

Faculté des Sciences et Techniques

Licence Professionnelle

Métiers de la Protection et de la Gestion de l'Environnement

Parcours Traitement des eaux

2023/2024

**Etude de faisabilité pour la gestion des eaux pluviales issues des
toitures photovoltaïques du Tennis-Padel et du Dojo-Foot
de la commune de Verteillac**



BROUARD Corentin

Stage effectué du 1er septembre au 31 août 2024

Agence Technique Départementale de la Dordogne (ATD 24)

Responsable du stage

Thomas BERSINGER

Responsable de service AMO et Expert eaux pluviales

Tuteur universitaire

Michel BAUDU

Enseignant-Chercheur à
l'Université de Limoges





Remerciements

Je tiens à remercier l'Agence Technique Départementale de la Dordogne (24) et plus particulièrement Mr Marc BOUCHER, directeur du pôle Eaux et Assainissement, de m'avoir accueilli et de m'avoir permis de réaliser ma période d'apprentissage au sein de leur établissement.

Mes remerciements s'adressent également à mon maître d'apprentissage Mr Thomas BERSINGER qui m'a permis de m'intégrer pleinement au sein de l'équipe et ainsi de pouvoir acquérir les connaissances dans les meilleures conditions.

De plus, je tiens à remercier l'ensemble de l'équipe du pôle Eaux et Assainissement qui m'a accueilli de manière très conviviale favorisant mon intégration, mon implication ainsi que mes prises de connaissances. Leurs nombreux conseils m'ont été d'une grande aide dans la réalisation de mon projet mais aussi dans l'ensemble des tâches du quotidien m'ayant été confiées.

Cette période d'alternance m'a permis de mettre en application les connaissances abordées en cours mais surtout de les enrichir. J'ai ainsi pu découvrir et comprendre de manière concrète les missions d'un assistant à maîtrise d'ouvrage.

Liste des abréviations

ATD 24 : Agence Technique Départementale de la Dordogne (24).

STEU : Station de Traitement des Eaux Usées.

EP : Eau Pluviale. On entend par « eaux pluviales », l'eau de pluie dès lors qu'elle a touché le sol et qu'elle ruisselle sur la surface.

GIEP : Gestion Intégrée des Eaux Pluviales.

ICU : Ilot de Chaleur Urbain. Il désigne la différence de température de l'air et des surfaces entre les zones urbanisées et les zones rurales avoisinantes.

Evapotranspiration : L'évapotranspiration correspond à une perte d'eau due à deux phénomènes : l'évaporation de l'eau du sol et la transpiration par les plantes. Elle est exprimée généralement en hauteur moyenne évaporée sur la surface considérée pendant une durée définie.

Imperméabilisation : L'imperméabilisation des sols correspond au recouvrement d'un sol par un matériau imperméable qui entraîne une altération de la capacité d'infiltration de l'eau du sol.

Désimperméabilisation : La désimperméabilisation consiste à remplacer une surface imperméable par une surface perméable, en permettant ainsi de rétablir au mieux les fonctions assurées par le sol avant aménagement.



Droits d'auteurs

Cette création est mise à disposition selon le Contrat :

« **Attribution-Pas d'Utilisation Commerciale-Pas de modification 4.0 France** »

disponible en ligne : <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>





Table des matières

1. Introduction	8
2. Présentation de la structure d'accueil	9
2.1. Pôle Eaux et Assainissement.....	9
2.1.1. Assistance à maîtrise d'ouvrage et eaux pluviales	9
3. Contexte.....	12
4. Gestion intégrée des eaux pluviales	13
4.1. Les techniques alternatives.....	14
4.2. Les questions qui peuvent se poser	14
5. Le projet de Verteillac.....	18
5.1. Présentation de l'étude	18
5.2. Localisation de l'étude.....	19
5.3. Scénarios envisagés.....	20
5.3.1. Gestion des eaux pluviales via une tranchée d'infiltration et une noue	20
5.3.1.1. Toiture Tennis-Padel.....	20
5.3.1.2. Toiture Dojo-Foot	22
5.3.2. Dimensionnement des ouvrages	24
5.3.3. Gestion des eaux pluviales avec cuve de récupération	24
5.3.3.1. Estimation du volume récupérable	25
5.3.3.2. Toiture Tennis-Padel.....	25
5.3.3.3. Toiture Dojo-Foot	26
6. Eléments financiers	28
7. Conclusion	29

Table des illustrations

Figure 1 : Vue aérienne du projet.	18
Figure 2 : Localisation de la commune par rapport au département de la Dordogne et vue aérienne de la situation actuelle du site considéré.....	19
Figure 3 : Vues de la situation actuelle du site considéré.	19
Figure 4 : Vue de dessus de l'emplacement possible de la tranchée d'infiltration.	20
Figure 5 : Schémas d'une tranchée d'infiltration (source : Guide gestion des EP Agglo Loire Forez).....	21
Figure 6 : Vue de dessus de l'emplacement possible de la noue.....	22
Figure 7 : Schéma d'une noue (source : Adopta).....	23
Figure 8 : Vue de dessus de l'emplacement possible de la cuve enterrée et photo d'une cuve enterrée.....	26
Figure 9 : Vue de dessus de l'emplacement possible de la citerne souple et photo d'une citerne souple.....	27



Table des tableaux

Tableau 1 : Organisation du service AMO	9
Tableau 2 : L'ensemble des accompagnements proposés par l'ATD 24 (AMO)	10
Tableau 3 : Précipitations moyennes à Ribérac et estimation du volume stockable.....	25
Tableau 4 : Estimations des travaux sans cuve de récupération	28
Tableau 5 : Estimations des travaux avec cuve de récupération	28

1. Introduction

L'Agence Technique Départementale de la Dordogne (24) a été sollicitée par la commune de Verteillac pour réaliser une étude de faisabilité technique et financière. Verteillac a deux projets sportifs ambitieux. Les travaux envisagés vont transformer de la surface perméable, initialement favorable à l'infiltration de l'eau pluviale, en bâtiments sportifs sur lesquels des toitures photovoltaïques seront installées. Les eaux de ruissellement générées par ces nouvelles structures devront être efficacement gérées pour éviter toute nuisance dans ces espaces.

L'imperméabilisation croissante des sols en milieu urbain pose des défis environnementaux significatifs. En effet, elle contribue par exemple, à l'augmentation des îlots de chaleur urbains et complique la gestion des eaux pluviales. La gestion dite "tout-tuyau", traditionnellement employée, n'est plus suffisante pour répondre aux exigences actuelles de durabilité et de résilience urbaine.

Dans ce contexte, la gestion intégrée des eaux pluviales, reposant sur des techniques alternatives, apparaît comme une solution prometteuse. Elle vise à minimiser les impacts négatifs de l'imperméabilisation tout en favorisant le développement durable. Cette étude de faisabilité explorera les stratégies qui peuvent être mises en place pour gérer les eaux de ruissellement, en mettant l'accent sur des approches respectueuses de l'environnement et adaptées aux défis locaux.



2. Présentation de la structure d'accueil

L'Agence Technique Départementale de la Dordogne est subdivisée en trois pôles :

- Pôle Aménagement territorial ;
- Pôle Gestion des territoires ;
- Pôle Eaux et Assainissement.

2.1. Pôle Eaux et Assainissement

Le pôle Eaux et Assainissement est lui-même subdivisé en trois parties :

- Assistance Administrative ;
- Assistance Technique (SATESE) ;
- Assistance à maîtrise d'ouvrage et eaux pluviales (AMO).

2.1.1. Assistance à maîtrise d'ouvrage et eaux pluviales

Le service, assistance à maîtrise d'ouvrage et eaux pluviales, compte aujourd'hui huit personnes dans son service (*tableau 1*).

