



# Rapport Cluster EMS

Gestion écologique et valorisation des eaux urbaines sur les sites urbains : études comparatives à partir des retours d'expérience et des études préalables sur les villes d'Orly, de Choisy le Roi et de Valenton

Rédacteur : M. Gaudin, stagiaire  
Supervision : L. Dechesne, directeur ; C. Henao, Doctorante

Thèmes : Eutrophisation, phytorestauration, qualité de l'eau, captation des eaux pluviales, biodiversité, gestion par les usages, pilotage, trame bleue, trame verte, sol, milieu, innovation



<b><i>I Problématisation</i></b>	<b>6</b>
<b>1) Définition du périmètre</b>	<b>6</b>
A : Périmètre géographique des sites	6
B : Un peu d'histoire	6
C : Périmètres administratifs & Objectifs	8
E : Habitants	10
<b>2) Analyse technique en entonnoir</b>	<b>12</b>
A : Climat	12
B : Géologie & Risques	14
C : Hydrogéologie & réseau hydrologique	16
D : Topographie des parcs	18
E : Hydrologie & Flux d'eau	20
G : Milieux & milieux naturels	44
<b><i>II Usages des eaux stagnantes</i></b>	<b>57</b>
<b><i>III Solutions techniques</i></b>	<b>58</b>

## Introduction

Cette analyse comparative de 3 sites a pour but de mettre en évidence les problématiques auxquelles sont confrontés différents acteurs pour l'utilisation de leur mare. C'est un foncier difficile à valoriser, avec contraintes propres, et des problématiques multiples, nécessitant une approche transdisciplinaire et holistique. Nous analyserons 3+1 sites qui ont été choisies pour représenter l'ensemble des mares d'Ile de France.

La résidence du Petit Mare est un ensemble de 380 logements sociaux, situé dans la commune de Valenton (Val de Marne). C'est un parc privé, géré par I3F, situé à flanc de coteau. A l'intérieur se situe une mare de 1000 m<sup>2</sup>, actuellement fermé au public. Les processus d'alimentation du bassin sont mal cernés. L'eau est inexploitée, stagnante, avec un niveau d'eutrophisation avancée. Pourtant le site et les habitats alentours paraissent intéressants, notamment par la proximité avec le Tégéval, une trame verte en construction, reliant deux zones d'intérêts faunistiques et floristiques. I3F souhaite valoriser ce patrimoine.

Le Parc de la Mairie de Choisy est un parc classé public depuis 1942, situé dans la plaine alluviale autour de la Seine. Il est géré par la mairie de Choisy le Roi, en lien avec la DRIEE de par son caractère classé. Il contient un bassin en amont de 100 m<sup>2</sup> avec une fontaine centrale en couronne et en aval une mare de 1000 m<sup>2</sup>. Tandis que la fontaine est traitée au chlore et aux produits anti-algues, l'mare quant à lui est en eutrophisation progressive, malgré un curage régulier, et des aérateurs pour rendre l'eau non stagnante. La faune est faible et la flore absente. Les agents de la Mairie veulent construire un plan pour revitaliser cette espace, véritable vitrine de l'hôtel de ville, en incluant les deux plans d'eau.

Le Parc Georges Méliès est un patrimoine paysager exceptionnel, véritable poumon de 5,4 ha en plein cœur d'Orly. C'est un parc public géré par les services de la mairie d'Orly, situé quasiment au niveau du plateau de Rungis. Le parc est d'un ru issu de sources du plateau de Rungis, tombant en différents bassins, se terminant par une mare de 3000 m<sup>2</sup> environ. En réhabilitation depuis 2018, le site est aujourd'hui terminé, avec une mare oligotrophe (inverse d'eutrophe), une végétation d'eau douce plantée, et un ensemble de mesures pour ramener la biodiversité. Malgré cela, certaine action reste à mener.

Le cluster EMS a été appelé pour trouver des solutions et innovations possibles pour améliorer la qualité des eaux, milieux et sols, pour trouver des nouveaux usages pour valoriser ce foncier, mais aussi mettre en réseau les acteurs du réseau. Mon rôle est d'arriver par cette analyse comparative, à faire comprendre les enjeux et les solutions pour ces mares d'Ile de France, ainsi que d'arriver à la création d'un outil sur la gestion des eaux stagnantes par leur qualité de l'eau, outil qui sera critiqué dans une rencontre le 13 octobre 2020 au cluster EMS. L'ensemble va servir pour construire une mare dans la zone de Navigateurs, un nouveau programme de renouvellement urbain (NPRU) situé entre les villes de Choisy le Roi et d'Orly.

## Délimitations géographiques : Les parcs étudiés dans le territoire

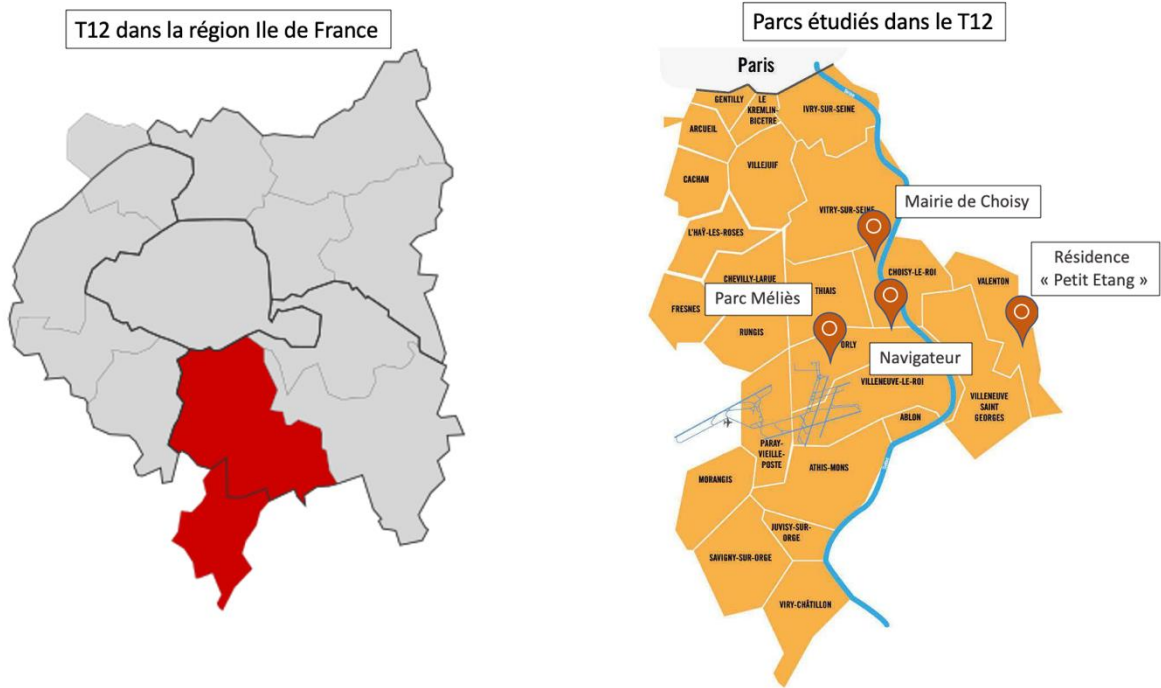


Figure 1 : Délimitation géographique des parcs étudiés

## Délimitation géographique : Cartes des parcs

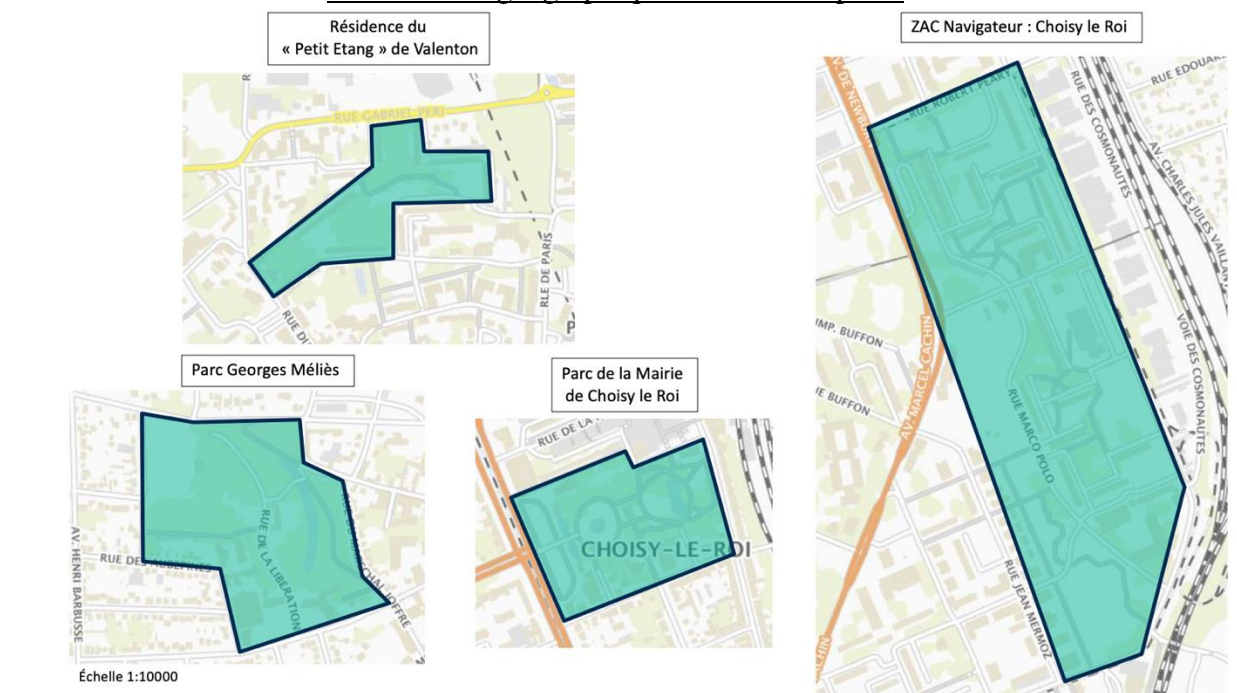


Figure 2 : Territoires des parcs sur une échelle commune 1 :10000 (géoportail)

# I Problématisation

## 1) Définition du périmètre

### A : Périmètre géographique des sites

Toutes les zones étudiées sont situées en Ile de France, dans le département du Val de Marne. L'ensemble du territoire autour de Paris est aujourd'hui dans une seule intercommunalité : la métropole du Grand Paris (MGP), créée par la loi NOTRe. Elle est divisée en 12 établissements public territorial (EPT), numéroté de T1 à T12. Les zones qui nous intéressent sont dans le T12, le Grand Orly Seine Bièvre (GOSB), situé au Sud de Paris. L'EPT GOSB a été créé le 1<sup>er</sup> Janvier 2016, dans les départements du Val de Marne et de l'Essonne. Il compte 24 communes, dont Valenton, Orly, et Choisy le Roi. Il compte au total 696 420 habitants en 2016.

Sur ces cartes, nous pouvons voir les trois parcs et le NPRU Navigateurs :

- Le parc de la résidence dit du « Petit Étang » à Valenton (+52,5m NGF à l'étang)
- Le parc de la mairie de Choisy le Roi (+39m NGF à la surface de l'étang)
- Le parc Georges Méliès dans la commune d'Orly (+66m NGF à la surface de l'étang)
- La ZAC Navigateurs entre les villes de Choisy le Roi et Orly (+41m NGF en son centre)

### B : Un peu d'histoire

Le parc de la résidence de Valenton aurait été créé au 19<sup>ème</sup> siècle (1860-1870) dans une ancienne maison de médecin, la maison "Noël". Ce terrain a cédé sa place en 1961 aux logements actuels, 8 barres d'immeubles autour d'un espace boisé, incluant l'étang, avec 380 logements sociaux, géré par la société I3F. C'est à cette époque que le bassin central a été bétonné (fond et berge). Dans les années 90, la source du bassin a été déconnectée, au cours de la construction de la voie de TGV (à 300m). I3F veut entièrement réhabiliter ce site, avec des fonds FEDER pour les bâtiments. Le projet est presque en phase opératoire (fin 2020)

Le parc de la Mairie de Choisy est un parc pittoresque classée depuis 1942. Il est constitué des deux pavillons à l'entrée datant du 16<sup>ème</sup> siècle, le bâtiment principale (ancienne mairie) datant du 19<sup>ème</sup> siècle, un bassin de 100 m<sup>2</sup> (situé en amont), avec une fontaine en couronne centrale et un étang de 800 m<sup>2</sup> (situé en aval). Les jardins, à la moitié amont en style "à la française", et la moitié aval en style "à l'anglaise" ont subi de lourds dégâts de par les différentes tempêtes et maladies.

Le parc Georges Méliès était un parc privé, appartenant en 1896 au maire d'Orly. Une société d'entraide aux artistes en fut propriétaire et Georges Méliès y séjourna. La commune en fit l'acquisition en 1946, et y établi sa mairie de 1949 à 1996. En 1999 ce devint une école du cinéma, jusqu'en 2014. Depuis mars 2019, le château est en rénovation. Le parc est en Juillet 2020 quasiment fonctionnel, il est en étape de finition

La zone des Navigateurs est une des zones de Choisy Sud. C'est une NPRU, commencé dans la décennie 2010, aujourd'hui prévu pour 2024. Les étapes de conception ont été validé, le site est actuellement en phase pré-opérationnelle, durant laquelle sont conduite un ensemble d'étude.

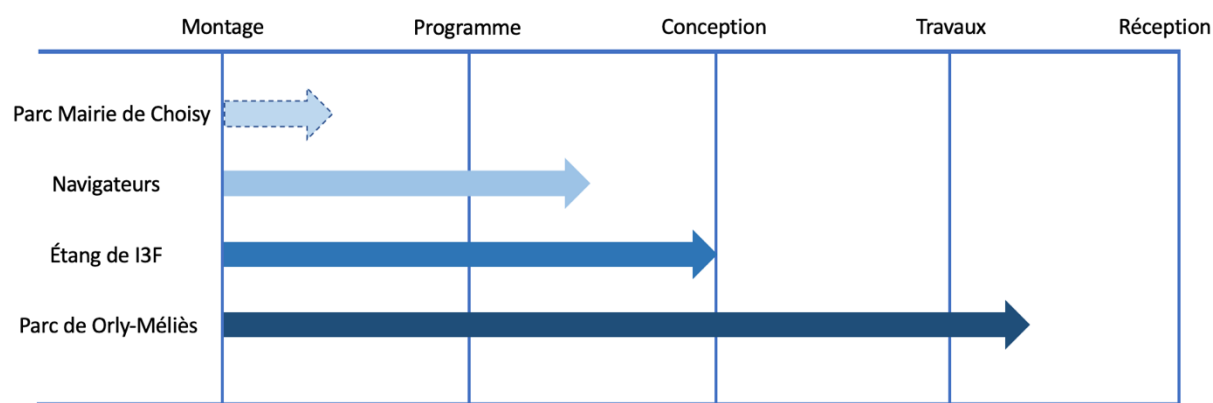


Figure 3 : Phases de conduite d'opération immobilière, inspiré du Cerema, 2007

### Acteurs de la maîtrise d'ouvrage

Acteurs	Communes	EPT GOSB	Val de Marne
Compétences	Urbanisme, usage du sol, PLU	Aménagement (PLUi)	Espaces naturels sensibles
	Espaces verts	Eau et assainissement	

Acteurs	Métropole du GP	Région Ile de France	État/UE
Compétences	Gestion des milieux aquatiques et prévention des inondations	Aménagement du territoire et environnement (pollution, biodiversité, lutte contre le changement climatique)	Responsable de la planification, application de la réglementation dans le domaine de l'eau
	Entretien et aménagement des plans d'eau		Fixe les directives
	Protection et restauration des zones humides	Gestion des programmes européens (FEDER, LIFE ...)	Financeurs

Tableau 1 : Acteurs et compétences de la maîtrise d'ouvrage pour la question de l'eau

### Assistance à maîtrise d'ouvrage

Acteurs	Bureau d'études techniques	Bureaux d'études Dév Durable	AMO scientifiques (CEREMA, BRGM)
Compétences	Paysagisme, hydrologie, géologie, pédologie, écologie	Milieux	Expertise sur l'environnement, le climat, les sols

Tableau 2 : Acteurs et compétences de l'assistance à la maîtrise d'ouvrage pour la question de l'eau

Les projets sont chacun dans des phases différentes, c'est pourquoi ils ont été sélectionnés dans cette étude comparative.

