner le bassin versant par l'intermédiaire d'un logiciel de SIG. Grâce à un modèle numérique d'altitude (MNA) sous format raster (chaque cellule ou pixel est renseigné de la valeur moyenne de l'altitude relevée sur l'aire géographique couverte par cette cellule : la précision dépend donc de la taille de la cellule), il est possible de tracer le BV topographique.

Ces données altimétriques sont disponibles gratuitement sur le site [www.usgs.gov](http://www.usgs.gov) (mission gouvernementale topographique des Etats-Unis sur l'ensemble de la planète : Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), cellule de 90m x 90m), ou bien proposées par l'IGN moyennant finances. Le calcul du bassin se fait grâce à un logiciel SIG équipé d'un module complémentaire : ArcGIS avec l'outil SpatialAnalyst, ou bien Mapinfo avec VerticalMapper. Ne disposant d'aucun de ces modules, il nous a été impossible d'effectuer ce calcul.

Une alternative gratuite existe avec le logiciel Quantum GIS, associé au logiciel GRASS. Ces deux logiciels sont sous licence Open Source, signifiant qu'ils peuvent être utilisés librement, que le code source qui les compose peut être amélioré, sous réserve de toujours rester en Open Source. QGIS associé à GRASS permet l'import de données dans de nombreux formats (shp, tab, dxf, raster, SRTM ...), dispose d'une interface graphique très conviviale, et d'un nombre d'outils de traitement des données géographiques conséquent, ce qui le rend particulièrement attractif.

Une fois cette aire géographique délimitée, nous pouvons nous intéresser aux données météorologiques.

*c. Pluviométrie*

Le mois d'avril 2007 (figure 8) aura été un mois exceptionnellement sec et chaud. La hauteur de précipitation dans le secteur de Seully, au Sud-Ouest de la ville de Chinon, est comprise entre 20 et 30 mm d'eau.

Tandis que le mois de mai 2007 (figure 7) se caractérise par de la douceur et des précipitations abondantes, celles-ci étant comprises entre 60 et 80 mm sur le secteur de Seully.

Un courant très perturbé de Sud-Ouest a affecté la Touraine à partir de la deuxième décade de juin, ce qui place le mois, avec 108,6 mm, parmi les plus arrosés (134,7 mm en 1963 et 127,3 mm en 1970).

Ces pluies fréquentes (12 jours >1 mm au lieu de 7,3 normalement) et largement excédentaires (232% surtout en deuxième décade) expliquent un gros déficit d'insolation (65%). Les températures restent légèrement supérieures aux normales (+1,3°C).

Il semble que ce début d'année 2007 soit propice à une bonne recharge des nappes libres telles que celle du Séno-Turonien à Seuilly (l'infiltration des eaux jusqu'à la nappe se faisant généralement en quelques mois à Seuilly, grâce à l'affleurement du calcaire sur le coteau, et au caractère fissuré de la roche).

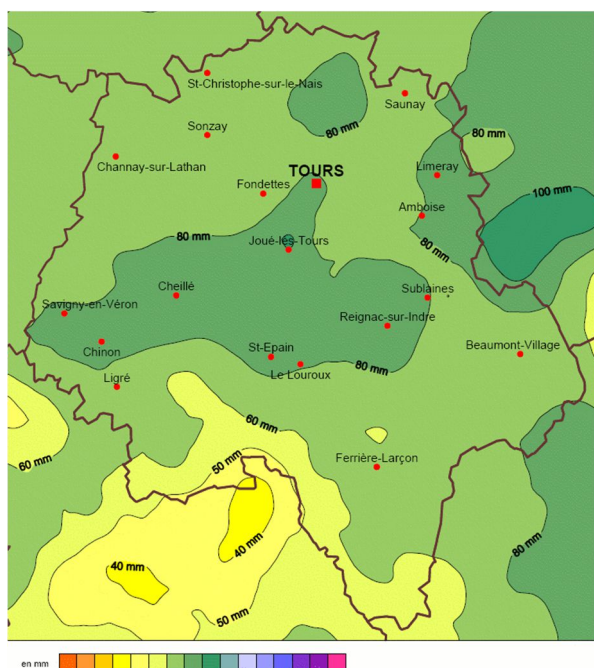


Figure 7: Pluviométrie de mai 2007

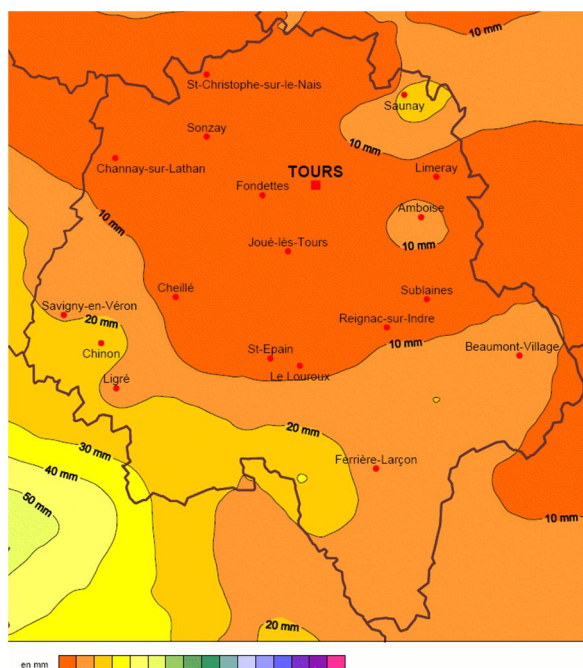


Figure 8: Pluviométrie d'avril 2007

Les cartes ci-dessus proviennent des données de Météo France.

## 2. Délimitation de la zone d'étude

À l'instar du BV topographique, le BV hydrogéologique (BAC) correspond au domaine souterrain dans lequel les écoulements convergent vers un point bas appelé exutoire (source, captage) (BRGM, 2002).

C'est donc à la surface de la nappe souterraine (surface piézométrique) que l'on se réfère pour calculer les pentes et le contour des bassins hydrogéologiques.

Malgré tout, le tracé du BV topographique présente l'intérêt de délimiter une aire géographique sur laquelle les eaux peuvent ruisseler en direction du captage, ces eaux pouvant s'infiltrer et ainsi rejoindre le sous-sol et la nappe.

Le BV topographique du captage d'AEP de la source de Morin à Seuilly s'étend vers l'Ouest du captage, et recouvre, en plus de la partie Ouest de la commune de Seuilly, la moitié Sud de la commune de Lerné. Nous pouvons remarquer que ce bassin est bordé au Sud-est par un cours d'eau non-pérenne : le Quincampoix, et qu'il est limité au Nord par un massif forestier associé à la forêt de Fontevrault.

Un cours d'eau non-pérenne, la Courance, longe la partie Nord-Est de ce massif forestier, selon une direction Sud-Ouest - Nord-Est. D'autres cours d'eau non-pérennes drainent les eaux au Sud-Ouest du bassin, sur le département de la Vienne.

Il apparaît donc que le bassin versant du captage se situe dans une zone géographique bordée :

- au Nord-est par la Courance,
- au Sud-est par le Quincampoix,
- au Nord-Ouest par la Vienne.

La source de Morin alimentait à l'origine le ruisseau de Quincampoix, les eaux recueillies à cet endroit sont donc à différencier des eaux qui parviennent au ruisseau de la Courance, situé à une altitude moyenne sensiblement égale à celle du Quincampoix (environ 50m), ainsi que des eaux alimentant la Vienne.

Il est donc nécessaire de dresser une carte piézométrique, grâce à des mesures du niveau de l'eau dans les puits des communes de Lerné et de Seuilly, afin de localiser l'origine des eaux du captage.

Pour ce faire, nous avons tout d'abord défini une « zone d'étude piézométrique » (figure 9), englobant la totalité du bassin versant topographique du captage, sur laquelle nous mènerons la campagne de terrain. Cette aire d'étude doit théoriquement recouvrir également le bassin d'alimentation du captage, c'est pourquoi nous l'avons définie assez largement, s'étendant au Nord et à l'Est du bassin versant, zones supposées à l'origine des eaux du captage (RASPLUS, 1972).

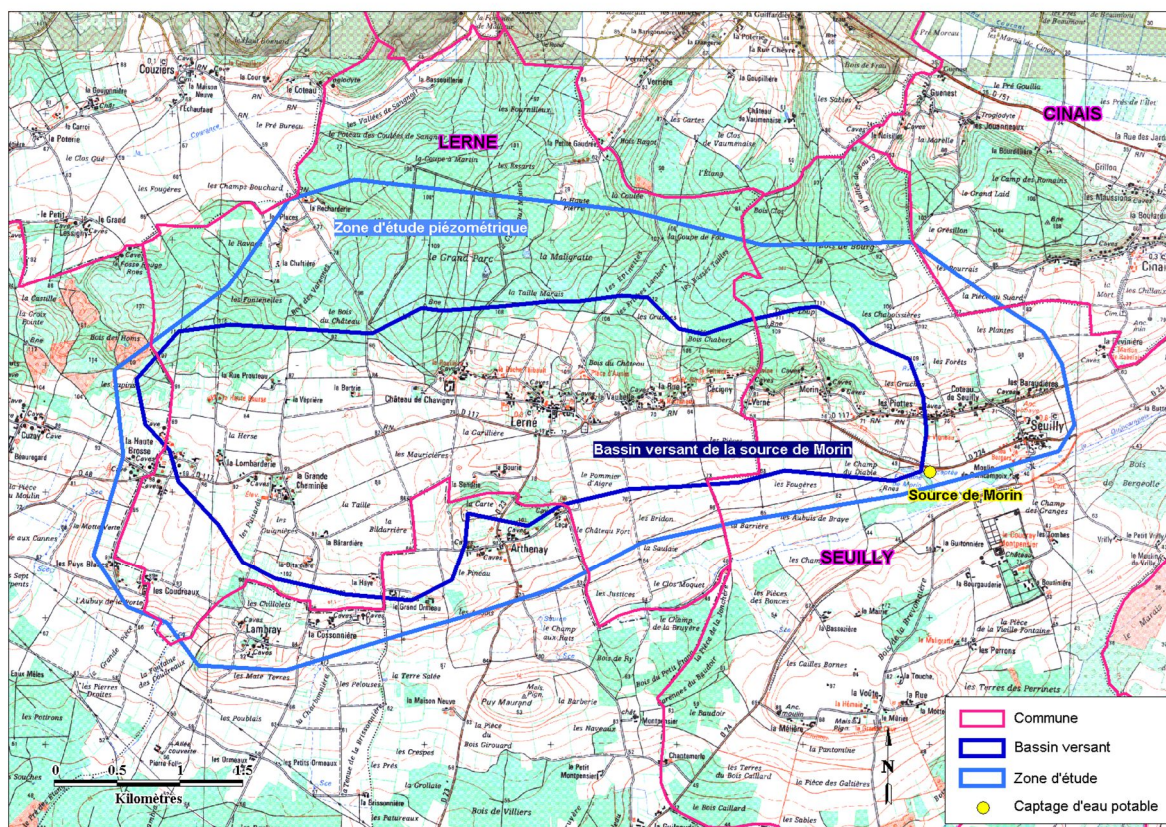


Figure 9: Zone d'étude piézométrique

### 3. Prospections dans la zone d'étude

#### a. Prise de contact avec les acteurs locaux

Nous avons ensuite mis en place, dans l'aire d'étude définie précédemment, la campagne de mesures. Nous avons dans un premier temps pris contact avec l'ensemble des acteurs locaux :

- M. VILLAIN, président du SIAEP de la région de Seuilly,
- M. BRARD, maire de Seuilly,
- M. LAUX, maire de Lerne et président de la CdCRGV.

Par l'intermédiaire de ces acteurs, il nous a été possible de recenser les puits sur les communes de Seuilly et de Lerne.



Il existe à ce jour des bases de données répertoriant les ouvrages hydrauliques et puits sur le département d'Indre-et-Loire internes à la DDAF, ou bien par l'intermédiaire du BRGM (base infoterre gratuite), mais ces données n'étant pas suffisamment exhaustives, et le contact de terrain avec des interlocuteurs concernés ne pouvant se substituer, dans ce type d'étude, à l'informatique, nous avons choisi de privilégier la discussion avec les élus.

*b. La campagne de mesures : une source de données*

La démarche s'est divisée en plusieurs étapes consécutives :

- envoi d'un courrier aux maires, avec carte de la zone d'étude envisagée, et objectifs de l'étude,
- rencontre avec le maire : prise de contact auprès des propriétaires de puits (rencontre sur place ou appel téléphonique),
- envoi d'un courrier à chacun des propriétaires de puits,
- appel téléphonique des propriétaires pour prendre rendez-vous.

Il est important de prendre un contact téléphonique, voire même un rendez-vous avec le maire de la commune concernée, pour rencontrer avec lui les propriétaires de puits, afin de ne pas se heurter, une fois sur le terrain, à des réticences quant à l'analyse de l'eau des puits, pour des raisons évidentes : la DDAF joue également le rôle de police de l'eau, et ce service a des missions de contrôle vis-à-vis des prélèvements d'eau dans le département.

Ces rencontres apportent, de plus, un appui de la part des maires, permettant d'asseoir la crédibilité de l'étude auprès des propriétaires de puits.

Cet appui se manifeste dans la confiance que nous ont accordée les administrés de Seuilly et de Lerné, lorsque nous leur avons demandé s'il était possible d'effectuer des mesures de niveau et de nitrates dans l'eau de leur puits.

La campagne piézométrique s'appuiera donc sur un bon repérage des puits, et également sur une bonne répartition spatiale de ces puits. Il faut veiller à avoir une bonne densité de puits sur l'ensemble du territoire étudié, sans accumulations dans les bourgs et les villages, où la densité est souvent très importante, ni zone vierge (sauf cas spécial de zone sans occupation humaine : massif forestier, relief inaccessible ...).

*c. Les autres sources de données*

Dans notre étude, il s'avère que la densité de points à mesurer n'est pas excellente, et que la carte piézométrique que nous allons dresser ne sera pas aussi précise que nous le souhaitions.

En effet grâce à l'étude des cartes IGN, on peut observer que la partie Nord du bassin est occupée par un important massif forestier, sur les hautes altitudes du secteur, et qu'aucune habitation n'est mentionnée à l'intérieur de ce massif.

De plus, après discussion avec les maires de Seuilly et de Lerné, les rares habitations disséminées aux abords du massif ne sont pas habitées toute l'année, et appartiennent parfois même à des personnes vivant à l'étranger. Il paraît donc évident que les puits qu'ils peuvent posséder ne pourront pas être utilisés dans l'étude, bien qu'ils soient très intéressants.

Nous devrions avoir malgré tout une bonne idée de l'origine des eaux sur le bassin, mais nous ne pourrions pas baser notre étude sur la simple délimitation du BAC ; des éléments nouveaux de réflexion devront être apportés.

C'est pourquoi nous avons fait appel à la CA afin d'étudier notre secteur sur la base de données environnementales, pédologiques, et géologiques.

La Chambre a mis en place un modèle de calcul basé sur les données de la carte pédologique (texture des horizons de sol, épaisseur, hydromorphie, charge caillouteuse, roche parentale ...) permettant l'édition de cartes de sensibilité des sols à l'infiltration hydrique verticale, ou bien au ruissellement.

Ce modèle attribue une note de 1 à 3 selon la faible, moyenne ou forte sensibilité des terrains (modèle de calcul en annexe). Nous disposons donc de deux cartes, l'une pour le ruissellement, l'autre pour l'infiltration, sur le secteur d'étude piézométrique du captage de Seuilly.

## II. La campagne de mesures

### 1. Déroulement de la campagne

#### a. *Les données à relever*

Pour des raisons de délais d'acheminement du matériel commandé, la campagne de terrain se déroulera en deux parties :

- une première partie consistant en la mesure du niveau de l'eau dans les puits, ainsi que le repérage de la position et de l'altitude par GPS,
- la seconde partie où nous prélèverons de l'eau des puits, afin d'analyser les teneurs en nitrates grâce à un petit matériel de terrain, ainsi qu'un nouveau repérage de la position GPS.

Le doublage du repérage GPS nous permettra de vérifier la précision des mesures faites, en effet le GPS ne dispose pas d'une bonne précision de mesure en altitude (environ 1 mètre en mode différentiel), et plus nous pourrions avoir de mesures, plus nous réduirions l'erreur.

De plus, les conditions météorologiques et la répartition des satellites au-dessus du GPS influençant grandement la précision de la mesure, nous pourrions espérer avoir des conditions clémentes lors de l'une des deux phases, et donc avoir une bonne précision.

*b. Analyse de la teneur en nitrates de l'eau des puits*

L'analyse des nitrates se fera par l'intermédiaire d'un photomètre optique de terrain, d'une incertitude de plus ou moins 5 mg/L sur la mesure.

Ce photomètre présente les intérêts d'être facile d'utilisation (manuel en annexe 2), peu encombrant, économique, assez précis par rapport aux autres matériels de terrain plus sophistiqués.

Le GDA du Richelais dispose d'un matériel plus précis (photomètre électronique Nitracheck 404, lecture sur bandelettes Merckoquant), qui peut nous être prêté, sous réserve que nous achetions les bandelettes.

Nous avons donc commandé un lot de 100 bandelettes (société Challenge Agriculture, 37340 Ambillou) qui sera stocké dans les locaux du GDA du Richelais, en attendant notre utilisation.

Nous avons donc commandé à la société Fisher Bioblock Scientifik:

- un photomètre et ses réactifs pour 30 analyses,
- des filtres papier plissés et des béciers à anse pour la préparation des échantillons à analyser,
- du papier joseph et de l'eau déminéralisée pour le nettoyage des cuves du photomètre.

Ce matériel sera stocké à la DDAF, dans l'objectif de mettre en place des campagnes de mesure sur d'autres communes.

L'ensemble des consommables (réactifs, filtres, papier joseph) sera financé par le SIAEP de la région de Seuilly, tandis que le photomètre et les contenants seront financés par la DDAF.