Tableau 1 : Organisation du service AMO

Nom	Poste
Thomas BERSINGER	Responsable du service et Expert eaux pluviales
Stéphanie MINNE	Chargée de projets et Experte d'études de gouvernance
Sandrine BUTRUILLE	Chargée de projets et Experte d'études de gouvernance
Bastien VERGNAUD	Chargé de projets schémas directeurs et suivis de maîtrise d'œuvre
Tristan LEGER	Chargé de projets schémas directeurs et suivis de maîtrise d'œuvre
Alexandre GILBERT	Chargé de projets schémas directeurs et suivis de maîtrise d'œuvre
Victor BENON	Chargé de projets schémas directeurs et suivis de maîtrise d'œuvre
Corentin BROUARD	Apprenti



Le service AMO est un service public qui accompagne les collectivités sur leurs projets d'assainissement, d'eau potable et d'eau pluviale. Les missions d'assistance sont extrêmement variées dans les thèmes qu'elles abordent puisque les collectivités adhérentes sont confrontées à une grande diversité de problématiques et de défis à relever. Le tableau 2 ci-dessous regroupe tous les accompagnements possibles que propose l'ATD 24 selon le projet de la collectivité.

Tableau 2 : L'ensemble des accompagnements proposés par l'ATD 24 (AMO)

Assainissement	Eau potable	Eau pluviale
Etudes de faisabilité, pré-chiffrage d'études ou de travaux	Etudes financières	Assistance technique, études de faisabilité
Travaux de stations d'épuration, réseaux d'assainissement et études diagnostiques (aide au recrutement d'un maître d'œuvre, suivis du chantier, suivi techniques et financiers)	Assistance à l'élaboration et au pilotage d'un PPI	Conseils
Etudes financières du budget d'assainissement (niveau de la redevance, structure tarifaire, amortissements)	Assistance au renouvellement et au suivi des contrats de concession de service	Expertise métrologie et modélisation
Etudes stratégiques (transfert de compétence à l'intercommunalité)	Assistance à la réalisation d'études techniques et stratégiques (études diagnostiques, études de transfert de compétence eau potable)	Assistance à maîtrise d'ouvrage pour des études et des travaux
Aide au renouvellement et au suivi des contrats de concession de service (DSP)	Etudes de faisabilité technico-économiques	Appui pour le montage des dossiers de subvention Agence de l'Eau
		Actions de formation et de sensibilisation des élus et des professionnels

L'ensemble du pôle Eaux et Assainissement accompagne les collectivités dans la gestion des eaux pluviales et promeut la gestion intégrée des eaux pluviales.



Ma principale mission concernant l'eau pluviale à l'ATD 24 est de monter des dossiers de subvention. La démarche est la suivante :

- 1- Nous sommes contactés par une commune de la Dordogne, qui nous fait part de son projet de désimperméabilisation ou nous missionne pour réaliser une étude de faisabilité.
- 2- A la suite de ce premier échange, on se rend sur place afin d'échanger sur leur projet avec le ou les élus et parfois avec le maître d'œuvre qu'ils ont engagé. Si le projet est déjà établi et réfléchi, nos échanges se portent sur les améliorations qu'il est possible de faire afin d'avoir le projet le plus ambitieux possible. En revanche, si rien n'a été fait, l'échange porte sur les souhaits du maître d'ouvrage, sur les techniques à mettre en place afin d'avoir un projet ambitieux et le plus abouti possible.
- 3- D'autres réunions peuvent avoir lieu s'il reste des points qui ne sont pas clairs, s'il faut apporter des modifications ...
- 4- Il faut savoir que le 11^e programme de l'Agence de l'Eau Adour-Garonne finance les projets de désimperméabilisation de l'existant jusqu'à 50% et celui-ci se termine fin 2024.
- 5- Pour finir, si le projet avait été préalablement établi, un dossier d'aide de subventions est monté et sera ensuite envoyé par la commune à l'Agence de l'Eau Adour-Garonne afin d'obtenir leurs aides financières. Si le projet part de zéro, une étude de faisabilité est rédigée dans laquelle différents scénarios techniques peuvent être présentés avec, pour chacun, une estimation financière, qui est envoyée à la commune. À la suite de cet envoi, une délibération sera faite par les élus afin de déterminer, au travers de cette étude, quel scénario leur semble être le plus favorable et si la capacité financière de la commune permet d'engager un maître d'œuvre pour les travaux.

3. Contexte

Depuis le 19^e siècle, la gestion de l'eau en milieu urbain s'est basée sur le principe du « tout-tuyau », visant à évacuer rapidement les eaux usées et pluviales hors des villes, pour des raisons sanitaires, via des tuyaux enterrés. Cette approche, héritée du courant hygiéniste, a conduit à l'imperméabilisation massive des sols urbains, limitant l'infiltration et augmentant le ruissellement. Pendant des décennies, les réseaux d'assainissement ont parfaitement assuré les services attendus. Cependant, des événements exceptionnels de plus en plus fréquents ; inondations, sécheresses et canicules accentuant les îlots de chaleur urbains, perturbent les écosystèmes et les populations. Ces différents problèmes nous montrent que ce modèle a atteint ses limites et nous prouvent qu'il faut gérer différemment l'eau pluviale.

Aujourd'hui plus de 80% de la population française vit en ville où chaque m² de sol compte. Cette conjoncture fait que l'usage des sols se fait préférentiellement pour du foncier ou de la voirie au détriment d'espaces verts et végétalisés. Cette urbanisation croissante et l'utilisation de matériaux imperméables comme le béton et l'enrobé ont accentué les problèmes de gestion des eaux pluviales. De plus, l'imperméabilisation des sols modifie le bilan hydrologique urbain, diminuant l'infiltration et augmentant le ruissellement, ce qui a des conséquences négatives.

La gestion intégrée des eaux pluviales est un enjeu crucial pour préserver la qualité de l'eau. En effet, plus l'eau parcourt un long trajet dans les réseaux avant d'être rejetée, plus elle se charge en polluants. Il est donc essentiel de gérer ces eaux à la source. Bien que les eaux de pluie contiennent quelques particules de pollution atmosphérique en arrivant au sol, cette pollution reste très faible, et la pluie peut être considérée comme propre. Cependant, la majorité des substances polluantes proviennent du lessivage des surfaces sur lesquelles les eaux ruissellent (toitures, voiries, parkings ...). De ce fait, plus le chemin parcouru par les eaux pluviales sera court, moins elles seront polluées, soulignant ainsi l'importance d'une gestion de proximité avec un maximum de surfaces perméables.

Ainsi, il est crucial de revoir notre modèle d'aménagement pour faire évoluer les pratiques vers les techniques dites alternatives permettant de gérer la goutte d'eau au plus près d'où elle tombe. En effet, le principe de rejet des eaux pluviales au réseau a atteint ses limites face aux événements climatiques exceptionnels de plus en plus fréquents. Concrètement, il s'agit de délaissier la circulation des eaux pluviales dans des tuyaux enterrés et invisibles, au profit d'écoulements à la surface, avec des espaces verts comme moyen de traitement.



4. Gestion intégrée des eaux pluviales

La stratégie "ville perméable" vise à désimperméabiliser les sols et à favoriser l'infiltration des eaux pluviales. Cette approche moderne contribue non seulement à améliorer le cadre de vie urbain, mais aussi à encourager les démarches de participation citoyenne dans la végétalisation de la ville. En intégrant les citoyens dans ces projets, on favorise une prise de conscience collective et une implication directe dans la création d'espaces verts, ce qui renforce le lien social et la qualité de vie en milieu urbain.

Depuis les années 2000, la gestion des eaux pluviales s'oriente vers un mode de gestion à la source. Plutôt que d'évacuer les eaux vers des exutoires, on privilégie leur infiltration, leur stockage et leur rétention sur place. Des ouvrages spécifiques tels que les noues et les tranchées d'infiltration sont mis en place pour faciliter cette gestion. Ces infrastructures offrent plusieurs avantages significatifs : elles allègent les réseaux en profitant du rôle filtrant des sols ce qui réduit la pollution dans les eaux de ruissellement, et permettent de réduire les coûts de gestion des eaux pluviales. De plus, rediriger les eaux pluviales vers les plantations en place permet d'économiser l'eau d'arrosage, offrant ainsi une utilisation plus durable des ressources en eau.