- Le projet du parc de la Mairie de Choisy est en cours de définition
- Le projet Navigateurs en est cours de projection
- Le projet d'I3F est en fin de conception, le début des travaux étant prévu pour fin 2020
- Les travaux dans le parc Méliès ont commencé en Mars 2019, et sont en cours de finition avant réception courant année 2021

### C : Périmètres administratifs & Objectifs

Depuis la loi NOTRe, le principal acteur de l'aménagement en Ile de France est la Métropole du Grand Paris, il y a cependant une répartition des rôles entre les différents acteurs du mille-feuille territorial et autres acteurs retrouvés dans les tableaux ci-contre.

Pour chaque projet, nous avons cherché, à partir des acteurs théoriques, à identifier les acteurs décisionnaires, qu'il faut consulter obligatoirement, ou qu'il est conseillé de consulter. Nous avons réuni ces informations dans le tableau ci-dessous

	Parc de la Mairie de Choisy	ZAC Navigateurs	I3F-Valenton	Parc Méliès
Porteur du projet	Direction des services techniques de la Mairie de Choisy le Roi		Équipe projet I3F	Direction des services techniques de la Mairie d'Orly
Décideur final	Commission supérieure des sites perspectives et paysages		I3F	
Consultation obligatoire	DRIEE	Habitants – AESN - OFB		
Consultation pour aide à la décision	Habitants - AESN		Habitants - AESN - OFB	Habitants - AESN – OFB – CDC -
Financeurs possibles	AESN – CDC – Région Ile de France – UE -			

Tableau 3 : Les acteurs des projets d'aménagements



## Maitrise d'œuvre

Acteurs	Architecte	Urbanistes	Constructeurs
Compétences	Conception	Stratégie d'aménagement	Construction

Tableau 4 : Acteurs et compétences de la maitrise d'œuvre pour la question de l'eau

## Autres acteurs

Acteurs	Syndicats de l'eau	DRIEE	Agence de l'eau Seine Normandie
Compétences	Gestion bassins versants  Renaturation ou renaturalisation des cours d'eau	Prévention, adaptation aux changements climatique. Préservation du patrimoine (ABF) et de la biodiversité  Pilotage des services déconcentrés & Police de l'eau	Finance les ouvrages et actions pour préserver les ressources en eau, et la lutte contre la pollution  Perçoit les redevances des usagers

Acteurs	Office français de la biodiversité	Agence nationale de rénovation urbaine	Caisses des dépôts et consignation (CDC)
Compétences	Police administrative relative à l'eau, aux espaces naturels et aux espaces  Soutien la gestion des espaces naturels  Mise en œuvre des politiques publiques de l'eau et de la biodiversité	Accompagnement des projets urbains globaux	Financement du développement durable (CDC climat)  Fond de compensation pour la biodiversité (CDC biodiversité)  Banque des territoires

Acteurs	Services d'entretien des aménagements	Habitants/association
Compétences	Entretien des bâtiments	Concertation, retour, proposition

Tableau 4 : Autres acteurs de la gestion de l'eau

Pour le projet de Choisy le Roi, la maîtrise d’ouvrage est portée par les services techniques de la ville

Chacun de ses acteurs à des objectifs différents dans ces projets :

- EPT GOSB
- Val de Marne
- Métropole du Grand Paris
- Région Ile de France
- Union Européenne

#### E : Habitants

A partir des PLU des trois villes, ainsi que des informations sur le site [journaldunet.com](http://journaldunet.com), nous avons réuni les informations suivantes sur les populations concernées par le projet.

La ville de Valenton est une commune de 12231 habitants, avec une population très jeune (32,6% de moins de 20 ans). La population a des revenus modestes, avec un revenu moyen/habitant de 1180 euros par mois. C’est la deuxième ville la plus pauvre du Val de Marne. Il y a 61% des habitations qui sont des logements sociaux. Par contre la ville est relativement verte, avec 80 m2 d’espaces verts par habitants.

La ville de Choisy le Roi est une commune de 45331 habitants en 2017, avec une densité de population de 8348 hab./km2 (moyenne nationale 168 hab./km2). C’est une population jeune qui tend à rajeunir, avec plus de 40% de moins de 30 ans, avec une part importante de ménages ouvriers et employés, et un déficit en cadre (cf PLU). Le revenu moyen/habitant est de 1927 euros/mois A Choisy centre, où se situe le parc de la mairie, la il y a 29% de propriétaires, 47% de locataires HLM, 22,6% de locataires privés. Pour la région de Navigateurs à Choisy Sud, il y a 60% de propriétaires et 9% de locataires HLM, et 28% de locataires privés (chiffres 2006). En 2016, le chômage était plus élevé que la moyenne nationale avec 15,4% contre 11% en France

La ville de Orly est une commune de 22801 habitants en 2017, avec une densité de population de 3558 hab./km2. Le taux de chômage en 2016 est de 17,8%. La population est jeune avec 44,2% de la population ayant moins de 30 ans. Le revenu moyen par foyer est de 1728 euros par mois selon le ministère de l’économie. Il y a 34,6% de propriétaire, 63,9% de locataire dont 48,6% HLM, et 1,5% autre.

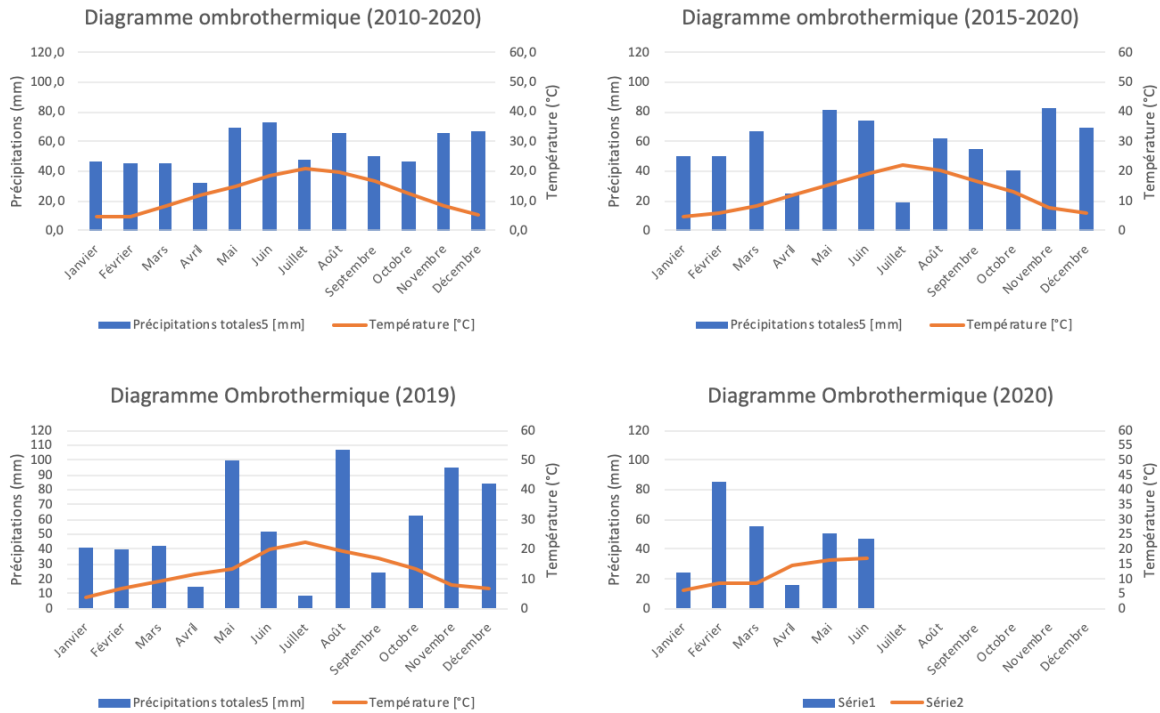


Figure 4 : Diagrammes ombrothermiques obtenus à partir de l'antenne d'Orly

Pas nécessaire de remplir à chaque fois : remplir avec de l'eau potable n'est pas un problème.

Mise en relation avec poissons/mecs

Partenariat avec le vietnam : amener des lotus.

Séparation arrosages pelouses et espaces fleuris : gestion fleurie

Proposer des capteurs

Retour jardin 19<sup>ème</sup> : pittoresque

Volonté services d'entretien : économie d'eau plutôt que nouvelles sources d'eau

Ok pour la biodiversité

## 2) Analyse technique en entonnoir

Dans cette partie, nous allons analyser différents paramètres permettant de comprendre les enjeux autour de ces étangs, à partir d'analyses du climat, des sols et sous-sols, des risques, des flux d'eau, de la qualité des eaux de surfaces et de la faune et la flore. Cette partie est indispensable pour comprendre nos problèmes, avant d'envisager des solutions dans la partie suivante.

### A : Climat

Nous avons utilisé la station climatique de Orly, WMO : 07149, situé à 89m, lat./long : 48.7219 / 2.3524.

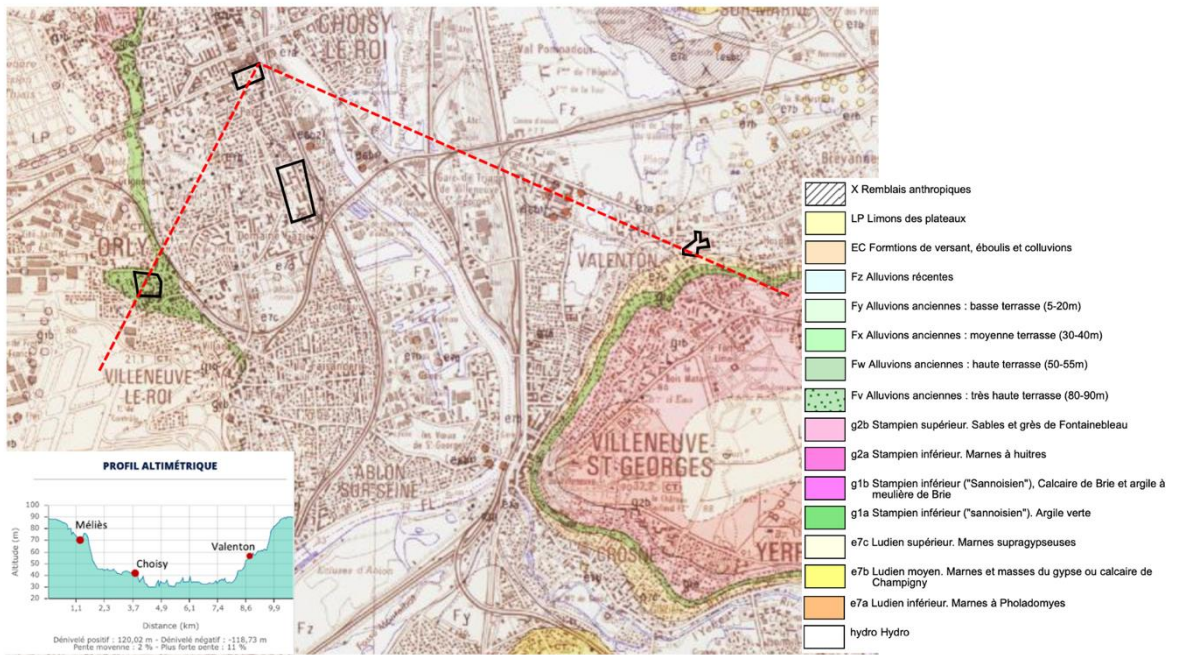
Elle est directement joutée à Valenton. Les informations ont été récupérées via le site de previsionmeteo.fr. Les données ont été analysées sur les vingt dernières années.

Les précipitations sont de 616 mm de pluie annuelle en moyenne. Il fait des températures négatives 25 jours par an, et plus de 25°C 43 jours par an. Il y a 18 jours d'orage par an. Pour analyser plus en détail le climat, nous allons utiliser un diagramme ombrothermique.

Un diagramme ombrothermique représente des statistiques climatiques d'un lieu précis. On retrouve sur un même graphique, pour chaque mois, les températures moyennes (°C) et les précipitations (en mm). La courbe rouge représente les températures moyennes pour chaque mois. Les bâtonnets représentent les précipitations. L'intérêt du diagramme ombrothermique est qu'il permet de caractériser en un coup d'oeil un climat. Dès que la ligne des températures dépasse les barres de précipitations, nous sommes en situation de sécheresse.

Lorsqu'on regarde l'évolution du climat, on peut observer que la pluviométrie à tendance à augmenter (en moyenne 606 mm de 2000-2010, 658 mm de 2010-2020), mais les pluies sont de moins en moins équitablement réparties au cours de l'année. Durant la décennie 2000-2010, il n'y avait en moyenne aucun mois en sécheresse, tandis que sur les 5 dernières années, les mois d'avril et de Juillet l'étaient. Bien que les données d'une année ne soient pas suffisantes pour mettre en évidence une tendance, nous avons ajouté le diagramme ombrothermique de l'année 2019, pour montrer que les mois d'Avril, de Juillet mais aussi de septembre étaient historiquement sec, mais avec des mois de Mai et Aout particulièrement pluvieux, impliquant des pluies plus violentes. Ces données sont importantes pour la gestion des eaux pluviales, car il y aura à l'avenir, selon le GIEC, plus d'évènements pluvieux violent à très violent, impliquant un dimensionnement du réseau adéquat.

Durant les mois de sécheresse, la végétation est en manque d'eau. Il est donc nécessaire de constituer des réserves de pluies durant les périodes pluvieuses, non seulement pour atténuer l'impact de ces pluies, mais aussi pour pouvoir constituer des réserves pour l'arrosage des plantes durant les périodes sèches. Les réserves peuvent être souterraines ou des étendues d'eau comme par exemple des étangs.