Il était nécessaire d'impliquer le SIAEP dans cette campagne, car il est demandeur auprès de la DDAF, mais il fallait permettre la reproductibilité de la campagne sur d'autres secteurs, c'est pourquoi la partie « non consommable » du matériel a été financée par la DDAF.

*c. Situation hydrogéologique lors de la campagne*

La première partie se déroulera début juin, période où les nappes libres sont encore bien chargées par les pluies d'hiver et de printemps (abondantes en cette année 2007), malgré la mise en route de l'irrigation par les agriculteurs.

Dans notre cas, aucune parcelle n'est irriguée sur le secteur d'étude, cela ne posera donc pas de problème.

Dans d'autres cas, où les parcelles sont irriguées, il faudra tenir compte du rabattement de la nappe par les forages d'irrigation (présence d'un forage agricole à proximité d'un point d'analyse).

La deuxième partie se déroulera fin juin. Il s'agit de la période à laquelle les teneurs en nitrates sont les plus élevées dans les nappes, du fait des apports d'engrais au printemps (selon les calendriers d'épandage et les cultures).

Nous devons donc recontacter chacun des propriétaires de puits afin de convenir d'un nouveau rendez-vous au mois de juillet. Une précaution s'impose quant aux congés, et nous nous assurerons de la présence des propriétaires au mois de juillet lors de la première partie de la campagne.

## 2. Première campagne de mesures

### *a. Planification des rendez-vous*

Lors de la prise de rendez-vous, bien s'assurer que les pompes présentes dans certains puits seront mises hors tension environ 6 heures avant l'analyse, afin de relever les niveaux statiques de la nappe.

La première campagne de mesures s'est déroulée durant la première semaine du mois de juin 2007. Nous avons planifié des rendez-vous avec les propriétaires de puits sur deux journées, à raison de quatre à cinq rendez-vous par demi-journée, afin de rencontrer l'ensemble des propriétaires sélectionnés.

En estimant qu'il nous fallait 10 minutes pour trouver l'adresse, environ 20 minutes pour effectuer les analyses, relever la position et l'altitude, et nettoyer le matériel, il semble que 30 minutes soit une durée raisonnable pour chaque rendez-vous.

Seuilly est distante d'environ 70 km de la DDAF à Tours, représentant un trajet d'une heure. Nous avons donc planifié les rendez-vous de 9h30 jusqu'à 16h00 pour chaque journée.

### *b. Déroulement*

La météo n'était pas annoncée clémentine, et ne l'a pas été. Le temps était très nuageux, avec des nuages bas et couvrant tout le ciel, ce temps n'est pas idéal pour faire des mesures GPS, celui-ci préférant les cieux dégagés afin de repérer correctement les satellites qui le survolent, et de pouvoir recevoir un bon signal.

Nous avons procédé de la manière suivante :

- arrivée sur place : prise de contact avec le propriétaire, explication du contexte d'étude et des analyses que nous allons réaliser sur place, examen rapide du puits (localisation, accessibilité, équipé d'une pompe ou non, en fonctionnement ou non ...),
- allumage du GPS (protocole en annexe 3), et positionnement dans un lieu dégagé proche du point de mesure (puits),
- mesure du niveau d'eau dans le puits, puis nettoyage de la bande de mesure à la remontée de la sonde (protocole en annexe 5),
- relevé de la position GPS.



Le MobileMapper, en l'absence de logiciel d'acquisition de données, dispose d'outils permettant de paramétrer le GPS, de lire des coordonnées en position fixe. Ces coordonnées sont disponibles dans le système de coordonnées WGS84, donnant la longitude et la latitude en degrés/minutes/secondes.

Nous travaillons avec le logiciel SIG Mapinfo, et pour faciliter la projection des points de mesure obtenus grâce au GPS, nous avons choisi d'effectuer une transformation de ces coordonnées dans le système local de projection approprié : le système Lambert II Carto.

Le logiciel Circé, dans sa version 3.2, disponible en téléchargement gratuit sur le site de l'IGN, permet de faire cette conversion depuis un fichier au format texte (annexe 7).

Les données relevées doivent être : longitude, latitude, altitude, nombre de satellites vus, nombre de satellites utilisés, fonctionnement autonome ou différentiel. Une fois ces données projetées sous Mapinfo, nous éditerons des cartes thématiques.

### 3. Seconde campagne de mesures

La seconde campagne de mesures se déroulera durant la dernière semaine du mois de juin. Nous aurons à notre disposition l'ensemble du matériel d'analyse des nitrates dans l'eau des puits.

La méthode est similaire : lors du nouveau rendez-vous pris avec les propriétaires, nous effectuerons une mesure de la position au GPS, et deux ou trois mesures de la teneur en nitrates dans l'eau de chaque puits afin de moyenner les résultats.

Pour prélever de l'eau, nous utiliserons un béccher en polypropylène de 500 mL, relié à une cordelette en polypropylène d'environ 50 m de longueur. Le polypropylène a été choisi pour son inertie vis-à-vis des nitrates, et sa résistance mécanique.

Ce dispositif permettra de prélever la quantité d'eau nécessaire pour réaliser trois analyses des concentrations en nitrates : pour remplir trois fois chacune des deux cuves de 10 mL, nous aurons besoin de 60 mL d'eau.

Le protocole est le suivant :

- prélèvement d'eau dans le béccher relié à la cordelette,
- préparation de la filtration : sur le béccher en polyéthylène muni d'une anse, on place l'entonnoir (également en PE) dans lequel on a disposé un filtre en papier plissé, on verse lentement l'eau de manière à ce que le haut du filtre reste sec,
- remplissage des cuves de l'analyseur : grâce au béccher à anse,
- analyse des nitrates (manuel en annexe 2),
- nettoyage du matériel (bécchers, entonnoir, cuves) à l'eau déminéralisée.

L'analyse sera répétée au moins deux fois, afin de minimiser l'erreur d'appréciation de la couleur de l'échantillon.

La mesure sera répétée deux fois lorsque la très faible (moins de 10 mg/L, limite basse de l'analyseur) ou très forte teneur (supérieure à 70 mg/L) en nitrates est atteinte lors des deux analyses, et devra être faite trois fois lorsque l'analyse montre une teneur comprise entre 10 et 70 mg/L.

L'ensemble des données recueillies, lors de ces deux campagnes de mesures, sera répertorié et entré dans un fichier excel, puis projeté sous Mapinfo.

### III. Réflexions sur les solutions à court terme

#### 1. Les solutions envisagées

L'échéance donnée par M. le Préfet est fixée à novembre 2007. Le stage ayant débuté en avril 2007, il est clair que la période restant jusqu'à la fin de la mise en demeure ne peut pas permettre de résoudre totalement le problème des nitrates.

C'est pourquoi il nous est nécessaire d'envisager des solutions permettant de reconquérir la qualité des eaux distribuées sur Seuilly, afin de pouvoir rendre compte à M.le Préfet, dès le mois de novembre 2007, de l'implication de l'administration et surtout des acteurs locaux, dans le but de résoudre le problème des nitrates.

Lors d'un entretien avec M. VILLAIN, président du SIAEP de Seuilly, nous avons évoqué les quelques solutions « à court terme » qui pouvaient être à sa disposition.

La première solution, proposée par la SAUR, entreprise délégataire de l'eau potable pour le SIAEP, consistait en l'implantation d'une station de traitement chimique des nitrates. L'eau serait alors traitée, par échange d'ions, et l'eau distribuée pourrait alors respecter le seuil des 50 mg/L de nitrates.

Cette solution engendre la production de déchets qu'il faut traiter par la suite, et ne constitue évidemment qu'une solution curative, ne permettant pas de résoudre le problème en amont. L'option de la station de traitement a donc été écartée.

Il a également été envisagé de relancer une campagne de recherche d'eau sur le territoire du syndicat de Seuilly. L'eau du nouveau forage serait mélangée à l'eau polluée par les nitrates, diluant ces nitrates, et permettant la distribution d'eau potable non polluée.

Des forages sont creusés à certains endroits (où la ressource en eau potentielle est la plus intéressante en quantité et en qualité), on effectue alors des analyses de l'eau recueillie par chacun d'entre-eux, et les forages sélectionnés pour la bonne qualité de leur eau sont soumis à des essais de pompage.

Suite à ces essais, le forage le plus intéressant du point de vue de la quantité d'eau puisée (pour un rabattement de nappe acceptable) et de sa qualité est choisi, et équipé de manière à alimenter le réseau d'adduction d'eau potable.

Cette solution nécessite la mise en place d'une campagne de recherche, d'analyses et d'essais de pompage, d'un programme de travaux, et nécessite également d'engager une procédure d'autorisation ou déclaration de prélèvement d'eau destinée à la consommation humaine.

Cette procédure, concernant notamment la définition des périmètres de protection, est très longue et très coûteuse, notamment à cause de l'inscription des servitudes. La solution n'a donc pas été retenue.

Une dernière option permettrait d'approvisionner le SIAEP en eau de bonne qualité, qu'il pourrait mélanger à l'eau polluée, et ainsi distribuer aux abonnés. Il s'agit de la mise en place d'une ou de plusieurs interconnexions.

## 2. Sécurisation de l'approvisionnement en eau potable

### a. *Faire appel aux distributeurs d'eau voisins*

Dans un contexte de crise vis-à-vis de l'eau potable, le prix de l'eau augmentant inexorablement, et la ressource s'amenuisant sur le territoire, la sécurisation de l'approvisionnement en eau potable est une priorité pour tous les fournisseurs d'eau : syndicats et collectivités territoriales (qui possèdent la compétence eau potable et gèrent le prélèvement et la distribution en régie).

Le SIAEP de Seully dispose actuellement de deux forages AEP. Un accident peut survenir sur l'un des deux forages, et donc limiter la capacité de distribution du syndicat, voire l'empêcher.

Dans ce contexte, la plupart des syndicats et des collectivités territoriales ont multiplié leurs points d'approvisionnement en eau potable, afin de sécuriser la distribution.

Chaque distributeur d'eau potable dispose d'un territoire d'action sur lequel s'étend le réseau d'approvisionnement. L'eau est puisée dans les ressources situées sur ce territoire (nappes captives, libres, ou eaux de surface), traitée, puis distribuée aux abonnés. Deux réseaux voisins peuvent créer entre-eux une connexion, afin de pouvoir recevoir de l'eau en cas de besoin, ou en fournir si nécessaire. Cela constitue une interconnexion.

Le SIAEP de la région de Seully est voisin de :

- la communauté de communes du Véron,
- la communauté de communes du Chinonais,
- la commune de Candes-Saint-Martin (syndicat Candes-Montsoreau),
- la commune de Marçay (SIAEP de Champigny-sur-Veude),
- syndicat des Trois-Moutiers.

### *b. Les interconnexions*

Des interconnexions existent déjà avec le SIAEP de Champigny-sur-Veude depuis la commune de Marçay jusqu'au lieu-dit « le Grand Poizay » (canalisation de diamètre 80 mm), et le SIVOM des Trois-Moutiers dans la Vienne (trois canalisations de 80 mm).

Ces syndicats n'ont pas les ressources nécessaires pour subvenir à l'ensemble des besoins en eau du SIAEP de Seuilly.

Dans un rapport de 1991, étudiant les ressources en eau sur le syndicat du val de Vienne (DESIDERI, 1991), il est fait état des risques encourus par le SIAEP, et des travaux à envisager :

- le SIAEP ne disposait alors que d'une source, polluée par les nitrates (la seconde source montre actuellement des teneurs élevées en nitrates, ce qui n'est pas pour simplifier le problème),
- le réseau n'est pas bouclé,
- l'interconnexion avec Champigny-sur-Veude ne permet pas la fourniture d'eau au SIAEP de Seuilly,

Ce même rapport préconisait déjà de mettre en place un certain nombre d'interconnexions entre les acteurs de l'eau potable sur le secteur du canton de Chinon, et il était recommandé au SIAEP de Seuilly de sécuriser son approvisionnement en eau potable grâce à des interconnexions avec le Chinonais et le Véron.

L'interconnexion se présente comme une solution intéressante de sécurisation de l'approvisionnement en eau, et permettrait également de diluer les nitrates dans l'eau distribuée par le SIAEP, réglant une partie du problème (il reste alors à diminuer les apports d'azote sur le bassin).

### 3. Les possibilités d'interconnexion

Trois interconnexions sont alors envisagées (carte en annexe 4) :

- une avec la CdC du Chinonais,
- deux avec la CdC du Véron.

La CdC du Chinonais dispose de plusieurs forages, qui lui permettent de subvenir à ses besoins, malgré quelques faiblesses du point de vue du stockage de l'eau avant distribution ; ses réservoirs lui assurent 4 heures de réserve de distribution. Elle a récemment abandonné l'un des forages qu'elle exploitait auparavant : le forage de Parilly, sur la commune de Chinon, en rive gauche de la Vienne (la ville de Chinon se situe en rive droite).

Il s'agit d'un forage dans la nappe du Cénomanién, d'un débit d'environ 80 m<sup>3</sup>/h, dont l'eau ferrugineuse et fluorée nécessite un traitement par déferrisation, et un mélange avec une eau non fluorée pour effectuer une dilution du fluor. Cette station de traitement n'est à ce jour pas implantée, et n'est pas envisagée par Chinon. Ce forage a l'avantage de se situer sur la même rive de la Vienne que le SIAEP de Seuilly, et à proximité de l'extrémité Sud-Est du réseau du SIAEP (quelques centaines de mètres).

Une interconnexion serait alors possible avec ce forage, moyennant quelques conditions :

- implantation d'une station de déferrisation,
- remise en service du forage avec éventualité de travaux de rénovation (voire de remplacement du forage),
- connexion du réseau du SIAEP au forage de Parilly.

La déclaration d'utilité publique est à jour. Cette déclaration est l'autorisation légale, délivrée par le préfet de département, permettant, dans notre cas, la distribution d'eau potable.

La procédure de définition des périmètres de protection est en phase finale d'achèvement, ce qui éviterait au SIAEP de Seuilly d'engager une nouvelle procédure. Le Chinonais et son forage à Parilly constituent donc une source potentielle d'eau potable pour Seuilly.

Quant à la CdC du Véron, elle dispose d'une bonne ressource en eau : outre ses forages en nappe souterraine, elle dispose d'une station de production d'eau potable à partir de l'eau de la Loire, sur la commune d'Avoine.

L'eau est puisée dans le canal Sud d'amenée, aménagé par la Centrale Nucléaire de Production d'Electricité de Chinon (qui se situe sur la commune d'Avoine), permettant d'assurer le refroidissement de ses réacteurs.

Cette station a été récemment remise en service, et pourrait permettre de subvenir aux besoins en eau du SIAEP de Seuilly.

Une augmentation de la capacité de production de cette usine est en projet, ainsi qu'une interconnexion entre la commune de Chinon et la communauté de communes du Véron, au lieu-dit « la Durandière », afin d'assurer la défense incendie du Sud du Véron, et d'alimenter le centre de secours implanté près du rond-point du nom du lieu-dit.

## Troisième Partie – Résultats et Discussion

### I. Les données recueillies

#### 1. Piézométrie

La mesure de la piézométrie à l'aide de la sonde lumineuse nous permet d'obtenir une précision centimétrique. La détermination de l'altitude est, quant à elle, entachée d'une erreur de plus ou moins un mètre. Nous obtenons donc une précision globale de plus ou moins 1,01 mètre sur la mesure du niveau piézométrique. L'erreur centimétrique ne représentant que 1% de l'erreur de détermination de l'altitude, nous retiendrons une erreur globale arrondie de plus ou moins un mètre sur la mesure de la cote piézométrique de la nappe alimentant la source de Morin à Seuilly.

La carte piézométrique peut être réalisée par la méthode du krigeage, traitement géostatistique réalisable sous SIG. Le logiciel ArcGIS muni de l'outil Spatial Analyst, ou bien Mapinfo avec Vertical Mapper, permettent de réaliser cette opération. Ne disposant d'aucun de ces outils, nous avons déterminé la piézométrie par un tracé manuel.

Nous avons choisi de tracer les isopièzes 45, 50, 55, 60, 65 et 70 mètres, représentatives de la nappe dans notre secteur.

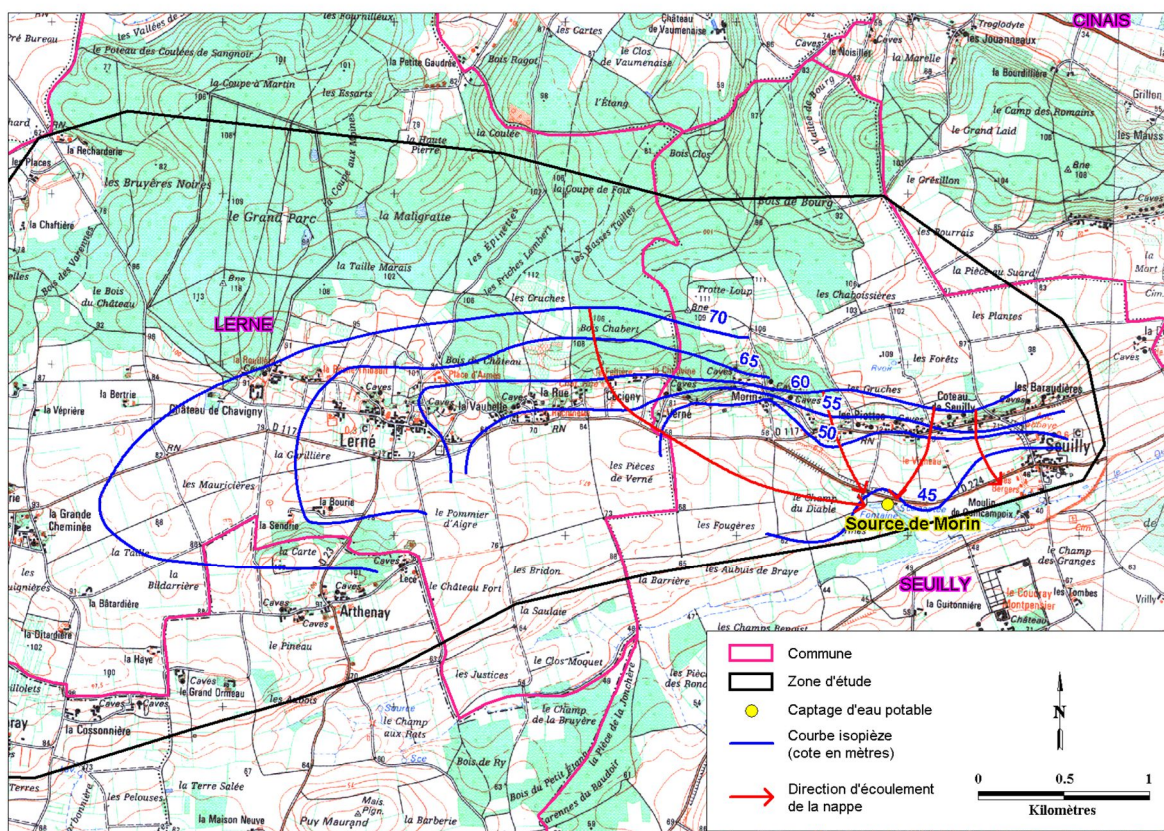


Figure 10: Carte piézométrique

Chaque point de mesure est comparé à ses plus proches voisins : entre deux points de mesure voisins, on calcule la position de l'isopièze correspondante par interpolation linéaire entre les piézométries mesurées en ces points (entre un premier point de cote 48m, et un deuxième de cote 56m, nous pourrions déterminer la position des isopièzes 50m et 55m).