Les ouvrages de gestion des eaux pluviales, en facilitant l'évapotranspiration, contribuent également à réduire les effets des îlots de chaleur urbains. En abaissant les températures de l'air de quelques degrés, ils améliorent le confort de vie en ville. L'aspect paysager est également amélioré, ce qui favorise le retour de l'eau en ville et renforce la biodiversité urbaine. Ces aménagements transforment les espaces urbains en lieux plus agréables et plus verts, participant ainsi à la création d'une ville durable et résiliente.

La gestion des eaux pluviales présente de nombreux enjeux, défis et solutions techniques spécifiques. Parmi ces enjeux, la protection des personnes, des biens et de l'environnement est primordiale. Une mauvaise gestion des eaux pluviales peut entraîner des inondations à l'inverse une gestion efficace permet de créer une ville plus agréable à vivre, plus durable et moins coûteuse en entretien de ses réseaux. Aujourd'hui, il est crucial de concevoir des espaces multi-usages, comme des bassins secs qui peuvent traiter les eaux lors des pluies et servir de parcs par beau temps, des stationnements perméables ou encore de simples noues. Ces solutions permettent de gérer les eaux pluviales de manière efficace tout en évitant les débordements des réseaux lors des fortes pluies, les bassins bétonnés consommateurs d'espace, et les surcharges hydrauliques des stations d'épuration qui peuvent déverser des eaux usées non traitées dans les milieux naturels.

La gestion intégrée des eaux pluviales est donc une démarche qui prône l'absence d'infrastructures spécifiquement dédiées à l'eau pluviale. Elle repose sur l'utilisation des différents espaces d'un projet pour gérer les eaux de pluie. On parle alors de plurifonctionnalité des ouvrages (par exemple : un parking qui infiltre l'eau pluviale reste un parking).



4.1. Les techniques alternatives

Les techniques alternatives : on parle ici d'alternatives au « tout-tuyau ». L'idée est de ne plus enterrer l'eau pour l'évacuer vers un bassin ou un réseau, mais de la collecter à proximité immédiate de son point de chute et de la laisser s'infiltrer, idéalement dans des espaces végétalisés : noues, tranchée d'infiltration, toiture végétalisée ... On parle alors de solutions fondées sur la nature, mais également de services « gratuits » rendus par la nature.

Cette boîte à outils des techniques alternatives regroupe les solutions dites fondées sur la nature et les techniques grises. Les solutions fondées sur la nature sont des ouvrages végétalisés qui participent au grand cycle de l'eau et à l'embellissement de l'espace sans l'imperméabiliser (noue, toiture végétalisée, espaces verts ...). Les techniques grises quant à elles, peuvent permettre la minéralisation de l'espace sans l'imperméabiliser (chaussée à structure réservoir, revêtements perméables) et l'infiltration des eaux pluviales via des ouvrages enterrés (puits d'infiltration, tranchée d'infiltration, cuve de récupération ...). La gestion intégrée des eaux pluviales entend de profiter de chaque espace en le rendant multifonctionnel (loisir, mobilité, eau, paysager). La mise en place de ces solutions est possible aussi bien en urbanisation nouvelle qu'en urbanisation existante.

Développer ces différentes solutions permettant d'infiltrer les eaux pluviales dans le sol est une approche intéressante tant que le plan environnemental qu'économique. De façon synthétique les avantages sont les suivants :

- Diminuer les ruissellements et donc les débordements du réseau mais également la pollution présente dans les eaux pluviales ;
- Création d'îlots de fraîcheur et de biodiversité ;
- Végétaliser des espaces urbains, amélioration du cadre de vie et du confort ;
- Respecter le grand cycle de l'eau et recharger les nappes phréatiques ;
- Adaptation de la ville au changement climatique ;
- Elimination naturelle des polluants par le sol et par les végétaux ;
- Faire des économies sur le coût de traitement des eaux pluviales avec moins de volume à gérer.

Cette nouvelle démarche nécessite de revoir notre vision classique de l'aménagement. Néanmoins, elle suscite des interrogations voir des appréhensions pour certains.

4.2. Les questions qui peuvent se poser

En sachant que dès lors que les eaux pluviales ruissellent à la surface, elles se chargent en pollution, l'ensemble des acteurs qui ne viennent pas du domaine de l'eau peuvent s'interroger sur la nécessité de traiter les eaux pluviales avant infiltration. Pour rappel, la pollution des eaux pluviales provient de leur ruissellement (toitures, voiries, parkings ...). A partir du moment que celles-ci ont peu ruisselé, ce qui est le cas avec la gestion durable et intégrée des eaux pluviales, leur infiltration ne pose aucun souci, sans besoin d'ouvrages quelconques de traitement ou de prétraitement.



Les collectivités sont en droit de se demander si finalement les techniques alternatives sont véritablement moins chères que la gestion traditionnelle dite « tout-tuyau ». Comme dit précédemment, la technique traditionnelle est coûteuse et limitative. En effet, la gestion par le « tout-tuyau » impose la collecte, le transport et le traitement des eaux pluviales par les STEU avant rejet au milieu nature. Mettre en place des techniques alternatives favorise la gestion à la source des eaux pluviales, limitant ainsi le transfert de celles-ci et de fait les coûts de transport des eaux pluviales sont économisés. Collecter moins d'eaux pluviales dans les réseaux, c'est aussi moins d'eaux claires parasites à traiter sur les STEU. Dans le cas d'une gestion intégrée, la collecte se fait in situ via des espaces plurifonctionnels, le transport est peu ou pas existant. Les surcoûts identifiés sur certains projets sont par exemple des noues qui s'étirent sur de grandes longueurs ou bien des noues difficiles d'accès pour faire leur entretien.

Dans le contexte actuel de densification des espaces urbanisés, les collectivités sont peu enclines à consommer du foncier uniquement pour la gestion des eaux pluviales. L'inquiétude peut paraître légitime car d'une gestion « tout-tuyau » traditionnelle et « cachée », on tend vers une gestion en surface, visible. Il est vrai que si l'on considère la gestion des eaux pluviales comme une succession d'ouvrages, une consommation de foncier en découle. Cependant, lorsque que l'on envisage une gestion intégrée des eaux pluviales, les notions d'adaptation de l'espace et de multifonctionnalité prédominent. Dans toute opération, les espaces dédiés à la gestion pluviale doivent être recherchés sur les toitures, au sol, en domaine public ou privé, partout où le stockage temporaire, l'évaporation et l'infiltration de l'eau de pluie peuvent être envisagés sans nuire aux usages premiers des surfaces.

Quand la gestion intégrée des eaux pluviales est abordée, il ressort fréquemment les notions de risque ou inquiétude dans les témoignages d'élus et dans les retours des riverains. Des nuisances peuvent apparaître et sont perceptibles par les habitants lorsque la gestion pluviale est réalisée en surface. La présence temporaire d'eau en surface s'accompagne donc d'un développement de la faune et de la flore. Dans certains cas, cette apparition en milieu urbanisé modifie la perception des paysages par la population riveraine, en raison de la création de milieux humides ou de marres temporaires favorables au développement d'insectes ou à l'installation d'espèces telles que la grenouille ou le crapaud qui peuvent être source de nuisances sonores. Une apparition de plantes invasives et/ou allergisantes peut également être observée si aucune mesure de gestion n'est mise en œuvre. Il s'agit de la contrepartie associée à la présence d'un peu plus de nature en ville.

Autre inquiétude, le risque de chutes ou la peur de la noyade. Même si aucun accident n'a pour l'instant été signalé, et que le danger n'est pas supérieur à celui présenté par d'autres objets urbains, ce risque est réel. Il est donc nécessaire de le prendre en compte lorsque l'on conçoit un ouvrage. Les solutions possibles pour s'en prémunir reviennent à limiter les pentes des berges et créer des barrières naturelles végétales.

La meilleure précaution à prendre pour lutter contre les différentes inquiétudes est de faire des efforts de communication visant à montrer que les avantages apportés par le développement de la biodiversité en ville compensent très largement les inconvénients.