Échelle 1:50000

Figure 5 : Analyse géologique et topographie de la vallée

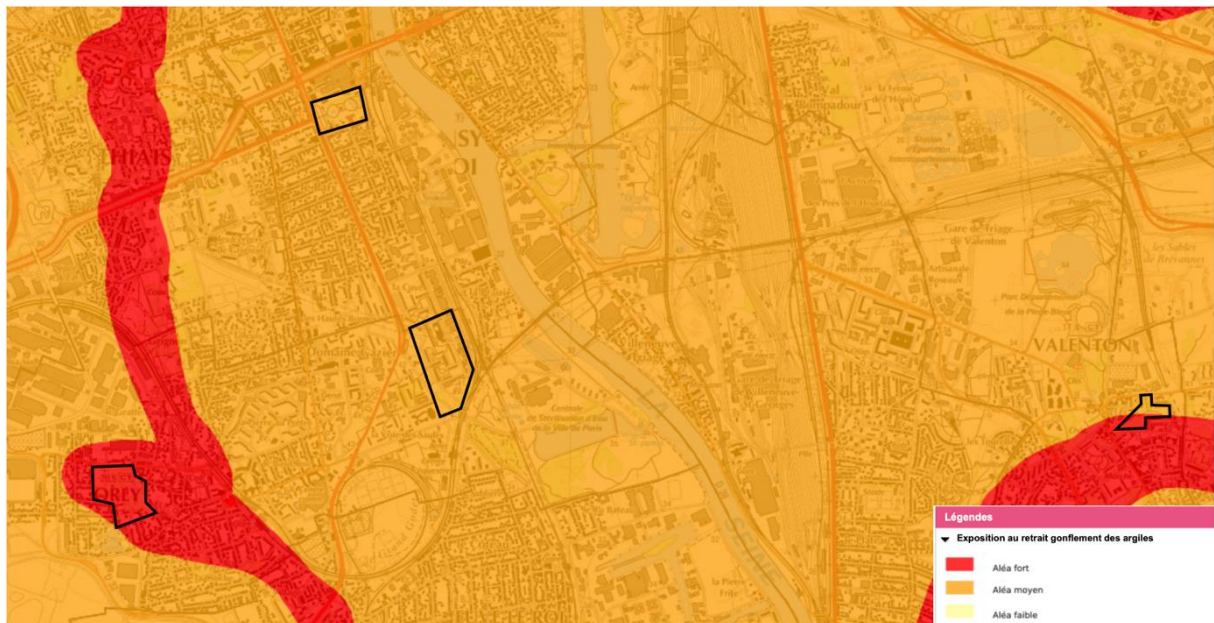


Figure 6 : Analyse du risque par retrait, gonflement d'argiles (géorisque)



## B : Géologie & Risques

Nous avons utilisé la carte géologique imprimée 1/50 000 de Corbeil Essonne, trouvée grâce à BRGM, en coordonnées Lambert 93. Sur cette carte a été ajoutée le profil altimétrique de la vallée de la Bièvre et la position de 3 de nos sites sur cette carte topographique. Au niveau du parc de la Mairie de Choisy le Roi, on retrouve des alluvions récentes, présentant un complexe d'éléments sableux et argileux plus ou moins sensible au gonflement d'argiles. Au niveau de Navigateurs, on retrouve des alluvions anciennes de basse terrasse (5-20m). Ils constituent de vastes formations de remblaiement déposées par les cours d'eau aux différents stades de l'évolution morphologique des vallées étagées. Elles sont constituées d'éléments quartzeux, silex et meulière. Au niveau du parc Georges Méliès, on retrouve des marnes vertes (Sannoisien). Ce sont des marnes argileuses, d'un vert vif, compactes qui constituent les Marnes vertes. Ces argiles sont imperméables.

Au niveau du parc du petit Valenton, on retrouve des marnes supragypseuses,

A partir de ces informations, nous avons inspecté les risques associés. Nous avons investigué via [georisques.gouv.fr](http://georisques.gouv.fr) les risques suivants :

- Installation classée pour la protection de l'environnement
- Mouvement de terrain
- Séismes
- Cavités souterraines
- Registre des émissions Polluantes
- Volcanisme
- Pollution des sols et anciens sites industriels
- Réseaux et canalisations
- Risques inondation
- Feux de forêt
- Retrait et gonflement des argiles.

A partir des données géologiques et des cartes, le risque de retrait et gonflement des argiles a retenu notre attention. Les sites de Valenton et de Orly-Méliès sont dans des zones à aléa fort pour le gonflement d'argile.

En application de l'article 68 de la loi ELAN du 23 novembre 2018, le décret du conseil d'État n°2019-495 du 22 mai 2019 a créé une section du Code de la construction et de l'habitation spécifiquement consacrée à la prévention des risques de mouvements de terrain différentiel consécutif à la sécheresse et à la réhydratation des sols.

L'objectif de cette mesure législative est de réduire le nombre de sinistres liés à ce phénomène en imposant la réalisation d'études de sol préalablement à la construction dans les zones exposées au retrait-gonflement d'argile.

Selon le géologue Philippe Léon, il faut de préférence éviter l'infiltration de l'eau dans ce sol, où avec des précautions particulières, nécessitant des études hydrogéologiques. Il peut être préférable de stocker l'eau dans un étang.

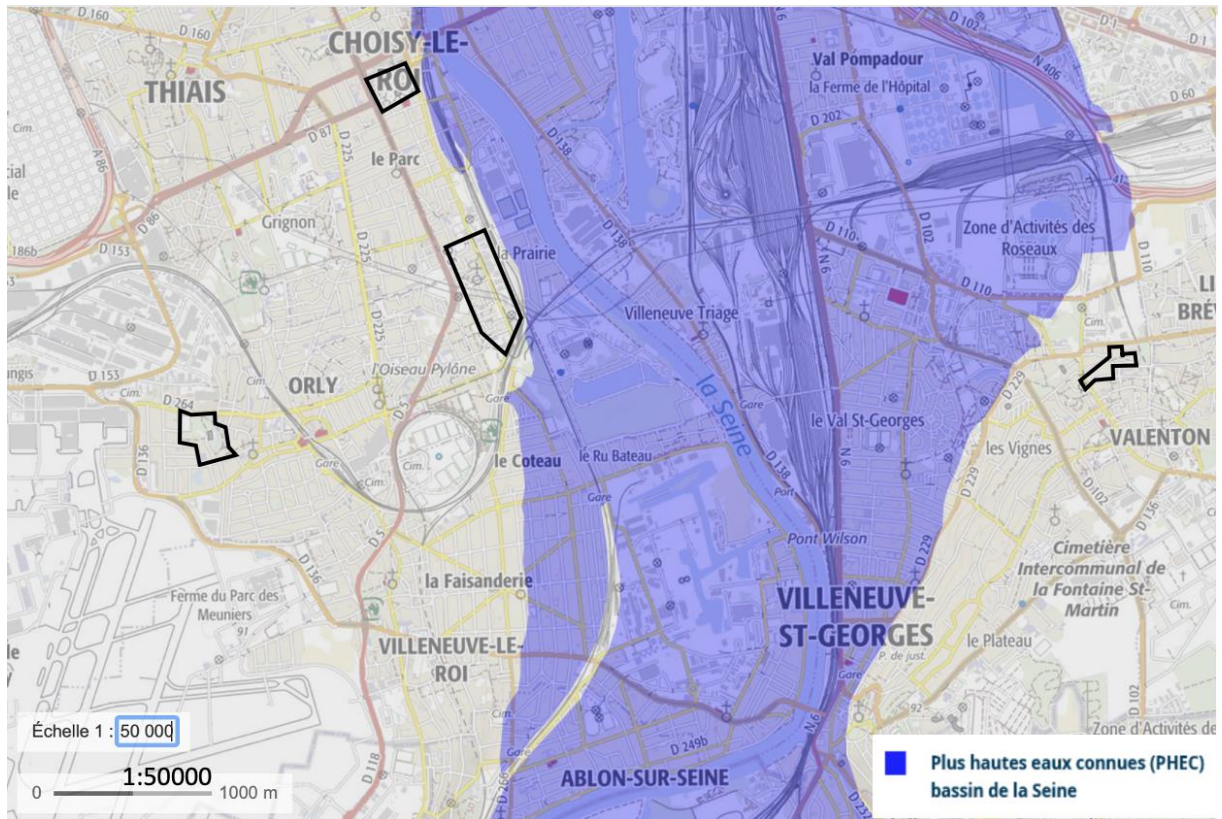


Figure 7 : Zone de plus Hautes eaux connues du bassin de la Seine (géorisque)

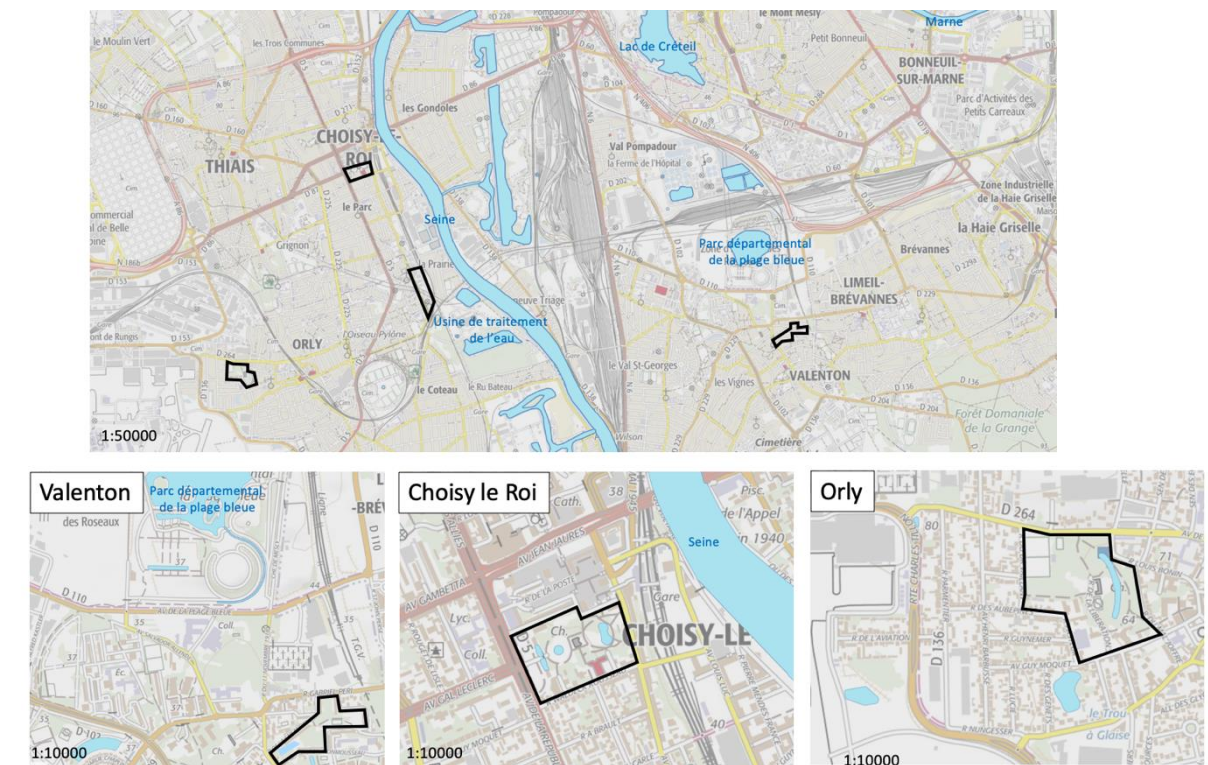


Figure 8 : réseau hydrographique du secteur

Nous tenons aussi à mettre en évidence le risque d'inondation. Bien qu'aucun des sites ne soient dans une zone de plus hautes eaux connues, la proximité du parc de Choisy le Roi et de la zone Navigateurs avec la zone à risque nécessite de prendre des précautions, et de faire appel à un hydrogéologue pour prendre les mesures nécessaires.

### C : Hydrogéologie & réseau hydrologique

Les nappes en présence ont été obtenus à partir de [cartograph.eaufrance.fr](http://cartograph.eaufrance.fr)

Les éléments hydrographiques ont été obtenus à partir de [geoportail.fr](http://geoportail.fr)

	Parc Mairie Choisy	Valenton	Orly-Méliès	Navigateurs
Altitude	+ 39m NGF (surface de l'étang)	+52,5 m NGF (surface de l'étang)	+66 m NGF (surface de l'étang)	+41m NGF en son centre
Nappe en surface	Nappe de l'albien puis du néocomien	Nappe de l'albien puis du néocomien	Nappe de l'albien puis du néocomien	Nappe de l'albien puis du néocomien
Nappe en profondeur	Nappe de craie et tertiaire du Mantois à l'Hurepoix	Nappe de Champigny, contenue dans les marno-calcaires de Champigny	Nappe de craie et tertiaire du Mantois à l'Hurepoix	Nappe de craie et tertiaire du Mantois à l'Hurepoix
Alimentation de l'étang	Eau de pluie Eau de ruissellement Eau de ville	Eau de toiture Trop-plein du bassin R. Roche (+54 m NGF)	Eau de pluie Eau de ruissellement Eau de sources	Eau de pluie Eau de toiture Eau de ruissellement
Éléments hydrographiques en aval	Seine (+30 m NGF, 300m Est)	Seine (+30 m NGF, 2,2km Ouest) Marne (+30 m NGF, 3,5 km Nord) Lac de Créteil (+30 m NGF, 2,8 km Nord) Parc de la plage bleue (+33 m NGF, 600m Nord) Ru de Gironde (+36m, 500m Ouest)	Seine (+30 m NGF, 2,4 km Nord Est)	Seine (+30 m NGF, 600m Est ) Usine de traitement de l'eau (+ 30 m NGF, 1,2 km)



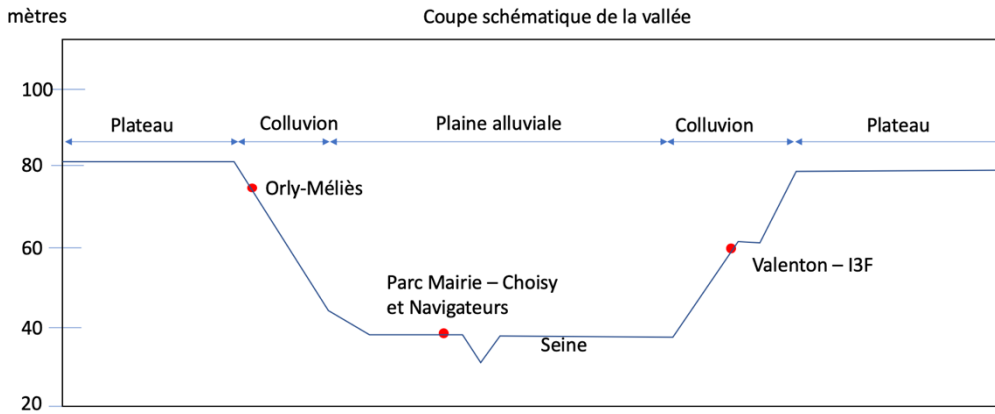
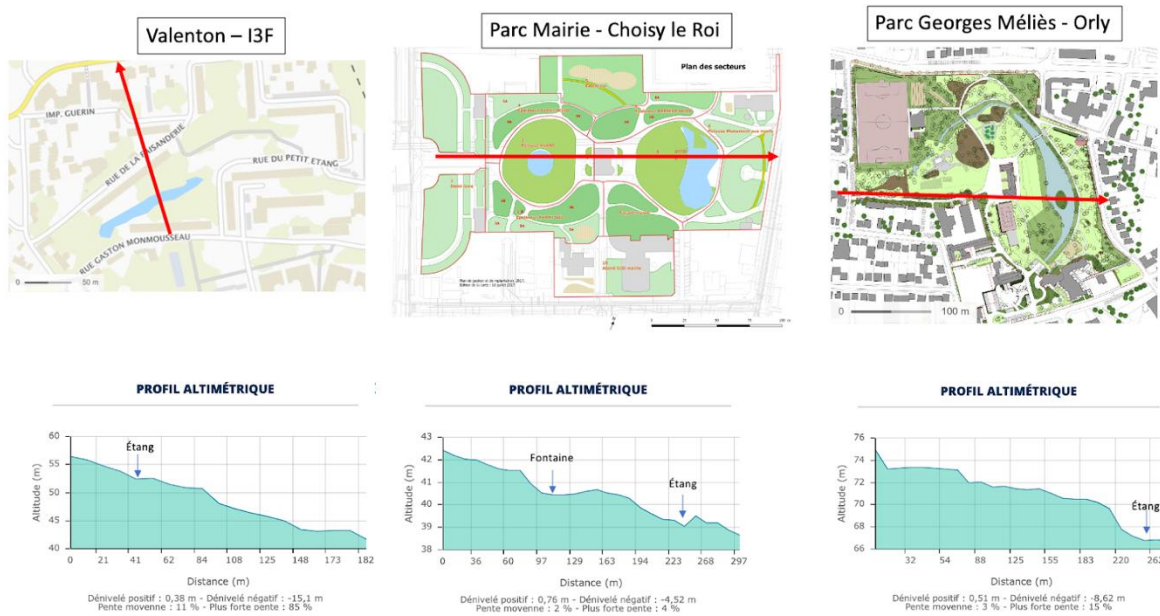
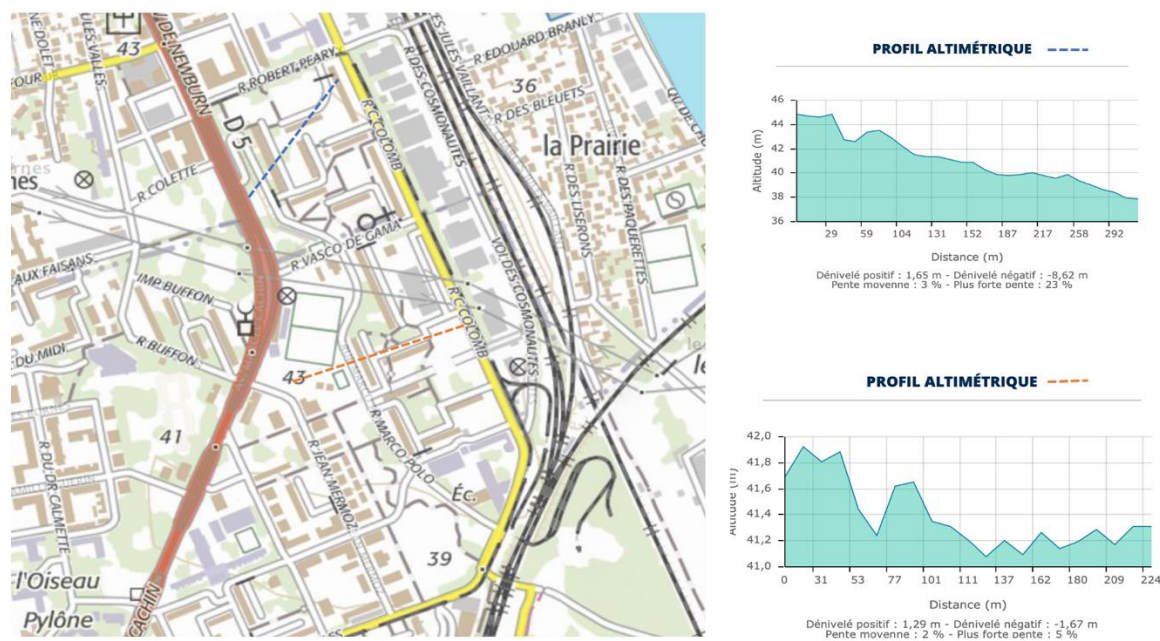