Nous obtenons donc une carte représentant la piézométrie locale. Nous pouvons observer que les écoulements sont globalement dirigés du Nord vers le Sud, ce qui correspond également de manière globale à la topographie locale.

La zone du bassin qui semble alimenter le captage de la source de Morin s'étend du Nord-Ouest au Nord-Est de celui-ci. La carte piézométrique montre les principales directions d'écoulement :

- une direction Nord-Ouest – Sud-Est, drainant les terrains situés en amont du lieu-dit Morin à Seuilly,
- une direction Nord-Est – Sud-Ouest, drainant les terrains situés en amont des côteaux de la commune de Seuilly, et plus particulièrement du Côteau de Seuilly,
- une direction Nord-Ouest – Est, correspondant à la vallée sèche dont nous avons parlé dans la première partie de ce rapport,

De plus, il semblerait que les circulations soient plus importantes, en terme de débit, au niveau des côteaux sur la commune de Seuilly (isopièzes rapprochées), ce qui est corrélé avec la topographie de ces secteurs.

Ces observations sont confirmées par les témoignages des habitants de Seuilly : les puits donnant accès à l'eau de ces deux écoulements ne se sont jamais taris, même lors des sécheresses des années 70 et 2000 ayant asséché plusieurs puits du secteur, et le débit de prélèvement qu'ils autorisent paraît très élevé par rapport à certains autres puits proches de ces secteurs (lors d'essais de pompage, le niveau piézométrique dans le puits n'a baissé que de quelques centimètres, pour un débit de pompage supérieur à un débit dû à une utilisation domestique ou jardinière). Ces commentaires restent des témoignages de non-spécialistes, et sont sujets à interprétation.

Le manque d'homogénéité dans la répartition des puits est à l'origine de l'absence de tracé d'isopièzes dans la zone Sud de notre secteur d'étude. Nous ne pouvons donc pas statuer sur la piézométrie de la nappe en ces lieux. Malgré cela, la topographie locale semble indiquer que la vallée sèche, délimitée au Sud par une ligne de crête traversant d'Ouest en Est cette zone « sans puits », pourrait alimenter le captage de la source de Morin, exutoire de cette vallée.

L'étude piézométrique réalisée par le cabinet Pierson en 1982, afin de définir les périmètres de protection de la source, indiquait que l'écoulement se faisait depuis la zone Nord du captage, avec un écoulement prioritaire depuis le Nord-Est, au droit du Carroi de Paris, sur le côteau de Seuilly. Cette étude n'ayant pas l'extension géographique de la notre, il était impossible de cartographier l'ensemble des écoulements souterrains par l'intermédiaire de la carte piézométrique.



Intéressons-nous maintenant aux teneurs en nitrates relevées dans l'eau des puits étudiés.

## 2. Les teneurs en nitrates

Les analyses des concentrations en nitrates ont été réalisées grâce à deux analyseurs différents : le disque colorimétrique Checkit Nitrates de la société Lovibond (lecture optique du résultat, +/- 5mg/L en précision) et le Nitracheck 404 de la société Merck (lecture digitale du résultat).

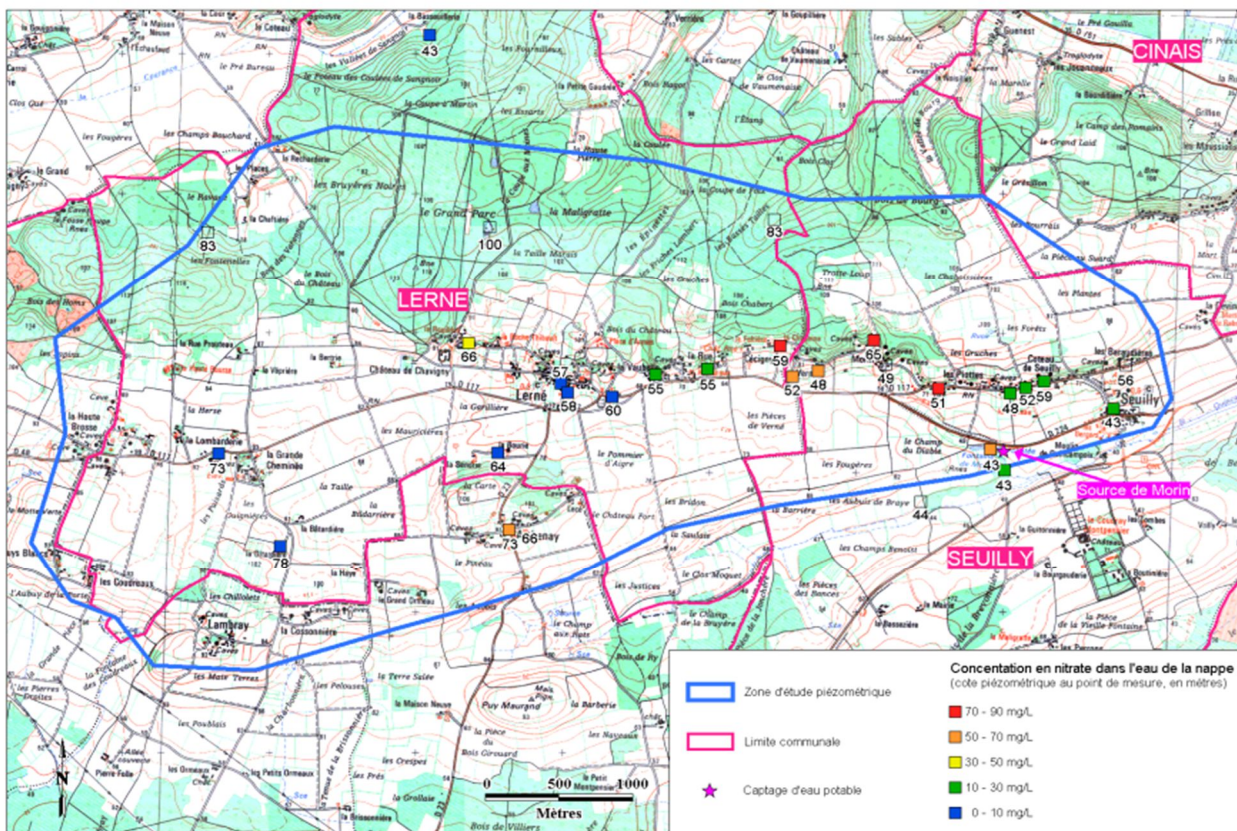


Figure 11: Carte des concentrations en nitrate dans l'eau des puits

Nous pouvons remarquer sur la figure 11, que les valeurs mesurées s'étendent de quelques milligrammes de nitrates par litre d'eau à environ 80 mg/L. Les valeurs les plus faibles sont observées dans le bourg de Lerne, et dans le secteur Ouest de la commune de Lerne, quant aux valeurs les plus élevées, elles se situent dans les puits du lieu-dit de Morin, et au niveau des lieux-dits situés à la limite entre les communes de Seully et de Lerne.

Les puits situés sur le Côteau de Seully, à l'Est, ont des concentrations en nitrates inférieures à 30 mg/L. Sur la commune de Lerne, les teneurs sont globalement faibles, la plupart inférieures à 30 mg/L.

Les points dont le figuré n'est pas coloré correspondent à des points où l'analyse des nitrates n'a pas, ou pas pu être faite.



En effet certains de ces points sont des plans d'eau permanents repérés sur carte IGN, ou bien trouvés dans les données hydrologiques de la DDAF, et n'ont pas été visités sur le terrain.

Une erreur de localisation s'est glissée dans les données : la mesure représentée par le point orange à l'Est de la source a en réalité été effectuée en aval de la source, au Sud-Est de celle-ci. Cette erreur provient de la localisation de la source (données DDAF37), certainement réalisée avec un matériel moins précis que le nôtre.

Un dernier point a été analysé dans un étang situé près de l'émergence de la source de Morin, en aval de celle-ci. Il montre une teneur en nitrates faible, alors qu'il recueille les eaux de la source, qui, elle, est à environ 60 mg/L, cela s'explique par le fait que l'activité microbiologique de l'étang assimile une partie des nitrates, jouant un rôle d'épuration naturelle.

### 3. Bilan

Lors d'une discussion avec M. BALAVOINE, technicien du GDA du Richelais, nous avons évoqué les impacts des pratiques agronomiques sur la pollution par les nitrates du captage de la source de Morin à Seuilly.

M. BALAVOINE nous a indiqué que les adhérents du GDA du Richelais sur le secteur de Seuilly et Lerné (7 adhérents sur 20 agriculteurs recensés dans le cadre de la PAC) sont sensibilisés aux problèmes de pollution, et à l'utilisation raisonnée de fertilisants (ne pas surfertiliser, fractionner les apports).

De plus, ce raisonnement des pratiques est appuyé par l'enjeu économique que représente l'utilisation de fertilisants minéraux, sous-produits du pétrole, et donc soumis aux augmentations constantes de son prix. Le GDA vérifie lui-même les bilans azotés de ses adhérents, et les sensibilise aux problèmes de pollution, et aux pratiques raisonnées (apporter la bonne dose au bon moment et au bon endroit).

Le GDA ne rassemble pas l'ensemble des exploitants du secteur de Seuilly et de Lerné, mais il organise régulièrement des réunions de sensibilisation à la directive « nitrates » ouvertes à tous les exploitants (adhérents ou non), dispense des formations gratuites avec la CA 37, la dernière ayant eu lieu à La-Roche-Clermault.

Comme nous avons pu le voir précédemment, les eaux captées à la source de Morin proviennent d'une part, de la vallée sèche à l'Ouest, et d'autre part des terrains situés au Nord des côteaux de la commune de Seuilly.

Nous avons pu observer de fortes teneurs en nitrates dans une zone bien localisée : l'extrême Est de la commune de Lerné, au lieu-dit Cécigny, ainsi que l'Ouest de la commune de Seuilly, du lieu-dit Verné, à l'Ouest, au lieu-dit des Piottes, à l'Est. Ces zones se situent sur le BAC de la source de Morin.

La figure 12 ci-après nous montre les cultures en place sur les communes de Seuilly et Lerné, dans un secteur réunissant à la fois le BV et le BAC de la source de Morin.

Cette réunion permet d'apprécier les activités agricoles dans un secteur susceptible de conduire une pollution par les nitrates à la fois par l'intermédiaire du ruissellement (BV, les eaux ruisselant pouvant par la suite rejoindre la nappe par infiltration), et de l'infiltration vers la nappe (BAC).

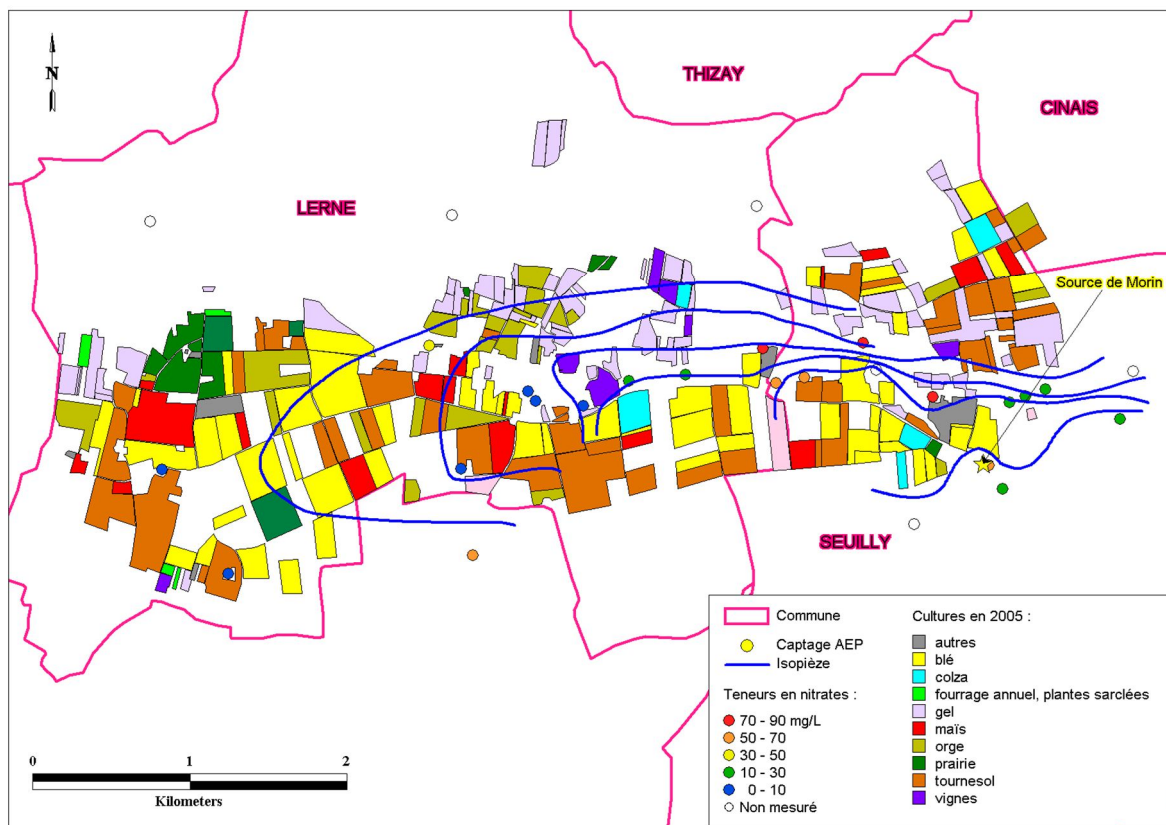


Figure 12: Cultures en place en 2005 d'après le recensement PAC (DDAF, 2005)

De manière globale, les activités agricoles dans le secteur défini se répartissent de la manière suivante, en pourcentage de la surface totale cultivée :

- blé : 31%,
- tournesol : 25%,
- maïs : 8%,
- orge : 8%.

Les terres gelées dans le cadre de la PAC représentent 17% de la surface cultivée. Sur le BAC du captage, les cultures sont principalement représentées par le tournesol, le blé, la vigne, et les terres gelées se concentrent principalement sur ce BAC.

L'eau des puits de la commune de Lerné, dont les teneurs en nitrates sont généralement inférieures à 30 mg/L, témoigne de la bonne qualité globale de la nappe dans ce secteur.

On remarque malgré tout une zone, à la limite entre les deux communes, où la piézométrie n'a pu être relevée, faute de la présence de puits. Cette zone est cultivée, et recouverte par du blé, du tournesol et du maïs, et se situe dans la vallée sèche reliant Lerné à Seuilly. Un regard particulier devra être porté sur ces activités agricoles, notamment par l'intermédiaire de contrôles dans le cadre de la PAC.

De forts soupçons pèsent sur une zone située au Nord-Ouest du captage, susceptible d'être à l'origine de la pollution diffuse par les nitrates. Il serait maintenant intéressant d'étudier les données complémentaires à notre disposition, afin de conclure par la suite sur l'origine géographique de la pollution.

