

**Demande de subvention dans le cadre du dispositif  
"Acquisition de connaissances, animation et outils de gestion  
pour la protection des eaux souterraines"  
de la Région Grand Est**

**TRANSfert de Polluants organiques et minéraux En Zone viticole :  
évaluation de l'efficacité d'un bassin de rétention à réduire la  
contamination des eaux de surface et souterraines  
TRAPEZE**



Juillet 2017



## Sommaire

---

Résumé du projet	2
<b>1. Descriptif du projet</b>	<b>3</b>
1.1. Contexte et état de l'art	3
1.2. Objectifs	8
1.3. Méthodologie et plan de réalisation	9
1.4. Partenaires impliqués	16
<b>2. Budget prévisionnel et objet de la demande de subvention</b>	<b>19</b>
Bibliographie	25

## **Résumé du projet**

Le vignoble de Champagne est soumis à d'importants phénomènes de ruissellement et d'érosion. Les produits phytosanitaires utilisés pour lutter contre les maladies de la vigne peuvent être transférés avec les eaux de ruissellement et contaminer les eaux superficielles et souterraines. Pour gérer le ruissellement et la pollution diffuse, des bassins de rétention (ou bassins d'orages) sont construits sur les versants viticoles. Les objectifs du projet TRAPEZE sont d'évaluer la performance d'un bassin d'orages récemment rénové et de conception innovante à réceptionner les eaux chargées en matières en suspension et à réduire les teneurs en substances organiques et minérales issues d'un versant viticole avant infiltration vers la nappe. Le rôle respectif des quatre modules constituant le bassin d'orages dans le fonctionnement général est étudié grâce à un suivi hydraulique et chimique pendant trois ans. Les processus bio-physico-chimiques régissant le devenir (dégradation, rétention, mobilisation) des polluants sont appréhendés par l'étude de tous les compartiments (eau, sédiment, macrophytes). Les résultats de l'étude permettront d'évaluer l'impact des pratiques culturales sur l'environnement et constitueront une aide à la décision pour la rénovation d'autres bassins d'orages.

Mots-Clés : Intrants viticoles, bassin d'orages, eau, sédiments, macrophytes

## 1. Descriptif du projet

### 1.1. Contexte et état de l'art

L'utilisation de composts urbains (interdite depuis 1993) pour préserver la structure des sols viticoles, de produits minéraux pour les fertiliser et de produits phytosanitaires (organiques et cupriques) pour lutter contre les maladies de la vigne ont conduit à la contamination des sols viticoles en phytosanitaires (Landry et al., 2006 ; Komárek et al., 2010) et en éléments traces métalliques (ETM ; Besnard et al., 2001 ; Jacobson et al., 2005 ; Dousset et al., 2007 ; Mirlean et al., 2007 ; Chopin et al., 2008 ; Marin et al., 2008). Ces produits sont pour certains jugés dangereux par la Directive Cadre européenne sur l'Eau (DIRECTIVE 2000/60/CE). De plus, certaines pratiques culturales, telles que la plantation des rangs de vigne suivant la ligne de plus grande pente, et les fortes pentes qui caractérisent le vignoble de Champagne sont propices aux phénomènes de ruissellement et d'érosion lors d'épisodes pluvieux pouvant atteindre des intensités de l'ordre de 50 mm en 15 minutes au printemps et en été (Morvan et al., 2014). Les eaux de ruissellement, chargées de particules issues de l'érosion, véhiculent les substances utilisées comme intrants et peuvent altérer la qualité des eaux superficielles et souterraines.

L'enherbement des parcelles viticoles vise à limiter le ruissellement et l'aménagement des chemins d'accès aux parcelles permet de contraindre le transport et l'évacuation des eaux excédentaires. En complément, la gestion du ruissellement, de l'érosion et de la pollution diffuse dans le vignoble est assurée par des bassins de rétention permettant la tranquillisation et l'épuration de ces eaux. Ces ouvrages hydrauliques sont très fréquemment présents dans les communes de la zone d'appellation Champagne. Ils sont gérés par des maîtres d'ouvrages : associations de propriétaires (ASA : Associations Syndicales Autorisées ou AF : Associations Foncières) ou collectivités (communautés de communes), techniquement accompagnés par la Chambre d'Agriculture de la Marne (CA 51). Ils sont en partie financés par l'Agence de l'Eau Seine-Normandie (AESN), le Comité Interprofessionnel du Vin de Champagne (CIVC) et/ou le Département de la Marne.

Au cours du ruissellement, les pesticides, les éléments majeurs (Mg, K, Fe, Mn, S) et les ETM (Cu, Cd, Pb, Zn) issus des parcelles viticoles et véhiculés par les eaux de ruissellement sont transférés jusqu'aux bassins de rétention (Ribolzi et al., 2002 ; Banas et al., 2010 ; Imfeld et al., 2012). Le transfert de ces molécules peut se faire soit sous forme dissoute (dans la phase liquide ; Mg, glyphosate), soit sous forme particulaire (sur les MES ; Fe, Zn), soit sous les deux formes (Cu, Pb ; Gauthier et al., 2013). Les formes sous lesquelles les molécules sont transportées conditionnent leur comportement et leur devenir dans les bassins (Clozel et al., 2006). La phase particulaire est rapidement soumise à la sédimentation tandis que la phase dissoute peut s'infiltrer et rejoindre la nappe. Les conditions physico-chimiques réductrices prévalant dans les sédiments et parfois dans la tranche d'eau des bassins diffèrent des conditions oxydantes des sols et entraînent un changement de la spéciation des ETM et donc de leur mobilité potentielle (Datry et al., 2003). Dans les sols viticoles, la rétention des ETM est assurée par les oxydes et la matière organique (Chaignon et al., 2003 ; Sipo et al., 2008 ; Nogueirol et al., 2010 ; Proffit et al., 2015). Dans les sédiments, les ETM sont principalement retenus par les sulfures (Camponelli et al., 2010). La mobilité des pesticides est également liée aux caractéristiques physico-chimiques des sols et des sédiments (Jacobson et al., 2005) et aux propriétés de la molécule (Landry et al., 2006). La dégradation des pesticides est cependant limitée par les conditions réductrices régnant dans les bassins.

Le transfert des pesticides et des ETM de l'eau ou des sédiments vers les plantes se développant dans les bassins de rétention contribue à leur dégradation et/ou à leur immobilisation et réduit les risques de contamination des eaux superficielles et souterraines (Vymazal et al., 2007 ; Maine et al., 2009 ;

Marchand et al., 2010 ; Stephansen et al., 2014 ; Huguenot et al., 2015). Les macrophytes assurent de nombreuses autres fonctions puisque leur développement favorise la sédimentation, limite les phénomènes de resuspension, permet de maintenir des conditions oxydantes dans la rhizosphère, fournit un support et une source de nutriments pour les communautés microbiennes et de matière organique pour la sorption des ETM (Guittonny-Philippe et al., 2014). L'importance de l'absorption par les macrophytes est cependant variable selon les espèces, le degré de contamination des eaux, la charge hydraulique, les conditions rédox (Marchand et al., 2014), ainsi que le stage végétatif (Borne et al., 2014). De plus, leur croissance est conditionnée par les conditions climatiques et leur tolérance à la contamination en ETM. Le choix se porte soit sur des plantes hyperaccumulatrices, soit sur des plantes accumulatrices et produisant une biomasse importante.

L'absorption des pesticides et des ETM par les végétaux ne peut se faire qu'à partir de la phase dissoute et dépend donc de leur biodisponibilité et de leur spéciation. La fraction biodisponible peut être évaluée par la détermination des teneurs en polluants dans les végétaux (Brun et al., 2001 ; Chaignon et al., 2003 ; Chopin et al., 2008), ou l'utilisation d'extractions simples dans les sols ou les sédiments (e.g., EDTA, DTPA, CaCl<sub>2</sub>, acétate d'ammonium ; Brun et al., 2001 ; Wang et al., 2004 ; Yu et al., 2004 ; Feng et al., 2005 ; Alvarez et al., 2006). La spéciation des ETM en solution, également déterminante pour l'étude de la mobilité potentielle et de l'absorption éventuelle des ETM par les plantes, peut être estimée par modélisation géochimique (Unsworth et al. 2006 ; Ahmed et al., 2014 ; Ponthieu et al., 2016). La répartition géochimique des ETM, qui conditionne leur rétention dans la phase solide des sédiments, sera étudiée à l'aide de techniques chimiques (procédure d'extractions chimiques séquentielles modifiée à partir de celle proposée par Ure et al., 1993) et de techniques physiques (MEB-EDS ; Cancès et al., 2003).

En cas de remise en suspension des sédiments lors d'épisodes pluvieux et d'un retour éventuel à des conditions plus oxydantes, les pesticides et les ETM piégés dans les sédiments anoxiques sont libérés dans la tranche d'eau, entraînant des concentrations totales et dissoutes momentanément plus élevées (Ponthier et al., 2004 ; Eggleton and Thomas, 2004). Lors de l'exportation d'eau en dehors du bassin par infiltration ou débordement, ces concentrations élevées en phytosanitaires et en ETM peuvent conduire à la contamination des eaux superficielles et souterraines (Banas et al., 2010). La présence de certains phytosanitaires dans les eaux de rivières ou dans celles des champs captants peut alors être décelée (Eriksson et al., 2007 ; Morvan et al., 2006).

Les connaissances sur le comportement des ETM durant leur transfert et dans les bassins de rétention sont principalement issues d'études menées en milieu urbain (e.g., Wang et al., 2004 ; El Bishlawi et al., 2013), industriel (e.g., Di Luca et al., 2011 ; Guittonny-Philippe et al., 2014) et autoroutier (Terzakis et al., 2008 ; Helmreich et al., 2010 ; Kayhanian et al., 2012 ; Tromp et al., 2012 ; Kumar et al., 2013 ; Gill et al., 2014). Les études menées en territoires agri-viticoles restent peu nombreuses (Ribolzi et al., 2002 ; Roussiez et al., 2013). Les études concernant les pesticides intéressent surtout le vignoble d'Alsace (Maillard et al., 2011 ; Imfeld et al., 2012) ou le milieu agricole (Vallée et al., 2014, Vallée et al., 2015). Une seule étude a été menée dans les bassins de rétention du vignoble de Champagne (Banas et al., 2010) alors que les risques liés à la pollution diffuse par ruissellement dans le milieu viticole champenois restent majeurs.

La réglementation ayant évolué, certains bassins régionaux (dont le volume est supérieur à 50000 m<sup>3</sup> et situés à moins de 400 m en amont d'habitations), mis en œuvre depuis une trentaine d'années et constitués d'une digue de plus de 2 m, doivent désormais être contrôlés et surveillés par des experts ou être rénovés afin de réduire la hauteur de cette digue. Par ailleurs, de nombreux bassins d'orages sont actuellement créés (2 à 3 par an). De plus, la certification champenoise "Viticulture durable", portée par le CIVC, oblige à l'emploi de pratiques culturales plus respectueuses de l'environnement répondant au programme ECOPHYTO et incite les exploitants d'un même coteau à développer des

aménagements hydrauliques collectifs. La rénovation des bassins d'orages sera l'occasion de concevoir des ouvrages plus efficaces pour répondre aux objectifs à atteindre et obtenir la certification.