Figure 9 : Coupe schématique de la vallée



\*La flèche rouge suit la plus grande pente

Figure 10 : Profil altimétrique des trois zones dans la zone de plus grande pente



1 : 10000 Figure 11 : Profil altimétrique de Navigateurs

## D : Topographie des parcs

Sur la coupe schématique de la vallée ci-contre, nous avons positionné les points étudiés. Ils sont chacun dans une zone différente de la Vallée :

- Navigateur et parc de Choisy le Roi : environ +40 m NGF, zone des alluvions récents et anciens, issus de l'érosion et du déplacement d'éléments charriés par les crues de la Zone
- Valenton – I3F : zone intermédiaire, avec des colluvions en surface due à l'érosion du plateau, et en dessous des marnes supragypseuses

Couches mises en avant :

-

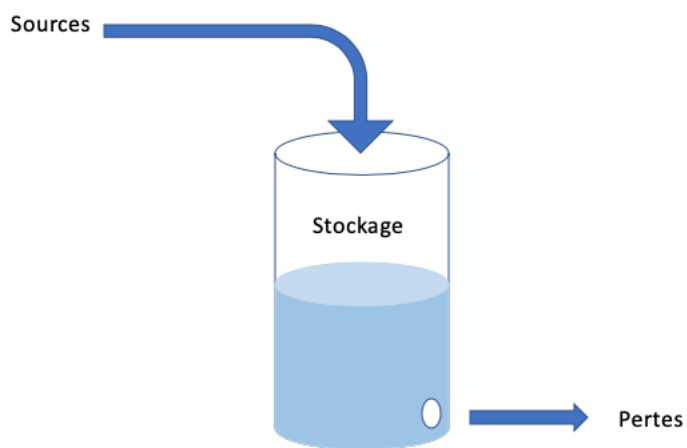
Les profils altimétriques ont été réalisés à partir du site géoportail.fr, en utilisant l'outil « profil altimétrique ». Les zones de plus grandes déclivité ont été obtenus en suivant les cartes géologiques grâce l'étude de Stratégéo et aux PLU des autres villes.

A partir des profils altimétriques, il est possible de suivre le cheminement du ruissèlement de l'eau. Dans un premier temps, nous l'avons réalisé sur les mares des parcs existants (Valenton, parc de la mairie de Choisy le Roi, et Parc Georges Méliès). Les eaux vont se retrouver dans les zones de creux (les mares) puis continuer leur chemin vers la zone encore plus basse, en direction des éléments hydrographiques en aval. La position de l'étang a été marqué d'une flèche, pour être facilement identifiable. On peut repérer sur les profils que les trois mares font 1m de profondeur environ.

Il est intéressant de voir que sur le parc Méliès, l'étang est situé sur un plateau plus bas. Ce serait une simple zone de stockage transitoire avant que le cours d'eau de la rivière continue son cours jusqu'à la Seine.

Au niveau du site Navigateurs, on repère que le point le plus bas est situé au Nord Est du projet. C'est la zone où il est possible de creuser soit un bassin de rétention, soit une mare pour récupérer l'eau de pluie, car c'est la zone où les eaux de ruissellement vont naturellement se diriger.

### Schéma conceptuel d'un étang



Sources :

- Eaux de source
- Remontée de nappe
- Eaux de ruissèlement (dont eaux pluviales)
- Eau potable
- Eaux parasites

Stockage : Mare

Pertes :

- Evaporation / évapotranspiration
- Réseau
- Fuites
- Autres usages

Situations :

- Sources – Pertes > 0 → Remplissage de l'étang
- Sources – Pertes > Stockage → Débordement
- Sources – Pertes < Stockage → Etang vide

### Calcul du volume théorique du bassin

	Valenton – I3F	Parc Mairie – Choisy le Roi	Orly Méliès
Taille de l'étang (m <sup>2</sup> )	1200	2500	1000
Profondeur moyenne (m)	0,5	0,75	0,65
Volume théorique du bassin (m <sup>3</sup> )	600	1875	520
Revêtement du fond et des bords	Béton	Béton + liner	Argiles

## E : Hydrologie & Flux d'eau

Un étang peut être représenté comme un contenant percé, une sorte de tonneau des Danaïdes. On peut le comparer en chimie à un réacteur CSTR.

Il est constamment alimenté, de manière plus ou moins transitoire par différentes sources d'eau que ce soit :

- L'eau de source, provenant de la résurgence d'une nappe. L'eau circule dans le sol et rencontre une zone imperméable comme des argiles, donc sort du sol sous forme de cours d'eau
- Eau de nappe : Quelle soit issu de la remontée de nappe, du fait que le niveau de la nappe soit supérieur au niveau des points les plus bas du sol, ou bien de l'eau qu'on tire de la nappe pour introduire dans l'étang.
- Les eaux de ruissèlement, c'est le terme générique pour parler de l'eau pluviale. Elle va alors ruisseler sur différentes surfaces, souvent plusieurs types, que ce soit les toitures (eaux de toiture), sur les parkings et les voiries, ou encore tout simplement sur les surfaces herbées.
- L'eau potable, que l'on tire du réseau lorsqu'aucune autre source n'est disponible. Cette eau est chère mais de bonne qualité.
- Eaux parasites : Ce sont des eaux issues de mauvais raccordements, elles sont chargées en matière organique, en microorganismes. Elles sont à éviter.

Chaque étang a des propriétés de stockage de l'eau qui permettent de tamponner des flux entrants et sortants importants :

- Capacité de stockage
- Temps de séjour (dépendant des flux entrants et sortants)

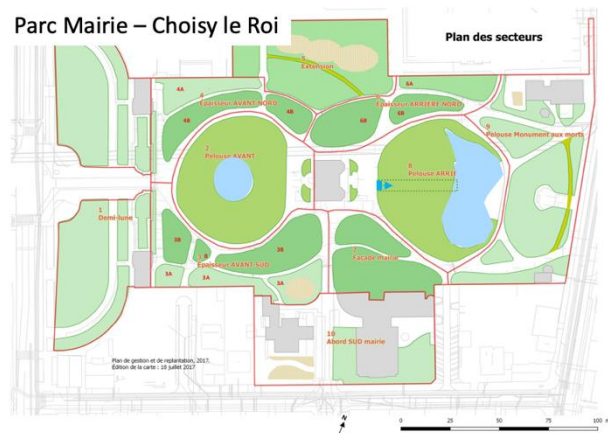
Cet étang est une réserve percée avec de multiples pertes :

- Évaporation : L'eau peut s'évaporer, c'est un phénomène naturel qui dépend de la température, du vent et de l'humidité extérieure, l'eau liquide part dans l'atmosphère. Elle est inévitable.
- Évapotranspiration : Pour leur métabolisme, les plantes absorbent l'eau et la transpirent dans l'air, accélérant ainsi le phénomène d'évaporation. Au plus on ajoute de plantes, au plus l'évapotranspiration sera importante, c'est inévitable
- Réseau : Lorsque la mare est pleine et que l'eau continue d'affluer, l'eau est évacuée vers le réseau. L'AESN demande que ce flux soit diminué au maximum, car aujourd'hui en cas d'événements pluvieux majeur, le réseau est saturé.
- Fuites : Si le liner est percé ou que la dalle en béton est fissurée, l'eau de la mare va s'évacuer dans le sol alentour. De même si le déversoir est bouché, l'eau va déborder. Cela peut être dangereux car cela peut occasionner des mouvements de terrains, ou vider la mare. Ce sont des pertes nuisibles, il faut le chercher les réduire à 0
- **Autres : Nouveaux usages souhaités (développés dans la partie II)**

A partir de ces éléments, on peut tenter de faire un bilan des flux d'eau sur chaque étang, à partir de données connues, de calculs de données manquantes, donnant ainsi la quantité d'eau potentiellement utilisable pour de nouveaux usages, et ainsi maximiser l'utilité de ce foncier urbain.

### Origine de l'eau des étangs

	Valenton	Choisy le Roi	Orly-Méliès	Navigateurs	Commentaires
Eau de source	Non	Non	Oui	A déterminer	-
Eau de nappe	Non	Non	Non	A déterminer	A éviter pour ne pas épuiser la nappe
Eaux de ruissellement	Oui	Oui	Oui	Oui	Minimiser le chemin de ruissellement
Eau potable	Non	Oui	Non	A déterminer	A éviter car cher
Eaux parasites	A déterminer	Non	Non	Non	A éviter absolument (pollution)
Eaux grises traitées	Non	Non	Non	A déterminer	Envisageable mais nécessite un traitement
Eau de drainage	Non	Non	Non	A déterminer	Souhaitable



Légende	
•	Gouttières (numéroté G)
—	Conduite & Avaloir
▲	Déversoir
⊗	Résurgence de source
⊕	Avaloir



## Caractéristiques des mares

Le volume théorique du bassin dépend de la profondeur moyenne et de la surface de l'étang. Dans cette étude préliminaire, on néglige la variation de la profondeur, entre les bords et le centre, ainsi qu'en fonction de la topographie. On suppose que la pente est constante du bord jusqu'au centre donc que la profondeur moyenne est la profondeur maximale divisée par 2.

Volume théorique du bassin :  $V = h * S$

## Description des flux entrants

Si nous nous intéressons au cas de Valenton, les seules sources d'eau pour le bassin sont

- Les eaux de ruissèlement en particulier :
  - o Selon les études de Stratégéo et d'OGE, l'eau des toits, un quart du bâtiment Nord (1/4 gouttières), la moitié du bâtiment Sud (2/3 gouttières), ainsi que l'eau tombant directement dans le bassin.
  - o Selon le PLU de Valenton, il faudrait rajouter l'eau du déversoir du bassin R.Roche, mais c'est à confirmer.
  - o Le gardien du site a affirmé que l'eau de la rue ne ruissèle pas jusqu'au bassin. Il n'y a pas d'autres sources d'eau de ruissèlement, car le bassin est en amont de la parcelle.
  
- Les eaux parasites : Elles sont du moins suspectées de par la qualité de l'eau, très riche en azote et en phosphore. Elles pourraient être dues à un mauvais raccord.

Maintenant à propos du bassin de la Mairie de Choisy le Roi :

- Les eaux de ruissèlement : Selon l'étude d'AgroParisTech, elles proviennent du ruissèlement sur la parcelle, se déversant par un des avaloirs, ainsi que l'eau tombant directement dans le bassin
  
- L'eau potable : Le technicien en charge des bassins est dans l'obligatoire de rajouter de l'eau dans le bassin et la fontaine, à hauteur de 400 m<sup>3</sup> par an pour l'étang.

Pour le cas du bassin Georges Méliès :

- Les eaux de source, provenant du plateau de Rungis
- Les eaux de ruissèlement, pouvant provenir de presque l'intégralité du parc, plus l'eau tombant sur étang et la rivière

Pour ce qui est du futur bassin de rétention du parc Navigateurs, tout est encore à penser.

### - Poser le débat

- Eau de ruissèlement des toits : débat entre toiture végétalisée et création d'une cuve (les deux usages sont incompatibles)
- Eau de ruissèlement sur le sol : infiltration préférée avec un bassin de rétention pour gérer les pluies exceptionnelles.

D'autres flux entrants sont envisageables, comme l'utilisation des eaux grises traitées issus des bâtiments, bien que cela implique une qualité de l'eau suffisante, ou l'eau issu du drainage sous les bâtiments, réinjectée dans la mare plutôt que dans le réseau.

	Valenton	Choisy le Roi	Orly-Méliès	Navigateurs	Commentaires
Évaporation	Oui	Oui	Oui	A déterminer	Inévitable
Évapotranspiration	Non	Non	Oui	A déterminer	Souhaitable car en lien avec la biodiversité
Réseau	Oui	Oui	Oui	Oui	Inévitable mais à réduire au maximum
Fuites	A déterminer	Non	Non	A déterminer	A éviter absolument
Autres usages	Non	Non	Oui	A déterminer	A encourager

Autres flux de sorties envisageables : Usages de l'eau

	Valenton	Choisy le Roi	Orly-Méliès	Navigateurs	Commentaires
Baignade	Non	Non	Non	A déterminer	Voir ARS
Fontainerie	Non	Non	Oui	A déterminer	Possible sous condition - Fontain's Concept
Colonne sèche	Non	Non	Non	A déterminer	Souhaitable en milieu urbain comme ici
Arrosage des plantes	Non	Non	Oui	A déterminer	Possible
Abreuvoir	Non	Non	Non	A déterminer	Voir ARS
Potabilisation	Non	Non	Non	A déterminer	Voir ARS
Toilettes	Non	Non	Non	A déterminer	Expérience à mener
Nettoyage de voirie	Non	Non	Non	A déterminer	Cas des piscines d'Orly

## Calcul des flux entrants

### Description des flux sortants

Sur tous les sites il y a une évaporation, qui est normal, et dépend de facteurs extérieurs (vent, la température moyenne ambiante, et l'humidité relative. Elle peut être calculer en utilisant la formule de Rowler

Pour ce qui est de l'évapotranspiration, elle est directement due à la présence de végétaux dans l'eau. Elle est négligeable pour les petits végétaux comme les lentilles d'eau (cas de Valenton). On retrouve de l'évapotranspiration uniquement sur le site d'Orly Méliès, de par la présence de plante hydrophytes mais surtout héliophytes, pompant de l'eau des mares, et la transpirant dans l'air.