Il est aussi légitime de se demander si la stabilité des bâtiments n'est pas menacée lorsque des ouvrages comme une noue ou une tranchée d'infiltration sont installées à proximité de ceux-ci. Les fondations des bâtiments sont conçues pour être dans un sol susceptible de contenir une certaine quantité d'eau et il n'y a généralement aucun risque à infiltrer l'eau de la toiture à proximité immédiate du bâtiment. Pour plus de sûreté, il est possible d'ajouter une géo-membrane sur la partie enterrée de l'ouvrage la plus proche des habitations pour étanchéifier les parois.

La complexité ou la sensation de complexité de l'entretien des ouvrages de gestion des eaux pluviales provient en grande partie d'un manque de connaissances lié aux nouveaux modes de gestion et à une nouvelle manière d'appréhender les eaux pluviales. Un réseau de canalisations n'est pas nécessairement plus simple d'entretien qu'une gestion intégrée et ce d'autant plus que les ouvrages sont enterrés et que leur état de détérioration est moins visible. C'est le changement dans les pratiques d'entretien ou du personnel réalisant cet entretien qui est au cœur de cette complexité. Un autre constat sur la gestion des eaux pluviales est la multifonctionnalité des usages. Un ouvrage intégré a une fonction hydraulique mais c'est également un parking, un espace de loisir, une voirie, une cours d'école, une place publique... L'entretien est alors sensiblement le même que si la fonction hydraulique n'existait pas. Certains ouvrages tels que les puits d'infiltration et les toitures végétalisées sont plus techniques. L'entretien n'est pas nécessairement complexe mais demande une formation des agents qui en ont la charge. L'entretien des ouvrages est primordial et constitue une condition majeure pour en maintenir le bon fonctionnement. Ce constat n'est pas propre à la gestion pluviale mais aux nuisances inhérentes à un mauvais entretien pouvant être rapidement visibles par les citoyens et dégradant le cadre de vie quotidien (présence de déchets, stagnation d'eau ...). Il est donc nécessaire d'avoir des échanges entre les différents acteurs et veiller à ce que les agents d'entretien aient une formation sur les techniques nouvelles afin que la GIEP soit efficace.

Cette nouvelle approche se résume en quelques idées :

- Réaffirmer la dimension politique de gestion des eaux pluviales en faisant de cette question une action porteuse de sens (lutte contre le changement climatique, défense de la biodiversité, limitation du ruissellement ...) et d'amélioration du cadre de vie (lutte contre les îlots de chaleur, amélioration du paysage urbain, création d'espace de rencontre ...);
- Sortir de la vision technique du réseau qui considère l'eau pluviale comme un simple flux et réfléchir à la façon la plus efficace de prendre en compte la multiplicité des enjeux ;
- Démocratiser et rendre transversale la gestion des eaux pluviales en faisant participer tous les acteurs, de l'élu à l'habitant en passant par le technicien, le bureau d'étude et les associations ...

La gestion intégrée n'implique pas nécessairement la création de nouveaux ouvrages ou d'espaces. L'adaptation de l'existant pour permettre la gestion des eaux pluviales se résume parfois à la modification simple de l'espace (suppression des bordures, pente légère, changement de revêtement ...).

Les idées et les démarches de gestion intégrée des eaux pluviales ne sont pas réservées uniquement aux grandes villes ou aux grandes intercommunalités. Sur plusieurs communes rurales, il existe des exemples de gestion pluviale fonctionnels et adaptés aux problématiques. Les communes rurales n'ont pas les mêmes moyens financiers ou humains ou le même objectif de communication pour mettre en valeur leurs réalisations. Cela ne veut pas dire que leurs réalisations ne sont pas intéressantes et ne contribuent pas à l'objectif global de gestion des eaux pluviales.

5. Le projet de Verteillac

5.1. Présentation de l'étude

La commune de Verteillac a deux projets sportifs (*figure 1*). Le premier projet est de remplacer les deux cours de tennis par un hangar photovoltaïque sous lequel un nouveau cours de tennis ainsi que deux terrains de padel seraient créés (1 420 m²). Le deuxième projet est de détruire l'actuel dojo qui est en mauvais état, en le remplaçant par un hangar photovoltaïque le long du terrain de foot sous lequel un nouveau dojo serait aménagé ainsi que des vestiaires, des toilettes, des tribunes et un club-house pour l'équipe de foot (1 008 m²).

Les travaux envisagés vont réduire la surface perméable, initialement propice à l'infiltration de l'eau, en la remplaçant par des toitures photovoltaïques. Les eaux de ruissellement issues de ces toitures devront être gérées afin de ne pas engendrer de nuisances au niveau de ces espaces. De plus, il est à noter qu'en 2021, lors de fortes précipitations, deux secteurs de la commune de Verteillac ont subi des débordements d'eaux pluviales de ruissellement qui ont impacté plusieurs habitations. Un de ces secteurs concerne notamment le lotissement « Le Pontis » situé à l'aval immédiat du projet. Des aménagements ont été alors faits pour mettre un terme à ces problèmes.

La commune souhaite donc mettre en place une gestion efficace des eaux pluviales provenant des futures toitures. L'objectif est de collecter les eaux de ruissellement issues des toitures afin de favoriser leur infiltration et/ou leur stockage. La commune a donc missionné l'ATD 24 pour étudier la faisabilité technique et financière du projet.



Figure 1 : Vue aérienne du projet.

5.2. Localisation de l'étude

La commune de Verteillac fait partie de la communauté de communes du Périgord Ribéracois, en Dordogne. Elle est située à 40 kilomètres au Nord-Ouest de Périgueux et compte 549 habitants. Les figures 2 et 3 localisent et permettent de visualiser le site de l'étude.

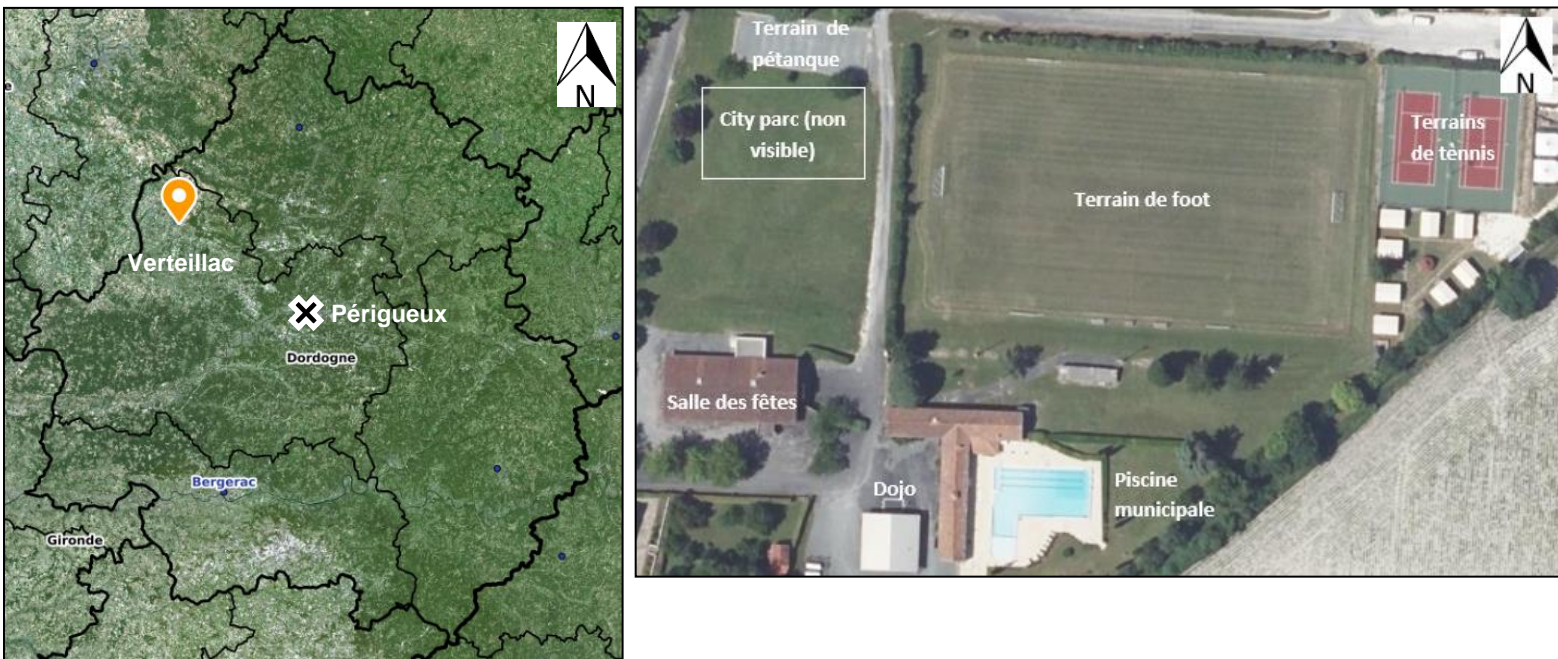


Figure 2 : Localisation de la commune par rapport au département de la Dordogne et vue aérienne de la situation actuelle du site considéré.