Le vignoble de Nogent-l'Abbesse, localisé sur le Mont de Berru (à 12 km à l'est de Reims ; Figure 1), est non seulement sujet aux phénomènes de ruissellement, d'érosion et de pollution diffuse mais est également situé sur une aire d'alimentation de captage prioritaire (AAC) "Grenelle" (champ captant de Couraux assurant en partie l'AEP de l'agglomération de Reims). Le bassin de rétention de la commune réceptionne les eaux de ruissellement issues du versant d'une surface totale d'environ 330 ha, comprenant des zones forestière, viticole et agricole, ainsi que des surfaces imperméables (voiries ; Figure 2). Ce bassin a été rénové en 2015 pour répondre aux objectifs réglementaires (sécurité civile des biens et des personnes, qualité de l'eau) et locaux (paysage et biodiversité). Il fait également partie des actions collectives exigées par le cahier des charges "Viticulture Durable", certification que préconise la Coopérative Viticole de Cernay et Nogent dans un avenir proche. D'une capacité de stockage de 28000 m<sup>3</sup>, le bassin est constitué de quatre modules successifs (décantation, décantation-photodégradation, phytoremédiation, infiltration ; Figure 3). Cette conception en fait un bassin original et innovant puisque les aménagements hydrauliques sont généralement constitués d'un bassin de décantation et d'un bassin d'infiltration, voire d'un seul bassin assurant les deux fonctions.

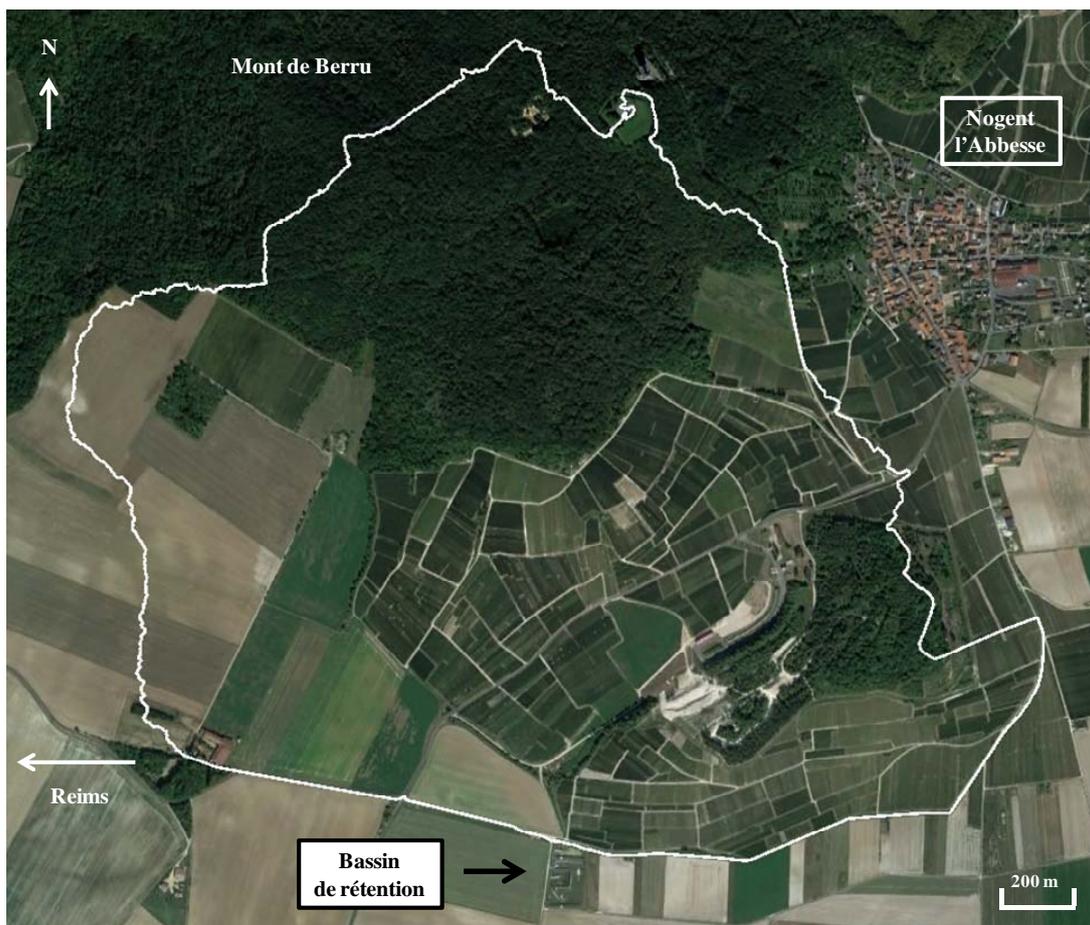


Figure 1 : Localisation du bassin de rétention de la commune viticole de Nogent-l'Abbesse (zone d'appellation Champagne, Mont de Berru, Marne) et délimitation de la zone d'alimentation du bassin de rétention en eaux pluviales.

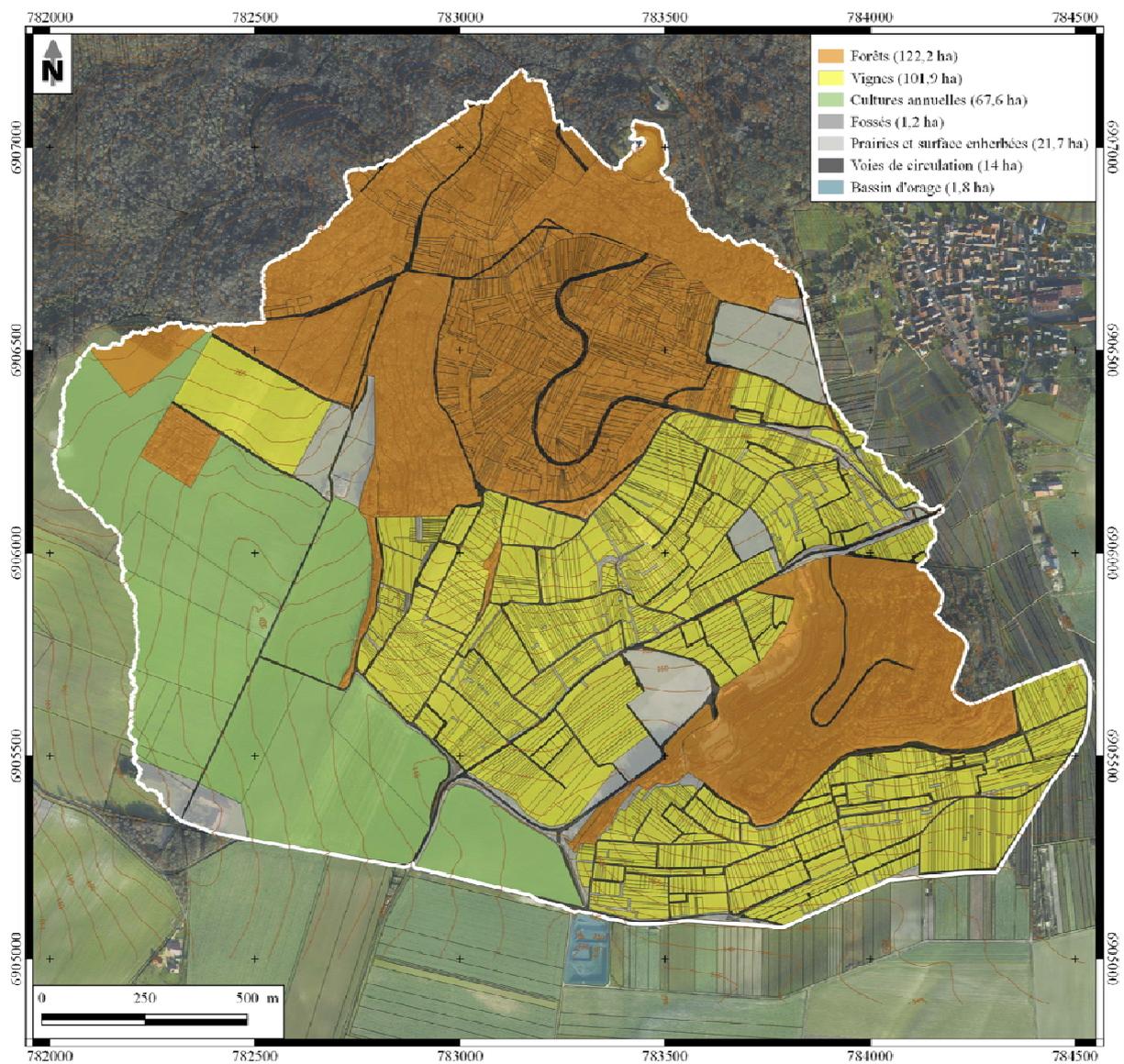


Figure 2 : Occupation du sol de la zone d'alimentation en eaux pluviales du bassin d'orages de Nogent-l'Abbesse.

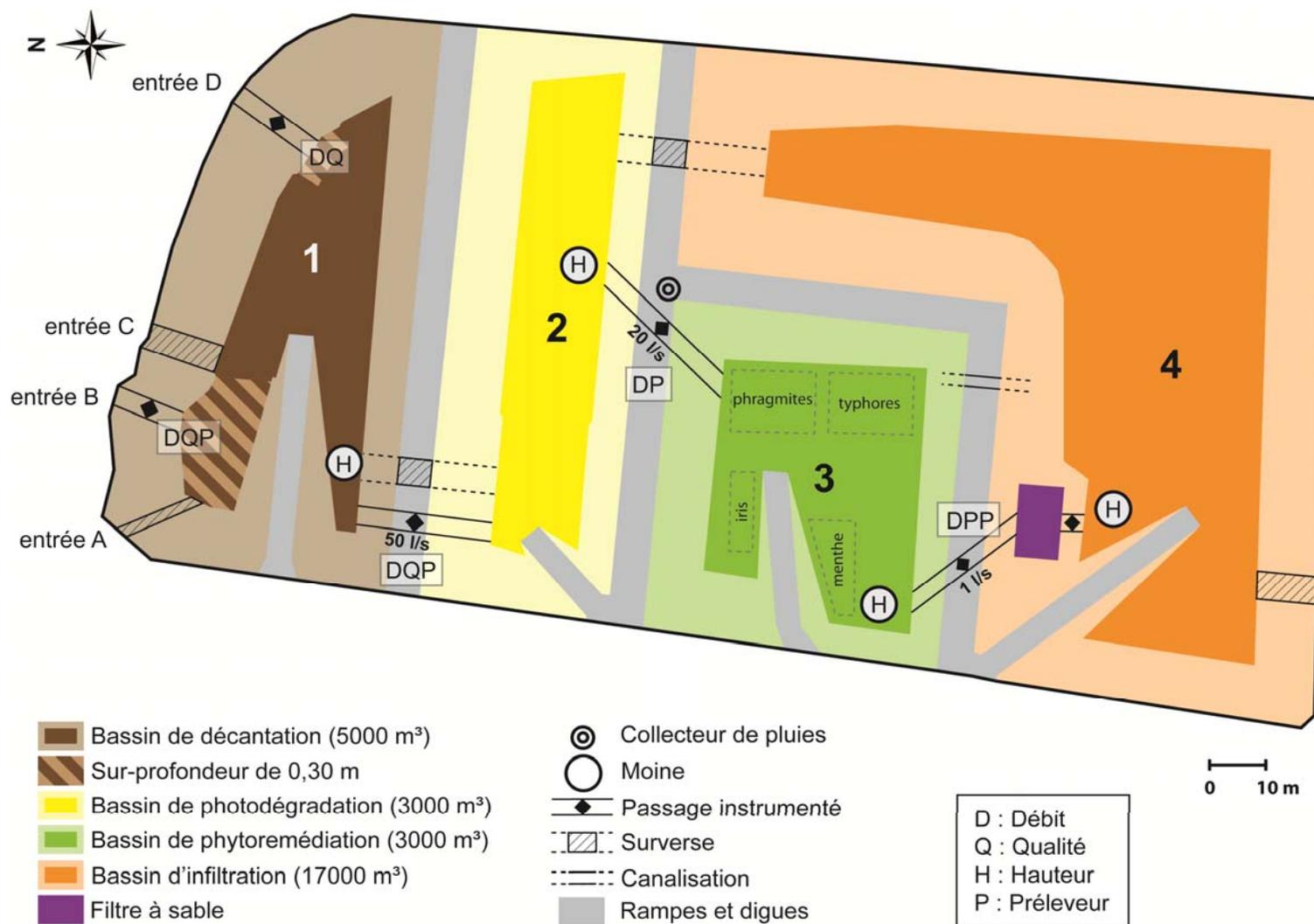


Figure 3 : Schéma du bassin de rétention situé sur la commune de Nogent-l'Abbesse après rénovation et localisation des appareils de mesures et de prélèvements.