Dans tous les cas, une partie de l'eau peut partir dans le réseau, cependant selon les recommandations de l'AESN, il faut réduire au maximum, de préférence uniquement pour les pluies violentes voire exceptionnelles, en capturant au maximum l'eau de ces puits dans des stockages temporaires puis en les déversant au fur et à mesure dans le réseau. A ce titre, les étangs ont un rôle à jouer, notamment avec des déversoirs à débit ralenti. Cette partie sera abordée dans « les usages ».

Normalement les bassins sont en béton (avec et sans liner), ou en argiles imperméables, ils ne sont pas censés fuir. Néanmoins, selon l'étude Stratégéo, il y a un doute à lever sur le site de Valenton. Pour cela on procède à l'installation d'un piézomètre.

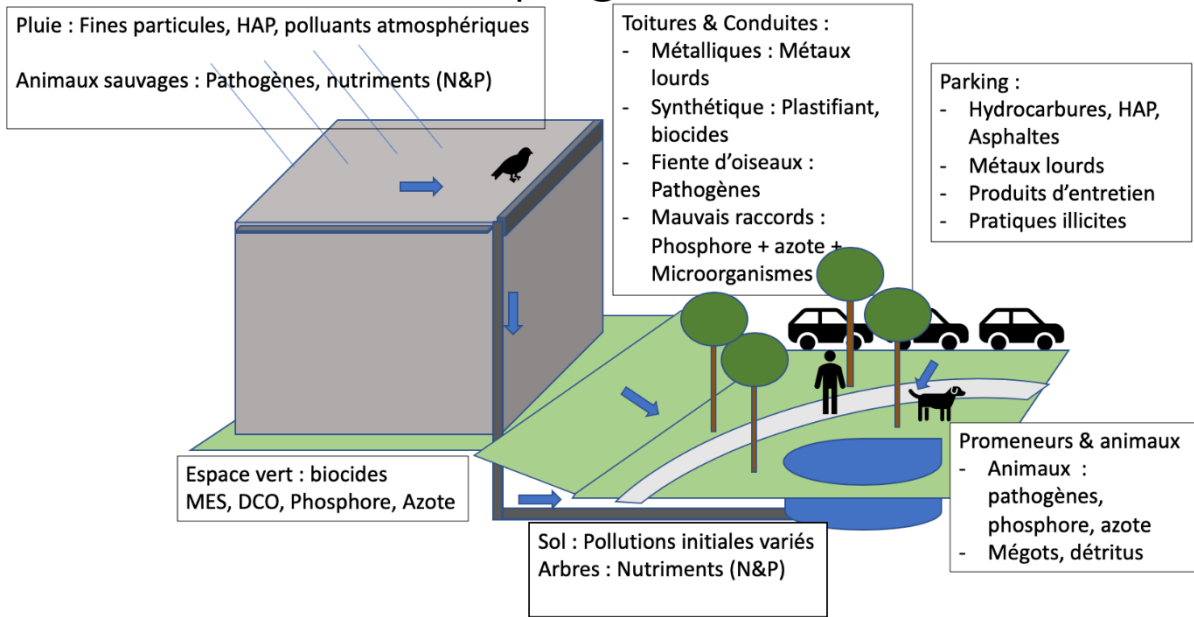
Sur ces sites, il y a d'autres moyens d'utiliser l'eau, de nouveaux flux de sorties qui présentent des intérêts divers :

- La baignade pour lutter contre les ilots de chaleur et rafraichir les populations, surtout dans ces quartiers denses en été. La baignade entraine inévitablement une baisse du niveau d'eau
- La fontainerie, toujours dans cette optique de rafraichir les villes, grâce à l'augmentation de l'évaporation de l'eau, rafraichissant alors l'air. C'est déjà le cas à Orly avec les cascades
- La colonne sèche est une installation utilisable par les pompiers en cas d'incendie, permettant de pomper l'eau de la mare
- L'arrosage des plantes par une pompe
- Un abreuvoir pour permettre aux animaux de se déshydrater
- La potabilisation de la mare, pour hydrater les passants
- L'utilisation de l'eau dans des toilettes déconnectées du réseau
- Le pompage de cette eau pour le nettoyage de la voirie, comme l'eau des piscines d'Orly.

## Calcul des flux sortants :



# Pollutions progressives de l'eau



L'eau est un excellent solvant, qui récupère de son cheminement de nombreuses substances. Ce peut être des nutriments, des ions, des substances indésirables mais tolérées jusqu'à une certaine concentration, ou des molécules aux effets toxiques dont la tolérance est extrêmement faible.

Pour pouvoir piloter les usages de l'eau de ces mares, il est indispensable de connaître la qualité des eaux. Nous avons réalisé une veille bibliographique sur les tests à mener sur une eau en fonction de l'usage souhaité. Ce document ne se veut pas exhaustif, et a pour but d'y voir plus clair sur la qualité de l'eau. Cependant pour aller plus loin dans l'analyse, notamment sur les polluants graves exceptionnels, nous conseillons la lecture du guide pratique des substances toxiques dans les eaux douces et littorales de l'agence de l'eau Seine Normandie.

Dans un premier temps, nous commencerons par les paramètres clés pour connaître son étang et savoir ce qu'on peut faire de son eau. Ensuite nous avons écrit un aparté sur les pollutions graves exceptionnelles, dont les analyses nécessitent d'abord une réflexion plus globale sur ce sur quoi l'eau ruissèle. Enfin nous avons cherché à expliciter les objectifs des paramètres microbiologiques, avec l'absence ou la présence à des taux suffisamment faibles de microorganismes susceptibles de provoquer des maladies graves et contagieuses, ou de perturber l'environnement.

Nous avons choisi de détailler en priorité les paramètres de l'eau pour un usage non potable, néanmoins nous y faisons mention lorsque c'est pertinent.

Commençons par parler des critères physico-chimiques de bases.

Couleur, turbidité, MES : La couleur et la transparence de l'eau constitue des éléments esthétiques et paysagers. Elle sont liés à la turbidité c'est-à-dire la capacité à diffuser ou absorber la lumière incidente. Les matières en suspension (MES) sont en grande partie responsable de cette turbidité. Une eau trop turbide ne laissera pas pénétrer la lumière, influençant la photosynthèse, le développement des bactéries etc. Les matières en suspension peuvent aussi véhiculer d'autres contaminants comme les métaux lourds. La turbidité de l'eau va influencer la couleur de l'eau, donc sa température, sa teneur en oxygène, son évaporation et sa salinité. On mesure la turbidité en unités de turbidité néphalométriques (NFU) grâce à un turbidimètre, et les matières en suspension en masse après filtration.

Flaveur : C'est le terme utilisé pour décrire la sensation de l'eau en bouche. C'est une conjugaison des odeurs et du goût de l'eau. C'est notamment important pour de l'eau potable, mais pas que. Pour qu'une mare soit un élément paysager agréable, l'absence d'odeur est importante. La méthode consiste en un seuil d'odeur et de flaveur. Méthode NF EN 1622

Lorsqu'on parle de l'eau, il faut savoir qu'elle n'est jamais pure. Elle est composée d'ions qui auront une influence sur le milieu, et lui conféreront une capacité à supporter les variations dans

	Modélisme	Baignade	Fontaine (NP)	Incendie	Régulation pluviale	Régulation inondation	Drainage	Nettoyage Voirie	Toilettes	Phytodépollution	Aquaponie	Pisciculture	Arrosage	Arrosage comestible	Eau pour potabilisation :	Abrevoir (eau potable)	Eau potable	Paysage	Culte	Biodiversité	Ilot de fraîcheur	Pédagogie (contact enfanta)	Expérimentations
Matières en suspension					Sus	Sus	Sus		Oui	Oui		Oui			Oui			Sus	Sus	Oui			Sus
DCO									Oui	Oui					Oui			Sus	Sus	Oui			Sus
DBO5									Oui	Oui					Oui			Sus	Sus	Oui			Sus
Oxydabilité au KmnO4 (COT)															Oui			Sus	Sus	Oui			Sus
Graisse/huiles															Oui			Sus	Sus	Oui			Sus
Turbidité	Oui														Oui			Sus	Sus	Oui			Sus
pH			Oui		Sus	Sus	Sus		Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Sus	Sus	Oui	Oui	Oui	Sus
Conductivité électrique		Oui	Oui		Sus	Sus	Sus		Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Sus	Sus	Oui	Oui	Oui	Sus
Couleur, aspect, odeur															Oui			Sus	Sus	Oui	Oui	Oui	Sus
oxygène dissous															Oui			Sus	Sus	Oui	Oui	Oui	Sus
Dureté		Oui	Oui		Sus	Sus	Sus					Oui			Oui			Sus	Sus	Oui	Oui	Oui	Sus
Salinité												Oui	Oui	Oui	Oui			Sus	Sus	Oui	Oui	Oui	Sus
SAR (ratio d'absorption du												Oui	Oui	Oui	Oui			Sus	Sus	Oui	Oui	Oui	Sus
Alcalinité												Oui	Oui	Oui	Oui			Sus	Sus	Oui	Oui	Oui	Sus
Dureté												Oui	Oui	Oui	Oui			Sus	Sus	Oui	Oui	Oui	Sus
Matière dissoute totale															Oui			Sus	Sus	Oui	Oui	Oui	Sus
Température															Oui			Sus	Sus	Oui	Oui	Oui	Sus
Agents de surface réagissant															Oui			Sus	Sus	Oui	Oui	Oui	Sus
Equilibre calcocarbonique															Oui			Sus	Sus	Oui	Oui	Oui	Sus

Figure 12 : Propriétés physico-chimique de l'eau

le milieu. Pour mesurer l'équilibre de l'eau, on utilise le pH, la température, la conductivité et la concentration en certains ions, pour déterminer l'alcalinité, la dureté, la salinité, et l'équilibre calco-carbonique. Chacun de ces paramètres donne des informations sur notre eau, des propriétés qui serviront à certains usages.

Pour avoir toutes les normes : [https://aida.ineris.fr/consultation\\_document/5941](https://aida.ineris.fr/consultation_document/5941)

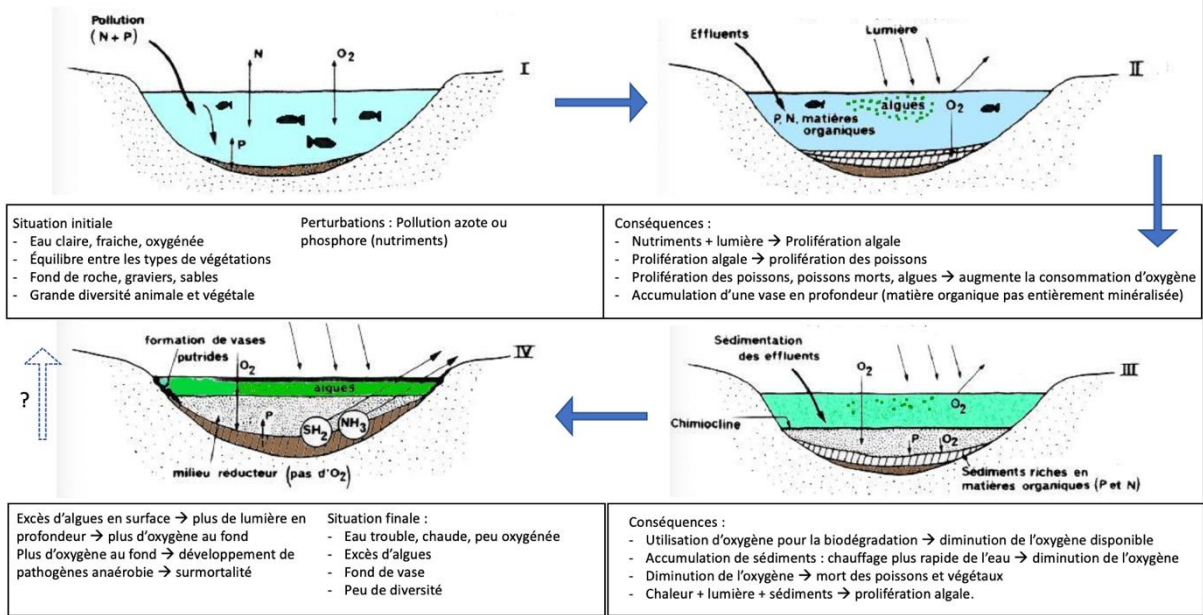
Commençons par le pH de l'eau. Il donne une indication sur l'acidité d'une substance, inférieur à 6,5 c'est une eau acide, au-delà de 7,5 c'est une eau basique, et entre deux elle est neutre. L'eau, comme on l'a dit en introduction, est un excellent solvant pour quasiment tous les ions. Cependant cette solubilité sera plus ou moins importante selon le pH de l'eau. Pour maintenir la vie, il faut maintenir une eau autour du pH neutre. Une eau basique favorise les proliférations algales nuisibles, et une eau d'irrigation est préférée à pH entre 5,5 et 6,5 pour que les éléments nutritifs soient biodisponibles. En fonction du matériau sur lequel l'eau va ruisseler, le pH peut subir d'importante hausses notamment à cause des toitures (zinc, ciment), des réservoirs (fer, plastique, ciment ...). On mesure le pH avec une sonde, c'est un suivi qui peut se faire en continu.

La température a une énorme influence sur l'eau, la vie aquatique en est directement dépendante, notamment car elle influe la solubilité de l'oxygène dans l'eau, mais aussi le métabolisme des animaux (accéléré par les températures plus élevées pour les animaux à sang à froid), des microorganismes (donc des maladies, mais aussi la biodégradation) et des plantes (et donc la photosynthèse). La température accélère les réactions chimiques et biologiques. La température idéale dans une mare dépend des êtres vivants qui y vivent, néanmoins il est important de maintenir une certaine constance dans cette température, grâce à une inertie thermique permise par des zones plus profondes. La mesure de la température peut se faire en continu par une sonde.

L'oxygène est l'élément de base des processus respiratoires de la plupart des êtres vivants, on parle d'oxygène dissous dans l'eau. La solubilité de l'oxygène dans l'eau varie en fonction de la température (solubilité plus faible à haute température), de la pression atmosphérique, de la profondeur de l'étendu d'eau, de la concentration en matière organique et en organismes vivants dans l'étang. L'oxygène vient des échanges avec l'atmosphère (donc il y aura plus d'oxygène dans la partie supérieure de l'eau), et des organismes photosynthétiques en journée (comme les algues, ou les végétaux supérieurs). D'un autre côté, la consommation d'oxygène est due aux organismes vivants dit aérobie (comme les animaux, les végétaux etc.), mais aussi à la biodégradation, car la plupart des organismes qui biodégradent utilisent de l'oxygène pour fonctionner. C'est un délicat équilibre instable, puisque l'oxygène, qui est pourtant nécessaire à la vie, peut rapidement venir à manquer, à cause de température trop élevée, ou d'un milieu qui est trop consommateur d'oxygène par rapport à sa capacité à en produire. Il est nécessaire d'avoir environ 7 mg/L d'oxygène dissous entre 5 et 10°C pour maintenir la vie. On peut directement mesurer l'oxygène dissous par une sonde. (Aminot et Kérouel, 2004. Hydrologie des écosystèmes marins : Paramètres et analyses. Partie 2/Chap. VII/Parag. 12). Cependant cette mesure est incomplète car très variable dans le temps, et doit être complétée par la DBO, DCO ou COT.

La demande biochimique en oxygène (DBO) est la quantité d'oxygène dissous nécessaire pour décomposer la matière organique par voie biologique. C'est un bon indicateur de la teneur en matières organiques biodégradables d'une eau. Au plus cette valeur est élevée, au plus l'oxygène dissous de l'eau va être utilisée pour la biodégradation donc au moins il y aura

## Zoom sur l'eutrophisation



d'oxygène dissous disponible pour les autres organismes vivants dans cette eau. La mesure de la DBO se fait en général en 5 jours à 20°C dans le noir (DBO5), dans un laboratoire.