Figure 3 : Vues de la situation actuelle du site considéré.

5.3. Scénarios envisagés

Afin de ne pas causer de désagréments, il est nécessaire de gérer les eaux pluviales de ruissellement issues des deux toitures. Pour cela deux scénarios sont envisageables. Scénario 1 : la mise en place d'ouvrages de stockage et infiltration des eaux pluviales. Scénario 2 : la mise en place de deux cuves de stockage des eaux en complément des ouvrages déjà étudiés.

5.3.1. Gestion des eaux pluviales via une tranchée d'infiltration et une noue

Mettre en place une noue et/ou une tranchée d'infiltration pour gérer les eaux pluviales issues des toitures présente plusieurs intérêts. Tout d'abord, ces dispositifs permettent de réduire significativement le ruissellement des eaux pluviales, minimisant ainsi les risques d'inondation et d'érosion des sols. De plus, elles permettent lors des fortes précipitations de stocker temporairement les eaux pluviales. Elles favorisent également l'infiltration des eaux pluviales dans le sol, contribuant à la recharge des nappes phréatiques.

5.3.1.1. Toiture Tennis-Padel

Concernant la gestion des eaux pluviales issues de la toiture du terrain du Tennis-Padel, il est préférable de mettre en place une tranchée d'infiltration plutôt qu'une noue le long du terrain de foot. En effet, la tranchée d'infiltration assure une gestion efficace des eaux pluviales tout en préservant l'accessibilité du site (possibilité de circulation piétonne ou de véhicules légers).

L'emplacement envisagé de la tranchée d'infiltration est schématisé ci-dessous (figure 4).

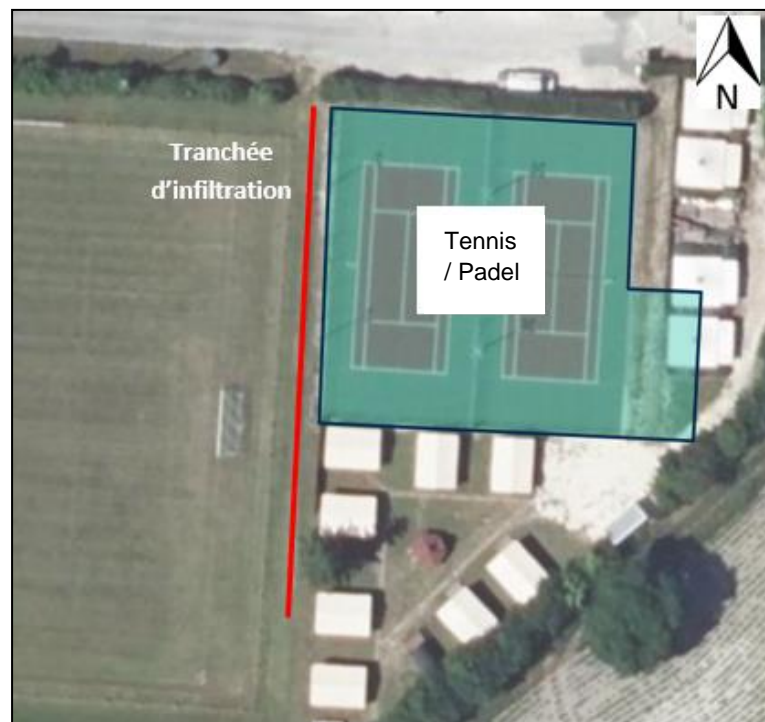


Figure 4 : Vue de dessus de l'emplacement possible de la tranchée d'infiltration.

La tranchée d'infiltration (figure 5) est un ouvrage enterré de stockage et d'infiltration des eaux de pluie. Elle est constituée d'un massif de cailloux entouré d'un géotextile et muni d'un drain central permettant une répartition homogène des eaux dans le massif. Afin de prévenir d'un colmatage et de garantir son efficacité à long terme, un regard d'injection en amont est recommandé pour permettre la décantation des matières telles que les feuilles. De plus, pour assurer sa durabilité, divers matériaux sont utilisés. Le géotextile est essentiel pour éviter l'introduction de fines particules telles que de la terre, du sable ou des gravillons et les matériaux stockant souterrains sont généralement des cailloux en raison de leur indice de vide élevé. Cette structure linéaire peut être recouverte de terre végétale et enherbée ou non recouverte avec des galets visibles au sol.