## 1.2. Objectifs

Le projet TRAPEZE s'insère dans le cadre des défis n°2 et 3 du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) 2010-2015 et 2016-2021 de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie (AESN) : amélioration et/ou préservation de la qualité des ressources en eau et la lutte contre le ruissellement et la pollution diffuse par les substances considérées comme dangereuses ou pertinentes par la Directive Cadre Européenne sur l'eau (DIRECTIVE 2000/60/CE). Il vise à contrôler l'adéquation entre la conception d'un bassin de rétention en aval d'un coteau viticole et les conditions pluviométriques, topographiques, pédologiques et culturelles du bassin versant. L'efficacité d'épuration du bassin de rétention vis-à-vis des polluants actuellement utilisés en viticulture (pesticides et éléments traces métalliques) sera évaluée afin de prévenir la contamination des eaux souterraines.

Les principaux objectifs scientifiques du projet TRAPEZE sont les suivants :

- Evaluation de l'efficacité du bassin de rétention de Nogent-l'Abbesse (i) à réguler les flux hydriques et réceptionner les eaux de ruissellement chargées en matières en suspension (MES), (ii) à réduire les teneurs en substances organiques et minérales issues du vignoble et transférées au bassin avec les eaux de ruissellement ;
- Mise en relation des flux et des teneurs en particules et en contaminants avec les conditions pluviométriques (intensité et fréquence des pluies) et les pratiques culturales (nature et quantité des intrants, enherbement des parcelles, aménagements des voiries) employées sur le bassin versant ;
- Compréhension des processus physico-chimiques et biologiques intervenant dans les différents compartiments des quatre modules (eau, MES, sédiment, eaux interstitielles, végétation implantée et naturelle) et conduisant à la dégradation, la rétention et/ou la mobilité des substances organiques et minérales ou à leur transfert d'un compartiment à un autre ;
- Mise en évidence de l'importance et du rôle de chaque module dans le fonctionnement hydraulique général du bassin de rétention (gestion des flux d'eaux chargées en particules et réduction de la contamination) grâce à un suivi sur trois années hydrologiques consécutives.

Le suivi des transferts d'eaux, de matériel solide et de polluants associés à l'exutoire d'un sous-bassin versant renfermant des parcelles viticoles permettra de quantifier les risques environnementaux potentiels liés au ruissellement et à la perte en terres, problème majeur du vignoble de Champagne. Les résultats obtenus dans ce projet apporteront des informations sur l'intérêt environnemental de ces aménagements hydrauliques et leur entretien au cours du temps. Les résultats seront en effet utilisés pour optimiser la gestion du bassin d'orages (fréquence de dragage des sédiments et de coupe/renouvellement des végétaux dans le module 3). L'amélioration des connaissances sur le fonctionnement et la performance de ce bassin d'orages participera à mieux répondre aux objectifs réglementaires et locaux. La situation du bassin versant sélectionné sur une aire d'alimentation de captage prioritaire (AAC) "Grenelle" impose en effet une surveillance et une maîtrise accrues de la pollution diffuse.

Les acteurs locaux impliqués dans ce projet (ASA, CA 51, AESN, CIVC) désirent également faire de ce bassin d'orages rénové un site de communication, de pédagogie et de démonstration pour la conception, la rénovation ou la construction d'autres ouvrages hydrauliques sur le territoire agri-viticole de Champagne en vue d'une meilleure efficacité de ces aménagements. Les résultats obtenus constitueront ainsi un outil d'aide à la décision pour la rénovation et la conception d'autres bassins de rétention du vignoble de Champagne prévue dans les prochaines années pour répondre aux exigences réglementaires en vigueur relatives à la loi sur l'eau ou à l'obtention de la certification "Viticulture Durable". L'étude servira également de levier pour sensibiliser les exploitants et fournira un nouvel

outil pour faire évoluer les pratiques culturelles sur le coteau sélectionné et sur l'ensemble de la zone AOC Champagne (réduction des quantités d'intrants appliquées, choix préférentiel de certains intrants, emploi de produits de substitution, préconisation de l'arrêt d'utilisation d'autres produits) en vue de les rendre moins impactantes pour l'environnement.

Ce projet est mené par le Groupe d'Etudes sur les Géomatériaux et les Environnements Naturels, Anthropiques et Archéologiques (**GEGENAA**, Université de Reims Champagne-Ardenne), le Laboratoire Interdisciplinaire des Environnements Continentaux (**LIEC**, Université de Lorraine), l'Unité de Recherche Hydrosystèmes et Bioprocédés (UR HBAN) de l'Institut national de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture (**IRSTEA**, Antony), le Laboratoire Géomatériaux et Environnement (**LGE**, Université Paris-Est Marne-la-Vallée) et l'Unité de Recherche Animal et Fonctionnalités des Produits Animaux (**UR AFPA**, Université de Lorraine). Une allocation doctorale financée par la Communauté urbaine du Grand Reims a permis le recrutement, en décembre 2015, d'Anne Caner-Chabran dont les travaux sont entièrement consacrés à cette étude.

Le projet est mené en étroite collaboration avec les acteurs locaux impliqués dans la rénovation et/ou la gestion et l'entretien du bassin, ainsi que dans la surveillance de la qualité des eaux souterraines de la nappe de la craie : **ASA** de Nogent-l'Abbesse, **Coopérative** vinicole de Nogent et Cernay, **CA 51**, **AESN**, **CIVC**, **Grand Reims**. Ce projet répond aux différentes préoccupations régionales majeures liées à l'impact des pratiques agri-viticoles sur l'environnement et développées au sein du GT 1.3. AVIDURA (Agronomie pour l'environnement : mise en œuvre de nouvelles pratiques pour une agri-viticulture durable) du CPER 2015-2020, de l'axe 4 "Environnement" de la Structure Fédérative de Recherche (SFR) Condorcet (FR CNRS 3417), du Réseau de la Vigne et des Vins Septentrional (RVVS) et de l'Institut Georges Chappaz de la Vigne et du Vin en Champagne.

### 1.3. Méthodologie et plan de réalisation

Le projet TRAPEZE a débuté en 2016 et se poursuivra jusqu'en 2019. Il est découpé en trois phases (Tableau 1) :

- **Phase 1** (avril-août 2016) : étude, sélection et acquisition du matériel de mesures physico-chimiques et de prélèvements (capteurs de débits, de turbidité, de conductivité, de température et de hauteur d'eau, préleveurs automatiques) puis installation sur site (Figure 2 et Tableau 2) ;
- **Phase 2** (août 2016-décembre 2017) : mise au point et optimisation des méthodes de mesures, de prélèvements, de préparation et d'analyse des échantillons liquides (eaux apportées au bassin, tranche d'eau des modules) et solides (matières en suspension, sédiments, végétaux) ;
- **Phase 3** (octobre 2016-octobre 2019) : étude du fonctionnement hydraulique du bassin d'orages et évaluation de son efficacité à réceptionner les eaux de ruissellement et à réduire les teneurs en polluants (pesticides et éléments traces métalliques) grâce au suivi hydrologique et géochimique du matériel liquide et solide apporté au bassin et de son devenir dans le bassin (rétention, dégradation ou transfert).

La **première phase**, principalement consacrée à l'instrumentation du bassin d'orages, est actuellement terminée. L'installation des appareils de mesures et de prélèvements a eu lieu en août 2016 et a nécessité de nombreux aménagements et adaptations jusqu'en juin 2017 pour l'obtention de données fiables et continues. Le nombre important de capteurs installés sur le site (12 au total ; Tableau 2) est en effet inhabituel pour le fournisseur (Société IJINUS), ce qui lui a d'ailleurs permis d'améliorer son logiciel de réception et d'envoi de données.



Tableau 2 : Localisation des capteurs physico-chimiques (le paramètre "Qualité" regroupe la conductivité, la turbidité et la température) et des préleveurs automatiques d'eaux sur le site d'étude.

	Débit	Qualité	Hauteur	Préleveurs automatiques
Entrée B	×	×	-	×
Entrée D	×	×	-	-
Passage modules 1 à 2	×	×	-	×
Passage module 2 à 3	×	-	-	×
Passage module 3 à 4	×	-	-	×
Sortie filtre à sable	-	-		×
Module 1	-	-	×	-
Module 2	-	-	×	-
Module 3	-	-	×	-
Module 4	-	-	×	-

La **seconde phase** concerne la mise au point et l'optimisation de la méthodologie pour obtenir des mesures précises et des échantillons représentatifs : mise au point du matériel de mesures et de prélèvements, des méthodes de prélèvements (prélèvements automatiques, échantillonnage de la tranche d'eau et des sédiments) et de la stratégie d'échantillonnage (fréquence, lieux et nombre de prélèvements des différentes matrices : eaux chargées en MES, sédiments, végétaux ; Tableaux 3 et 4). L'optimisation des méthodes *in situ* a été calée sur les conditions météorologiques, les caractéristiques hydrologiques du bassin versant, la réponse et le fonctionnement hydraulique général du bassin lors d'événements pluvieux ruisselants. Cette seconde phase a débuté en août 2016 dès l'acquisition et l'installation des appareils de mesures et de prélèvements. La mise au point de ces appareils a été réalisée au cours des événements pluvieux de l'automne 2016, de l'hiver 2016-2017 et du printemps 2017. La mise au point des méthodes de prélèvements manuelles s'est faite dans le même temps (octobre 2016 et mars 2017).

La mise au point des méthodes en laboratoire (préparation et traitement des échantillons : séparation liquide-solide par filtration ou centrifugation, extractions chimiques ; analyses des teneurs en pesticides et en ETM dans les différentes matrices) est toujours en cours.

La **troisième phase** est le cœur du projet TRAPEZE. Elle consistera à étudier le fonctionnement hydraulique du bassin d'orages et à évaluer son efficacité à réceptionner les eaux de ruissellement et à réduire les teneurs en polluants au moyen des méthodes *in situ* et en laboratoire mises au point durant la phase 2. Les données acquises au cours de la phase 2 seront utilisées et interprétées dans le cadre de la phase 3. L'ensemble des résultats servira de données d'entrée pour la modélisation hydraulique, géochimique et hydrochimique.