La demande chimique en oxygène (DCO) mesure la totalité des substances oxydables, biodégradables ou non. La DCO peut être imprécise et sujette à caution, il peut lui être préféré la mesure du carbone organique total (COT) plus fiable, mesuré en ligne et in situ. Une DCO élevée indique une demande en dioxygène excessive, pouvant être supérieure aux apports, et donc conduisant à une anoxie du milieu et finalement à sa mort : c'est le phénomène d'eutrophisation des cours d'eau.

L'oxygène dissous, la DBO, la DCO et le COT sont donc des paramètres de mesure de l'eutrophisation des étangs, et sont donc des paramètres essentiels de soutenabilité de la biodiversité. En effet, de par la stagnation de l'eau dans l'étang, il y a un renouvellement assez faible de l'eau, donc peu de source d'oxygénation. Ce sont des paramètres à contrôler pour savoir si les étangs sont capables d'accueillir la vie, et qu'on peut piloter avec une aération mécanique (cascade, aérateur) ou biologique (plantes, algues) accrue pour augmenter les flux entrants d'oxygène.

La salinité d'une eau est le contenu total d'une eau en sel soluble. Il y a de nombreux sels, notamment le calcium, le magnésium, le sodium, les chlorures, les sulfates, les carbonates et bicarbonates. Un excès en chacun impliquent une salinité élevée, augmentant la pression osmotique contre laquelle il faudra lutter pour extraire l'eau et les minéraux du sol et de l'eau. La salinité peut se mesurer de deux façons, soit par les matières dissoutes totales (MDT ou TDS) ou plus couramment par la conductivité électrique. Tous les sels n'ont pas les mêmes effets, attardons-nous sur les principaux, et les paramètres qui leur sont associés.

Le sodium est un des éléments essentiels au maintien de l'équilibre hydrique chez l'homme et les animaux mais il est indésirable dans de l'eau douce pour l'irrigation et pour certain milieu aquatique. Il provient de l'altération des sols ou de l'intrusion d'eaux de mer. Dans les sols, le sodium remplace le magnésium et le calcium des argiles, entraînant un sol dur et quasiment imperméable à l'eau, critère de toxicité pour les cultures. La limite de toxicité pour le milieu aquatique dépend de la limite de tolérance médiane du milieu et donc des espèces.

On mesure la quantité de sodium de l'eau en laboratoire par spectrométrie d'absorption. L'activité relative des ions de sodium dans les réactions, par rapport au calcium et magnésium, est mesuré par ratio d'absorption du sodium (RAS).

L'alcalinité est la mesure du pouvoir de l'eau à neutraliser les variations de pH de l'eau, c'est-à-dire le pouvoir tampon de l'eau. Elle est principalement due aux carbonates et bicarbonates (souvent de calcium et de magnésium). Une alcalinité trop basse entrainera de forte variation de pH, tandis qu'une alcalinité trop haute va entrainer l'apparition de tartre, mais permettra de bien mieux absorber les variations de pH en particulier acide. Pour mesurer l'alcalinité, on fait un titrage avec un acide fort.

La dureté de l'eau vient de la présence de certains sels, notamment le calcium, le magnésium qui sont souvent liés aux carbonates et bicarbonates dont il est question avec l'alcalinité. Ils proviennent du ruissèlement de l'eau sur le sol, et dépendant donc de la nature géologique des terrains. En île de France, les sols sont plutôt crayeux, on aura donc une eau dure. Dureté et alcalinité sont donc liés, une eau dure sera souvent alcaline mais pas systématiquement car le calcium et le magnésium peuvent aussi se lier aux sulfates et chlorures.



Une eau dure n'est pas dangereuse pour l'homme (au contraire) ni pour l'irrigation car le magnésium et le calcium sont essentiels à la vie, et car ils aident à maintenir la structure du sol. Par contre, dans l'ingénierie de l'eau, il faut trouver un équilibre. Une eau trop dure n'est pas souhaitable, car le calcium et le magnésium vont obstruer les canalisations et les mécanismes de pompage par dépôt de calcaire. Par contre, une eau trop douce va corroder les matériaux d'acheminement. Il est recommandé de se mettre à l'équilibre calco-carbonique. Pour certain poisson, une eau trop dure peut être délétère. Pour mesurer la dureté de l'eau, on utilise soit le titre hydrométrique (TH), avec un titrage à l'EDTA, soit en laboratoire en mesurant les concentrations de calcium, magnésium et de magnésium

Parmi les autres éléments à surveiller, on retrouve les éléments du cycle de l'azote, avec les ions ammonium, nitrates et nitrites. Ils sont naturellement existant dans les eaux de surface, à hauteur de quelques mg/L.

Les ions ammonium ne sont pas toxique, ils sont naturellement le produit de dégradation des matières organique. On les retrouve dans les engrais, comme source d'azote pour les plantes, et donc ils peuvent se retrouver dans les eaux facilement par ruissèlement. Leur présence dans les cours d'eau traduit une dégradation incomplète de la matière organique, par manque d'oxygène, signe d'eutrophisation.

De même, les nitrates ne sont pas toxiques en soit, ils sont même indispensables à la croissance des végétaux. Mais leur présence en excès traduit d'une pollution, car ce sont, comme les phosphates de puissants agents eutrophisants. Les nitrates sont notamment contrôlés pour leur capacité à se transformer en nitrites nocifs, mais aussi pour leur capacité à être transféré vers la nappe.

Par un phénomène d'oxydation appelée la nitrification, l'ammonium est oxydé en nitrite, et par un phénomène de réduction notamment dans l'intestin humain, le nitrate peut aussi être transformé en nitrite. Or les nitrites peuvent empêcher de fixer convenablement l'oxygène, entraînant la méthémoglobinémie, un problème respiratoire. De plus les nitrites peuvent se fixer à des amines dans l'intestin en cas d'ingestion, formant des nitrosamines qui sont cancérigènes. On peut mesurer l'ammonium, les nitrates et nitrites par méthodes colorimétriques, directement sur le terrain, et doser l'azote total par la méthode Kjeldahl.

Pour ce qui est du phosphore, il est important et nécessaire car c'est la principale source d'énergie du vivant, et un composant majeur dans l'ADN. Le phosphore dans les eaux naturelles provient du lessivage de certains minéraux, mais surtout de la décomposition de matière organique (déjection, feuilles, eaux usées, engrais). Le phosphore n'est pas toxique pour l'homme, les animaux ou les poissons, mais c'est surtout pour ralentir l'eutrophisation des systèmes aquatiques qu'on le contrôle. Il est préférable de mesurer le phosphore total, avec l'ensemble des formes de phosphore possible. C'est une analyse complexe faite en laboratoire.

Dans la même famille des éléments nutritifs de base des plantes, il est intéressant de suivre la concentration en potassium. Il est présent dans les légumes, les fruits, et la majorité de notre alimentation. C'est un élément indispensable à la régulation du système hydrique et nerveux de l'homme. Il est un des macrominéraux essentiels pour la survie des plantes, avec l'azote et le phosphore, ainsi que pour le maintien de l'état du sol. Il est donc important pour la biodiversité et pour l'arrosage. En effet, si le niveau de potassium est trop bas, cela peut réduire la croissance des plantes. Il n'est pas écotoxique, au contraire, il est nécessaire, une carence en potassium pouvant être une cause d'eutrophisation. Le dosage du potassium se fait en laboratoire, par photométrie de flamme.



	Modélisme	Baignade	Fontaine (NP)	Incendie	Régulation pluviale	Régulation Inondation	Drainage	Nettoyage Voirie	Toilettes	Phytopurification	Aquaponie	Pisciculture	Arrosage	Arrosage comestible	Eau pour potabilisation :	Abreuvoir (eau potable)	Eau potable	Paysage	Culte	Biodiversité	Ilot de fraîcheur	Pédagogie (contact enfant)	Expérimentations
Chlorures (HClO3)												Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui				Oui	Oui	Sus
Cyanure (CN)															Oui	Oui	Oui				Oui	Oui	Sus
Fluorures (F-)															Oui	Oui	Oui				Oui	Oui	Sus
Sulfate (SO4)													Oui	Oui	Oui	Oui	Oui				Oui	Oui	Sus
Nitrate (NO3)													Oui	Oui	Oui	Oui	Oui				Oui	Oui	Sus
Nitrite (NO2)													Oui	Oui	Oui	Oui	Oui				Oui	Oui	Sus
Phosphates													Oui	Oui	Oui	Oui	Oui				Oui	Oui	Sus

Figure 13 : Les anions

Intéressons-nous maintenant au fluor. Il est présent naturellement dans la croûte terrestre, on le retrouvera donc dans l'eau, les plantes et les animaux. Le fluor diminue le risque de caries dentaires, mais en excès, il peut entraîner des fluoroses, des maladies incapacitantes. Pour les plantes, certaines sont totalement intolérantes, d'où l'intérêt de le tester. Pour la consommation humaine, la concentration dans l'eau est limitée à quelques mg/L. Le dosage des fluorures se fait en laboratoire

Le fer est un minéral essentiel à notre organisme. Il est rejeté dans la nature lors de processus naturels (corrosion, lessivage). Le fer et ses composés sont très peu solubles dans l'eau, et associés à des particules solubles. La concentration en fer peut atteindre 50mg/L dans des eaux, notamment d'origine souterraine, causant un goût désagréable et une couleur orangeâtre. Dans une eau pas assez aérée, le fer prend sa forme réduite de Fe (II) et sa solubilité augmente. Il devient toxique pour les plantes. Sinon le fer est considéré comme un métal lourd pour les algues et les champignons. Pour la consommation humaine, il est fixé que la concentration en fer ne doit pas dépasser 0,2 mg/L dans les eaux de consommation humaine. La concentration en fer de l'eau est obtenue par dosage.

Le chlore sous forme de chlorure est courant dans la nature (NaCl par exemple) mais très rare sous sa forme gazeuse car très réactif. Le chlore sous forme gazeuse va avoir tendance à se dissoudre mélangé à l'eau donnant alors un ion chlorure. Une fois dans l'eau ou l'air, le chlorure, qui est très réactif, va réagir avec des composés inorganiques pour former des sels de chlorure ou des produits organiques chlorés (notamment des chloramines). Il est très réactif, et ne va donc pas pénétrer dans les eaux souterraines. Le chlore n'est pas stocké par les animaux ou les plantes, mais une exposition répétée peut être toxique d'où son contrôle dans l'eau potable. Par contre le chlore est un biocide, particulièrement toxique pour les organismes vivants de l'eau et du sol. Le chlore provoque des dommages environnementaux même à des concentrations faibles. Le dosage des chlorures se fait en laboratoire

Les sulfates sont retrouvés dans presque toutes les eaux naturelles, ils viennent de l'oxydation des minerais, de la présence de schistes ou de déchets industriels. C'est un des éléments majeurs des composés dissouts dans l'eau de pluie. Le soufre est utilisé dans le corps humains, notamment dans les protéines, mais à trop haute dose, il a un effet laxatif entraînant des déshydratations pour l'homme et les animaux. Une importante concentration en sulfate entraîne de la corrosion des matériaux. Le dosage des ions sulfates peut se faire par conductimétrie ou titrage.

Dans une deuxième partie, nous allons évoquer les contaminations exceptionnelles par des substances toxiques. Elles feront l'objet d'un moins grand traitement de ma part, mais seront néanmoins à inspecter en cas de suspicion. Sur le schéma ci-contre, nous expliquons les différentes sources de contamination en fonction de la zone de ruissèlement de l'eau. On peut évaluer ce avec quoi l'eau peut être contaminé à partir de ce avec quoi elle a été mise en contact. Nous allons voir dans cette partie les principaux types de contamination exceptionnels.

Les cyanures minéraux et organiques sont indissociables de la vie, ils sont très solubles dans l'eau. Il peut se retrouver dans l'eau notamment de par les pesticides utilisés. Le cyanure est toxique pour l'homme, mais aussi pour les animaux, causant une inhibition de la respiration cellulaire, tuant autant les bactéries que les algues ou les animaux. Dans l'environnement on dose le cyanure libre, qui est inspecté souvent en cas de suspicion.

	Modélisme	Baignade	Fontaine (NP)	Incendie	Régulation pluviale	Régulation inondation	Drainage	Nettoyage Voirie	Toilettes	Phytodéposition	Aquaponie	Pisciculture	Arrosage	Arrosage comestible	Eau pour potabilisation :	Abreuvoir (eau potable)	Eau potable	Paysage	Culte	Biodiversité	Ilot de fraicheur	Pédagogie (contact enfai)	Expérimentations	
Calcium											Oui	Oui	Oui	Oui									Sus	
Magnésium											Oui													Sus
Potassium											Oui													Sus
Sodium (Na)											Oui						Oui					Oui		Sus
Carbonate											Oui													Sus
Bicarbonate											Oui													Sus
Aluminium (Al)											Oui													Sus
Ammonium (NH4)																								Sus
Antimoine (Sb)																								Sus
Arsenic (As)																								Sus
Barium (Ba)																								Sus
Beryllium (Be)																								Sus
Bore (B)																								Sus
Brome (Br)																								Sus
Cadmium (Cd)																								Sus
Chrome (Cr)																								Sus
Cuivre (Cu)																								Sus
Fer (Fe)																								Sus
Plomb (Pb)																								Sus
Manganèse (Mn)																								Sus
Phosphore total																								Sus
Mercur (Hg)																								Sus
Molybdène (Mo)																								Sus
Nickel (Ni)																								Sus
Azote (total N)																								Sus
Sélénium (Se)																								Sus
Argent (Ag)																								Sus
Etain (Sn) inorganique																								Sus
Uranium (U)																								Sus
Zinc (Zn)																								Sus
Amiante																								Sus

	Modélisme	Baignade	Fontaine (NP)	Incendie	Régulation pluviale	Régulation inondation	Drainage	Nettoyage Voirie	Toilettes	Phytodéposition	Aquaponie	Pisciculture	Arrosage	Arrosage comestible	Eau pour potabilisation :	Abreuvoir (eau potable)	Eau potable	Paysage	Culte	Biodiversité	Ilot de fraicheur	Pédagogie (contact enfai)	Expérimentations	
Acrylamide																								Sus
Benzène (GHE)																								Sus
Benzol(a)pyrène																								Sus
dioxyde de chlore (ClO2)																								Sus
1,2-dichloroéthane																								Sus
Epichlorhydrine																								Sus
Pesticides																								Sus
Pesticides - Totaux																								Sus
Autres cides																								Sus
HAP																								Sus
Tetrachloroéthène																								Sus
Trichloroéthène																								Sus
Trihalométhanes																								Sus
Tritium (H3)																								Sus
Chlorure de vinyle																								Sus
Antiparasitaires																								Sus
Pathogènes des plantes																								Sus
Détergents																								Sus
Microcystines																								Sus
Hydrocarbures dissous																								Sus
Phénols																								Sus
Substances extractibles au																								Sus

Figure 14 : Les molécules dangereuses

De manière général, les métaux sont des éléments de l'écorce terrestre pouvant être mobilisé soit mécaniquement soit chimiquement. Ils peuvent être présent dans les eaux de surfaces et les nappes souterraines. Des activités anthropiques peuvent conduire à l'augmentation de ces concentrations naturelles. Les métaux sont alors considérés comme des micropolluants minéraux. Certains minéraux sont indispensables à petites doses, comme le zinc, le cuivre, le sélénium : la carence, ou l'excès de ces minéraux provoquent des maladies. Certains sont toxiques, les fameux métaux lourds. D'autres éléments appelés métalloïdes peuvent aussi être des oligoéléments, mais au-delà de certaines concentrations ils sont considérés comme des polluants. Ces éléments sont à surveiller dans l'eau, surtout en cas de suspicion. On peut notamment suivre pour la toxicité humaine et animale l'aluminium, l'antimoine, l'arsenic, le baryum, le béryllium, le bore, le brome, le cadmium, le chrome, le cuivre, le plomb, le manganèse, le mercure, le molybdène, le nickel, le sélénium, l'argent, l'étain, l'uranium et le zinc. Pour les algues, les champignons, les poissons et les plantes, il faut particulièrement surveiller les concentrations en aluminium, cadmium, chrome III et IV, cuivre, fer, manganèse, mercure, nickel, plomb et zinc.