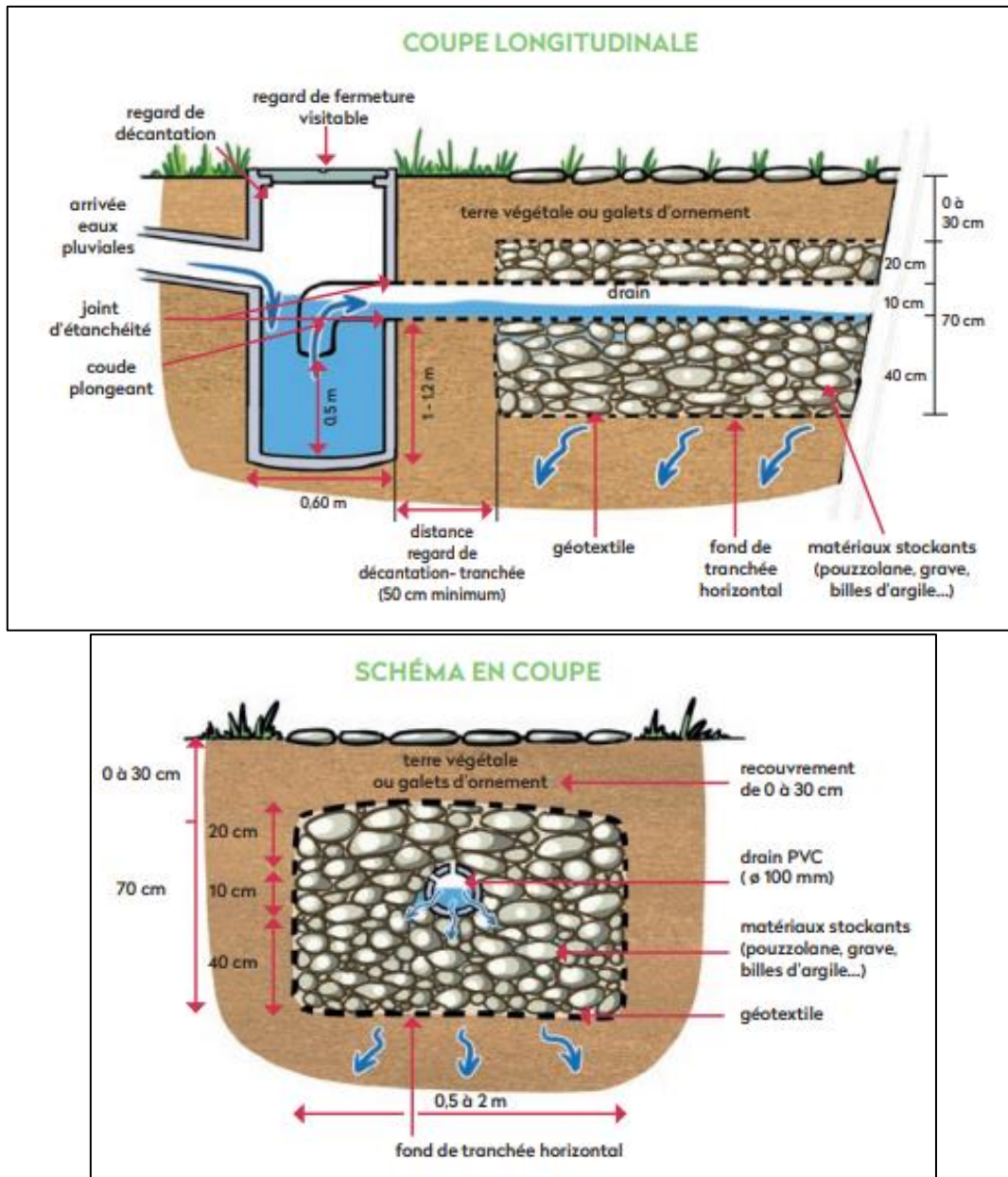


Figure 5 : Schémas d'une tranchée d'infiltration (source : Guide gestion des EP Agglo Loire Forez)

Remarque 1 :

Les eaux pluviales des toitures devront être ramenées du côté de la tranchée d'infiltration. Celle-ci pourra également être positionnée à d'autres emplacements (comme le long de la route ou du camping par exemple) mais en l'état actuel du projet, l'emplacement situé le long du stade de foot semble être le plus propice.

Remarque 2 :

La tranchée d'infiltration peut être remplacée ou complétée par un dispositif fonctionnant sur le même principe de type puisard ou puit d'infiltration, à condition de respecter le dimensionnement.

Remarque 3 :

A noter que le raccordement des gouttières au réseau eaux pluviales existant semble délicat pour deux raisons. Premièrement, celui-ci se situe à une distance d'environ 100 mètres ce qui implique des coûts d'extension importants. Deuxièmement, vu les problèmes d'eaux pluviales qu'a connu le lotissement à l'aval par le passé, il ne semble pas opportun de rajouter des eaux de ruissellement sur ce secteur ce qui pourrait contribuer à la saturation du réseau.

5.3.1.2. Toiture Dojo-Foot

Concernant la gestion des eaux pluviales issues de la toiture du Dojo-Foot, il est préférable de mettre en place une noue plutôt qu'une tranchée d'infiltration en raison de son coût moindre et de l'espace disponible autour du bâtiment.

L'emplacement envisagé de la noue est schématisé ci-dessous (figure 6).

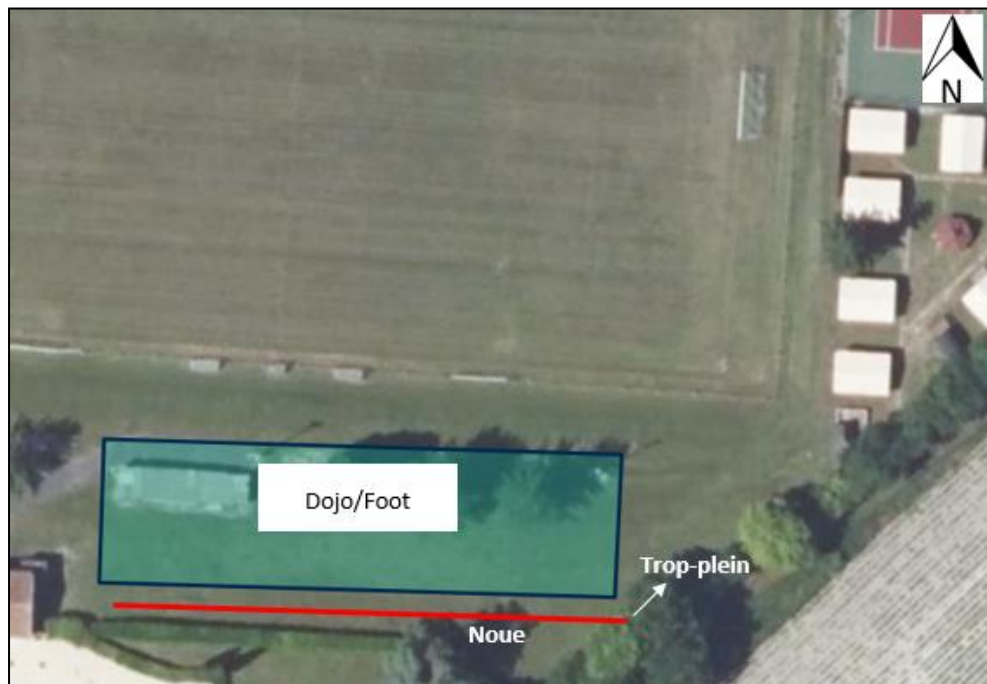


Figure 6 : Vue de dessus de l'emplacement possible de la noue.

La noue est un ouvrage à ciel ouvert constitué par une simple dépression douce et végétalisée dans le sol dans laquelle l'eau vient se stocker et s'infiltrer, ce qui contribue à la recharge de la nappe phréatique. Elle diffère d'un fossé par des pentes plus douces et du fait qu'elle soit végétalisée ce qui favorise l'infiltration et l'intégration paysagère (figure 7).

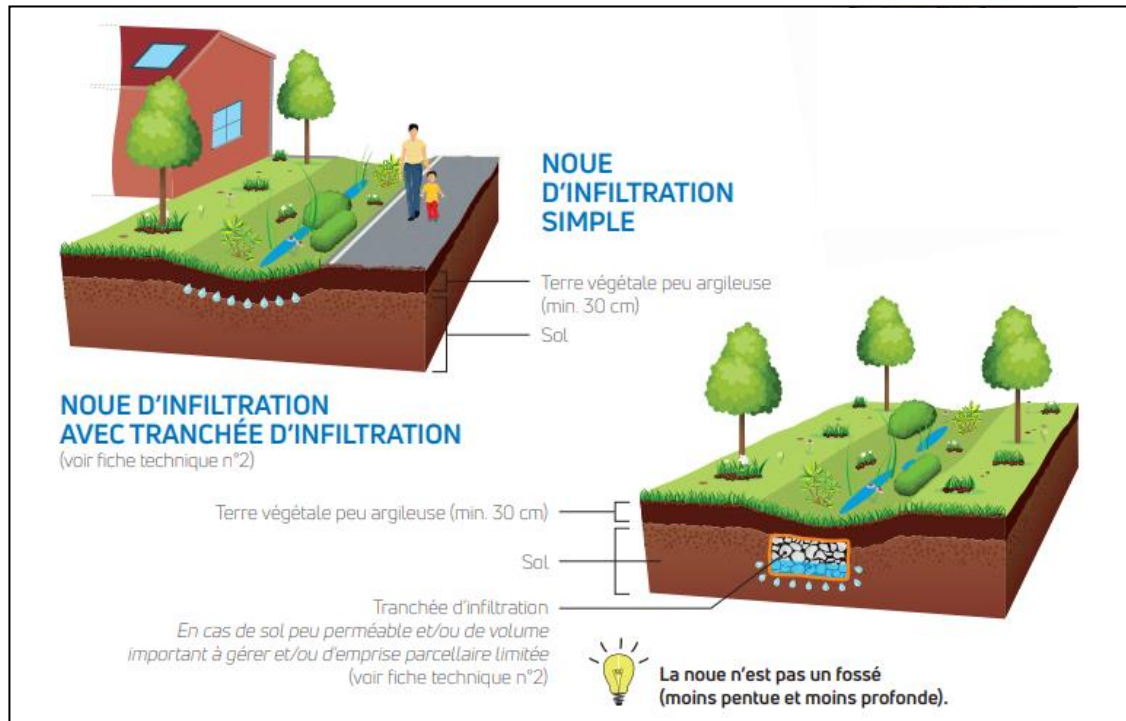


Figure 7 : Schéma d'une noue (source : Adopta)

Remarque 1 :

Les eaux pluviales des toitures devront être ramenées du côté de la noue. Celle-ci pourra également être positionnée à d'autres emplacements si besoin. Le positionnement à l'arrière présente l'avantage de ne pas poser de problème du fait de la très faible fréquentation de cet espace. En revanche, cela nécessitera du terrassement vu la pente du terrain. Un écartement suffisant par rapport au bâtiment ainsi qu'une protection adaptée des fondations devra être mise en place afin de ne pas avoir de problèmes d'humidité dans le bâtiment.