#### Suivi hydrologique

Le suivi hydrologique a débuté dès l'été 2016 durant la mise au point des appareils de mesures. Depuis l'instrumentation du bassin, les volumes d'eaux (débitmètres Doppler ou vortex) et les charges solides (turbidimètres) sont mesurés au niveau de 2 entrées (B et D) du bassin d'orages et au passage d'un

module à un autre (Tableau 2). Les hauteurs d'eaux sont mesurées à l'aide de limnimètres à ultra-sons dans chaque module.

Grâce à l'installation d'enregistreurs automatiques, ces données sont acquises en continu (une mesure toutes les 5 minutes), envoyées par GSM et consultables en ligne. Elles permettent de quantifier les flux d'eau et d'évaluer les volumes apportés au bassin d'orages à chaque pluie. Les valeurs sont interprétées au regard des données pluviométriques (intensité et fréquence des pluies) et des caractéristiques hydrologiques, topographiques, pédologiques et culturales du bassin versant. Elles permettent de connaître le fonctionnement du bassin d'orages pendant et après les pluies, qu'elles soient normales ou exceptionnelles. L'acquisition de données se fera durant 3 années consécutives (jusqu'à l'automne 2019).

Les données pluviométriques sont fournies par la station météorologique située sur le bassin versant de Nogent-l'Abbesse et gérée par le CIVC : hauteur de pluie, température (air et sol), rayonnement, humidité, vitesse et direction des vents (pas de temps de 6 minutes). Ces données nous sont fournies par le CIVC toutes les deux semaines.

La modélisation hydraulique du bassin d'orages sera initiée à l'automne 2017, après une année complète de suivi.

Tableau 3 : Lieux, méthodes et fréquences de prélèvements, compartiments échantillonnés et paramètres mesurés dans les échantillons.

Lieux	Méthodes	Fréquences	Compartiments	Paramètres mesurés
Collecteur de pluies	manuelle	15 à 20 pluies par an	Eaux + Matières en suspension	Eléments fertilisants Ca, Mg, Na, K  Eléments traces métalliques Cu, Pb, Zn, Cd
Entrée B	automatique			
Passage module 1 à 2				
Passage module 2 à 3				
Passage module 3 à 4				
Sortie filtre à sable				
Module 1	manuelle	2 fois par an (mars et septembre)	Tanche d'eau Sédiments Végétaux Biofilms	Pesticides
Module 2				
Module 3				
Module 4				

#### Suivi géochimique des eaux chargées en particules et étude des processus physico-chimiques assurant la dégradation, la rétention ou la mobilisation des contaminants

Le suivi géochimique a débuté en novembre 2016 et se poursuivra jusqu'en octobre 2019. L'optimisation des méthodes de prélèvements automatiques et manuelles (fréquence et stratégie) a été réalisée d'octobre 2016 à mars 2017. La mise au point des méthodes en laboratoire de séparation liquide-solide (filtration, centrifugation), d'extraction et d'analyse des pesticides et des ETM dans les matières en suspension, les sédiments et les végétaux est actuellement en cours et devrait se poursuivre jusqu'à la fin de l'année 2017.

Le matériel liquide (eau) et solide (MES) apporté au bassin et transféré d'un module à un autre lors des événements pluvieux ruisselants est prélevé grâce aux préleveurs automatiques installés à l'entrée principale (entrée B) et entre les 4 modules (passage des modules 1 à 2, 2 à 3, 3 à 4 et en sortie du filtre à sable ; Figure 2 et Tableaux 3 et 4). Les eaux de pluies sont également prélevées grâce à un

collecteur installé sur le site d'étude. Le nombre d'évènements pluvieux susceptibles d'engendrer des phénomènes de ruissellement et des apports au bassin d'orages a été estimé à 15-20 par an sur la base des connaissances des acteurs locaux et d'une étude antérieure réalisée sur le bassin versant viticole de Nogent-l'Abbesse (Gauthier et al., 2013).

Dans le même temps, les processus bio-physico-chimiques intervenant dans les différents compartiments des 4 modules et mis en jeu dans la rétention des substances organiques et minérales ou dans leur transfert d'un compartiment à un autre sont appréhendés. L'étude des eaux et des MES prévue lors du suivi géochimique est complétée par celles des autres compartiments de chaque module (tranche d'eau, sédiment, macrophytes et biofilms ; Tableau 3). La tranche d'eau et les sédiments sont prélevés 2 fois par an (en début et en fin de saison, soit en mars avant le début des traitements et en septembre après les vendanges).

Les teneurs en éléments fertilisants et/ou majeurs (Mg, K, Fe, Mn, S mais également Ca et Na), en pesticides et en ETM (principalement Cu mais également Cd, Pb et Zn) sont déterminées dans la fraction liquide (dissoute) et solide (particulaire) des eaux apportées au bassin et transférées d'un module à un autre, de la tranche d'eau et des sédiments après séparation physique. La séparation des phases liquide et solide (eau et matières en suspension) dans les échantillons d'eaux se fait par filtration.

Dans les phases liquides (eaux de pluies, eaux apportées au bassin, eaux transférées d'un module à un autre), les teneurs en une large gamme de pesticides utilisés comme intrants sur le bassin versant sont déterminées par un laboratoire extérieur effectuant ce type d'analyses en routine (Eurofins, Moulins, Allier). Au total, 205 pesticides sont analysés. L'identification et la détermination des teneurs en pesticides dans les eaux nous renseigneront sur les différentes origines des polluants détectés dans le bassin d'orages. Outre l'origine viticole et l'apport par ruissellement depuis le bassin versant, les polluants peuvent en effet être apportés par voie atmosphérique depuis les zones urbaines et agricoles. L'étude des eaux de pluies nous permet notamment de distinguer les pesticides d'origine viticole des pesticides d'origine agricole. Les données relatives à la nature et la quantité des intrants employés sur le bassin versant viticole sont fournies par la Coopérative de Nogent et Cernay. Au total, 63 molécules organiques ont été employées entre 2010 et 2016 (liste fournie en annexe). La liste des intrants employés en agriculture (180 molécules au total dont 31 communes avec la viticulture) est également connue car fournie par la CA 51.

Dans les phases solides (MES des eaux apportées au bassin et de la tranche d'eau, sédiments, végétaux), seules les teneurs en certaines molécules seront déterminées. Ces molécules (cyazofamide, fludioxonil, fluopicolide, folpel et oryzalin) ont été sélectionnées en fonction :

- de la quantité et de la nature des matières actives employées sur le versant viticole ;
- des molécules systématiquement analysées dans les eaux superficielles et souterraines ;
- celles effectivement rencontrées dans les eaux du champ captant de Couraux (données fournies par la communauté urbaine du Grand Reims) ;
- celles détectées jusqu'à présent dans le bassin d'orages.

La sélection a également tenu compte des propriétés physico-chimiques des pesticides (solubilité, Koc et DT50) afin de disposer d'un spectre assez large pour être représentatif des différents comportements des molécules organiques.

Les méthodes chimiques (filtration, extraction) et analytiques sont en cours de mise au point et d'optimisation. La détermination des teneurs en pesticides après filtration/extraction sera réalisée au LIEC après développement analytique par HPLC (High Performance Liquid Chromatography) avec barrette de diodes et SPE-on-line (Solid Phase Extraction ; Landry et al., 2004).

Tableau 4 : Fréquence et stratégie d'échantillonnage des différents compartiments et estimation du nombre d'échantillons pour 1 an de suivi.

Compartiments	Matériel	Modules concernés	Nb de modules	Nb de fois dans l'année	Nb d'endroits dans le module	Nb d'échantillons par prélèvement	Total
<b>Eaux de pluies</b>	Eaux	Collecteur de pluies		15	1	1	15
	<b>Sous-total</b>						15
<b>Entrées</b>	Eaux		1	15	1 (entrée B)	1 (monoflacon)	15
	MES	1	1	15	1(entrée B)	1 (monoflacon)	15
	<b>Sous-total</b>						30
<b>Préleveurs automatiques</b>	Eaux	Passages 1-2 / 2-3 / 3-4 + filtre à sable	4	15	1	1 (monoflacon)	60
	MES		4	15	1	1 (monoflacon)	60
	<b>Sous-total</b>						120
<b>Tranche d'eau</b>	Eau		3	2	3	1 profondeur	18
	MES	1, 2, 3	3	2	3	1 profondeur	18
	<b>Sous-total</b>						36
<b>Sédiments</b>	Phase solide		4	2	3	2 profondeurs	48
	Spéciation ETM	1, 2, 3, 4	4	2	3	10 (5 fractions)	240
	Eaux interstitielles		4	2	3	2 profondeurs	48
	<b>Sous-total</b>						336
<b>Végétation</b>	Parties souterraines		1	2	4 espèces	5 répliqués	40
	Parties aériennes	3	1	2	4 espèces	5 répliqués	40
	<b>Sous-total</b>						80
<b>Biofilms</b>	Biofilms	3	1	2	3	1	6
	<b>Sous-total</b>					(entrée, centre, sortie)	6
<b>Total</b>							<b>623</b>

Les teneurs en éléments majeurs et en ETM dans le matériel liquide et solide sont déterminées par ICPAES (Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry) au GEGENAA après minéralisation par voie acide au four à micro-ondes (Marin et al., 2008). Les teneurs en anions (NO<sub>3</sub>, PO<sub>4</sub>, SO<sub>4</sub>) dans la phase liquide seront déterminées par chromatographie ionique. Les teneurs en carbone organique dissous sont déterminées grâce à un COTmètre à l'UMR INRA/URCA Fractionnement des AgroRessources et Environnement (FARE). Des mesures complémentaires (teneurs en carbone organique particulaire et en carbonates dans le matériel solide) seront réalisées à l'UMR FARE et à la Chaîne d'Analyses Marne-Ardenne (CAMA).

L'étude de la répartition des éléments majeurs, des pesticides et des ETM entre les phases liquide et solide sera complétée par la détermination de la spéciation des ETM en solution et de leur répartition dans le matériel solide afin d'évaluer les risques de contamination des eaux de surface liés à la mobilisation potentielle des polluants. Les risques de contamination des eaux souterraines liés à l'infiltration des eaux du bassin seront également évalués grâce à la quantification de la contamination dans la phase liquide en sortie du filtre à sable situé dans le module d'infiltration (module 4).

La fraction biodisponible et la spéciation des ETM dans les phases solides et liquides seront déterminées au moyen d'extractions chimiques (phase solide) ou de modélisation (phase liquide). L'extraction de la fraction biodisponible des ETM fera l'objet d'une attention particulière car elle correspond à la fraction la plus mobile. La répartition des ETM parmi cinq phases réactives présentes dans les sédiments sera comparée à celle généralement observée dans les sols afin d'appréhender les changements intervenant dans le bassin de rétention. Des mesures physico-chimiques (potentiel redox, pH, conductivité, température,...) sont réalisées *in situ* afin de les mettre en relation avec les données obtenues sur les différents compartiments dans les quatre modules.

Le rôle des macrophytes plantées dans le module 3 pour la dégradation ou l'adsorption des molécules organiques et l'absorption des ETM est étudié afin d'évaluer leur potentiel remédiant. Les 4 espèces végétales sélectionnées et ensemencées à l'automne 2016 (massette, roseau commun, iris des marais, menthe aquatique) sont prélevées 2 fois par an (en mars-avril, en fonction de la précocité de leur développement, et en septembre-octobre ; Tableaux 3 et 4). Le nombre de réplicats (chaque réplicat étant composé d'environ 5 individus) a été fixé 5 pour que les résultats soient représentatifs et fiables. Les taux d'absorption des substances organiques et minérales par les végétaux seront calculés après analyse des teneurs en pesticides et en ETM dans les parties racinaires et aériennes des plantes. Ces teneurs nous renseigneront sur la participation préférentielle de certaines espèces à la dégradation et à la séquestration des polluants. La majeure partie de la dégradation des pesticides ayant lieu dans les sédiments, les teneurs sont généralement très faibles dans les végétaux. Des analyses par LC-MS ou GC-MS (Chromatographie en phase Liquide ou Gazeuse couplée à la spectrométrie de Masse) sont néanmoins envisagées. Les teneurs en ETM dans les végétaux seront réalisées au GEGENAA par ICPAES après minéralisation par voie humide.