D'autres substances sont à suivre, en fonction des différentes suspicions, notamment

- les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) issus de la combustion incomplète de ressources fossiles, retrouvés dans l'atmosphère
- Les polychlorobiphényles (PCB), particulièrement nocif pour les organismes aquatiques, même si normalement il n'y a pas de raison d'en retrouver, puisqu'on les retrouve plus particulièrement dans les installations électriques.
- Les benzènes et dérivés, ils sont émis naturellement mais majoritairement émis dans l'atmosphère par les gaz échappement de véhicule. Ils sont présents faiblement dans les eaux de pluie mais sont toxiques dans l'environnement.
- Les pesticides, classés en herbicides, insecticides, fongicides, molluscicides et autres biocides. Ils peuvent être dommageables pour la santé et l'environnement à cause de leur toxicité, notamment chronique en cas de persistance et d'accumulation dans les tissus organiques
- Les produits pharmaceutiques, trouvés à l'état de trace, eux ou leurs métabolites, à des concentrations très faibles. Ils viennent de l'urine, ou de mauvaises jonctions des eaux usées. Il faudrait, dans l'idéal suivre les composés agissant à faible dose, comme les hormones et certaines anticancéreux.

Sur les sites en question, n'ayant jamais été des zones industrielles, nous recommandons de s'intéresser

- Au cadmium présent dans les revêtements anticorrosion et les engrais phosphatés
- Au plomb, ayant pu être capturé par ruissellement sur les toitures et les chaussées
- Le zinc présent dans les toitures
- Le cuivre, présent dans les insecticides et fongicides mais aussi sur les toits
- L'arsenic, présent dans les biocides, pesticides
- Les HAP, émis dans l'atmosphère,
- Les hydrocarbures dissous, provenant de véhicules ayant pu stationner,
- Les pesticides totaux, en cas d'utilisation au préalable.

*Concentrations de métaux de la rivière Charest en aval de l'ancien site minier de Notre-Dame-de-Montauban (2012)  
Arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine*

Guide ASTEE : Guide récupération et utilisation des eaux pluviales  
Guide substances toxiques AESN

	Modélisme	Baignade	Fontaine (NP)	Incendie	Régulation pluviale	Régulation Inondation	Drainage	Nettoyage Voirie	Toilettes	Phytodépollution	Aquaponie	Pisciculture	Arrosage	Arrosage comestible	Eau pour potabilisation :	Abreuvoir (eau potable)	Eau potable	Paysage	Culte	Biodiversité	Ilot de fraîcheur	Pédagogie (contact enfanta)	Expérimentations
<i>Escherichia coli</i>	Sus	Oui	Oui							Oui					Oui	Oui	Oui				Oui	Oui	Sus
Enterococci	Sus	Oui	Oui							Sus					Oui	Oui	Oui				Oui	Oui	Sus
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>										Sus					Oui	Oui	Oui				Oui	Oui	Sus
Bactéries hétérotrophes										Sus					Oui	Oui	Oui				Oui	Oui	Sus
Bactéries sulfite-réductrices										Sus					Oui	Oui	Oui				Oui	Oui	Sus
bactérie coliforme										Sus					Oui	Oui	Oui				Oui	Oui	Sus
Staphylocoques pathogènes										Sus													Sus
Salmonelles										Sus					Oui							Oui	Sus
Nombre de colonie à 22°C										Sus					Oui							Oui	Sus
Nombre de colonie à 37°C										Sus					Oui							Oui	Sus
Chlorophylle a	Sus	Sus								Sus								Sus	Sus				Sus
Phéopigments	Sus	Sus								Sus								Sus	Sus				Sus
Cyanobactérie	Sus	Sus								Sus								Sus	Sus				Sus

Figure 16 : Suivi microbiologiques

Intéressons-nous maintenant aux analyses microbiologiques.

Une partie de ces analyses se base sur les indicateurs de contamination fécale. Elles ont été choisies car leur présence en grand nombre dans les selles des animaux à sang chaud, sources fréquentes de contamination grave, elles sont facilement détectables, elles ne se développent pas dans l'eau pure. Pour les analyses les plus simples, il faut s'intéresser à *Escherichia coli* et les entérocoques intestinaux. En soit, ces deux bactéries ne sont pas dangereuses en temps normal, mais elles sont indicatrices d'une contamination fécale qui peut amener des microorganismes bien plus dangereux.

Pour la fontainerie, d'autres analyses microbiologiques sont à effectuer, notamment de *Pseudomonas aeruginosa*, des staphylocoques pathogènes, et des bactéries coliformes. Pour obtenir de l'eau potable d'autres analyses supplémentaires sont à réaliser.

Pour ce qui est du contrôle des cyanobactéries, sous certaines conditions par encore totalement connues, certaines produisent des toxines qui peuvent avoir des impacts importants voir entraînant la mort des individus. Elles se nourrissent de phosphore et d'azote, un excès de ces nutriments peut, dans des conditions favorables, entraîner une augmentation massive de la population de microalgues, appelée l'effervescence algale. Une période prolongée d'effervescence algale pompe tout l'oxygène d'un milieu, et entraîne la mort du milieu. Pour les analyses, il faut faire des observations visuelles in situ, et les dénombrer au microscope. Il est aussi possible de faire une analyse de la chlorophylle a et des phéopigments. L'analyse est délicate, car seule une ou quelques espèces de micro-algues sont en général cause. Il est donc utile de faire un suivi d'éventuelle pollution au phosphore, à l'azote, et de la température qui constitue le socle de base pour l'effervescence algale, afin d'éviter en amont ces phénomènes.

Anaérobie

Explication du ruissèlement

Explication du phénomène d'eutrophisation

Quasi gratuit : UPMC

Eurofin → ce qu'on veut (500 euros), possibilité de faire un prix de groupe pour 3

A faire chaque année. C'est le pire moment

Flipr

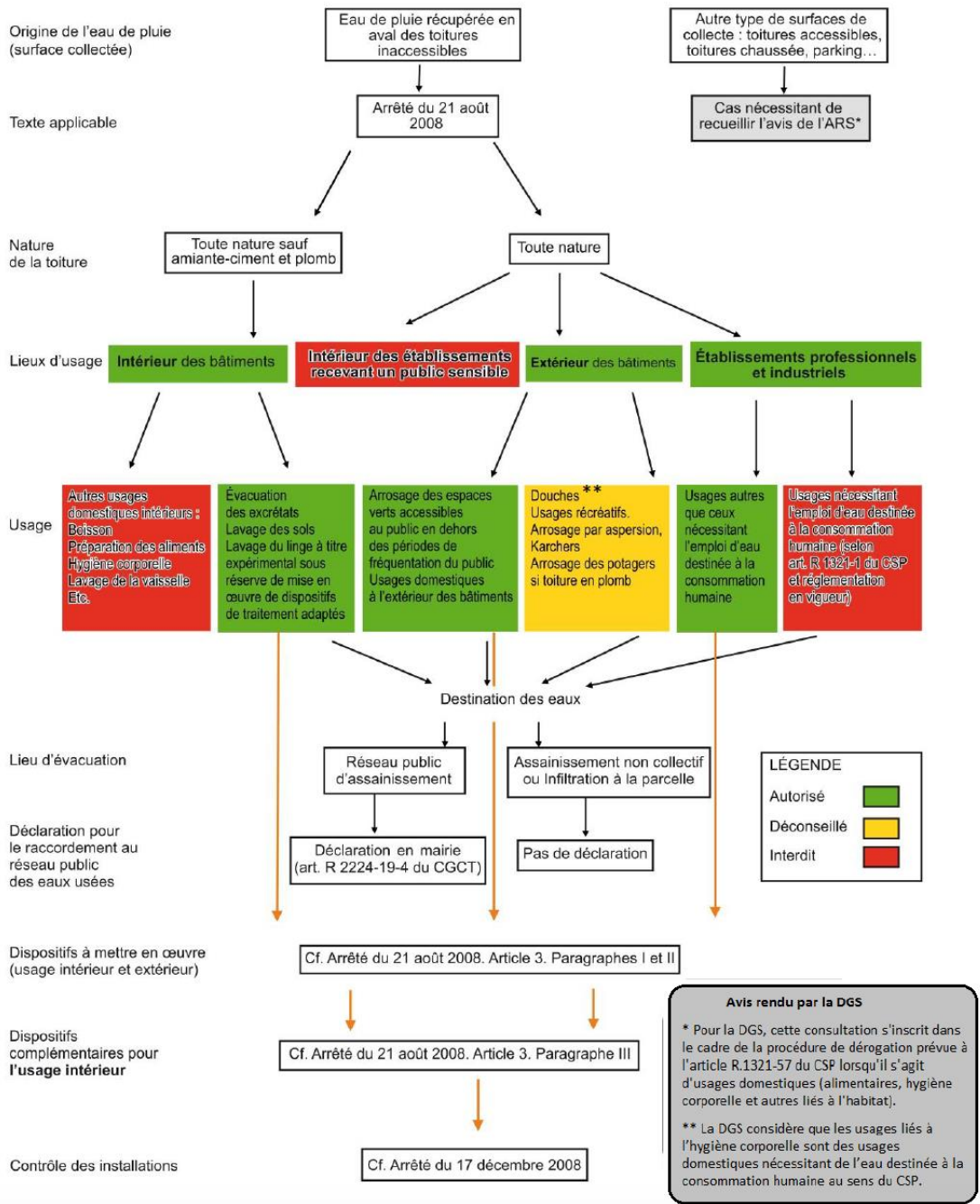


Figure 3 : Logigramme de la réglementation

## Aspects réglementaires de l'utilisation de l'eau en France

De manière générale sur la question de l'eau, deux codes vont s'affronter, et donc les deux visions associées. D'un côté, il y a le code de l'environnement traitant du régime général et de la gestion de la ressource, la planification, les activités, les installations et les usages. D'un autre côté, le code de la santé publique traite de la protection et la sécurité sanitaire des eaux et des aliments. Donc selon les usages, il faut vérifier la conformité avec les agents de l'ARS/DGS et de l'OFB

Fonctionnement écosystémique

### Réglementation de l'eau potable

L'eau potable est encadrée par la réglementation européenne, le Code de la Santé publique, des décrets, des arrêtés, des circulaires.

La qualité de l'eau potable en France est encadrée par la Directive européenne 98/83 du 3 novembre 1998 et le décret 2001-1220, qui fixe les exigences de qualité pour l'eau potable

En France, les normes applicables sont définies dans l'arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine.

Pour la fontainerie, la consommation, la brumisation, et de manière général le contact avec l'homme, la DGS/ARS recommande d'utiliser de l'eau potable.

### Réglementation sur l'eau pluviale

En France, la genèse de la réglementation sur l'utilisation des eaux pluviales provient d'une loi du 30 décembre 2006 sur l'eau et les milieux aquatiques, octroyant des crédits d'impôts pour les bâtiments stockant les eaux pluviales. De là est né un besoin de réglementation sur l'usage de ces eaux pluviales, qu'on retrouve avec l'arrêté du 21 Août 2008 relatif à la récupération des eaux de pluie et à leur usage à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments.

Deux visions se sont confrontées, une vision restrictive, voyant l'adduction d'eau en ville qu'à partir d'un réseau unique d'eau potable de qualité, et une vision extensive, remettant en question ce modèle.

La législation impose que les eaux pluviales utilisées à l'intérieur soient issues de toitures inaccessibles, certaines catégories de bâtiments sont exclues, et limités à certains usages (toilettes, lavage au sol, et dans une certaine mesure le lavage du linge). L'eau de pluie collectée à l'aval de toitures inaccessibles peut aussi être utilisée pour des usages domestiques extérieurs au bâtiment. Tout autre provenance doit être soumis à approbation de l'ARS.

Il a été privilégié une catégorisation de l'eau en fonction de sa provenance, plutôt qu'une réflexion plus globale qui impliquerait le recours à des analyses de risques comme en Angleterre. La législation française est donc dans une logique descendante, contrairement aux autres pays du monde ayant commencé à légiférer sur le sujet, bridant la créativité et les retours d'expériences par un cadre contraignant trouvant ses racines dans notre principe de précaution à la française.



	France	Allemagne	Australie	Angleterre	Brésil
Extérieur	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Toilettes	Oui		Oui	Oui	Oui
Eau sanitaire			Oui	Oui	
Lavage du sol	Oui		Oui		Oui
Lave-linge		Oui	Oui		
Mares	Oui		Oui		
Incendies			Oui		
Tour réfrigérante			Oui	Oui	
Piscine				Oui	
Lavage des véhicules			Oui		Oui
Trottoir			Oui		Oui
Miroir d'eau			Oui		Oui
Consommation			Ouvert		Traitement
Autres					Ouvert

Usages de l'eau de pluie en fonction des pays

D'autres usages de l'eau peuvent être envisageables en dehors de ceux considérés par l'arrêté du 21 août 2008, et ont déjà été inscrits dans le droit d'autres pays. Ces autres usages sont ouverts, mais ils doivent être assortis de prescriptions et/ou de recommandations, et impliquent la responsabilité des utilisateurs, notamment la consommation humaine.

Ces nouveaux usages impliquent d'améliorer la qualité de l'eau de pluie stockée. Différentes techniques le permettent, notamment le first flush diverter déviant les premières pluies, des moustiquaires. Les critères d'utilisations sont variables, et impliquent majoritairement les microorganismes pathogènes, à l'exception des États-Unis, incluant en plus des critères physico-chimique. Selon l'ONEMA, un vrai débat est à ouvrir sur la question : « quelle qualité d'eau pour quel usage ? » pour un recours aux ressources alternatives dans les années à venir.

#### Réglementation sur les eaux douces de surface

On peut citer notamment la directive n° 2013/39/UE du 12/08/13 modifiant les directives 2000/60/CE et 2008/105/CE en ce qui concerne les substances prioritaires pour la politique dans le domaine de l'eau, ainsi que la directive n° 2008/105/CE du 16/12/08 établissant des normes de qualité environnementale dans le domaine de l'eau, modifiant et abrogeant les directives du Conseil 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE, 86/280/CEE et modifiant la directive 2000/60/CE

#### Réglementation sur la baignade

Pour la gestion de la qualité des eaux de baignade, le classement des eaux de baignade, et les méthodes microbiologiques pour les eaux de baignade, on peut utiliser la directive 2006/7/CE du Parlement européen et du Conseil du 15 février 2006.