Remarque 2 :

Afin de réduire l'emprise foncière de la noue, celle-ci peut être complétée par un ouvrage de type tranchée d'infiltration qui permet la circulation des engins ou des usagers dessus.

Remarque 3 :

A noter que pour le raccordement des gouttières au réseau eaux pluviales existant semble peu adapté pour ce site pour les mêmes raisons que décrites ci-dessus, ce bâtiment étant situé encore plus loin du réseau existant.

5.3.2. Dimensionnement des ouvrages

Il faut savoir qu'il existe différents types de pluies que l'on peut classer en termes de pluies faibles, moyennes, fortes et exceptionnelles. Les pluies sont catégorisées à partir de la fréquence d'observation. Cette dernière dépend de la hauteur de pluie qui tombe pendant un temps donné. Le changement climatique tend à augmenter la fréquence des phénomènes intenses c'est-à-dire plus de pluie sur des durées plus courtes et plus souvent. Selon le niveau de service et le niveau de protection souhaités par la collectivité, une période de retour plus ou moins forte de maîtrise des eaux pluviales doit être choisie.

Le dimensionnement de la tranchée d'infiltration et de la noue a été étudié pour une pluie décennale (période de retour de 10 ans) avec une perméabilité théorique du sol de 3×10^{-6} m/s. A noter qu'en l'absence de données réelles une perméabilité moyenne pour ce type de sol (Santonien inférieur, calcaires gris glauconieux en plaquettes) a été prise en compte et elle devra être confirmée en phase maîtrise d'œuvre. Les calculs réalisés utilisent la méthode des pluies avec les coefficients de Montana de la station de Saint-Martial-Viveyrol (station météorologique de référence la plus proche de la commune considérée).

Il s'avère qu'une tranchée d'infiltration de 60 mètres de long, 2 mètre de large et 1 mètre de profondeur (pour le Tennis-Padel) et une noue de 50 mètres de long, 2 mètres de large et 0,4 mètre de profondeur (pour le Dojo-Foot) permettrait de gérer par stockage et infiltration une pluie de retour de 10 ans.

De plus, en accord avec la mairie, en cas de précipitations exceptionnellement fortes, le terrain de football, pourrait être utilisé comme bassin de rétention temporaire. Cette solution permettrait de maîtriser les flux d'eau et d'éviter de réitérer les problèmes de débordements des eaux pluviales de ruissellement, tout en contribuant à la durabilité et à la résilience des infrastructures communales.

5.3.3. Gestion des eaux pluviales avec cuve de récupération

Pour chacune des toitures la mise en place d'une cuve de récupération des eaux pluviales en complément des ouvrages présentés ci-dessus peut être intéressante. En effet, la cuve permet de stocker les eaux de pluie pour une utilisation ultérieure, réduisant ainsi la consommation d'eau potable pour des usages tels que l'arrosage du terrain de foot, l'arrosage des espaces verts ou du lavage.

Pour le stockage des eaux pluviales il existe deux possibilités : le stockage dans des cuves enterrées ou dans des cuves aériennes. Le stockage en cuves enterrées présente le gros avantage d'être plus esthétique mais surtout de ne pas consommer d'espace en surface. En revanche le coût global de l'installation est nettement plus élevé (cuve + système de filtration et de pompage + génie civil). La seconde possibilité concerne le stockage en surface à l'aide de citernes souples qui présentent un inconvénient esthétique et de consommation d'espace. En revanche cette possibilité est beaucoup plus économe et présente l'avantage de permettre la fabrication de citernes sur mesure avec des dimensions adaptées au site.

Si la solution d'utiliser des cuves de récupération était retenue, il faudra prévoir en amont un accès à celles-ci afin de venir y récupérer de l'eau ainsi que les systèmes de pompage et de raccordement.



5.3.3.1. Estimation du volume récupérable

Afin de connaître le volume d'eau de pluie qu'il est possible de récupérer chaque année, des données sur les précipitations et les surfaces sur lesquelles les précipitations sont récupérables sont nécessaires. Les données de précipitations sont présentées ci-dessous. Il s'agit des quatre dernières années de relevés (2020 à 2023) à Ribérac (station de référence la plus proche). Il peut être envisagé de stocker puis d'infiltrer les eaux pluviales issues des futures toitures des bâtiments sportifs, ce qui représente une surface totale de 2 428 m². Le volume qu'il est possible de récupérer sur une année est présenté dans le tableau 3 ci-dessous.

Tableau 3 : Précipitations moyennes à Ribérac et estimation du volume stockable

	Précipitations moyennes Ribérac (mm) de 2020 à 2023	Volume théorique recueilli – Tennis/Padel (m ³)	Volume théorique recueilli – Dojo/Foot (m ³)	Volume théorique recueilli – Tennis/Padel + Dojo/Foot (m ³)
Total annuel	587	833	591	1 424

Ainsi, si on prend la moyenne des données pluviométriques des quatre dernières années, en récupérant l'ensemble des eaux pluviales des toitures, c'est un volume d'environ 1 400 m³ qui serait potentiellement utilisable.

5.3.3.2. Toiture Tennis-Padel

Concernant la gestion des eaux pluviales issues de la toiture du hangar du Tennis-Padel, il est préférable de mettre en place une cuve enterrée plutôt qu'une citerne souple. En effet, il ne semble pas y avoir d'espace suffisant en surface. De plus, la proximité immédiate du camping oblige à une intégration paysagère optimale.

Le volume annuellement récupérable est de plus de 800 m³ mais l'intégralité de ce volume n'est pas stockable. En effet, en solution enterrée, un volume de cuve (en une ou plusieurs cuves) de 100 m³ est déjà conséquent et représente des coûts significatifs (voir partie suivante). A la cuve en elle-même il faut prévoir les systèmes de filtration, de pompage, le trop plein vers la tranchée et les accès. Cette eau pourrait être utilisée par la commune ou le camping.

L'emplacement envisagé de la cuve est schématisé ci-dessous (*figure 8*).



Figure 8 : Vue de dessus de l'emplacement possible de la cuve enterrée et photo d'une cuve enterrée.

5.3.3.3. Toiture Dojo-Foot

Concernant la gestion des eaux pluviales issues de la toiture du hangar du Dojo-Foot, il semble préférable de mettre en place une citerne souple plutôt qu'une cuve enterrée. En effet, la citerne souple est beaucoup plus économe et elle peut être déplacée et fabriquée aux dimensions adaptées au site pour permettre un stockage conséquent. De plus, l'espace disponible est plus important sur ce secteur et la cuve peut plus facilement être dissimulée derrière des haies par exemple.

Le volume annuellement récupérable est près de 600 m³ mais l'intégralité de ce volume est difficilement stockable. En aérien, un volume de 100 m³ est tout à fait possible et semble cohérent avec l'espace disponible. Si cette solution était retenue, il faudra prévoir la pose sur un lit de sable, les accès, les systèmes de filtration et de connexion ainsi qu'un système de trop plein vers la noue.

L'emplacement envisagé de la citerne est schématisé ci-dessous (*figure 9*).