L'absorption des polluants par les biofilms développés par les microorganismes dans la tranche d'eau et à l'interface sédiment-eau est également évaluée après prélèvement à différents endroits du module 3 (à l'entrée, au centre et en sortie). Leur participation à la réduction de la contamination pourra être comparée à celle des végétaux.

L'étude des teneurs en substances organiques et minérales dans la tranche d'eau, les sédiments et la végétation permettra d'appréhender les processus bio-physico-chimiques (dégradation, rétention, mobilisation) intervenant dans les différents compartiments et susceptibles de conduire au transfert des polluants d'un compartiment à l'autre. Le fonctionnement hydraulique général du bassin et le rôle de chaque compartiment et de chaque module dans la réduction de la pollution (par décantation pour le -

module 1, par photodégradation pour le module 2, par phytoremédiation pour le module 3 et au cours du passage dans le filtre à sable dans le module 4) seront évalués. Les résultats seront mis en relation avec les conditions pluviométriques et les pratiques culturales. Le calcul de bilans de masse permettra de quantifier l'efficacité du bassin d'orages à réduire les teneurs en polluants. La modélisation géochimique et hydrochimique débutera après deux années de suivi.

#### Valorisation et diffusion des résultats

Les activités de valorisation, même si elles ont débutées en 2017, seront principalement menées en 2018 et 2019. La valorisation scientifique se fera par la rédaction d'articles scientifiques de rang A et du manuscrit de thèse en vue de la soutenance, ainsi que par le biais de communications à des congrès nationaux et internationaux.

La valorisation partenariale se fait d'ores et déjà sous la forme de visites pédagogiques du bassin de démonstration organisées par l'ASA de Nogent-l'Abbesse, la Coopérative vinicole de Nogent et Cernay et la CA 51 (Présidents d'Associations Syndicales Autorisées de la zone d'Appellation, chargés de mission de l'AESN, agents de la Direction Départementale des Territoires, Conseil Général de la Région Grand Est). Des communications sur le projet sont également fréquentes (Comité de Pilotage du Bassin, Assemblée Générale de l'ASA de Nogent-l'Abbesse, Journées Thématiques Sols organisées par la SFR Condorcet et le Pôle Industrie des AgroRessources). Le bassin d'orages de Nogent-l'Abbesse et le projet TRAPEZE sont également présentés à des étudiants du Master URB'EA (Urbanisme, Environnement, Aménagement), spécialité GEORIS (Géosciences et Risques) et du Diplôme National d'Œnologues de l'Université de Reims Champagne-Ardenne lors de sorties sur le terrain.

La rédaction d'un guide pratique (conception, suivi et gestion du bassin) et méthodologique (fréquence et nombre d'échantillons pour le suivi des teneurs en pesticides) sera rédigé après les trois années de suivi afin que le retour sur expériences soit optimal. Ce guide sera destiné aux acteurs impliqués dans le projet mais également aux ASA de la zone d'appellation et aux gestionnaires de bassins (maîtres d'ouvrages). Il pourrait contribuer à la modification de la doctrine actuelle en vigueur répondant à la loi sur l'eau.

#### **1.4. Partenaires impliqués**

Onze organismes de recherche et acteurs du monde viticole sont impliqués dans ce projet afin de couvrir l'ensemble des compétences nécessaires à sa réalisation et à sa valorisation : (i) compréhension du fonctionnement hydraulique du bassin de rétention ; (ii) compréhension du comportement et du devenir des substances organiques et minérales dans le bassin de rétention ; (iii) transfert des connaissances et conseil auprès des exploitants et des futurs porteurs de projets d'aménagements hydrauliques.

Les différents partenaires, dont l'implication principale ou secondaire dans les différentes phases du projet est résumée dans la figure 4, sont :

- Groupe d'Etude sur les Géomatériaux et les Environnements Naturels, Anthropiques et Archéologiques (**GEGENAA**, EA 3795, Université de Reims Champagne-Ardenne ; Béatrice Marin, Anne Caner-Chabran, doctorante, Benjamin Cancès, Jessy Jaunat, Xavier Morvan, Marie Ponthieu) : compétences sur le fonctionnement hydrologique d'un bassin versant, la réponse des sols au ruissellement et à l'érosion, le comportement des éléments majeurs et traces dans les eaux, les sols et les sédiments et au cours du ruissellement.



- Laboratoire Interdisciplinaire des Environnements Continentaux (**LIEC**, UMR CNRS 7360, Université de Lorraine ; Sylvie Dousset, co-directrice de thèse) : compétences sur le comportement des pesticides dans les sols et les eaux, ainsi que sur l'efficacité de dispositifs de remédiation à réduire les teneurs en pesticides dans les eaux de drainage agricoles.



- Institut national de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture (**IRSTEA**, UR HAN ; Julien Tournebize, Cédric Chaumont) : compétence et expertise scientifiques et techniques dans le domaine du fonctionnement hydrologique de petits bassins ruraux aménagés.



- Unité de Recherche Animal et Fonctionnalités des Produits Animaux (**URAFPA**, EA INRA 3998, Université de Lorraine ; Damien Banas) : expérience en instrumentation de bassins de rétention et en stratégie de prélèvement.



- Laboratoire Géomatériaux et Environnement (**LGE**, EA 4508, Université Paris-Est Marne-la-Vallée ; David Huguenot) : expertise liée au rôle des plantes dans la dégradation et l'absorption des polluants, ainsi que sur les interactions sol-plante-polluant.



- Association Syndicale Autorisée (**ASA**) de Nogent-l'Abbesse (Régis Chanoir) et Coopérative vinicole de Nogent et Cernay (**COOP** ; Daniel Quantinet) : en charge de la gestion et de l'entretien du bassin ; connaissances sur le fonctionnement du versant viticole et de son occupation (historique des exploitations, surfaces cultivées, pratiques culturelles, évolution des aménagements hydrauliques, ...).



- Cellule Erosion de la Chambre d'Agriculture de la Marne (**CA 51** ; Xavier Carpentier, Aurélie Schneider) : accompagnement des porteurs de projets pour la réalisation et le suivi d'aménagements hydrauliques du vignoble (voiries, bassins de rétention, ...) pour la gestion du ruissellement et de l'érosion ; rôle de conseil auprès des viticulteurs pour l'évolution des pratiques culturelles (utilisation de matières actives moins impactantes pour l'environnement).



- Agence de l'Eau Seine-Normandie (**AESN** ; Sabine Labourel, Nicolas Domange) : en charge de l'amélioration de la qualité de la ressource en eau et la gestion de pollutions diffuses (défis n°2 et 3 du SDAGE) ; rôle de conseil auprès de futurs porteurs de projet d'aménagements hydrauliques.



- Comité Interprofessionnel des Vins de Champagne (**CIVC** ; Jean-Paul Angers, Alexandra Bonomelli, Basile Pauthier) : suivi de projets hydrauliques réalisés sur les coteaux viticoles pour la gestion du ruissellement et de l'érosion ; connaissance des pratiques et de leur évolution temporelle ; détenteur des données climatiques grâce à un réseau de stations météorologiques dans le vignoble.



- Communauté urbaine du **Grand Reims**, Direction de l'Eau et de l'Assainissement (Jean-Christophe Inglard, Ophélie Négri) : données relatives aux teneurs en polluants dans la nappe.

Un accord de consortium a été rédigé par les services recherche et juridique de l'Université de Reims Champagne-Ardenne, examiné et modifié par les services juridiques des différents organismes partenaires et est actuellement en cours de signature par les onze parties.

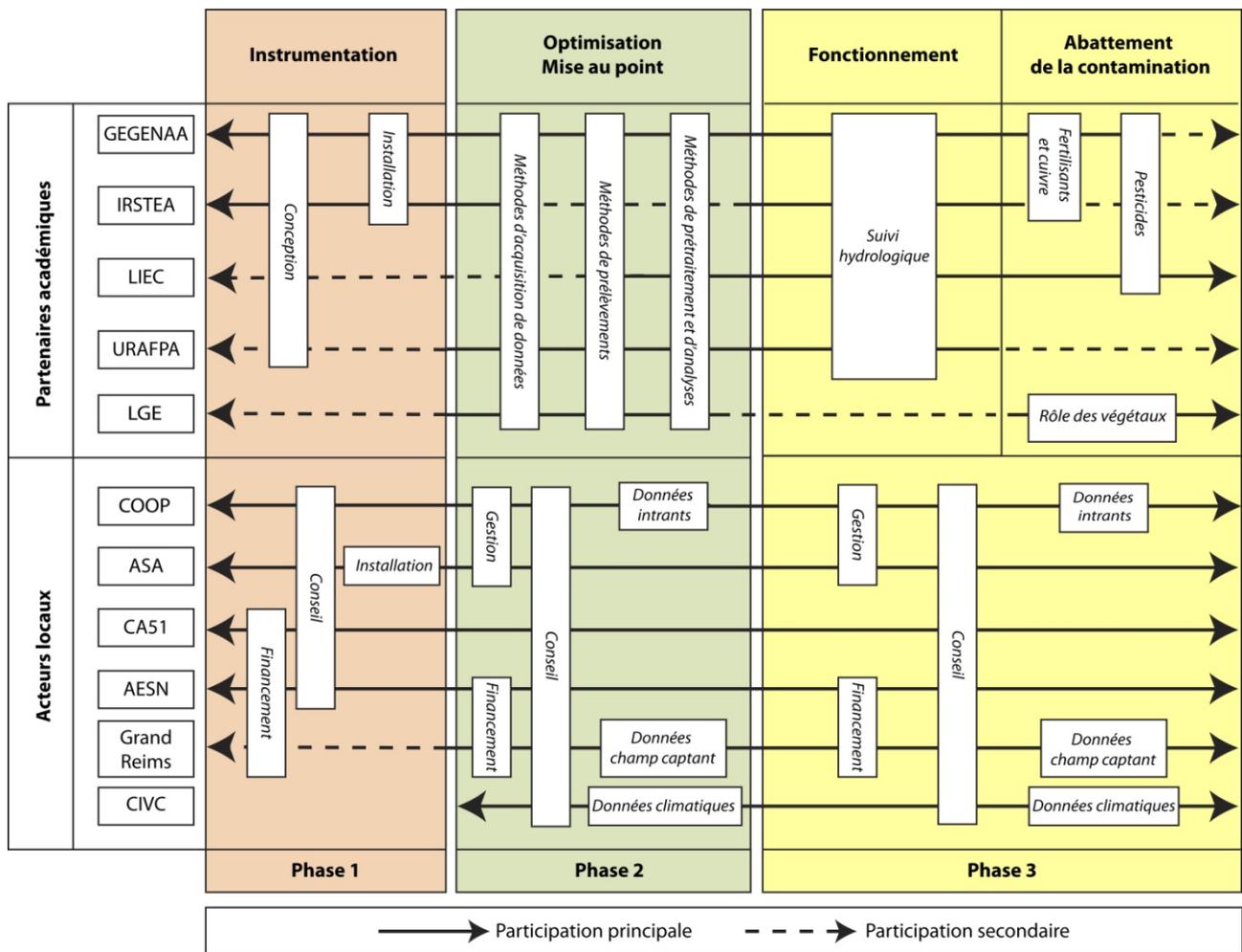


Figure 4 : Implication et rôle des 11 partenaires dans les phases 1, 2 et 3 du projet TRAPEZE.