## II. Diagnostic de la pollution

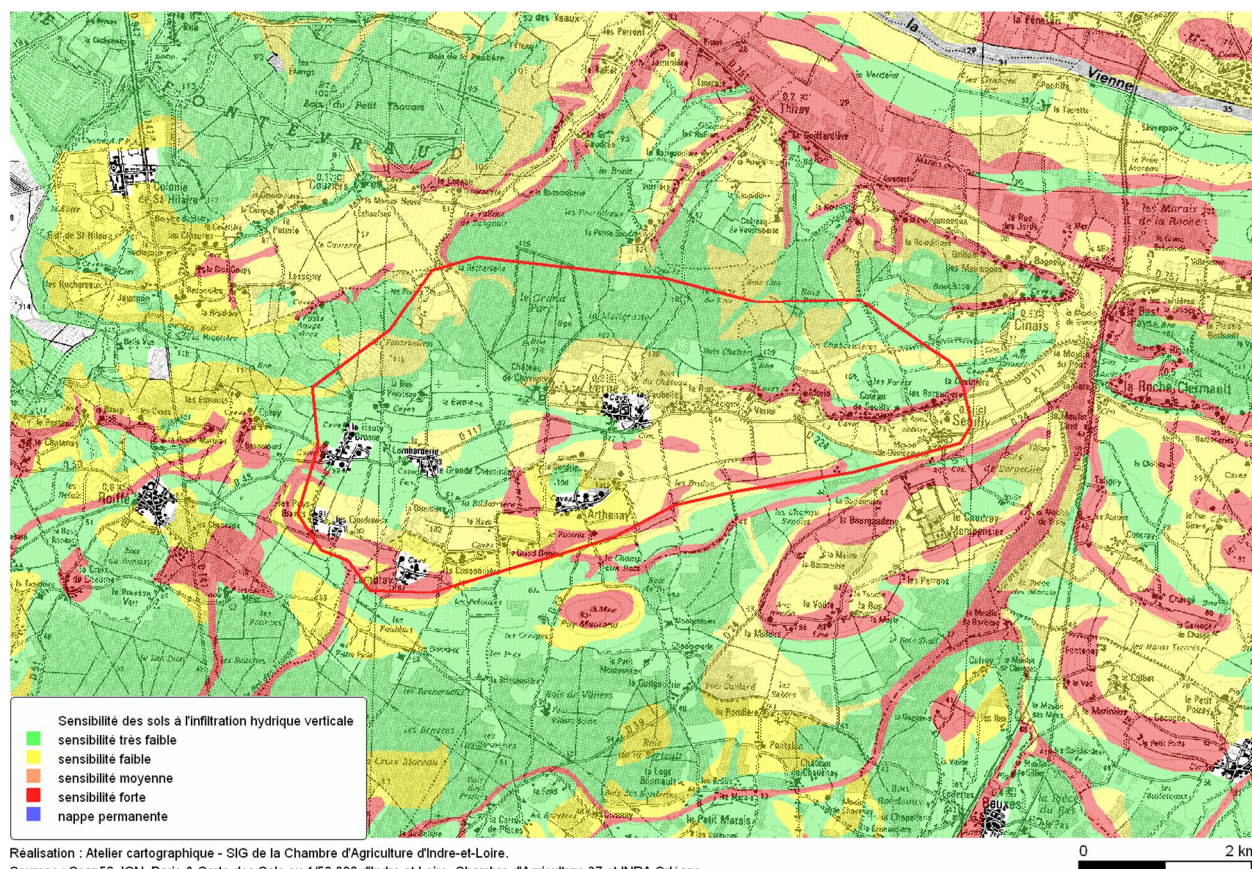
### 1. Sensibilité des sols à l'infiltration hydrique verticale

Les données complémentaires liées à l'agriculture proviennent principalement de la CA 37, responsable des données de la carte des sols sur le département.

La carte de sensibilité des sols à l'infiltration hydrique verticale (CAM, 1996) est éditée par la CA, grâce à un croisement pondéré de données issues de la carte des sols du département.

Il s'agit d'un algorithme de calcul qui affecte à chacun des critères à croiser une note. Finalement trois classes de sensibilité sont déterminées : faible, moyenne et forte.

Les données de la carte des sols ayant toutes une échelle de validité au 1 : 50 000, et la carte de sensibilité à l'infiltration provenant d'un croisement de ces données, son échelle de validité a été réduite au 1 : 100 000. Nous l'utiliserons malgré tout à une échelle de 1 : 50 000, pour des questions de lisibilité, mais nous nous garderons de risquer d'extrapoler les informations qu'elle renferme.



*Figure 13: Sensibilité des sols à l'infiltration hydrique verticale*

On peut remarquer, sur la figure 13, que les zones bénéficiant d'une forte sensibilité au ruissellement ne sont pas systématiquement des zones de faible sensibilité à l'infiltration, et inversement. Cela montre que les modèles de calcul ne sont pas symétriques dans l'affectation des notes aux critères de calcul.

La sensibilité à l'infiltration traduit la capacité des sols à infiltrer l'eau qu'ils reçoivent, qu'elle soit d'origine météorique, ou qu'elle provienne du ruissellement sur les terrains amont. Ce paramètre permet de visualiser les zones dans lesquelles l'eau aura tendance à s'infiltrer dans les sols, et ainsi rejoindre la nappe souterraine, conduisant avec elle des pollutions potentielles pour la nappe.



Sur la carte de sensibilité à l'infiltration, nous pouvons constater que les côteaux de la commune de Seuilly, s'étendant de la Devinière à l'Est de la zone d'étude, jusqu'au lieu-dit de Cécigny sur la commune de Lerné, sont représentés par une forte sensibilité. En effet il s'agit de côteaux calcaires, des formations Séno-Turonniennes fissurées, ces formations renfermant également la nappe exploitée par le forage de la source de Morin. Cette nappe montre donc une forte vulnérabilité aux pollutions dans ce secteur. Le massif forestier, situé dans la moitié Nord de la zone d'étude, est caractérisé par des sols à faible sensibilité à l'infiltration.

La moitié Sud de la zone d'étude montre une sensibilité moyenne voire forte à l'infiltration hydrique, pouvant conférer à la nappe une certaine vulnérabilité dans ce secteur.

## 2. Sensibilité des sols au ruissellement

La carte de sensibilité des sols au ruissellement est éditée par croisement de données issues de la carte des sols d'Indre-et-Loire. De la même manière que pour la carte d'infiltration vue précédemment, une note est affectée à chacun des critères qui seront ensuite croisés, et trois classes de sensibilité sont ainsi déterminées après calcul : faible, moyenne, forte.

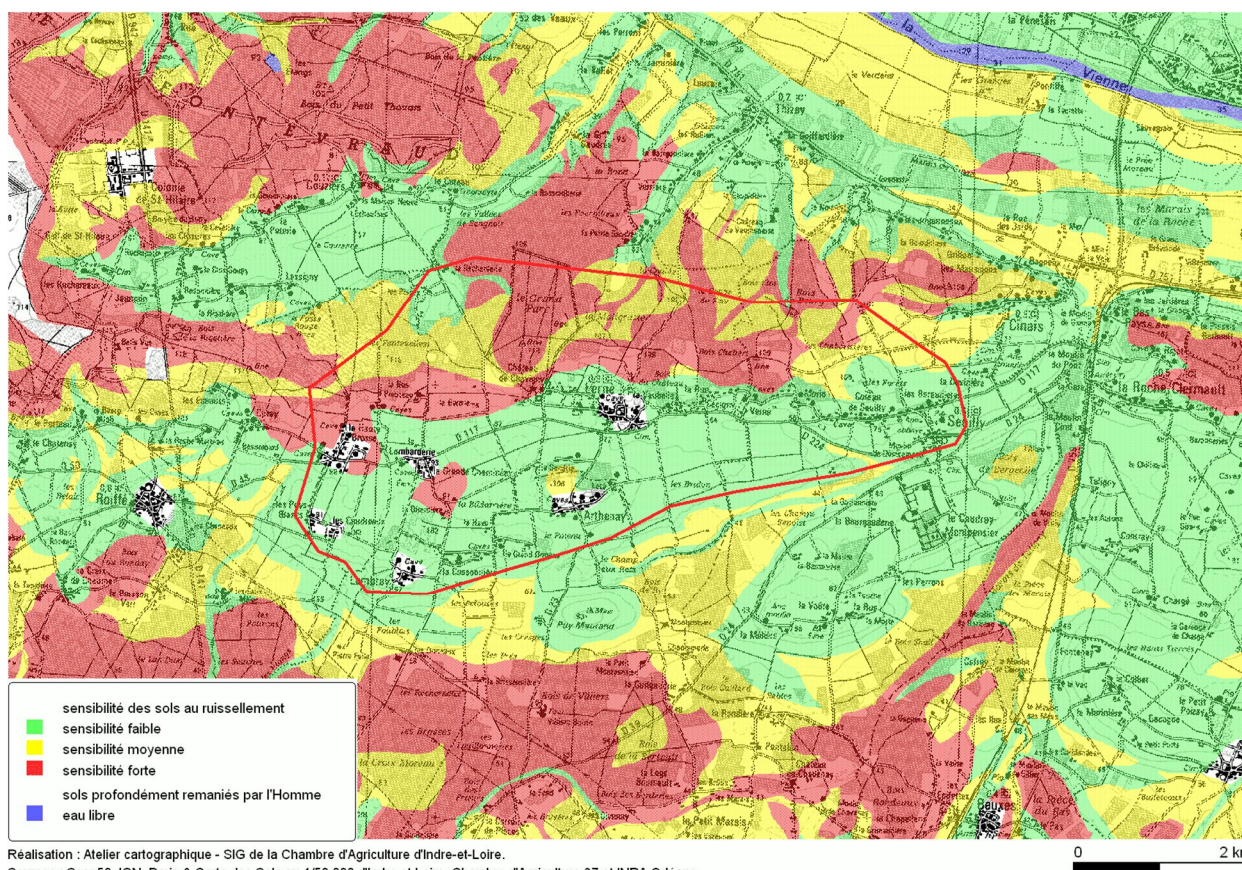


Figure 14: Sensibilité des sols au ruissellement

Ces classes témoignent de la capacité qu'a un sol à laisser l'eau ruisseler à sa surface. La méthode d'estimation des risques de ruissellement de l'eau à la surface du sol est fournie en annexe (annexe 2).

Sur la figure 14, nous pouvons constater que la moitié Nord de la zone d'étude est principalement représentée des sols à forte sensibilité au ruissellement, tandis que la moitié Sud ne présente que peu de sensibilité. Les côteaux dont nous avons parlé dans le point précédent sont ici représentés par une faible sensibilité au ruissellement, tandis que les zones plus élevées, au Nord des côteaux, ont une sensibilité moyenne, voire forte au ruissellement.

Ces terrains sont donc susceptibles de faire ruisseler les eaux, et les pollutions qu'elles peuvent entraîner, vers l'aval. Les terrains qui reçoivent ces eaux ruisselées, et potentiellement polluées sont des zones de forte sensibilité à l'infiltration hydrique, il y a donc des risques pour qu'une pollution produite sur les terrains « ruisselants » rejoigne la nappe aquifère par infiltration au niveau des côteaux « infiltrants ».

Finalement, il apparaît que les zones fortement représentées par l'agriculture correspondent aux sols sensibles à l'infiltration, tandis que les sols non cultivés, au niveau du massif forestier, sont sensibles au ruissellement.

### 3. Assainissement

Seuilly comptait 395 habitants en 2004, pour 167 habitations recensées en 1999. Sur ces 167 habitations, 92 relèvent de l'assainissement autonome, soit 55%. Actuellement, seul le secteur du bourg relève de l'assainissement collectif.

Un réseau d'assainissement collectif est en cours de réalisation sur le bourg, ainsi que sur les côteaux depuis les Baraudières à l'Est jusqu'aux Piottes à l'Ouest. La future station d'épuration communale devrait, dès le dernier trimestre de l'année 2008, collecter les eaux usées des côteaux, du bourg, des logements de l'OPAC et du lieu-dit « les Bergers ». Il s'agira d'un traitement par disques biologiques, d'une capacité de traitement de 400 équivalents habitant.

La commune de Lerné, quant à elle, comptait 316 habitants en 2004, pour 197 habitations recensées en 1999. Sur ce nombre, 162 relèvent de l'assainissement autonome, soit 82% des habitations. Actuellement, le centre-bourg et le secteur de la Place d'Armes sont équipés d'un réseau d'assainissement collectif, la station d'épuration est en fonctionnement depuis 1985.

La loi 2006-1772 du 30/12/06 sur l'eau et les milieux aquatiques donne des compétences et des obligations aux communes en matière d'assainissement non collectif. L'article L.2224-8 du Code Général des Collectivités Territoriales (modifié par la loi citée ci-avant) précise que « les communes assurent le contrôle des installations d'assainissement non collectif ». Ces obligations doivent être assurées avant le 31 décembre 2012, puis selon une périodicité n'excédant pas huit ans.

Le service public d'assainissement non collectif, devant avoir été créé avant le 31 décembre 2005 dans les communes françaises, a pour missions principales la réalisation d'installations neuves, et le contrôle de toutes les installations.

Ces compétences sont fixées par la réglementation applicable et par le règlement du SPANC, elles concernent :

- la conception, la réalisation, le financement des études et des travaux qui relèvent du propriétaire,
- le bon état de fonctionnement des ouvrages qui supposent : leur réparation par le propriétaire, leur entretien et leur bonne utilisation par l'occupant,
- la soumission des installations aux contrôles de conception et de bonne exécution pour les propriétaires ainsi qu'aux contrôles de bon fonctionnement et d'entretien pour l'occupant,
- l'accessibilité aux ouvrages,
- l'accès des agents du SPANC aux ouvrages sur terrain privé pour contrôles.

Le manquement de l'utilisateur aux obligations ci-dessus est susceptible d'engager sa responsabilité : civile, en cas de dommages causés aux tiers par le mauvais fonctionnement de l'installation, pénale, en cas d'infraction aux dispositions des codes (Santé, Construction, Urbanisme et Environnement).

#### 4. Diagnostic de la pollution sur le bassin

##### *a. L'assainissement non collectif mis en cause*

Comme nous avons pu le constater dans les données complémentaires sur l'assainissement, la majeure partie des habitations relève de l'assainissement non collectif. Ces logements doivent donc être équipés d'un dispositif de traitement des eaux usées (eaux vannes et eaux ménagères) en bon état de marche, et en assurer un entretien régulier.

Les dysfonctionnements de l'assainissement non collectif se traduisent toujours par les mêmes conséquences : les eaux usées ne sont que peu ou pas traitées, et l'exutoire des eaux, traitées ou non, étant le milieu naturel, celui-ci se trouve exposé à des risques de pollution.

La CdCRGV a commandé à la Saur un diagnostic de l'assainissement non collectif, en 2005. Les rapports de diagnostic, établis pour chaque commune de la CdCRGV, nous renseignent sur l'état de l'assainissement non collectif.

Les installations d'assainissement non collectif, sur la commune de Seuilly, se répartissent majoritairement le long des côtes ; 61 installations ont été visitées (soit 66% des installations en non collectif), 59% d'entre-elles sont munies d'un dispositif à fonctionnement non acceptable (NA).

Cela signifie que les eaux usées, eaux vannes (eau domestique contenant exclusivement les urines et matières fécales) ou ménagères (issues de la cuisine ou de la salle d'eau), sont rejetées sans traitement, induisant un risque de pollution. Les installations classées NA2 présentent un rejet non traité d'eaux ménagères en milieu superficiel ou souterrain, les installations NA1, représentant 79% des NA, présentent un rejet non traité d'eaux vannes.

Cette sous-classification des installations NA permet de différencier les habitations ne disposant pas de filière d'assainissement (NA1) de celles où seules les eaux ménagères ne sont pas traitées (NA2).

À Seuilly, les installations non collectives se répartissent principalement le long des côteaux, zones à forte sensibilité du point de vue de l'infiltration hydrique. La mauvaise qualité générale de l'assainissement non collectif sur cette commune est donc probablement à mettre en relation avec la pollution par les nitrates de la source de Morin.

Sur la commune de Lerné, 105 installations (65% de l'assainissement non collectif) ont été visitées. Sur ce nombre, 62% sont non acceptables, et 79% des NA sont classées en NA1, avec un fort risque de pollution du milieu naturel par les eaux vannes.

Les installations à assainissement non collectif sont réparties de manière éparse sur la commune, mais une grande partie se concentre le long de la vallée sèche conduisant à la source de Morin, principalement sur le flanc Nord (correspondant aux côteaux).

De même que pour la commune de Seuilly, l'assainissement non collectif présente globalement d'importants dysfonctionnements susceptibles d'entraîner une pollution des eaux de la nappe aquifère souterraine.

#### *b. L'effet de rémanence des pratiques agricoles*

Le passif agricole de notre zone d'étude nous est inconnu. Il n'est pas possible de reconstituer l'ensemble des pratiques ayant été employées sur le BAC de la source de Morin.

Malgré cela, la pollution par les nitrates du captage de la source de Morin existant depuis sa mise en service en 1972, et la teneur en nitrates ne faisant qu'augmenter depuis, alors que la pression démographique n'a pas explosé (358 habitants en 1968, 395 en 2004), nous pouvons alors mettre en lien les activités agricoles sur le bassin et l'augmentation de la teneur en nitrates depuis ces années.

Les années 70 ont été marquées, dans le milieu de l'agriculture, par une utilisation massive de fertilisants minéraux ou organiques. Ces produits ont conduit à une pollution des nappes par les nitrates, pouvant parfois apparaître plusieurs décennies après leur emploi. Nous devons donc prendre en compte l'effet de rémanence des nitrates dans le sous-sol, et l'importance de leur temps de transfert.

La démarche engagée par le GDA du Richelais semble toutefois ouvrir une nouvelle voie pour l'agriculture : le raisonnement des pratiques, la recherche de l'optimum économique des exploitations, nécessitant de calculer précisément les doses de fertilisants à apporter aux cultures. Cette démarche ne rassemble pourtant pas la majorité des agriculteurs du secteur, et les outils de raisonnement des pratiques sont assez récents, les conséquences sur l'environnement ne sont donc pas encore perceptibles. Cependant, les vitesses de circulation souterraine de l'eau dans notre secteur semblent être importantes, de l'ordre de 2 à 3 km/an, ce qui permet une réponse assez rapide au niveau de la source.



L'agriculture dans le secteur doit donc rester sous surveillance, grâce notamment au GDA du Richelais, voire même au SIAEP de la région de Seuilly, qui pourrait commander à la DDAF37 une enquête sur les pratiques agricoles, basée sur les données des cahiers d'épandage des agriculteurs du secteur.

*c. bilan*

L'étude piézométrique a permis de délimiter, grossièrement, le BAC de la source de Morin, et ainsi déterminer les principales directions d'écoulements souterrains. Cette étude montre clairement que les eaux proviennent d'une zone située au Nord du captage, s'étendant vers l'Ouest, en corrélation avec la topographie locale.

Le suivi des teneurs en nitrates permet de différencier, au sein de la nappe, certaines zones susceptibles de conduire un flux important de nitrates vers la source, et ainsi visualiser l'origine géographique potentielle de ces nitrates. Il semble que ceux-ci proviennent des zones situées au Nord-Ouest du captage, représentées par les lieux-dits de l'Ouest de la commune de Seuilly (Verné, Morin, les Piottes), et les lieux-dits de l'Est de la commune de Lerné (Cessigny, la Vaubelle).