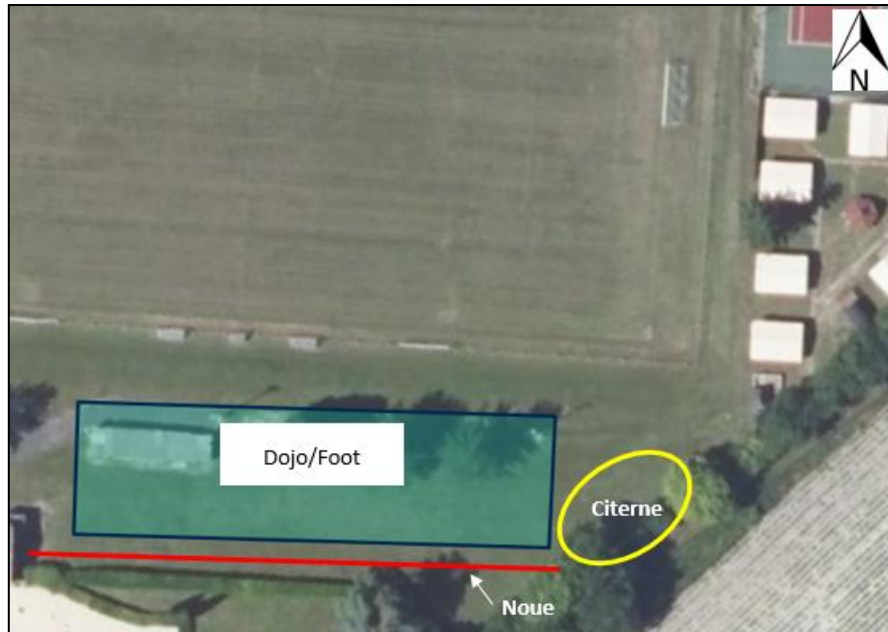


Figure 9 : Vue de dessus de l'emplacement possible de la citerne souple et photo d'une citerne souple.

Pour les deux espaces, l'installation d'une cuve de récupération des eaux pluviales augmente fortement le volume de stockage global. Ainsi, en conservant les dimensions présentées pour la noue et la tranchée drainante, l'ensemble du système de gestion des eaux pourrait permettre de gérer la pluie centennale.

Par ailleurs, en captant une partie des eaux pluviales, la cuve permet de réduire la quantité d'eau dirigée vers la tranchée d'infiltration ou la noue ce qui permettrait d'en réduire le dimensionnement ou de gérer des événements plus violents tout en conservant les dimensionnements présentés ci-dessus.

6. Eléments financiers

Des estimations de coût sont présentées dans le tableau 4 ci-dessous (**SANS** cuve de récupération).

Tableau 4 : Estimations des travaux sans cuve de récupération

	Coût
Installation chantier	2 000 €
Noue paysagère (Dojo/foot)	4 000 €
Tranchée drainante (Tennis/padle)	13 000 €
Mise en place gouttières	6 500 €
Divers et imprévus (15 %)	3 825 €
Total des travaux HT	29 325 €
TVA 20 %	5 865 €
Total des travaux TTC	35 190 €

Des estimations de coût sont présentées dans le tableau 5 ci-dessous (**AVEC** cuve de récupération).

Tableau 5 : Estimations des travaux avec cuve de récupération

	Coût
Installation chantier	2 500 €
Noue paysagère (Dojo/Foot)	4 000 €
Tranchée drainante (Tennis/Padel)	13 000 €
Cuve enterrée (100 m ³)	35 000 €
Citerne souple (100 m ³)	7 000 €
Mise en place gouttières	6 500 €
Divers et imprévus (15 %)	10 200 €
Total des travaux HT	78 200 €
TVA 20 %	15 640 €
Total des travaux TTC	93 840 €

Ces montants peuvent varier en fonction d'éventuelles contraintes non mises en exergue à ce stade de l'étude. Etant donné la disparité des prix observés sur l'ensemble du Département, la consultation d'entreprises locales semble importante pour les confirmer.



7. Conclusion

L'Agence Technique Départementale de la Dordogne (24) a entrepris une étude de faisabilité pour répondre aux besoins de la commune de Verteillac dans le cadre de leurs deux projets sportifs ambitieux. Ces projets nécessitent la transformation de surfaces perméables en bâtiments sportifs, posant ainsi des défis en matière de gestion des eaux pluviales. L'augmentation de l'imperméabilisation en milieu urbain entraîne des problèmes environnementaux significatifs, tels que l'augmentation des îlots de chaleur et la gestion complexe des eaux pluviales. La gestion "tout tuyau" traditionnelle est insuffisante face aux exigences actuelles de durabilité et de résilience urbaine.

Pour relever ces défis, la gestion intégrée des eaux pluviales est une solution prometteuse. Cette approche vise à minimiser les impacts négatifs de l'imperméabilisation tout en soutenant le développement durable. Dans ce contexte, deux scénarios sont envisagés pour la gestion des eaux de ruissellement des nouvelles structures :

- 1- La mise en place d'ouvrages de stockage et d'infiltration des eaux pluviales (noue et tranchée d'infiltration).
- 2- L'installation de deux cuves de stockage des eaux en complément des ouvrages étudiés.

Ces techniques alternatives sont en adéquation avec les principes de la gestion intégrée des eaux pluviales, qui comprennent la gestion de l'eau au plus près de son point de chute, la prévention du ruissellement, la non-imperméabilisation des sols, le stockage et la gestion de l'eau via des techniques alternatives, et la multifonctionnalité des espaces.

Cependant, la perte de surface perméable reste inévitable, et les travaux représentent un investissement financier conséquent. Bien que les défis environnementaux et économiques soient présents, la mise en œuvre de ces techniques alternatives permettra de gérer efficacement les eaux pluviales tout en soutenant les objectifs de durabilité et de résilience urbaine pour la commune de Verteillac.

Pour finir, les élus délibéreront afin de déterminer à travers cette étude quel scénario leur semble être le plus favorable et si la commune a la capacité d'engager un maître d'œuvre pour la réalisation des travaux. Si ce projet a lieu, une étude plus précise sera faite par la suite.



Etude de faisabilité pour la gestion des eaux pluviales issues des toitures photovoltaïques du Tennis-Padel et du Dojo-Foot de la commune de Verteillac

L'Agence Technique Départementale de la Dordogne (24) a été missionnée par la commune de Verteillac pour faire une étude de faisabilité pour deux projets sportifs. Ces projets nécessitent la transformation de surfaces perméables en bâtiments sportifs, soulevant des défis de gestion des eaux pluviales. Deux scénarios sont envisagés. Le premier est la mise en place d'ouvrages de stockage et d'infiltration des eaux pluviales (noue et tranchée d'infiltration) et le deuxième est l'installation de deux cuves de stockage des eaux en complément des ouvrages étudiés. Les techniques alternatives, telles que la noue pour le bâtiment Dojo-Foot et la tranchée d'infiltration pour le bâtiment Tennis-Padel, s'alignent avec les principes de gestion durable et intégrée des eaux pluviales, visant à minimiser les impacts de l'imperméabilisation. Des cuves de récupération (enterrée pour le Tennis-Padel et citerne souple pour le Dojo-Foot) peuvent aussi être ajoutées. A la suite de cette étude, les élus délibèreront pour déterminer le scénario qui leur semble être le plus favorable. Si ce projet a lieu, une seconde étude plus précise suivra pour le finaliser.

Mots-clés : Etude de faisabilité, Gestion intégrée des eaux pluviales, Techniques alternatives, Espace multifonctionnel

Feasibility study for the management of stormwater from photovoltaic roofs of the Tennis-Padel and Dojo-Foot in the municipality of Verteillac.

The Agence Technique Départementale de la Dordogne (24) was commissioned by the commune of Verteillac to carry out a feasibility study for two sports projects. These projects involve transforming permeable surfaces into sports buildings, raising challenges in terms of rainwater management. Two scenarios are envisaged. The first one is the installation of rainwater storage and infiltration structures (swales and infiltration trenches) and the second one is the installation of two water storage tanks to complement the structures studied. The alternative techniques, such as the ditch for the Dojo-Football building and the infiltration trench for the Tennis-Padel building, are in line with the principles of sustainable and integrated stormwater management, aimed at minimising the impact of waterproofing. Collection tanks (underground for Tennis-Padel and flexible for Dojo-Football) can also be added. Following this study, the elected representatives will deliberate on which scenario they feel is the most favourable. If this project goes ahead, a second, more detailed study will follow to finalise it.

Keywords : Feasibility study, Integrated stormwater management, Alternative techniques, Multifunctional space