## 2. Budget prévisionnel du projet et objet de la demande de subvention

Le budget prévisionnel des trois phases du projet TRAPEZE est synthétisé dans le tableau 5. Le montant total est de **1244 k€**. Le coût détaillé de la masse salariale pour l'ensemble des trois phases (**754 k€**; Tableau 6) est donné à titre indicatif. Le montant de l'investissement (Phase 1) et du fonctionnement (Phases 2 et 3) s'élève à **97 k€** et **393 k€**, respectivement.

La **phase 2** est celle qui fait l'objet de la demande de subvention dans le cadre du dispositif "Acquisition de connaissances, animation et outils de gestion pour la protection des eaux souterraines" de la Région Grand Est en vue de la Commission permanente de novembre 2017. Le budget détaillé de la phase 2 est présenté dans le tableau 7. Le budget prévisionnel de la phase 3 est donné à titre indicatif car il fera l'objet d'une demande de subvention en 2018 auprès de l'AESN et de la Région Grand Est. Le détail du budget relatif à la phase 1 n'est pas détaillé puisqu'elle est terminée.

Le budget prévisionnel de la phase 2 s'élève à 120 061 €. L'université de Reims Champagne-Ardenne prélève sur chaque projet porté par un membre de l'établissement des frais de gestion à hauteur de 4% du montant total. Ces frais sont inclus dans la demande de subvention (4% de 120061 €, soit 4802 €). Le montant total de la phase 2 est donc de **124 863 €** (Tableaux 5 et 6). Une aide financière à hauteur de 80% (100 000 € sur la base de 125 000 €) a d'ores et déjà été accordée par l'AESN (Commission des aides de l'AESN du 21 juin 2016 et convention d'aide financière n°106327 du 12 juillet 2016). La présente demande concerne donc les 20% restants, soit **25 000 €**.

Tableau 5 : Budget global du projet TRAPEZE.

		Montant	Sources de financement
<b>Phases 1, 2 et 3</b>	Personnel permanent et non permanent (Master 2)	641 825 €	Contribution propre
	Allocation doctorale	89 000 €	Grand Reims
	Surcoût personnel IRSTEA	<b>9 801 €</b>	AESN
	Personnel non permanent + surcoût IRSTEA	<b>13 597 €</b>	AESN + Grand Est
	<b>Total personnel</b>	<b>754 223 €</b>	
<b>Phase 1</b> (mai-juin 2016)	Total Phase 1	93 075 €	
	Frais de Gestion URCA (4%)	3 723 €	AESN (80%) CA 51 (20%)
	<b>Total Phase 1 avec frais de gestion URCA</b>	<b>96 798 €</b>	
<b>Phase 2</b> (juin 2016- mars 2017)	Total Phase 2	120 061 €	
	Frais de Gestion URCA (4%)	4 802 €	AESN (80%) <b>Grand Est (20%)</b>
	<b>Total Phase 2 avec frais de gestion URCA</b>	<b>124 863 €</b>	
<b>Phase 3</b> (mars 2017- octobre 2019)	Total Phase 3 estimé	280 347 €	
	Frais de Gestion URCA (4%)	11 214 €	AESN (80%) <b>Grand Est (20%)</b>
	<b>Total Phase 3 estimé avec frais de gestion URCA</b>	<b>291 561 €</b>	
<b>Assiette globale</b>		<b>513 222 €</b>	
Montant total du projet (donné à titre indicatif)		1 244 047 €	

### Phases 1, 2 et 3

#### Personnel permanent

Le coût employeur de l'implication des membres des différents organismes partenaires a été évalué sur la base des salaires mensuels et des taux d'implication (en nombre de mois) de chacun pour la période

2016-2019 (montant total d'environ 642 k€ ; Tableaux 5 et 6). Ce coût est donné à titre indicatif mais reflète l'investissement des différents partenaires dans l'étude.

Le coût indirect (coûts complets-coûts directs) de la participation des membres de l'IRSTEA au projet s'élève à 16558 € (**9801 €** pour la phase 2 et **6757 €** pour la phase 3).

#### Personnel non permanent

Une allocation doctorale de 36 mois (15 décembre 2015-14 décembre 2018), entièrement consacrée à cette étude, a été attribuée par Reims Métropole (actuellement communauté urbaine du Grand Reims) fin 2015 (montant total : 89000 €). La durée du projet TRAPEZE étant supérieure à celle de l'allocation doctorale (soutenance de thèse prévue fin 2018 ou au plus tard début 2019), le recrutement en CDD de la doctorante en fin de thèse ou après sa soutenance lui permettrait de mener le projet à terme avec les moyens humains qu'il exige tout en bénéficiant de l'expérience qu'elle aura acquise les trois années précédentes.

Le projet prévoit également le recrutement de 5 stagiaires de Master 2<sup>ème</sup> année en 2018 et 2019 pour soutenir ou compléter certains aspects des travaux de thèse. Les stages auront lieu au GEGENAA, au LIEC, au LGE et à l'IRSTEA. Le budget prévisionnel de la phase 3 comprend la rémunération de 2 stagiaires sur les 5 prévus. Le coût mensuel est de 570 €/mois, soit 3420 € pour un stage et **6840 €** pour **deux stages de M2 de 6 mois** durant la phase 3 (1 en 2018 et 1 en 2019).

Tableau 6 : Coûts relatifs aux personnels permanents et non permanents sur la durée totale du projet.

		Coût employeur mensuel	Nb de mois	Total	Source de financement		
<b>Personnel non permanent</b>	Doctorante	2584	36	89000	Grand Reims		
	Stagiaires M2	570	18	10260	Contribution propre		
	Stagiaires M2	570	12	6840	AESN + Grand Est		
<b>Personnel permanent</b>	GEGENAA	MC	5291	39	206349	Contribution propre	
		PR	8322	3	24966		
		TCN	3299	20	65980		
	LIEC	PR	8322	12	99864		
		IE	4362	6	26172		
		TCN	3299	6	19794		
	IRSTEA	IDAE	6256	2	12512		
		IE	5129	3	15387		
		IDAE	3713	1	3713		AESN
		IE	3044	2	6088		AESN
		IDAE	3713	1	3713		AESN
	LGE	MC	5291	9	47619		
		IR	5771	3	17313		
	UR AFPA	PR	6102	6	36612		
	CA 51		7920	6,5	51480		
CIVC		6013	1	6013			
		3007	0,5	1504			
<b>Total</b>				<b>754223 €</b>			

### **Phase 1 : Instrumentation du bassin d'orages et mise au point des méthodes de mesures et de prélèvements *in situ***

Le montant total de l'aide financière relative à la phase 1 s'élevait à 96 798 € (Tableau 5). Elle concernait l'instrumentation du bassin d'orages de Nogent-l'Abbesse et comprenait l'acquisition de la totalité des appareils de mesures et de prélèvements, leur installation sur site et la formation à leur utilisation. Le nombre et la localisation des appareils de mesures (débitmètres, sondes de mesures, limnimètres) et de prélèvements (préleveurs automatiques) ont été conditionnés par les objectifs fixés dans le projet et par la conception du bassin d'orages. Leur acquisition a été possible en juillet 2017 et l'installation a été réalisée en août 2016. L'ensemble du matériel a été financé par l'Agence de l'Eau Seine-Normandie (77600 € ; 80%) et la Chambre d'Agriculture de la Marne (20000 € ; 20%). Pour information, des travaux de maçonnerie complémentaires sur le site d'étude (construction d'un dalot et d'une cuvette en sortie des buses d'entrées) ont été pris en charge par l'ASA de Nogent-l'Abbesse.

### **Phase 2 : Mise au point et optimisation des méthodes de mesures, de prélèvements, de préparation et d'analyses des échantillons**

La présente demande concerne essentiellement le financement de la mise au point des méthodes de préparation et d'analyses des échantillons liquides et solides (la mise au point des méthodes de mesures et de prélèvements *in situ* peut être considérée comme terminée même si des ajustements sont encore nécessaires). La mise au point de ces méthodes est indispensable pour l'obtention de données fiables dans le cadre du suivi hydrologique et géochimique des eaux et des particules et de l'étude des différents compartiments.

Cette demande comprend (Tableau 7) :

- l'achat de consommables et de petit matériel de laboratoire (14 800 €) ;
- les analyses des teneurs en pesticides et en ETM par les laboratoires partenaires (37 420 €) et par prestations extérieures (50 040 €) ;
- les missions de l'ensemble des partenaires académiques (déplacements sur site ; réunions du Comité de Pilotage du projet ; missions de la doctorante dans les laboratoires partenaires pour la mise au point des méthodes chimiques ; 8000 €).

La différence coûts complets-coûts directs des deux membres de l'IRSTEA impliqués dans le projet (9 801 €) est prise en charge par l'AESN.

La nature et le montant des différents besoins relatifs à la mise au point des méthodes de préparation, de traitement et d'analyses des échantillons tiennent compte de la fréquence et de la stratégie de prélèvements (Tableau 4). Ces chiffres seront ajustés à la fin de la phase 2 pour la demande de subvention suivante (Phase 3).

#### Consommables et petits équipements de laboratoire (montant total : 14800 €)

La séparation du matériel liquide et solide (MES) des eaux apportées au bassin d'orages, transférées d'un module à un autre et dans la tranche d'eau se fait par filtration. Pour cela, des systèmes de filtration (type Nalgène) en verre et en plastique supplémentaires doivent être acquis (le GEGENAA possède les pompes nécessaires à cette étape de séparation).

Les consommables de laboratoire comprennent, entre autres, les flacons de prélèvements en verre ou en PET pour l'étude des pesticides et les flacons en polypropylène pour l'étude des ETM, les filtres adaptés à la filtration des échantillons en vue de la détermination des teneurs en pesticides (polysulfone) et en ETM (polyéther de sulfone) dans les phases liquides et solides, l'ensemble des flacons de stockage après traitement des échantillons et avant analyse, etc.

Les produits chimiques servent à la minéralisation des échantillons solides (sédiment, MES et végétaux), aux extractions des pesticides et des ETM à partir des phases solides et au lavage préalable de l'ensemble des récipients et ustensiles pour éviter toute contamination des échantillons. Il faut y ajouter les solutions standards pour la calibration des différentes techniques analytiques employées.

Tableau 7 : Budget de la phase 2 du projet TRAPEZE et faisant l'objet de la demande de subvention dans le cadre du dispositif "Acquisition de connaissances, animation et outils de gestion pour la protection des eaux souterraines".