Au vu des cartes d'infiltration et de ruissellement, il apparaît que les lieux-dits cités précédemment sont des zones très sensibles du point de vue de l'infiltration hydrique verticale, une pollution, diffuse ou ponctuelle, peut aisément rejoindre la nappe dans ces secteurs. Le massif boisé du Nord de Seuilly repose sur des sols ruisselants, mais aucune activité agricole ne semble y occasionner une pression polluante suffisante pour contaminer l'eau de la nappe.

Les activités agricoles restent une importante source de nitrates pour l'eau de la nappe, mais les actions du GDA semblent ouvrir la voie du raisonnement des pratiques, sous réserve que les adhésions augmentent. Le secteur agricole doit donc rester sous surveillance, et la maîtrise des intrants de nitrates améliorée.

Du point de vue de l'assainissement des communes de Lerné et Seuilly, d'importants risques de pollution existent. La commune de Lerné s'est récemment munie d'un dispositif collectif dans le bourg, attendant maintenant le raccordement des habitants. La commune de Seuilly, quant à elle, s'est lancée dans la phase de mise en place de l'assainissement collectif et de la station de traitement pour le bourg, devant être mise en service au début de l'année 2008.

Malheureusement, seules 45% des habitations pour Seuilly, et 18% pour Lerné, relèvent de l'assainissement collectif. Ainsi une importante proportion des habitations relève de l'assainissement non collectif, et le constat est alarmant : si l'on extrapole les données recueillies lors du diagnostic réalisé par la SAUR, plus de la moitié des installations non collectives ont un fonctionnement non acceptable, induisant un important risque de pollution pour la nappe.

De plus, les installations présentant un dysfonctionnement au niveau du traitement des eaux vannes, très riches en matières azotées, représentent près de 80% des installations non acceptables.

Ces installations, fréquemment rencontrées dans les secteurs classés « à risque » pour la pollution de la nappe alimentant la source de Morin, constituent une importante source de pollution par les nitrates, et doivent faire l'objet de toutes les attentions.

Des mesures doivent être maintenant prises afin de limiter les apports de nitrates dans l'eau du captage.

### III. Mesures à prendre sur le bassin

#### 1. Les problèmes liés à l'assainissement

Suite à une conversation avec chacun des maires de Lerné et de Seuilly, concernant l'état de l'assainissement sur ces deux communes, il s'avère que des risques de pollution de la nappe sont à craindre.

Jusqu'ici, il semble que l'ensemble des habitants du bourg de Lerné ne soit toujours pas raccordé à ce réseau, la réglementation imposant un raccordement sous deux ans, à compter de la mise en service du réseau.

L'assainissement collectif tel qu'il est envisagé à Seuilly, par une station à disques biologiques, devrait permettre de capter une bonne partie (jusqu'à 80%) de la pollution azotée recueillie, sous réserve de la mise en place d'une filière adaptée de traitement des déchets de la station.

De plus, concernant la mauvaise qualité de l'assainissement non collectif, il paraîtrait nécessaire de déclarer d'intérêt général la réhabilitation des installations présentant un risque de pollution pour la nappe, et d'engager une procédure de demande de subvention auprès du conseil général d'Indre-et-Loire, afin de mettre en oeuvre les travaux nécessaires.

L'assainissement non collectif est généralement constitué d'une fosse toutes-eaux, complétée ensuite par un dispositif d'épandage dans les sols. La fosse toutes-eaux permet la décantation des matières en suspension, et l'épandage est ensuite réalisé sur filtre à sable, ou planté de roseaux. Cette technique permet un bon traitement des matières carbonées, une bonne nitrification des matières azotées, mais ne permet pas une dénitrification efficace par la suite (faute de conditions anoxiques : le dispositif ne se trouve pas en profondeur dans les sols). Les rejets de nitrates peuvent donc être conséquents, particulièrement en période de forte pluie, mais restent limités vis-à-vis de rejets d'eaux usées non traitées.

La mise en service de l'assainissement collectif à Seuilly doit permettre le traitement des effluents du bourg, et des côteaux depuis les Baraudières à l'Est, jusqu'aux Piottes à l'Ouest, jusqu'ici peu ou pas traités.

## 2. Mesures agronomiques

Comme nous avons pu le constater dans notre étude, les activités agricoles ne semblent pas être à l'origine d'une pollution par les nitrates sur le secteur où des puits ont pu être utilisés pour dresser la piézométrie.

Malheureusement, dans la zone inhabitée et fortement cultivée située dans le Sud du secteur d'étude, il semble y avoir un risque de pollution, du fait du caractère infiltrant des sols, et des activités qui y ont cours : culture du blé, maïs, tournesol ...

L'agriculture reste très certainement à l'origine d'une fraction des nitrates actuellement mesurés dans l'eau de la source, et doit donc rester sous surveillance.

### *a. Les outils à disposition des agriculteurs*

Tout d'abord, les exploitants doivent tenir un plan de fumure prévisionnel ainsi qu'un cahier d'épandages. Doivent être renseignés :

- dans le plan de fumure : la parcelle ou îlot et sa surface, la culture prévue, l'objectif de rendement, l'apport d'azote prévu par nature de fertilisant (boue, effluent d'élevage, engrais), le nombre d'épandages prévu,
- dans le cahier d'épandage : la parcelle ou îlot et sa surface, la culture pratiquée, les dates de semis, les dates d'épandage, les quantités d'engrais minéral et organique apportés, les doses d'azote apportées, le rendement réalisé, les modalités de gestion des résidus de récolte (enfouis, exportés), les modalités de gestion de l'éventuelle culture intermédiaire piège à nitrates ou des repousses.

Les exploitations d'élevage doivent également renseigner le nombre d'animaux présent et, pour chaque type d'effluent produit, les quantités brutes et les quantités d'azote correspondantes.

### *b. Les mesures particulières*

Concernant les apports d'azote organique, le plafond d'apports d'effluents d'élevage est abaissé de 210 kg/ha/an à 170 kg/ha/an dans les zones vulnérables.

Afin d'éviter l'épandage de fertilisants au cours des périodes de lessivage, sur des sols dont la couverture végétale n'absorbe pas les nitrates fournis par ces fertilisants, des périodes d'interdiction d'épandage sont définies.

A titre d'exemple, l'apport d'engrais minéral azoté est interdit sur les grandes cultures de printemps (maïs, tournesol ...) du 1er juillet au 15 février de l'année suivante. Ce fractionnement permet d'une part, d'apporter l'azote au plus près des besoins de la culture et, d'autre part, de réviser éventuellement les doses à la baisse si l'objectif de production retenu ne peut être atteint en raison de l'état de la culture (aléas climatiques, attaques de maladies, de ravageurs ...).

Le stockage des fertilisants doit respecter les distances d'éloignement aux points d'eau prévues par l'arrêté (zones de baignade, cours d'eau et plan d'eau, puits, forages, réservoirs, sources).

L'épandage de fertilisants minéraux azotés est interdit à moins de 5 mètres des cours d'eau, plans d'eau et fossés en eau.

L'azote apporté par l'eau d'irrigation doit être pris en compte dans le calcul de la dose d'azote minéral à épandre, l'estimation se faisant grâce aux volumes moyens d'irrigation sur l'exploitation et la teneur en nitrates de l'eau d'irrigation.

### *c. Les CIPAN et les mesures générales*

Des modalités supplémentaires, concernant les CIPAN, sont définies : l'implantation d'une CIPAN (ou à défaut la laisse des repousses) est obligatoire entre une culture de céréale à paille (type blé) et une culture de printemps (type maïs) lorsque le rendement de la céréale est inférieur de 15 quintaux/ha à l'objectif de rendement prévu dans le plan de fumure prévisionnel.

Concernant les prairies, dans le cas d'un retournement d'une prairie située en bord de cours d'eau, une bande enherbée d'au moins 5 m devra être maintenue sur la berge.

Dans le cas de vignes et de vergers, une CIPAN devra être implantée après les apports de matière organique précédant la plantation.

D'une façon générale, il est recommandé, chaque fois que cela est possible, de :

- maintenir en herbe les bas de pente, fonds de vallons et bords de cours d'eau,
- maintenir une végétation suffisante (arbres, haies et zones boisées) en bordure de cours d'eau et de procéder à son entretien régulier,
- mettre en œuvre, dans le bassin versant, des moyens de lutte contre l'érosion des sols par la combinaison de techniques culturales (labour en travers de la pente, cultures intermédiaires) et d'aménagement (haies, talus, chenaux enherbés),
- localiser les terres retirées de la production dans le cadre du gel PAC le long des eaux superficielles,
- installer une CIPAN derrière les cultures laissant le sol nu pendant de longues périodes.

## 3. Suivi des actions mises en oeuvre

### *a. Principes*

Le suivi à mettre en place doit être simple et d'interprétation rapide, et doit s'intéresser à l'assainissement et l'agriculture. Concernant l'assainissement collectif, il sera nécessaire de :

- suivre la mise en service de la station de Seuilly (bon fonctionnement),
- suivre le raccordement des habitants de Seuilly,
- suivre le raccordement des habitants de Lerné,

Suite à la rédaction de la déclaration d'intérêt général, concernant la réhabilitation des installations non collectives defectueuses, il sera nécessaire de s'assurer de l'entreprise des travaux, et de leur bonne réalisation.

Toutes ces opérations pourront être faites en prenant simplement contact avec MM. les Maires de Seuilly et de Lerné, qui seront les plus à-même de connaître l'état de l'avancement des opérations.

Concernant maintenant l'agriculture, nous devons rester en contact fréquent avec le GDA du Richelais, afin de connaître l'évolution de ses actions, ainsi que les démarches entreprises auprès de ses adhérents (et l'évolution de leur nombre s'il y a lieu), et l'épauler dans des situations où la discussion et la sensibilisation ne suffiront pas à envisager un raisonnement des pratiques agronomiques.

Il serait également intéressant d'avoir une meilleure connaissance des pratiques agricoles sur le secteur d'étude. Cette tâche ne peut pas être assurée par les services de la DDAF, également organisme de contrôle, il serait intéressant de faire appel à la CA par l'intermédiaire du SIAEP de la région de Seuilly, afin de mener l'enquête. Les données à relever pourront permettre de calculer des indicateurs, afin d'apprécier les pressions exercées par les activités agricoles sur le secteur.

Ces données à recueillir peuvent être déterminées en s'intéressant aux indicateurs que l'on souhaite calculer, tels que ceux prescrits par le CORPEN, dans un rapport du groupe d'étude Azote/Indicateurs, de 2006, intitulé « Des indicateurs Azote pour gérer les actions de maîtrise des pollutions à l'échelle de la parcelle, de l'exploitation et du territoire ».

Ce rapport présente des indicateurs permettant d'apprécier la pression polluante, l'état, ainsi que la réponse d'actions menées, et ce aux échelles citées dans son titre.

L'indicateur MERLIN (méthode d'évaluation des risques de lixiviation des nitrates), permet d'évaluer de façon qualitative le risque de lessivage de nitrates en fonction de la situation culturale (succession et pratiques de fertilisation), et du milieu, à partir de données issues des cahiers d'épandage des agriculteurs (culture récoltée, rendement, dose d'azote minéral/organique, gestion des résidus, mise en place d'une CIPAN ...) ou des plans de fertilisation, et de la carte des sols. L'enquête peut donc être utile pour calculer ce type d'indicateur, à l'échelle de la parcelle.

Le solde CORPEN, communément appelé « bilan » CORPEN, est calculé et contrôlé par le GDA du Richelais, pour chacun de ses adhérents. « Dans le cas où il n'y a pas d'apports organiques le bilan CORPEN permet de fournir une information simple à acquérir sur l'efficacité de l'utilisation de l'azote par la culture. » (CORPEN, 2006), c'est le cas dans notre secteur.

Le rapport du CORPEN (CORPEN, 2006) renseigne un grand nombre d'indicateurs « azote », avec les méthodes de calcul détaillées, l'origine des données à récupérer, et des conseils d'interprétation, il constitue donc un excellent moyen d'exploiter les données d'une enquête agronomique.

#### *b. Planification*

Le suivi des actions menées, aussi bien dans le domaine de l'assainissement que dans celui de l'agriculture, doit être planifié, afin qu'il soit le plus efficace possible.

Pour l'assainissement, les actions sur Seully et Lerné (mise en place de la STEP, raccordement au réseau, réhabilitations ...) étant mises en place ou en cours de réflexion, il s'agira de suivre le nombre de raccordements au réseau collectif, et de réhabilitations d'installations non collectives.

Concernant l'agriculture, les campagnes de reliquats azotés menées par le GDA dans les parcelles des périmètres de protection permettent de raisonner les apports dans ces secteurs.

Notre étude n'étant pas destinée à enquêter sur les pratiques agricoles, mais bien à diagnostiquer la pollution par les nitrates, et proposer des solutions, il nous paraîtrait intéressant de proposer au SIAEP de la région de Seully d'effectuer une enquête sur les pratiques du bassin versant et du BAC de la source de Morin.

Elle pourra ainsi établir le bilan azoté du bassin versant et du bassin d'alimentation du captage. Une étude similaire a déjà été effectuée sur le SIPTEC par un stagiaire à la CA 37 en 2003, sur l'azote et les produits phytosanitaires retrouvés dans l'eau de captages AEP (DURENDEAU, 2003).

De même, un contrôle PAC de l'exploitation mise en cause dans le secteur des prés Moreau à La-Roche-Clermault (annexe 7) devra être effectué.

L'ensemble de ces contrôles, aussi ponctuel soit-il, permet néanmoins de maintenir une certaine vigilance sur les pratiques agricoles du secteur.

Le tableau suivant répertorie l'ensemble des actions en cours ou à mettre en place, ainsi que le suivi envisagé et l'échéance :

Problématique	Objet	Suivi	Périodicité	1ère échéance	Organisme
Agriculture	Suivi azote périmètres de protection	Reliquats azotés	Annuelle	12/2007	GDA Richelais
Agriculture	Pratiques agricoles secteur	Enquête pratiques agronomiques	Une fois	2008	DDAF 37
Agriculture	Raisonnement épandage fertilisants	Contrôle PAC	Une fois	2008	DDAF 37
Assainissement	Raccordement AC Lerné	Taux de raccordement	Annuelle	12/2007	CdCRGV, Mairie de Lerné
Assainissement	STEP Seully, raccordement AC	Taux de raccordement à la mise en service	Une fois	03/2008	CdCRGV, Mairie de Seully

Assainissement	Raccordement AC Seuilly	Taux de raccordement	Annuelle	03/2010	CdCRGV, Mairie de Seuilly
Assainissement	ANC Seuilly Ligné	Taux de mise en conformité	Annuelle	2008	CdCRGV, Mairies de Seuilly et Ligné
Toutes	Polution source de morin	Teneur en nitrates de l'eau	Mensuelle	09/2007	DDASS

A(N)C : assainissement (non) collectif

Le SIAEP de la région de Seuilly doit avant novembre 2007 fournir à M. le Préfet d'Indre-et-Loire les mesures mises en place pour le retour à la normale des teneurs en nitrates dans l'eau distribuée, celles-ci dépassant actuellement le seuil réglementaire des 50 mg/L. À cette occasion, le SIAEP pourrait s'engager à transmettre le suivi annuel des indicateurs définis ci-dessus.

Une enquête sur les pratiques agricoles pourra donc également être mise en place, celle-ci pourra être réalisée par la DDAF 37, dans le cadre d'un stage par exemple. Elle consistera en la récupération de données contenues dans les cahiers d'épandage et les plans de fumure des exploitants agricoles (doses épandues, fertilisants employés, fractionnement, ...). Des indicateurs seront ensuite calculés afin de caractériser, à l'échelle de l'exploitation, le risque de pollution de la nappe par les nitrates (intrants, lixiviation ...).

## Conclusion

Dans notre étude, nous nous sommes intéressés à la pollution par les nitrates d'un captage d'eau potable du SIAEP de la Région de Seuilly, situé sur la commune de Seuilly dans le département d'Indre-et-Loire. Le contexte réglementaire européen est tel que les préoccupations environnementales sont de plus en plus prises en compte. Les nitrates d'origine agricole font l'objet de la directive de 1991, et la protection de l'eau et des milieux aquatiques est réglementée par la loi du 31 décembre 2006 en France, découlant de la directive cadre sur l'eau de 2000. c'est dans ce contexte que notre étude s'est inscrite.

Grâce à la qualité et la quantité de sa ressource en eau, la nappe du Cénomaniens représente, au niveau départemental, un fort enjeu de protection. C'est pourquoi elle a été classée en nappe à réserver en priorité à l'alimentation en eau potable par l'agence de l'eau Loire-Bretagne. De plus, conformément aux dispositions de la directive nitrates de 1991, des zones vulnérables ont été délimitées sur le territoire, et le secteur de Seuilly, pour le département d'Indre-et-Loire, en fait partie (parmi d'autres secteurs). La question des nitrates est donc soulevée à Seuilly.

Quelques solutions, à court terme, peuvent s'offrir au syndicat afin de distribuer une eau respectant les normes de potabilité. Il s'agit de la création d'une ou plusieurs interconnexions avec les distributeurs d'eau voisins, dont la ressource n'est pas polluée par les nitrates, de mélanger ses eaux avec les eaux acheminées grâce à l'interconnexion : le mélange permettra l'abaissement de la teneur en nitrates.

S'agissant uniquement d'une solution curative à court terme, une étude a malgré tout été nécessaire, afin de diagnostiquer les origines de la pollution sur le bassin.

Nous avons donc mené une étude sur le bassin d'alimentation du captage de la source de Morin sur la commune de Seuilly. Suite à la mesure des niveaux statiques de la nappe dans certains puits du secteur que nous avons déterminé, et à la mesure des teneurs en nitrates de l'eau de ces puits, nous avons établi le diagnostic de la pollution par les nitrates. Les eaux qui alimentent le captage proviennent d'une zone au Nord du captage, s'étendant vers l'Ouest. De plus, les débits s'intensifient au Nord-Ouest, et les teneurs en nitrates dans l'eau atteignant par endroits 80 mg/L dans ces zones, les secteurs de la nappe les plus pollués se situeraient au Nord-Ouest du captage.

L'étude des données complémentaires, ainsi que les entretiens avec les acteurs locaux : maires, GDA, administrés, nous indiquent que les activités agricoles, dans les zones où des puits ont pu être étudiés, ne présentent pas de risque trop élevé de pollution de la nappe par les nitrates. Néanmoins, dans le secteur où aucune donnée piézométrique n'a pu être relevée, un risque existe, et ne doit pas être écarté. Ce secteur étant cultivé, et les sols sensibles à l'infiltration, il est probable qu'une fraction de la pollution en provienne : l'enquête sur les pratiques agricoles permettrait de confirmer ou d'infirmer cette hypothèse.



En revanche, il s'avère que l'assainissement est de très mauvaise qualité sur l'ensemble du BV de la source de Morin, et plus particulièrement dans le secteur susceptible d'être à l'origine de la pollution, où les eaux vannes sont parfois rejetées sans traitement dans les caves, constituées de calcaire fissuré très infiltrant. Il est donc nécessaire de programmer des opérations de réhabilitation de l'assainissement dans les secteurs prioritaires définis dans le diagnostic de l'assainissement non collectif réalisé en 2006, et de s'assurer du bon raccordement des administrés dans les zones équipées en collectif.

Un regard particulier doit donc être porté sur les opérations de réhabilitation de l'assainissement non collectif, et d'implantation de l'assainissement collectif. De plus, l'agriculture doit rester sous surveillance. La DDAF 37 devra jouer son rôle double d'assistance et de contrôle, afin de parvenir à une gestion plus équilibrée du secteur, et une diminution de la pollution par les nitrates dans l'eau de la source de Morin.

## Bibliographie

- ALCAYDE G., 12/10/1992, *Définition des périmètres de protection de la source de Morin*, rapport d'étude, Paris, 8pp.
- ALCAYDE G., 19/10/1981, *Protection de la source de Morin*, rapport d'étude, Paris, 4pp.
- BOUTIN J.D., 05/1982, *Etude sur les pratiques agricoles dans le périmètre de protection rapprochée de la source de Morin à Seuilly*, rapport d'étude de la Chambre d'Agriculture d'Indre-et-Loire, Tours.
- BANTON O., BANGOY L.M., 1997, *Hydrogéologie. Multiscience environnementale des eaux souterraines*, Ed. Presses de l'Université du Québec, 460pp.
- BRGM, 2002, *Délimitation du bassin d'alimentation des captages du Syndicat Intercommunal de Production d'eau de Truyes-Esvres-Cormery*, rapport d'étude, Orléans, 46pp.
- BUREAU D'ETUDES GEOLOGIQUES, 07/1982, *Rapport Géologique – la source de Morin à Seuilly*, Tours, 65pp.
- BUREAU D'ETUDES GEOLOGIQUES, 09/1993, *Syndicat Intercommunal d'Adduction d'Eau Potable de la région de Seuilly – Forage de la source de Morin – Descriptif Technique*, rapport technique, Tours, 50pp.
- BUREAU D'ETUDES GEOLOGIQUES, 09/1993, *Syndicat Intercommunal d'Adduction d'Eau Potable de la région de Seuilly – Forage des prés Moreau – Descriptif Technique*, rapport technique, Tours, 52pp.
- CAM, 1996, *Représentation cartographique de la sensibilité des sols à l'infiltration hydrique verticale*, paru dans Etude et Gestion des Sols, 3, 2, pp. 97-112.
- CORPEN, 2006, *Des indicateurs Azote pour gérer des actions de maîtrise des pollutions à l'échelle de la parcelle, de l'exploitation et du territoire*, rapport d'étude, 113pp.
- DESIDERI, 12/1991, *Les ressources en eau destinées à la consommation humaine sur le syndicat du Val de Vienne – étude commandée par le district rural du Véron et l'agence de bassin Loire-Bretagne*, rapport d'étude, 44pp.
- DURENDEAU S., 04/2003, *Bassin d'alimentation du captage AEP d'Esvres-sur-Indre : étude sur les intrants agricoles détectés dans l'eau du captage*, Chambre d'Agriculture d'Indre-et-Loire, rapport de stage, Tours, 51pp.
- DE MARSILY G., MEYBECK M., 2003, « Les pollutions diffuses d'origine agricole » In MIQUEL G., *La qualité de l'eau et l'assainissement en France*, pp 71-73.
- DIREN LB, 11/2006, *Zones vulnérables du bassin Loire-Bretagne – Evolution des teneurs en nitrates dans les eaux douces de 1992 à 2005*, rapport d'étude, Orléans, 140pp.
- MIQUEL G., 19/03/2003, *La qualité de l'eau et l'assainissement en France*, rapport d'étude de l'Office Parlementaire d'Evaluation des Choix Scientifiques et Techniques, 195pp.
- RASPLUS L., 17/05/1972, *Rapport géologique sur la protection du captage de Seuilly*, rapport d'étude, Montbazou (37), 4pp.

- SOGREAH, 05/2007, *Programme d'étude et de modélisation pour la gestion de la nappe du Cénomani*, Orléans, rapport d'étude, 57pp.
- VEILLAUD R., 04/1996, *Schéma directeur d'assainissement – Communauté de Communes de la Rive Gauche de la Vienne*, rapport d'étude, Tours, 108pp.

**Textes juridiques cités dans le texte :**

- Directive européenne Cadre sur l'Eau du 23/10/2000
- Loi n° 2006-1772 du 30/12/2006 sur l'eau et les milieux aquatiques (transposition de la DCE).
- Directive européenne n°91/676/CEE du 12/12/1991, dite directive « Nitrates ».
- Décret du 27/08/1993 instaurant les Zones Vulnérables (transposition de la directive « Nitrates »).
- Arrêté du 10/02/2004 définissant le programme d'action applicable dans les Zones Vulnérables du département d'Indre-et-Loire, modifié par l'arrêté du 24/01/2006, version consolidée.
- Décret n° 94-354 du 29/04/1994 instaurant les Zones de Répartition des Eaux
- Arrêté préfectoral du 19/05/2006 portant dérogation aux limites de qualité des eaux destinées à la consommation humaine pour les captages d'adduction d'eau potable de la source de Morin à Seuilly et des prés moreau à La-Roche-Clermault.
- Arrêté ministériel du 11/01/2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine mentionnées aux articles R. 1321-2, R. 1321-3, R. 1321-7 et R. 1321-38 du code de la santé publique.
- Code Général des Collectivités Territoriales

## Index des figures

Figure 1: Localisation du secteur d'étude .....	11
Figure 2: Situation de la nappe du Cénomani en au 1er avril 2007 (DIREN Centre, 2007) .....	12
Figure 3: Zones Vulnérables en Indre-et-Loire .....	17
Figure 4: Processus biochimiques de transformation de l'azote dans le sol (CORPEN, 2006) ....	19
Figure 5: Seuilly dans la CdC de la Rive Gauche de la Vienne .....	21
Figure 6: Evolution des teneurs en nitrates dans l'eau brute de la source de Morin (DDASS, 2007) .....	26
Figure 7: Pluviométrie de mai 2007 .....	34
Figure 8: Pluviométrie d'avril 2007 .....	34
Figure 9: Zone d'étude piézométrique .....	35
Figure 10: Carte piézométrique .....	45
Figure 11: Carte des concentrations en nitrate dans l'eau des puits.....	47
Figure 12: Cultures en place en 2005 d'après le recensement PAC (DDAF, 2005) .....	49
Figure 13: Sensibilité des sols à l'infiltration hydrique verticale .....	50
Figure 14: Sensibilité des sols au ruissellement .....	51
Figure 15: Coupe géologique N-S au droit de la source de Morin à Seuilly.....	66
Figure 16: Manuel d'utilisation du Checkit Nitrates .....	67
Figure 17: Satellites éloignés et bien répartis .....	68
Figure 18: Satellites rapprochés et mal répartis .....	68
Figure 19: Possibilités d'interconnexions .....	72

Annexes

IV. Annexe 1 – Coupe géologique

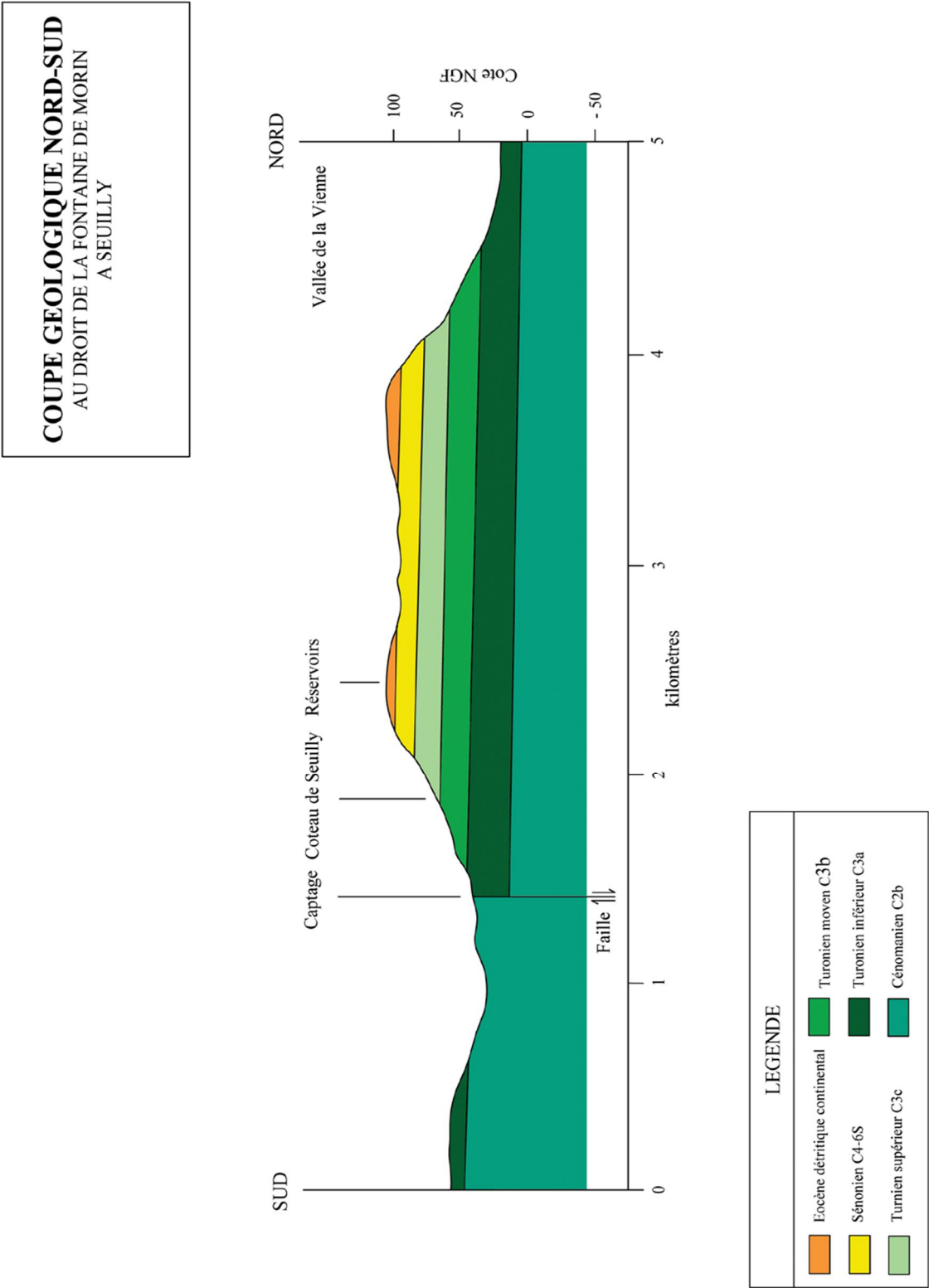
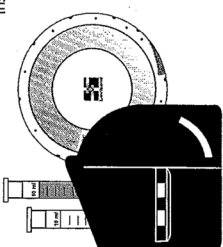


Figure 15: Coupe géologique N-S au droit de la source de Morin à Seuilley

## **V.        Annexe 2 – Manuel d'utilisation du Checkit Nitrates**

## CHECKIT® Comparator

Bedienungsanleitung  
Instruction Manual  
Mode d'emploi  
Istruzioni d'uso  
Instrucciones



Nitrat HR  
Nitrate HR  
Nitrato HR  
Nitrato HR  
Nitrato HR

**Instructions for the determination of Nitrate HR**

**CHECKIT® Disc**  
Nitrate HR  
10 - 100 mg/l NO<sub>3</sub>  
14 64 00

**Accuracy:** ± 5 % (full scale)

**Order Code (per 100 pcs)**  
51 75 00  
51 75 10

**Tablets**  
NITRACHHECK No. 1  
NITRACHHECK No. 2

**Nitrate HR (NITRACHHECK No. 1 / No. 2 - tablet)**

- Shake the bottle. Add one NITRACHHECK No. 1 tablet to the cell with a lid. Shake it for 30 seconds.
- Place the second cell in the right-hand compartment of the comparator as a blank. Add one NITRACHHECK No. 2 tablet to the other cell with a lid. Shake it for 30 seconds.
- Compare the two colour fields against north light and read off the result as mg/l NO<sub>3</sub>.

**Instructions for the determination of Nitrate HR**

**CHECKIT® Disc**  
Nitrate HR  
10 - 100 mg/l NO<sub>3</sub>  
14 64 00

**Accuracy:** ± 5 % (full scale)

**Order Code (per 100 pcs)**  
51 75 00  
51 75 10

**Tablets**  
NITRACHHECK No. 1  
NITRACHHECK No. 2

**Nitrate HR (NITRACHHECK No. 1 / No. 2 - tablet)**

- Shake the bottle. Add one NITRACHHECK No. 1 tablet to the cell with a lid. Shake it for 30 seconds.
- Place the second cell in the right-hand compartment of the comparator as a blank. Add one NITRACHHECK No. 2 tablet to the other cell with a lid. Shake it for 30 seconds.
- Compare the two colour fields against north light and read off the result as mg/l NO<sub>3</sub>.

**Instructions for the determination of Nitrate HR**

**CHECKIT® Disc**  
Nitrate HR  
10 - 100 mg/l NO<sub>3</sub>  
14 64 00

**Accuracy:** ± 5 % (full scale)

**Order Code (per 100 pcs)**  
51 75 00  
51 75 10

**Tablets**  
NITRACHHECK No. 1  
NITRACHHECK No. 2

**Nitrate HR (NITRACHHECK No. 1 / No. 2 - tablet)**

- Shake the bottle. Add one NITRACHHECK No. 1 tablet to the cell with a lid. Shake it for 30 seconds.
- Place the second cell in the right-hand compartment of the comparator as a blank. Add one NITRACHHECK No. 2 tablet to the other cell with a lid. Shake it for 30 seconds.
- Compare the two colour fields against north light and read off the result as mg/l NO<sub>3</sub>.

**Instructions for the determination of Nitrate HR**

**CHECKIT® Disc**  
Nitrate HR  
10 - 100 mg/l NO<sub>3</sub>  
14 64 00

**Accuracy:** ± 5 % (full scale)

**Order Code (per 100 pcs)**  
51 75 00  
51 75 10

**Tablets**  
NITRACHHECK No. 1  
NITRACHHECK No. 2

**Nitrate HR (NITRACHHECK No. 1 / No. 2 - tablet)**

- Shake the bottle. Add one NITRACHHECK No. 1 tablet to the cell with a lid. Shake it for 30 seconds.
- Place the second cell in the right-hand compartment of the comparator as a blank. Add one NITRACHHECK No. 2 tablet to the other cell with a lid. Shake it for 30 seconds.
- Compare the two colour fields against north light and read off the result as mg/l NO<sub>3</sub>.

**Instructions for the determination of Nitrate HR**

**CHECKIT® Disc**  
Nitrate HR  
10 - 100 mg/l NO<sub>3</sub>  
14 64 00

**Accuracy:** ± 5 % (full scale)

**Order Code (per 100 pcs)**  
51 75 00  
51 75 10

**Tablets**  
NITRACHHECK No. 1  
NITRACHHECK No. 2

**Nitrate HR (NITRACHHECK No. 1 / No. 2 - tablet)**

- Shake the bottle. Add one NITRACHHECK No. 1 tablet to the cell with a lid. Shake it for 30 seconds.
- Place the second cell in the right-hand compartment of the comparator as a blank. Add one NITRACHHECK No. 2 tablet to the other cell with a lid. Shake it for 30 seconds.
- Compare the two colour fields against north light and read off the result as mg/l NO<sub>3</sub>.

**Instructions for the determination of Nitrate HR**

**CHECKIT® Disc**  
Nitrate HR  
10 - 100 mg/l NO<sub>3</sub>  
14 64 00

**Accuracy:** ± 5 % (full scale)

**Order Code (per 100 pcs)**  
51 75 00  
51 75 10

**Tablets**  
NITRACHHECK No. 1  
NITRACHHECK No. 2

**Nitrate HR (NITRACHHECK No. 1 / No. 2 - tablet)**

- Shake the bottle. Add one NITRACHHECK No. 1 tablet to the cell with a lid. Shake it for 30 seconds.
- Place the second cell in the right-hand compartment of the comparator as a blank. Add one NITRACHHECK No. 2 tablet to the other cell with a lid. Shake it for 30 seconds.
- Compare the two colour fields against north light and read off the result as mg/l NO<sub>3</sub>.