		Prix unitaire	Quantité	Prix total	Source de financement
<b>Consommables et petit équipement de laboratoire</b>	Systèmes de filtration Nalgène	200	4	800	AESN (80%) Grand Est (20%)
	Systèmes de filtration en verre	500	4	2000	
	Produits chimiques	4000	1	4000	
	Consommables divers	8000	1	8000	
<b>Sous-total</b>				<b>14800</b>	
<b>Analyses</b>	ICPAES (éléments majeurs et traces)	20	620	12400	AESN (80%) Grand Est (20%)
	Chromato liquide (pesticides)	50	450	22500	
	Chromato ionique (anions)	10	140	1400	
	COTmètre (carbone organique dissous)	8	140	1120	
<b>Sous-total</b>				<b>37420</b>	
<b>Prestations extérieures</b>	Large gamme de pesticides (eaux)	300	160	48000	AESN (80%) Grand Est (20%)
	Carbone organique particulaire (MES)	15	120	1800	
	Carbone organique particulaire (sédiment)	4	40	160	
	CaCO <sub>3</sub> (sédiment)	2	40	80	
<b>Sous-total</b>				<b>50040</b>	
<b>Missions</b>	Déplacements sur site GEGENAA	10	40	400	AESN (80%) Grand Est (20%)
	Déplacements partenaires académiques	400	10	4000	
	Déplacements et hébergements doctorante	1000	3	3000	
	Réunions du Comité de Pilotage du projet	300	2	600	
<b>Sous-total</b>				<b>8000</b>	
<b>Personnel</b>	Surcoût personnel IRSTEA			<b>9801</b>	AESN
<b>Total Phase 2</b>				120061 €	
Frais de Gestion URCA (4%)				4802 €	AESN (80%) Grand Est (20%)
<b>Total Phase 2 avec frais de gestion URCA</b>				<b>124863</b>	

#### Analyses (montant total : 87460 €)

Les analyses des échantillons liquides et solides (teneurs en éléments majeurs, pesticides, ETM, carbone organique, carbonates) sont réalisées au sein des unités de recherche impliquées dans le projet ou par des laboratoires extérieurs au projet (prestations extérieures).

L'analyse en routine d'une large gamme de pesticides dans les échantillons liquides (eaux de pluies, eaux apportées au bassin, eaux transférées d'un module à un autre, eaux de la tranche d'eau) est confiée à un laboratoire extérieur (Eurofins, Moulins, Allier ; 300 € par échantillon). Les analyses des pesticides après extraction depuis la phase solide (MES, sédiments, végétaux, biofilms) seront

réalisées au LIEC (50 € l'échantillon). Sont également compris les coûts de la mise au point des méthodes d'extraction et d'analyse.

Les teneurs en éléments majeurs et traces dans les eaux de pluies, les eaux apportées au bassin d'orages, les eaux transférées d'un module à un autre, la tranche d'eau, les sédiments, les végétaux les biofilms sont réalisées par ICPAES au GEGENAA et au LGE. Le coût de l'analyse d'un échantillon par ICPAES est de 20 € (comprenant les solutions étalons et le gaz).

L'analyse des teneurs en anions dans les phases liquides par chromatographie ionique au GEGENAA est de 10 € par échantillon. Les teneurs en carbone organique dissous dans les échantillons d'eaux et les teneurs en carbone organique particulaire dans les MES sont déterminées par l'UMR FARE de l'Université de Reims-Champagne-Ardenne (8 et 15 € par échantillon, respectivement). La détermination des teneurs en carbone organique (4 € par échantillon) et en carbonates (2 € par échantillon) dans les sédiments est effectuée par la Chaîne d'Analyses Marne Ardenne.

#### Missions (montant total : 8000 €)

La mise au point des appareils de mesures et de prélèvements et le prélèvement d'échantillons pour l'optimisation des méthodes *in situ* et en laboratoire nécessite le déplacement fréquent des membres du GEGENAA sur le site d'étude, situé à 12 km de Reims. Les partenaires académiques sont également amenés à se rendre sur le site d'étude et aux différentes réunions de travail pour que le projet bénéficie entièrement de leur expertise. Dès septembre 2017, la doctorante se rendra durant plusieurs jours consécutifs (1 ou 2 semaines, voire plus dans certains cas) dans les unités de recherche partenaires (LIEC, UL et LGE, UPEM) pour sa formation aux techniques de préparation, de traitement et d'analyse des échantillons liquides et solides. Elle sera également formée à la modélisation hydraulique du bassin d'orages à l'IRSTEA. Le coût de ses déplacements tient compte du transport et de son hébergement sur place.

### **Phase 3 : Suivi hydrologique et géochimique du bassin d'orages et étude des différents compartiments**

La phase 3 fera l'objet d'une demande de subvention auprès de l'AESN et de la Région Grand Est en janvier ou février 2018. Le budget prévisionnel, actuellement estimé à 291561 €, est donné à titre indicatif car il sera révisé en fonction des résultats obtenus et des décisions prises au cours et à la fin de la phase 2 (Tableau 8). La troisième demande de subvention comprendra :

- l'ensemble du suivi hydrologique et géochimique du bassin d'orages en 2018 et 2019 : analyses, consommables, missions (dont la participation à des congrès nationaux et/ou internationaux) ;
- la différence coûts complets-coûts directs des deux membres de l'IRSTEA impliqués dans le projet ;
- 2 stages de Master 2 d'une durée de 6 mois sur 5 envisagés pour soutenir ou compléter certains aspects des travaux de thèse.

L'estimation des coûts pour la phase 3 du projet apparaît dans le tableau 8. Les objets de la demande sont similaires à ceux de la phase 2 (consommables, analyses, missions) mais le montant total est supérieur. Le nombre d'échantillons sera en effet plus important car non seulement il correspondra à deux années de suivi et d'étude des différents compartiments (2018 et 2019) mais la fréquence de prélèvements des eaux de pluies, des eaux apportées au bassin et des eaux transférées d'un module à un autre sera plus élevée pour chacune de ces deux années (prélèvement de 20 pluies envisagé au lieu de 15 en 2017).

La troisième demande inclura également la participation à 8 congrès nationaux et/ou internationaux, indispensables pour que la formation de la doctorante soit complète et pour la communication des

conclusions de l'étude auprès de la communauté scientifique, à la fois par la doctorante (3 congrès) et par les chercheurs permanents (5 participations à congrès soit 1 par unité de recherche).

Tableau 8 : Budget estimé de la phase 3 du projet TRAPEZE (demande d'aide financière en janvier-février 2018).

		Prix unitaire	Quantité	Prix total	Source de financement
<b>Consommables</b>	Produits chimiques	4000	2	8000	AESN (80%) Grand Est (20%)
	Consommables divers	8000	2	16000	
	<b>Sous-total</b>			<b>24000</b>	
<b>Analyses</b>	ICPAES (éléments majeurs et traces)	20	1500	30000	AESN (80%) Grand Est (20%)
	Chromato liquide (pesticides)	50	800	40000	
	Chromato ionique (anions)	10	400	4000	
	COTmètre (carbone organique dissous)	8	400	3200	
	<b>Sous-total</b>			<b>77200</b>	
<b>Prestations extérieures</b>	Large gamme de pesticides (eaux)	300	400	120000	AESN (80%) Grand Est (20%)
	Carbone organique particulaire (MES)	15	250	3750	
	Carbone organique particulaire (sédiment)	4	100	400	
	CaCO <sub>3</sub> (sédiment)	2	100	200	
	<b>Sous-total</b>			<b>124350</b>	
<b>Missions</b>	Déplacements sur site GEGENAA	10	100	1000	AESN (80%) Grand Est (20%)
	Déplacements partenaires académiques	400	20	8000	
	Déplacements et hébergements doctorante	1000	7	7000	
	Réunions du Comité de Pilotage du projet	300	4	1200	
	Participation à des congrès	3000	8	24000	
	<b>Sous-total</b>			<b>41200</b>	
<b>Personnel</b>	Surcoût personnel IRSTEA			6757	AESN
	Stagiaires			6840	
	<b>Sous-total</b>			<b>13597</b>	
<b>Total Phase 3 estimé</b>				280347 €	
Frais de Gestion URCA (4%)				11214 €	AESN (80%) Grand Est (20%)
<b>Total Phase 3 estimé avec frais de gestion URCA</b>				<b>291561 €</b>	

## Bibliographie

- Ahmed I.A.M., Hamilton-Taylor J., Bierzoza M., Zhang H., Davison W., 2014. Improving and testing geochemical speciation predictions of metal ions in natural waters. *Water Research*, 67, 276-291.
- Alvarez, J.M., Lopez-Valdivia, L.M., Novillo, J., Obrador, A., Rico, M.I., 2006. Comparison of EDTA and sequential extraction tests for phytoavailability prediction of manganese and zinc in agricultural alkaline soils. *Geoderma*, 132, 450-463.
- Banas D., Marin B., Skraber S., Chopin E.I.B., Zanella A., 2010. Copper mobilization affected by weather conditions in a stormwater detention system receiving runoff waters from vineyard soils. *Environmental Pollution* 158 (2), 476-482.
- Besnard E., Chenu C., Robert M., 2001. Influence of organic amendments on copper distribution among particle-size and density fractions in Champagne vineyard soils. *Environmental Pollution*, 112, 329-337.
- Borne K.E., Fassman-Beck E.A., Tanner C.C., 2014. Floating treatment wetland influences on the fate of metals in road runoff retention pond. *Water Research*, 48, 430-442.
- Brun, L.A., Maillet, J., Hunsinger, P., Pépin, M., 2001. Evaluation of copper availability to plants in copper-contaminated vineyards soils. *Environmental Pollution*, 111, 293-302.
- Camponelli K.M., Lev S.M., Snodgrass J.W., Landa E.R., Casey R.E., 2010. Chemical fractionation of Cu and Zn in stormwater, roadway dust and stormwater pond sediments. *Environmental Pollution*, 158, 2143-2149.
- Cancès B., Ponthieu M., Castrec-Rouelle M., Aubry E., Benedetti M.F., 2003. Metal ions speciation in a soil and its solution: experimental data and model results. *Geoderma*, 113, 341-355.
- Chaignon V., Sanchez-Neira I., Herrmann P., Jaillard B., Hunsinger P., 2003. Copper availability and extractability as related to chemical properties of contaminated soils from a vine-growing area. *Environmental Pollution*, 123, 229-238.
- Chopin E.I.B., Marin B., Mkoungafoko R., Rigaux A., Hopgood M.J., Delannoy E., Cancès B., Laurain M., 2008. Factors affecting distribution and mobility of trace elements (Cu, Pb, Zn) in a perennial grapevine (*Vitis vinifera L.*) in the Champagne region of France. *Environmental Pollution*, 156, 1092-1098.
- Clozel B., Ruban V., Durand C., Conil P., 2006. Origin and mobility of heavy metals in contaminated sediments from retention and infiltration ponds. *Applied Geochemistry*, 21, 1781-1798.
- Datry T., Malard F., Vitry L., Hervant F., Gibert J., 2003. Solute dynamics in the bed sediments of a stormwater infiltration basin. *Journal of Hydrology*, 273, 217-233.
- Di Luca G.A., Maine M.A., Mufarrije M.M., Hada H.R., Sánchez G.C., Bonetto C.A., 2011. Metal retention and distribution in the sediments of a constructed wetland for industrial wastewater treatment. *Ecological Engineering*, 37, 1267-1275.
- Dousset S., Jacobson A.R., Dessogne J.B., Guichard N., Baveye P.C., Andreux F., 2007. Facilitated transport of diuron and glyphosate in high copper vineyard soils. *Environmental Science & Technology* 41, 8056-8061.
- Eggleton J. and Thomas K.V., 2004. A review of factors affecting the release and bioavailability of contaminants during sediment disturbance events. *Environment International*, 30, 973-980.
- El Bishlawi H., Shin J.Y., Jaffre P.R., 2013. Trace metal dynamics in the sediments of a constructed and natural urban tidal marsh: the role of iron, sulfide, and organic complexation. *Ecological Engineering*, 58, 133-141.
- Eriksson E., Baun A., Scholes L., Ledin A., Ahlman S., Revitt M., Noutsopoulos C., Mikkelsen P.S., 2007. Selected stormwater priority pollutants : a European perspective. *Science of the Total Environment*, 383, 41-51.
- Feng, M.-H., Shan, X.-Q., Zhang, S., Wen, B., 2005. A comparison of the rhizospherebased method with DTPA, EDTA, CaCl<sub>2</sub>, and NaNO<sub>3</sub> extraction methods for prediction of bioavailability of metals in soil to barley. *Environmental Pollution*, 137, 231-240.
- Gauthier A., Cancès B., Morvan X., Ponthieu M., Conreux A. et Marin B., 2013. Modalités de transfert des éléments traces métalliques par ruissellement et érosion diffuse dans les sols viticoles de Champagne. Rapport d'activités, Fondation du Site Paris-Reims, 43 p.
- Gill L.W., Ring P., Higgins N.M.P., Johnston P.M., 2014. Accumulation of heavy metals in a constructed wetlands treating road runoff. *Ecological Engineering*, 70, 133-139.
- Guitttonny-Philippe A., Masotti V., Höhener P., Boudenne J.L., Viglione J., Laffont-Schwob I., 2014. Constructed wetlands to reduce metal pollution from industrial catchments in aquatic Mediterranean