Figure 16: Manuel d'utilisation du Checkit Nitrates

## VI. Annexe 3 – Le GPS

### 1. Principe du GPS

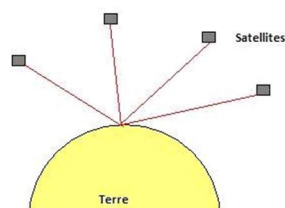
Le GPS (Global Positioning System) est un dispositif permettant, grâce aux signaux émis par des satellites en orbite autour du globe terrestre, de se repérer dans un système de coordonnées géographiques donné.

Le GPS calcule sa position par triangulation des signaux reçus par au moins trois satellites différents. Le GPS dont nous disposons à la DAFF est un MobileMapper CE de la société Thalès Navigation. Il peut recevoir les signaux de 14 satellites différents (14 canaux), et peut fonctionner en mode différentiel, grâce au réseau EGNOS.

Le système EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay System), soit Système européen de complément à la navigation géostationnaire, est un réseau de 40 stations terrestres qui corrige les signaux des systèmes de positionnement GPS, et améliore à la fois leur fiabilité et leur précision. Il est épaulé par trois satellites propres. Il préfigure le système de positionnement européen Galileo.

Ce GPS peut atteindre des précisions décacentimétriques en coordonnées planaires (longitude et latitude), et une précision métrique en altitude.

Ces calculs sont entachés d'incertitude, la position des satellites au moment des mesures ayant une influence déterminante sur la qualité du positionnement, surtout en cas de mesures dynamiques ou cinématiques (temps d'observation de quelques secondes). Il existe donc des critères qui permettent de vérifier ou corriger la précision du triplet (x, y, z) déterminé grâce aux satellites. Ainsi le GDOP (Global Dilution Of Precision ou encore coefficient d'affaiblissement de la précision) est un de ces critères de qualité. Il permet de savoir si une position évaluée au sol est fiable ou non. En effet c'est un coefficient qui vérifie si les satellites concernés dans cette détermination de position au sol sont suffisamment éloignés entre eux, car des satellites trop proches calculeraient une position trop imprécise. Il est possible de considérer que le GDOP est proportionnel à l'inverse du volume du polyèdre formé par l'utilisateur et les satellites en visibilité (plus le volume sera important, plus le GDOP sera faible).

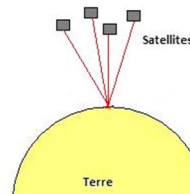


*Figure 17: Satellites éloignés et bien répartis*



Sur la figure 13, les satellites sont bien répartis, et suffisamment éloignés pour permettre au GPS d'obtenir une bonne précision, le polyèdre formé par les satellites et l'utilisateur est très volumineux : le GDOP est faible. La figure 12 montre des satellites proches et mal répartis, la précision sera faible, le volume du polyèdre est faible, le GDOP est donc élevé.

Le GDOP se décompose en réalité en trois paramètres : la qualité du positionnement



*Figure 18: Satellites rapprochés et mal répartis*

vertical est donnée par le VDOP, horizontal par le HDOP et TDOP pour l'influence de la synchronisation des satellites sur la mesure. Sur le MMCE, il est possible de paramétrer le PDOP, relatif à la qualité de la position (trois dimensions), ou bien le HDOP.

## 2. Fonctionnement du GPS

Le MMCE est un GPS équipé d'une plate-forme Windows Mobile autonome, ce qui permet de le configurer en fonction des utilisations souhaitées : repérages ponctuels, tracés de parcelles, navigation ... Malheureusement, nous ne disposons d'aucun logiciel d'acquisition de données, ni pour cette plate-forme, ni pour les ordinateurs de bureau.

Nous pouvons citer quelques-uns de ces logiciels d'acquisition de données sur plate-forme mobile équipée d'un GPS :

- ArcPad de la société ESRI,
- MapXMobile édité par Mapinfo (incompatible avec le MMCE),
- OziExplorer,
- WDGPS CE, logiciel gratuit (incompatible avec le MMCE)
- SigmaX de la société CADDEN.

Le logiciel WDGPS CE est compatible avec sa version de bureau WDGPS, et permet la gestion de données dans de nombreux formats différents (propres à chaque constructeur de GPS). De plus, WDGPS permet de post-traiter les données recueillies par le GPS, et donc d'améliorer leur précision (voir point suivant). Tous deux sont des logiciels disponibles en téléchargement gratuit (freeware) depuis le site [www.wdgps.com](http://www.wdgps.com). Malheureusement, après de nombreuses tentatives d'installation sur le MMCE, et l'aide de son concepteur M. BASLI, WDGPS CE ne semble pas être compatible.

Nous devons donc nous contenter de l'interface native proposée sur le GPS, et relever les coordonnées à la main sur papier. Etant donné le nombre de points de mesure pour notre étude, cela ne posera pas de problème majeur. Malgré cela, il est nécessaire d'équiper un tel matériel avec une solution logicielle adaptée, afin d'exploiter au mieux ses capacités, et d'envisager une utilisation plus intensive par les services de la DDAF.

### 3. Le post-traitement des données

Le post-traitement permet d'améliorer, a posteriori, la précision des données relevées sur le terrain, grâce à l'utilisation de stations terrestres fixes dont la précision est connue très précisément (au millimètre près), enregistrant les données de code et de phase provenant de l'ensemble des satellites en visibilité.

Ces données, comparées à la position réelle de la station, sont alors corrigées. L'application de cette correction aux données qui ont été relevées sur le terrain par notre GPS permet alors d'atteindre une bonne précision de mesure (jusqu'au centimètre en planaire, décimètre en altitude).

Nous devons disposer de deux plates-formes GPS identiques pour pouvoir post-traiter des données : l'un des GPS doit être positionné de manière fixe en un point dont les coordonnées sont précisément connues (repère géodésique IGN, repérage au théodolite) et enregistrer sa position sur un laps de temps donné, l'autre doit être positionné au point dont on souhaite connaître les coordonnées (celui-ci est qualifié de mobile car il peut également enregistrer un déplacement) et enregistre également sa position sur le même laps de temps.

La durée d'enregistrement dépend de la distance du point de mesure à la station du RGP la plus proche ; il faut compter en moyenne 2 à 3 minutes d'enregistrement par kilomètre d'éloignement, soit entre 100 et 150 minutes pour 50 km (dans notre cas la distance entre Seuilly et la station de Bressuire).

Il existe plusieurs réseaux de stations terrestres, dont celui proposé par l'IGN, appelé RGP pour Référentiel Géographique Permanent. L'IGN met gratuitement à la disposition du public les données du RGP, nécessaires au post-traitement. Ces données sont téléchargeables sur le site <http://rgp.ign.fr/>.

### 4. Protocole d'utilisation

Le GPS doit être placé dans un endroit dégagé, si possible sans couvert végétal, ni habitation à proximité ; il doit voir la vue la plus large possible vers le ciel et les satellites, sans obstacle obstruant cette vue.

Le GPS doit être placé dans une position faisant un angle de 45° par rapport au sol, l'idéal reste l'utilisation d'un trépied.

Dans un premier temps, allumer le GPS, il est nécessaire d'attendre quelques minutes avant que celui-ci ne puisse calculer sa position (en général 3 minutes).

Durant ce temps de « chauffe », nous pouvons configurer le GPS. Si cela n'a pas déjà été fait, il faut initialiser le GPS, dans le « Menu Démarrer/Programmes/GPS Utilities/GPS Initialization », régler les caractéristiques locales (pays, date, heure, ...). Puis nous paramétrons le mode différentiel dans le « Menu Démarrer/Programmes/GPS Utilities/DGPS Configuration », choisir le mode SBAS, correspondant au réseau EGNOS (en l'absence de balise plus précise à notre disposition).

Enfin nous paramétrons le GPS dans le « Menu Démarrer/Programmes/GPS Utilities/GPS Settings », en fonction de l'environnement dans lequel nous nous trouvons (ciel dégagé, écran végétal, canyon urbain).

À ce niveau des réglages personnalisés peuvent être apportés : choix du PDOP (ou HDOP) maximum, choix du SNR minimum (Signal Noise Rate ou rapport signal sur bruit, plus il est élevé et plus le signal reçu est important par rapport au bruit), et choix de l'élévation du récepteur par rapport au sol.

Les satellites répondant aux critères définis précédemment pourront alors être utilisés pour la triangulation de la position par le récepteur GPS.

Il est également nécessaire de paramétrer le mode différentiel du GPS : sans autre source de correction différentielle que le réseau EGNOS, choisir l'option « balise fixe ».

Ouvrir la fenêtre de visualisation des coordonnées : dans le menu démarrer, choisir Programmes/GPS Utilities/GPS Status. Une fenêtre s'affiche, on peut y lire les coordonnées en système WGS84 dans le premier onglet, ainsi que le nombre de satellites vus ou utilisés. Pour chaque satellite, un histogramme montre le niveau du signal reçu (SNR).

Placer ensuite le GPS dans un endroit dégagé si possible, puis patienter quelques minutes pendant l'acquisition des signaux des satellites. Une fois les coordonnées stables sur le GPS, les relever, avec l'altitude, les satellites vus et utilisés, ainsi que le mode de réception (autonome ou différentiel).

## VII. Annexe 4 – Les possibilités d'interconnexions

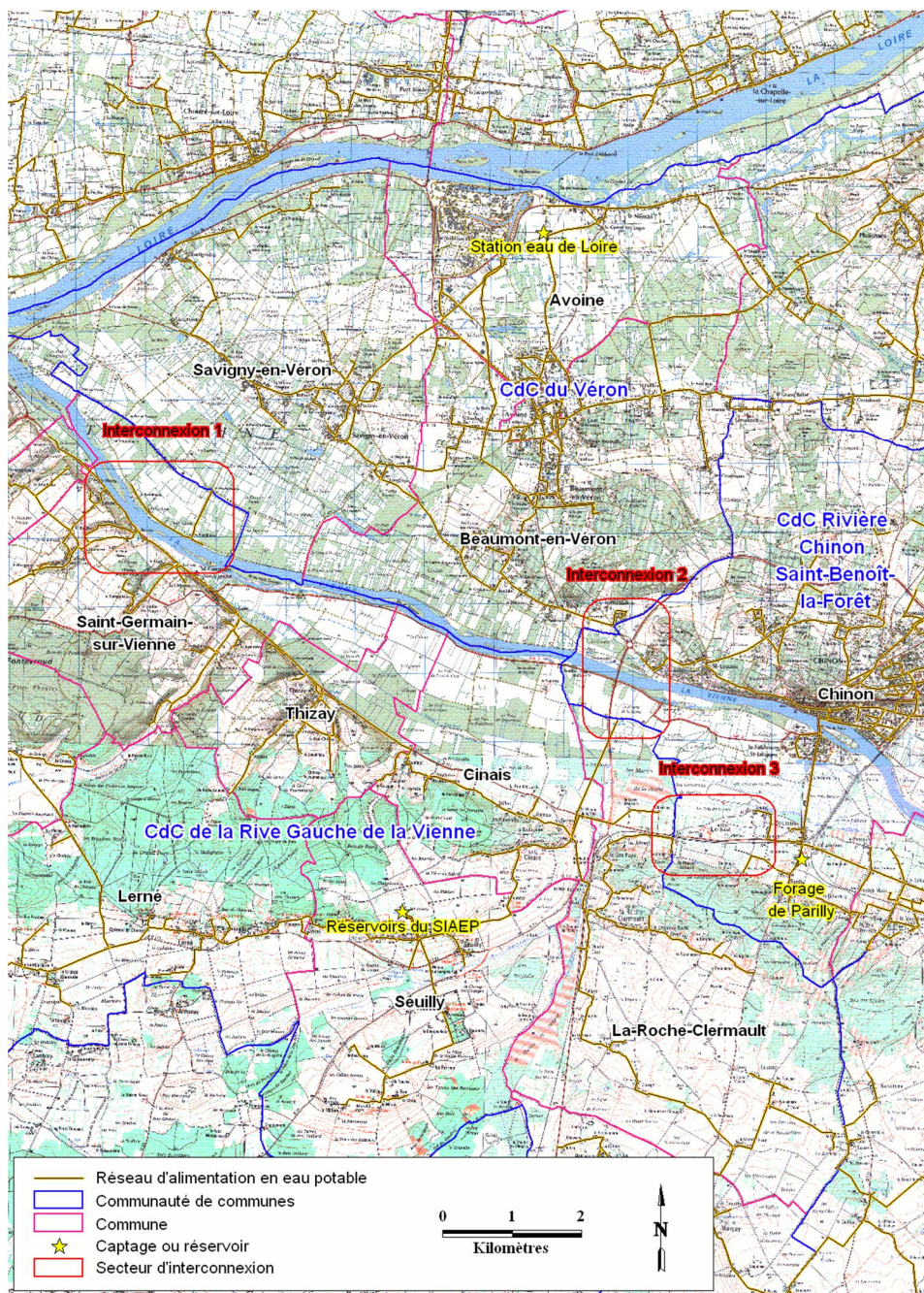


Figure 19: Possibilités d'interconnexions

Interconnexion 1 : Saint-Germain-sur-Vienne, la portion du réseau d'AEP communal situé en rive droite de la Vienne est d'ores-et-déjà alimenté par la CdC du Véron, il suffirait donc de traverser la Vienne pour relier les réseaux du SIAEP en rive gauche à la CdC du Véron, sous réserve que les débits soient suffisants.

Interconnexion 2 : création d'une connexion entre les trois entités distributrices au lieu-dit « la Durandière » sur la commune de Chinon.



Interconnexion 3 : remise en service du forage de Parilly sur la commune de Chinon, et exploitation par le SIAEP de la Région de Seuilly.

## VIII. Annexe 5 – Protocole d'utilisation de la sonde lumineuse pour la mesure du niveau statique de la nappe

### a. Principe

Le dispositif de mesure du niveau statique de l'eau de la nappe dans les puits est constitué d'une sonde métallique, reliée à un mètre ruban disposé autour d'un enrouleur. Le matériel dont nous disposons à la DDAF est un enrouleur muni de 100 mètres de ruban plastique résistant.

Le principe est le suivant : l'enrouleur possède une ampoule sur son côté, reliée à une pile. Cette pile alimente un circuit électrique, traversant l'ampoule, et arrivant jusqu'à la sonde métallique par l'intérieur du mètre ruban.

Dans la sonde, le circuit électrique reste ouvert (l'ampoule n'est donc pas alimentée), mais le bout de cette sonde laisse apparaître une ouverture, à l'intérieur de laquelle se trouve une électrode, constituant l'une des branches du circuit électrique.

Lorsque le bout de la sonde est immergé, alors l'eau permet la mise en contact de l'électrode et du corps de la sonde, constituant la deuxième branche du circuit électrique : le circuit se ferme, et l'ampoule s'allume.

Cette sonde permet également de mesurer la hauteur d'eau dans le puits : lorsque la sonde atteint le fond du puits, alors une tête mobile, pouvant coulisser sur l'électrode, vient la refermer, et coupe ainsi de nouveau le circuit, l'ampoule s'éteint alors.

### b. Protocole

Lors d'une mesure de niveau de l'eau, le protocole est le suivant :

- descendre la sonde dans le puits à l'aide de la manivelle sur le côté de l'enrouleur,
- lorsque la lumière s'allume, remonter légèrement la sonde,
- la redescendre lentement jusqu'à visualiser précisément le moment de l'allumage de la lampe,
- relever alors la distance séparant la base de l'enrouleur de la sonde : lire directement sur le ruban les décimètres, puis, en remontant lentement la sonde, lire l'unité des mètres correspondant (chiffres rouges).

Tout au long de la remontée de la sonde, veiller à nettoyer correctement le ruban à l'aide d'eau de javel diluée dans de l'eau.

## IX. Annexe 6 – Modèle d'estimation des risques de ruissellement de l'eau à la surface du sol

### I) PREAMBULE

**Rappel des facteurs liés au sol et définissant la vulnérabilité du milieu au transfert des « molécules phytosanitaires » vers les eaux superficielles ou souterraines**  
(sans prise en compte du comportement de ces molécules dans le sol, ni de la morphologie du terrain).

Le sol est un milieu dont la « perméabilité » globale vis-à-vis du transfert vertical de l'eau sous l'effet des seules forces de gravité est la résultante des caractéristiques de chacun de ses horizons et principalement de leur porosité. Ainsi lorsque la porosité de l'horizon de surface ou d'un horizon peu profond est faible, la pénétration de l'eau dans le sol sera entravée donnant naissance à un ruissellement de surface, ou hypodermique. Dans le cas contraire, lorsque n'existe aucune contrainte à la circulation de l'eau, c'est l'infiltration qui prédominera.

En conséquence, **le sol conditionne partiellement la partition des eaux de pluie entre ruissellement de surface vers les eaux superficielles, et infiltration vers les eaux souterraines.**

Les principaux 'indicateurs' qui régissent cette partition de l'eau sont les suivants :

#### La battance

La porosité de la surface du sol conditionne la capacité d'infiltration de l'eau dans le sol. En conséquence, si la quantité d'eau arrivant en surface est supérieure à celle-ci, il se produit un ruissellement.

Or l'état de la surface (qui traduit la qualité de la porosité et sa pérennité dans le temps) dépend de la **stabilité** de la structure du sol soumise à l'impact des gouttes d'eau : celle-ci sera d'autant meilleure que le **taux d'argile et de matière organique** seront élevés.

A l'inverse sur des sols limoneux, pauvres en argile, la pluie provoquera une dégradation de la structure et la formation en surface d'une « **croûte de battance** » qui réduira considérablement la capacité d'infiltration.

Un **Indice de Battance** traduisant la sensibilité du sol à la battance peut donc être calculé pour chaque type de sol à partir des 2 paramètres cités précédemment. Plus cet indice sera grand, plus le ruissellement sera important et plus les possibilités d'infiltration vers les eaux souterraines seront faibles.

#### L'hydromorphie

Un sol est dit **hydromorphe** lorsqu'il est affecté par une saturation temporaire ou permanente de sa porosité par l'eau, due soit à la présence d'un horizon peu perméable à faible profondeur, soit à celle d'une nappe phréatique.

En période pluvieuse, ces sols auront tendance à être rapidement saturés par l'eau provoquant ainsi, par refus d'infiltration, un ruissellement de surface ou un écoulement hypodermique dont la probabilité hivernale est très forte et reste importante en fin de printemps.

Suivant l'importance de l'engorgement par l'eau (niveau d'apparition des signes d'excès d'eau dans le sol, durée de l'engorgement), on peut définir un degré ou classe d'hydromorphie,

#### La réserve utile en eau

La possibilité pour l'eau de migrer vers la zone non saturée puis les eaux souterraines dépend de la capacité de rétention de l'eau par le sol (*microporosité principalement*). Schématiquement, plus ce volume sera grand par rapport aux précipitations (diminuées des pertes par évapotranspiration), moins la quantité d'eau sortant à la base du sol sera importante.

Le calcul de la quantité d'eau stockée par le sol est obtenue à partir des valeurs de **l'humidité à la capacité au champs**<sup>1</sup> et au **point de flétrissement**<sup>2</sup>, de la **densité apparente** et de **l'épaisseur** de chacun de ses horizons.

<sup>1</sup> teneur en eau retenue par le sol, après qu'il ait été amené à saturation par un apport d'eau intensif, puis laissé au ressuyage sous les seules forces de la gravité pendant 2 à plusieurs jours, à l'abri de toute évaporation.

<sup>2</sup> teneur en eau retenue par le sol en dessous de laquelle les plantes ne peuvent plus extraire l'eau et donc flétrissent.

## II) METHODE D'ESTIMATION DES RISQUES DE RUISSELLEMENT DE L'EAU A LA SURFACE DU SOL A PARTIR DES DONNEES DE LA BASE DE LA REGION CENTRE.

Travail réalisé par les Chambres Départementales d'Agriculture de la région Centre et L'INRA d'Orléans pour l'étude intitulée « Cartographie des zones à risque de la région vis à vis de la pollution par les produits phytosanitaires »

### Contenu de la base de données sur les Sols

La base sur les sols de la région Centre est, pour le moment, constituée d'un nombre limité de données. Or comme il a été dit précédemment, le calcul de l'Indice de battance implique de disposer de données chiffrées tel que le taux d'argile et de matière organique. Ces dernières étant absentes, elles doivent donc être estimées à partir d'autres présentes dans la base.

### Méthode d'estimation de la sensibilité du sol au Ruissellement

L'importance du ruissellement s'appuie principalement sur les deux critères "battance et hydromorphie". Un certain nombre de variables ont donc été sélectionnées puis combinées entre elles selon le tableau ci-dessous :

Variables induisant la sensibilité du sol à la battance donc au Ruissellement			Etape intermédiaire	Variable renforçant le Ruissellement	CARTE THEMATIQUE FINALE
Texture	Type de sol	Charge en EG	> Sensibilité à la battance	Hydromorphie	Sensibilité au Ruissellement

a) selon la valeur des variables Texture, Type de sol et Charge en Eléments Grossiers on en déduit, à dire d'expert, la susceptibilité de la surface du sol au phénomène de Battance en 3 Classes : forte, moyenne, faible ; (cette partie du modèle permet d'obtenir si besoin est « la carte de sensibilité à la battance »)

b) en combinant cette classe avec la valeur de l'Hydromorphie, on déduit, également à dire d'expert, une Sensibilité du sol au Ruissellement de l'eau en 3 Classes : forte, moyenne, faible.

#### 1) La Texture

Le sol est constitué de « terre fine » dont le diamètre des particules élémentaires est inférieur à 2mm, et parfois d'éléments grossiers (graviers, cailloux etc) de taille supérieure à 2 mm. On classe habituellement les particules suivant leur taille croissante, des plus fines jusqu'à 2mm, en trois groupes dénommés habituellement : Argile, Limon et Sable.

Suivant le % relatif de ces trois composants, le comportement mécanique du sol sera différent ; on peut ainsi construire un diagramme de « classes de texture ».

Ainsi la classe de Texture « Argile lourde » désignera un sol composé en majorité de la fraction Argile, particulièrement résistant à l'impact des gouttes d'eau. Il est donc peu battant.

Inversement les classes de Texture « Limon léger et Limon moyen » désigneront un sol composé en majorité de la fraction Limon particulièrement sensible à l'impact des gouttes d'eau et donc très battant .

Cette variable permet donc de suppléer à l'absence de la mesure du taux d'argile.

Code	Classe de Texture	Sensibilité à la désagrégation de la structure
101	LL-LM-LMS (classes regroupées sur la carte)	Forte (très sensible)
103	LLS-LS (classes regroupées sur la carte)	
102	LA-LAS (classes regroupées sur la carte)	Moyenne (peu sensible)
104	LSA	
106	SL	
105	S	Faible (pas sensible)
107	SA	
108	AS	
109	AL-A (classes regroupées sur la carte)	
110	ALO	
111	Autre	?

## 2) Le type de sol

Ce terme qui situe le sol dans un système de classification, permet au spécialiste de science du sol d'en déduire un certain nombre de propriétés du sol.

Ainsi les Rendzines sont des sols très riches en carbonates de calcaire qui leur confèrent une très bonne stabilité structurale. Les Tourbes sont des sols composés presque exclusivement de matière organique et pour lesquels il est difficile de déterminer une sensibilité à la battance!

Code	Sol (CPCS) : caractéristique chimique : S. désaturés à acides	Action sur la stabilité de la structure
1	Peu évolué d'apport alluvial non calcaire	Pas favorable à la stabilité de la structure de surface
3	Peu évolué d'apport colluvial non calcaire	
11	Brun modal	
12	Brun faiblement lessivé	
13	Brun lessivé	
14	Lessivé	
15	Lessivé dégradé	
16	Brun vertique	
17	Planosol	
18	Pélosol	
19	Brun acide	
20	Brun ocreux	
21	Ocre podzolique	
22	Podzolique	
23	Podzol	
29	Paléosol (sur altérites ?)	
30	Régosol	

Code	Sol (CPCS) : caractéristique chimique : S. saturés à calcaires	Action sur la stabilité de la structure
2	Peu évolué d'apport alluvial saturé ou calcaire	Très favorable à la stabilité de la structure de surface
4	Peu évolué d'apport colluvial saturé ou calcaire	
5	Rendzine claire fortement effervescente	
6	Rendzine brune moyennement effervescente	
7	Rendzine rouge recarbonatée	
8	Rendzine dolomitique et pararendzine	
9	Brun calcaire	
10	Brun calcique et Brun eutrophe	

Code	Sol (CPCS) : caractéristique hydrique : hydromorphe	Action sur la stabilité de la structure
24	Sol hydromorphe à pseudogley (à nappe temporaire)	Peu favorable à la stabilité de la structure de surface
25	Sol hydromorphe à gley profond (> 80cm) - nappe permanente	
26	Sol hydromorphe à gley peu profond - nappe permanente	
27	Tourbe acide	Action Indéterminée
28	Tourbe saturée	

Code	Sol (CPCS) : caractéristique physique : texture de surface abs !	Action s sur la stabilité de la structure
31	Lithosol	Action Indéterminée
32	Sol profondément remanié par l'Homme	?
34	Autre ?	?
35	Eau libre	?



**3) La charge en Eléments grossiers**

La présence d'éléments grossiers dans l'horizon de surface en surface est prise en compte dans la mesure ou ceux-ci constituent une protection du sol contre l'impact des gouttes de pluie : une charge élevée pourra imiter les phénomènes de battance dans les sols à faible stabilité structurale.

Code	Charge en EG (= à > à 25 %)	Conséquence sur l'impact de la pluie
301	Fragments Calcaires	Limite l'impact de la pluie donc la désagrégation de la structure
302	EG siliceux (quartz et son cortège)	
303	EG siliceux (silex)	
304	EG siliceux (grès, poudingues, alios !)	
305	EG siliceux (meulière)	
306	EG siliceux (galets de terrasse)	
307	Autre (faible ou pas de charge en EG !)	Pas d'effet

**4) L'hydromorphie**

Comme il a été précédemment, suivant le degré d'engorgement du sol, le volume d'eau capable de s'infiltrer dans le sol sera plus ou moins faible et le risque de refus donc de ruissellement plus ou moins important.\*

Code	Intensité de la Stagnation de l'eau (degré d'hydromorphie)	Renforcement du ruissellement de l'eau
01	Ressuyage correct ou favorable	Faible
02	Drainage imparfait : hydromorphie temporaire entre 40-80cm	Moyen
03	Drainage faible à très faible : hydromorphie temporaire < 40cm	Fort
04	Eau libre	?
05	Autre	?

**LEGENDE DES 2 THEMATIQUES (rajoutée dans le dictionnaire des données de la BD 1/50.000 centre)****BAT = Sensibilité des sols à la battance (inférée).**

- 0 Pas d'information
- 8 Indéterminée
- 9 Impossible
- 1 Faible
- 2 Moyenne
- 3 Forte
- 0 Zones profondément remaniées par l'Homme
- 1 Eau libre

**RUIS = Sensibilité des sols au ruissellement (inférée).**

- 0 Pas d'information
- 8 Indéterminée
- 9 Impossible
- 1 Faible
- 2 Moyenne
- 3 Forte
- 0 Zones profondément remaniées par l'Homme
- 1 Eau libre

## X. Annexe 7 – Protocole de transformation des coordonnées géographiques grâce au logiciel Circé 3.2

Les coordonnées géographiques déterminées par le GPS sont définies dans le système géodésique WGS84 (World Geodesic System créé en 1984), qui est le système associé au GPS. Il ne s'agit pas d'un type de projection, mais bien d'un système de coordonnées, dont les composantes sont la longitude (Est ou Ouest), la latitude (Nord ou Sud), et l'altitude.

La longitude et la latitude sont données en degrés/minutes/secondes d'angle, l'altitude est fournie en unités métriques.

Le logiciel Circé permet, entre autres fonctionnalités, de transformer des coordonnées géographiques exprimées dans le système WGS84, en coordonnées géographiques projetées dans un système terrestre tel que la projection Lambert. Le choix du type de projection dépend principalement de la localisation des points à projeter ; en France, les systèmes utilisés sont principalement les projections Lambert I, II, III, et IV, et en touraine, où se situe notre secteur d'étude, la projection Lambert II est utilisée. Nous procéderons donc à une projection dans le système Lambert II Carto, utilisé par les services de l'IGN, et approprié à notre secteur d'étude.

Il nous faut donc créer un fichier regroupant les coordonnées WGS84 exprimées en degrés décimaux, associées au nom du point de mesure. Le passage des degrés/minutes/secondes d'angle en degrés décimaux se fait de la manière suivante :

$$\text{degrés décimaux} = \text{degrés} + \frac{\text{minutes}}{60} + \frac{\text{secondes}}{3600}$$

Une fois ce fichier créé, enregistrer une copie au format texte \*.txt, format qui sera utilisé par le logiciel. Ce fichier doit ensuite être mis en forme afin qu'il puisse être lu par Circé : l'ouvrir, puis le mettre en forme de manière à ce que les colonnes nom, longitude et latitude soient bien distinctes, s'assurer que le nom associé à chaque point de mesure soit bien constitué d'un seul mot, sans espaces ni ponctuation, puis sauvegarder les modifications.

Ouvrir enfin le logiciel Circé 3.2, choisir l'onglet « Transformation Standard », en mode fichier. Renseigner tous les champs demandés : les systèmes de coordonnées initial et final, l'unité des données (degrés décimaux), le format des données (colonnes du fichier texte : nom, longitude, latitude) ainsi que le fichier d'arrivée. Les résultats seront écrits dans un fichier texte.

Lancer la transformation, plusieurs fenêtres de dialogue vont s'afficher, demandant de choisir l'édition d'un rapport facultatif de transformation, puis indiquant le bilan de l'opération (transformations réussies ou non).

Ouvrir ensuite le fichier texte créé, vérifier qu'il n'y ait pas de message d'erreur, et que les systèmes de coordonnées soient les bons, puis mettre en forme ce fichier en effaçant toutes les annotations, et ne gardant que les colonnes de données avec leurs titres : ces colonnes doivent être bien distinguées par des tabulations.

Puis, à l'aide d'un logiciel tableur tel qu'Excel, ouvrir ce fichier texte en précisant que les colonnes sont à largeur délimitée, et supprimer les colonnes superflues. Faire une sauvegarde sous le format usuel : \*.xls.

Ouvrir le logiciel SIG, ici Mapinfo, et ouvrir le fichier \*.xls créé, en s'assurant de bien définir le type de donnée contenu dans chaque colonne : les colonnes longitude et latitude sont des nombres réels (floating) et non pas des caractères.

Dans l'onglet « Table », choisir « Créer des Points », puis utiliser la table créée par le logiciel suite à l'ouverture du fichier \*.xls pour projeter les points.

## XI. Annexe 8 – Le forage de La-Roche-Clermault

### 1. Contexte et problématique

La-Roche-Clermault est une commune d'Indre-et-Loire, située dans l'Ouest du département. Elle compte, en 2004, 525 habitants, et est constitutive de la CdCGRV.

Le captage d'eau potable se situe dans la plaine alluviale de la Vienne, en rive gauche, dans la zone inondable. Lors du creusement, les formations suivantes ont été traversées (Bureau d'Etudes Géologiques, 1993) :

- alluvions modernes puis anciennes du Quaternaire,
- craie fissurée puis compacte du Turonien.

L'eau puisée provient de l'aquifère du Turonien, recouvert par les alluvions de la vallée de la Vienne. Localement, dans le secteur des Prés Moreau, une couche d'argile plastique d'environ 50 cm d'épaisseur sépare les deux formations précédentes. L'aquifère crayeux est alimenté par les eaux météoriques qui s'infiltrant au niveau des affleurements qui bordent la vallée de la Vienne, et par celles qui l'atteignent après traversée des formations de couverture.

Ce forage a été mis en place afin de sécuriser l'approvisionnement en eau potable du SIAEP de la Région de Seuilly. De plus, grâce à la qualité physicochimique de son eau, notamment aux faibles concentrations en nitrates (8 mg/L en 1993), le mélange avec l'eau de la source de Morin, riche en nitrates, devait permettre la distribution d'une eau respectant les normes de potabilité par le syndicat (les deux autres forages de reconnaissance, respectivement réalisés à des distances de 750 et 1250 m, dans la plaine alluviale, au Sud du captage retenu, fournissaient une eau très riche en nitrates, de teneurs proches de 60 mg/L).

Malheureusement, la qualité de l'eau s'est dégradée depuis, et les teneurs en nitrates ont fortement augmenté, jusqu'à atteindre 54 mg/L en 2004. Le mélange des eaux de La-Roche-Clermault et de Seuilly ne présente donc plus l'intérêt de dilution de la pollution par les nitrates.

### 2. Origines de la pollution

L'eau d'alimentation de la nappe provient des côteaux de la Vienne, situés au Sud-Ouest du captage. Le secteur du captage est très plat, d'altitude moyenne 31 m. L'habitat est peu abondant et éparse dans la vallée de la Vienne aux environs du captage, et inexistant dans les périmètres de protection.

Cette zone est drainée par le Négron. La superficie totale de son BV est de 134,4 km<sup>2</sup>, son débit moyen annuel, avant de se jeter dans la Vienne, est de 500 L/s. Cette rivière traverse une zone d'agriculture intensive (céréales et melons). La qualité en terme de nitrates est mauvaise sur l'ensemble du cours d'eau.

Lors de l'étude d'instauration des périmètres de protection du captage, la couche argileuse séparant les formations tertiaires des formations alluviales semblait conférer aux eaux du captage une protection contre les nitrates (les deux autres forages de reconnaissance ne traversaient pas de couche argileuse, et avaient de fortes teneurs en nitrates). Or il s'avère que la teneur en nitrates du captage augmente progressivement depuis sa mise en service.

Lors de l'étude, il avait été évoqué la possibilité que la faible teneur en nitrates soit due au fait que, lors du pompage, il se produisait un appel des eaux de la Vienne, qui repose directement sur la craie turonnière, et dont les eaux sont peu polluées par les nitrates (le forage sélectionné par le SIAEP est, des trois forages de reconnaissance réalisés, le plus proche de la Vienne).

L'activité agricole est très intense dans la vallée de la Vienne, l'élevage a également une place privilégiée.

D'après le GDA du Richelais, oeuvrant sur le secteur, il semble que quelques points noirs agricoles, du point de vue de l'épandage de fertilisants, subsistent dans le secteur du captage, et soient à l'origine de l'augmentation importante de la teneur en nitrates.

La faible pression foncière, et les fortes teneurs en nitrates déjà observées dans les eaux du Négron semblent aller dans le sens de ces conclusions. Du fait de la difficulté de délimitation du BAC du captage (secteur très plat, proximité d'une rivière en connexion avec sa plaine alluviale, zone inondable sous l'influence régulière des eaux de la Vienne ...), et du temps imparti à notre étude, il nous est impossible de poursuivre plus loin la prospection pour ce captage.

Ainsi plusieurs thèses peuvent être proposées :

- supposant que la couche argileuse joue pleinement son rôle d'isolant de la nappe, que son étendue soit suffisante pour couvrir un secteur conséquent autour du captage, alors la pollution par les nitrates provient nécessairement de l'eau du Turonien, et cette pollution atteint la nappe dans la zone d'alimentation de celle-ci non recouverte par les argiles,
- si la couche argileuse n'a pas une étendue spatiale suffisante pour protéger correctement la nappe dans les secteurs où l'agriculture est très présente, alors il se peut que la pollution provienne directement des activités de la plaine alluviale de la Vienne, proche du captage,
- il se peut, enfin, que ces deux origines soient couplées, et que les activités agricoles du coteau de la Vienne et de la plaine alluviale, qui alimentent la nappe, soient responsables des fortes teneurs en nitrates observées.

Quoiqu'il en soit, une attention particulière doit être portée à ce captage, et des mesures de contrôle pourront être prises, concernant les épandages de fertilisants dans le secteur du captage, afin d'épauler le GDA dans son action en faveur de pratiques agronomiques raisonnées.