- ecosystems: A review to overcome obstacles and suggest potential solutions. *Environmental International*, 64, 1-16.
- Helmreich B., Hilliges R., Schriewer A., Horn H., 2010. Runoff pollutants of a highly trafficked urban road – Correlation analysis and seasonal influences. *Chemosphere*, 80, 991-997.
- Huguenot D., Bois P., Cornu J-Y, Jezequel K., Lollier M., Lebeau T., 2015. Remediation of sediment and water contaminated by copper in small-scaled constructed wetlands: effect of bioaugmentation and phytoextraction. *Environmental Science and Pollution Research*, 22, 721-732.
- Imfeld G., Lefrancq M., Maillard E., Payraudean S., 2012. Transport and attenuation of dissolved glyphosate and AMPA in a stormwater wetland. *Chemosphere*, 90, 1333-1339.
- Jacobson A.R., Dousset S., Guichard N., Baveye P., Andreux F., 2005. Diuron mobility through vineyard soils contaminated with copper. *Environmental Pollution*, 138, 250-259.
- Kayhanian M., McKenzie E.R., Leatherbarrow J.E., Young T.M., 2012. Characteristics of road sediment fractionated particles captured from paved surfaces, surface runoff and detention basins. *Science of the Total Environment*, 439, 172-186.
- Komárek M., Čadková E., Chrástný V., Bordas F., Bollinger J.C., 2010. Contamination of vineyard soils with fungicides: a review of environmental and toxicological aspects. *Environment International*, 36, 138-151.
- Kumar M., Furumai H., Kurisu F., Kasuga I., 2013. Tracing sources and distribution of heavy metals in road dust, soil and soakaway sediment through speciation and isotopic fingerprints. *Geoderma*, 211-212, 8-17.
- Landry D., Dousset S., Andreux F., 2004. Laboratory leaching studies of oryzalin and diuron through three undisturbed vineyard soil columns. *Chemosphere* 54, 735-742.
- Landry D., Dousset S., Andreux F., 2006. Leaching of oryzalin and diuron through undisturbed vineyard soil columns under outdoor conditions. *Chemosphere* 62, 1736-1747.
- Maillard E., Payraudeau S., Faivre E., Grégoire C., Gangloff S., Imfeld G., 2011. Removal of pesticides mixtures in a stormwater wetland collecting runoff from a vineyard catchment. *Science of the Total Environment*, 409, 2317-2324.
- Maine M.A., Suñe N., Hada H., Sánchez G., Bonetto C., 2009. Influence of vegetation on the removal of heavy metals and nutrients in a constructed wetland. *Journal of Environmental Management*, 90, 355-363.
- Marchand L., Mench M., Jacob D.L., Otte M.L., 2010. Metal and metalloid removal in constructed wetlands, with emphasis on the importance of plants and standardized measurements: a review. *Environmental Pollution*, 158, 3447-3461.
- Marin B., Chopin E.I.B., Jupinet B., Gauthier D., 2008. Comparison of microwave-assisted digestion procedures for total trace element content determination in calcareous soils. *Talanta*, 77 (1), 282-288, IF 3.722.
- Mirlean N., Roisenberg A., Chies J.O., 2007. Metal contamination of vineyard soils in wet subtropics (southern Brazil). *Environmental Pollution*, 149, 10-17.
- Morvan, X., Mouvet, C., Baran, N., Gutierrez, A., 2006. Pesticides in the groundwater of a spring draining a sandy aquifer: Temporal variability of concentrations and fluxes. *Journal of Contaminant Hydrology* 87 (3-4), pp. 176-190.
- Morvan X., Naisse C., Malam Issa O., Desprats J.F., A. Combaud A., Cerdan O., 2014. Effect of ground-cover type on surface runoff and subsequent soil erosion in Champagne vineyards in France. *Soil Use and Management*, 30 (3), 372–381.
- Nogueirol R.C., Alleoni L.R.F., Nachtigall G.R., 2010. Sequential extraction and availability of copper in Cu fungicide-amended vineyard soils from southern Brazil. *Journal of Hazardous Materials*, 181, 931-937.
- Ponthier H., Williams J.B., May E., 2004. Progressive changes in water and sediment quality in a wetland system for control of highway runoff. *The Science of the Total Environment*, 319, 215-224.
- Ponthieu M., Pourret O., Marin B., Schneider A., Morvan X., Conreux A., Cancès B., 2016. Evaluation of the impact of organic matter composition on metal speciation in calcareous soil solution: comparison of Model VI and NICA-Donnan. *Journal of Geochemical Exploration*, DOI 10.1016/j.gexplo.2016.01.017.
- Proffit S., Marin B., Cancès B., Ponthieu M., Sayen S., Guillon E., 2015. Using synthetic models to simulate aging of Cu contamination in soils. *Environmental Science and Pollution Research*. DOI: 10.1007/s11356-015-4291-3.
- Ribolzi O., Valles V., Gomez L., Voltz M., 2002. Speciation and origin of particulate copper in runoff water from a Mediterranean vineyard catchment. *Environmental Pollution*, 117, 261-271.

- Roussiez V., Probst A., Probst J.L., 2013. Significance of floods in metal dynamics and export in a small agricultural catchment. *Journal of Hydrology*, 499, 71-81.
- Sipos P., Németh T., Kis V.K., Mohai I., 2008. Sorption of copper, zinc and lead on soil mineral phases. *Chemosphere*, 73, 461-469.
- Stephansen D.A., Nielsen A.H., Hvitved-Jacobsen T., Arias C.A., Brix H., Vollertsen J., 2014. Distribution of metals in fauna, flora and sediments of wet detention ponds and natural shallow lakes. *Ecological Engineering*, 66, 43-51.
- Terzakis S., Fountoulakis M.S., Georgaki I., Albantakis D., Sabathianakis I., Karathanasis A.D., Kalogerakis N., Manios T., 2008. Constructed wetlands treating highway runoff in the Central Mediterranean region. *Chemosphere*, 72, 141-149.
- Tromp K., Lima A.T., Barendregt A., Verhoeven J.T.A., 2012. Retention of heavy metals and poly-aromatic hydrocarbons from road water in a constructed wetland and the effect of de-icing. *Journal of Hazardous Materials*, 230-204, 290-298.
- Unsworth E.R., Warnken K.W., Zhang H., Davison W., Black F., Buffle J., Cao J., Cleven R., Galceran J., Gunkel P., Kalis E., Kistler D., Van Leeuwen H. P., Martin M., Noël S., Nur Y., Odzak N., Puy J., Van Riemsdijk W., Sigg L., Temminghoff E., Tercier-Waeber M-L., Toepperwien S., Town R. M., Weng L., Xue H., 2006. Model Predictions of Metal Speciation in Freshwaters Compared to Measurements by In Situ Techniques. *Environmental Science and Technology*, 40, 1942-1949.
- Ure A.M., Quevauviller P., Muntau H., Griepink B., 1993. Speciation of heavy metals in soils and sediments. An account of the improvement and harmonization of extraction techniques undertaken under the auspices of the BCR of the Commission of the European Communities. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, 51, 135-151.
- Vallée R., Dousset S., Billet D., Benoit M., 2014. Sorption of selected pesticides on soils, sediment and straw from vegetated agricultural drainage ditch or pond constructed. *Environmental Science and Pollution Research* 21, 4895-4905.
- Vallée R., Dousset S., Billet D., 2015. Influence of substrate water saturation on pesticide dissipation in constructed wetlands. *Environmental Science and Pollution Research*, sous presse.
- Vymazal J., Švehla J., Kröpfelová L., Chrástný V., 2007. Trace metals in *Phragmites australis* and *Phalaris arundinacea* growing in constructed and natural wetlands. *Science of the Total Environment*, 380, 154-162.
- Wang, X., Shan, X., Zhang, S., Wen, B., 2004. A model for evaluation of the phytoavailability of trace elements to vegetables under the field conditions. *Chemosphere*, 55, 811-822.
- Yu, S., He, Z.L., Huang, C.Y., Chen, G.C., Calvert, D.V., 2004. Copper fractionation and extractability in two contaminated variable charge soils. *Geoderma*, 123, 163-175.

**Annexe :** Liste des matières actives utilisées sur le bassin versant viticole de Nogent-l'Abbesse sur la période 2010-2016 (données fournies par la Coopérative vinicole de Nogent-l'Abbesse). Les cinq pesticides en rouge sont ceux faisant l'objet d'une étude détaillée dans les matières en suspension, les sédiments et les végétaux.

Aclonifen**	Indoxacarbe**
Alphaméthrine*	Iprovalicarbe*
Ametoctradine*	Isoxaben**
Aminotriazole*	Krésoxim-méthyl*
Benalaxyl**	Lufénuron*
Boscalid**	Mancozèbe**
Chlorpyrifos-éthyl**	Mandipropamide*
<b>Cyazofamide*</b>	Méfénoxam*
Cycloxydime**	Mépanipirim*
Cyflufénamid**	Méthylidinocap*
Cymoxanil**	Metrafénone**
Deltaméthrine**	Myclobutanil*
Dichlobénil*	N-Phosphonométhylglycine**
Difénoconazole**	<b>Oryzalin*</b>
Diméthomorphe**	Oxyfluorène*
Dinocap*	Penconazole*
Disodium phosphonate*	Penoxsulame*
Dithianon*	Propizamide**
Fenhéxamid*	Proquinazid**
Fénoxicarbe*	Pyraclostrobin**
Flazasulfuron*	Pyriméthanil**
Fluazinam**	Quinoxifène*
<b>Fludioxonil**</b>	Spinosad**
Flufénoxuron*	Spiroxamine**
Flumioxazine*	Tébuconazole**
<b>Fluopicolide*</b>	Tébufénozide*
Fluopyram**	Tétraconazole**
Fluzilazole*	Thiocyanate d'ammonium*
<b>Folpel**</b>	Triadiménol**
Fosétyl-aluminium*	Trifloxystrobine**
Glufosinate d'ammonium*	Zoxamide**
Glyphosate**	

\* Matières actives utilisées en viticulture

\*\* Matières actives utilisées en viticulture et en agriculture