Remarque : On peut citer dans les usages n'ayant pas une réglementation, l'utilisation de l'eau pour l'arrosage,

## PATRIMOINE VERT ET NATUREL DÉPARTEMENTAL EN VAL-DE-MARNE

### Parcs départementaux

- 1 - Domaine Chériloux
- 2 - Parc des Cormailles
- 3 - Parc du Cotéau de la Bièvre
- 4 - Parc de la Roseraie
- 5 - Parc du Val-de-Marne
- 6 - Parc Petit-le-Roy
- 7 - Parc du Plateau
- 8 - Parc du Rancy
- 9 - Parc de la Saussaie-Pidoux

### Jardins et espaces de collections

- 11 - Musée Mac Val
- 12 - Pépinière départementale
- 13 - Roseraie du Val-de-Marne

### Espaces Naturels Sensibles

- 14 - Berges de l'Yerres
- 15 - Espace agricole de Mandres-les-Roses
- 16 - Glacis du fort d'Ivry
- 17 - Les îles de la Marne
- 18 - Espace Naturel de la Pierre Fitte

### Parcs / ENS

- 19 - Parc du Champ-Saint-Julien
- 20 - Domaine des Marmousets
- 21 - Parc Duclos
- 22 - Parc des Hautes-Bruyères
- 23 - Plaine des Bordes
- 24 - Parc des Lilas
- 25 - Parc du Morbras
- 26 - Parc de la Plage Bleue

### Parcs Interdépartementaux

- 27 - Parc des sports de Choisy-le-Roi - Paris
- 28 - Parc du Tremblay

### Les coulées vertes

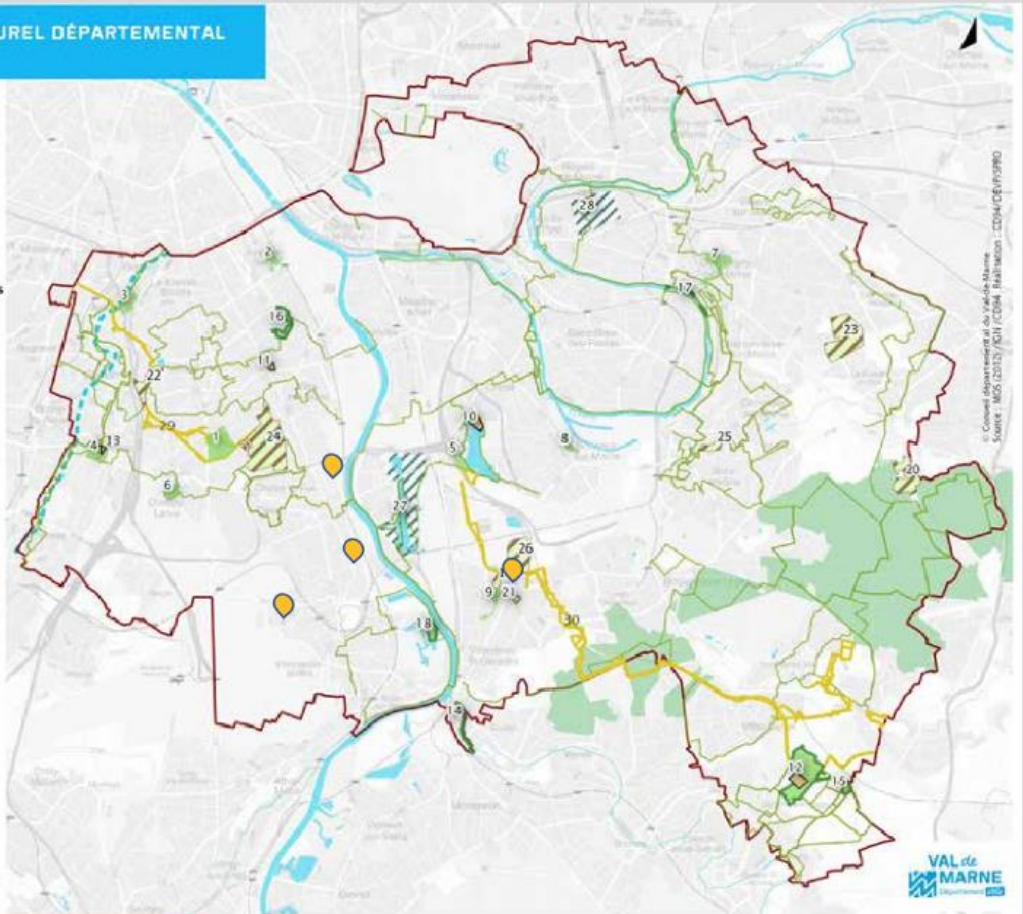
- 29 - Coulée verte Bièvre - Lilas
- 30 - Coulée verte Tégival

FDIPR

Arc boisé

Réseau hydrographique

Bièvre



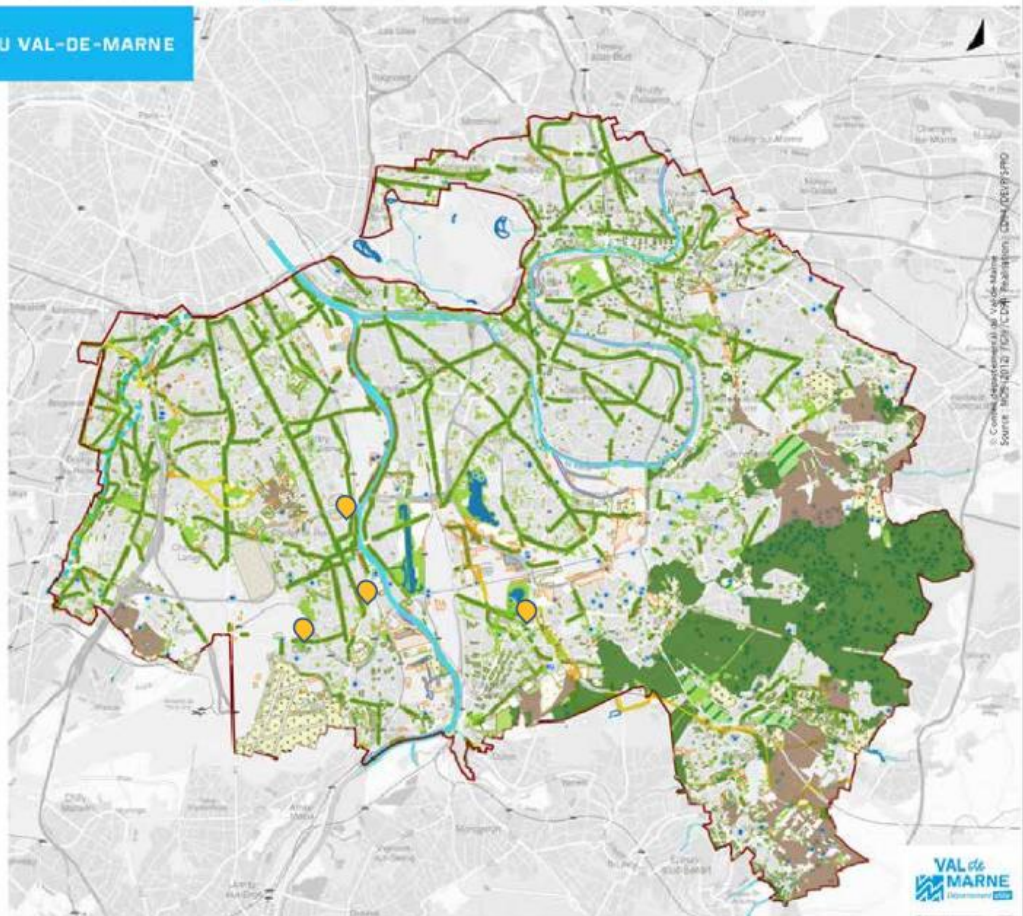
## TRAME VERTE ET BLEUE DU VAL-DE-MARNE

### Éléments de la trame verte et naturelle

- Bois ou forêts
- Espaces agricoles
- Parcs ou jardins
- Espaces verts privés
- Jardins individuels ou familiaux
- Surfaces à végétation basse
- Cimetières
- Terrains vacants
- Coulées vertes
- Berges
- Arbres d'alignements

### Éléments de la trame bleue

- Darses portuaires, Stations d'épuration, Usines des eaux
- Cours d'eau naturel
- Plan d'eau
- Mares
- La Bièvre



Faisons maintenant un focus en entonnoir sur les milieux et la biodiversité.

D'abord nous allons nous focaliser sur la cohérence des parcs dans des stratégies plus large à l'échelle de l'île de France et du département, puis dans un second temps nous allons nous focaliser sur les parcs en eux même, avec un état des lieux dans le temps. Enfin nous regarderons plus précisément les bassins, leur construction mais aussi les enjeux liés.

Pour ce qui est des stratégies à grande échelle, nous avons utilisé les informations du département Val de Marne, le schéma régional de cohérence écologique de la région Ile de France ainsi que le site géoportail. Nous allons approfondir les points suivants car les résultats sont intéressants :

- Le patrimoine vert et naturel départemental en Val de marne
- La trame verte
- Les zones d'influence et carencées de la trame verte à l'échelle départementale
- Les composantes écologiques de la trame verte
- Le taux de couvert arboré
- Les espaces de prairies
- Les zones humides et surface en eaux permanentes
- Le taux d'imperméabilisation du sol.

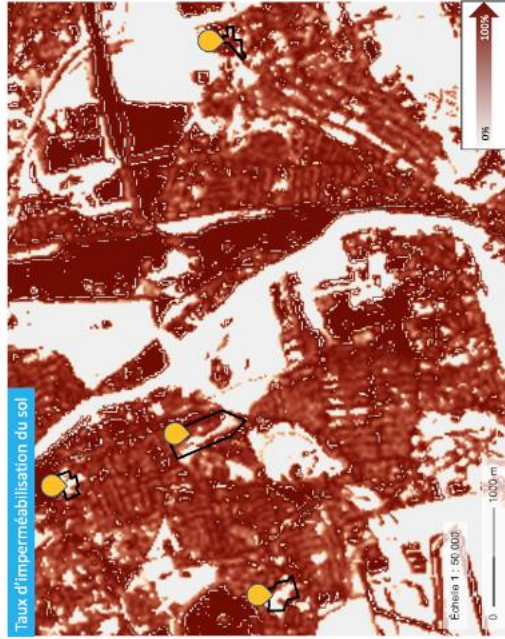
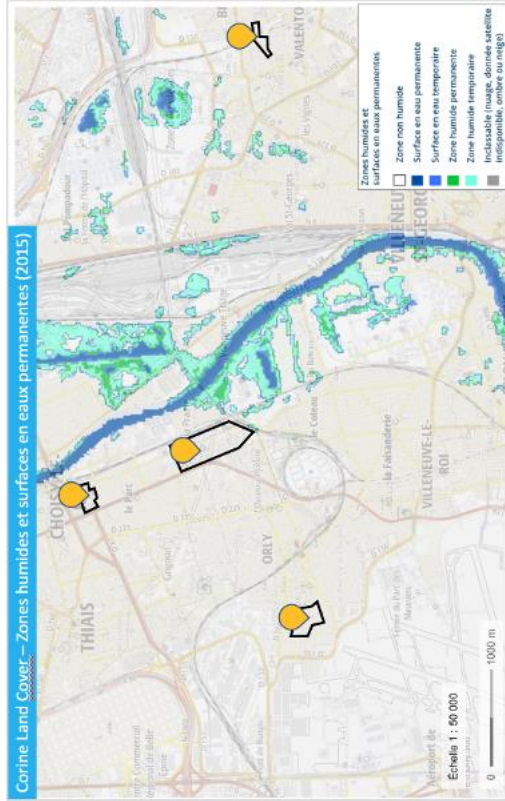
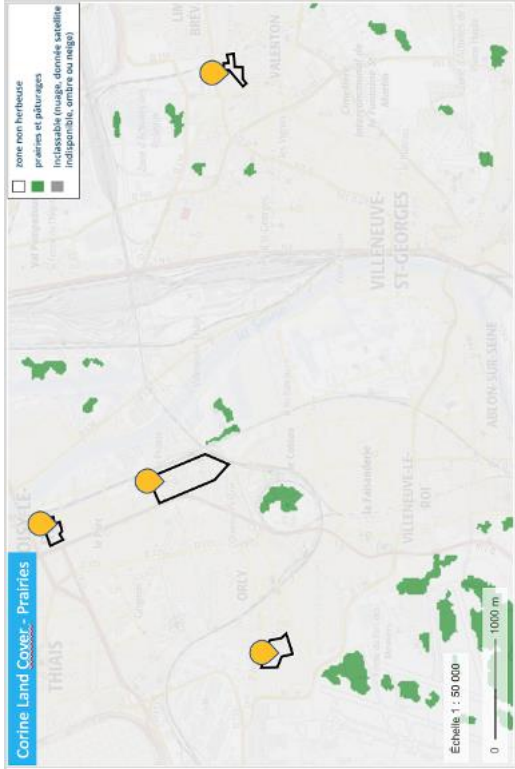
Nous avons étudié d'autres paramètres, avec à chaque fois l'absence du critère étudié au niveau des parcs et de leur proximité immédiate. Nous avons étudié notamment les ZNIEFF I et II, les parcs naturels régionaux, les réserves naturelles régionales, les parcs nationaux, les zones d'importance pour la compensation des oiseaux, les sites Natura 2000.

Les trames verte et bleue ont été créées à la suite du Grenelle de l'environnement 2007. Elles visent à enrayer la perte de biodiversité, tant ordinaire qu'extraordinaire, notamment en luttant contre la fragmentation écologique. C'est un enjeu majeur, d'autant plus avec le réchauffement climatique, qui va forcer les espèces à migrer vers le Nord. La partie dites « verte » correspond aux milieux naturels et semi-naturels terrestre (bois, jardins, espaces agricoles, cimetières etc.), tandis que la trame dites « bleue » fait référence au réseau aquatique et humide (fleuves, rivières, zones humides ...). Ces trames sont retrouvées dans les schémas régionaux de cohérence écologiques (SRCE), mais pour avoir une résolution plus fine, nous avons étudié leur transposition à l'échelle du département du Val de Marne. Le département mène une politique volontariste et ambitieuses pour maintenir la biodiversité en créant des îlots de fraîcheur : une relation pacifiée entre écosystème et société.

Pour comprendre la trame verte, il faut localiser les points principaux : les grands éléments du patrimoine vert et naturel du département. C'est en les reliant que la trame verte prend tout son sens. Ne sont référencés sur la carte ci-contre que les parcs d'une certaine taille, c'est pourquoi, aucun de nos parcs n'est mis en évidence, car trop petit. On peut noter qu'il n'y a pas de grands parcs à proximité de Navigateurs et du parc Georges. Par contre le parc de la Mairie de Choisy le Roi est situé à proximité du Parc des Lilas, et la résidence de Valenton est situé proche du parc de la Plage Bleue, et à proximité de la coulée verte Tégéval.

Le tégéval est une voie verte de 96 ha connectant le parc départemental de la Plage Bleue au Nord et le Massif de l'arc boisé au Sud. De par sa proximité, le parc du petit étang pourrait enrichir ce corridor écologique en faisant cohabiter circulation douce et biodiversité.





Nous avons cherché maintenant à faire un zoom au plus près de nos parcs. Nous avons utilisé géoportail, avec la base de données Corine Land Cover, qui est un inventaire biophysique de l'occupation des terres.

Nous avons analysé 3 paramètres :

- le taux de couvert arboré cartographie le pourcentage de couverture arborée par pixels.
- les prairies : cela correspond aux surfaces enherbées denses de composition floristique majoritairement graminacées, non incluses dans un assolement
- les zones humides et surfaces en eaux permanentes : correspond aux marais intérieurs, aux tourbières, aux cours d'eau de + de 100m de large et aux plans d'eau de plus de 25 ha (excluant nos parcs).
- Nous vous conseillons de mettre ces trois points en relation avec la quatrième carte avec le taux d'imperméabilisation des sols cartographie l'artificialisation des terres.

Les villes ne sont pas pauvres en biodiversité, elles doivent être incluses dans les continuités écologiques via les trames bleues et vertes. Le modèle insulaire de MacArthur et Wilson peut être appliqué aux espaces verts urbains, avec des parcs où résident la biodiversité. La richesse spécifique d'un parc dépend de la surface du parc, et de sa distance avec d'autres parcs. Il suffit d'une faible distance de connexion via un corridor écologique (berges, haies, alignement d'arbres) pour diminuer les risques d'extinction locale des espèces présentes. Ces points sont à introduire dans les SCOT et PLUi par les acteurs urbains.

Il est intéressant tout d'abord de voir le peu d'espaces prairiaux dans le secteur, ce qui va largement influencer la biodiversité et la migration des espèces prairiales : il y a peu d'espace capable d'accueillir cette biodiversité, et aucune trame, d'autant plus que l'espace est très fortement urbanisé, rendant difficile la circulation des espèces prairiales.

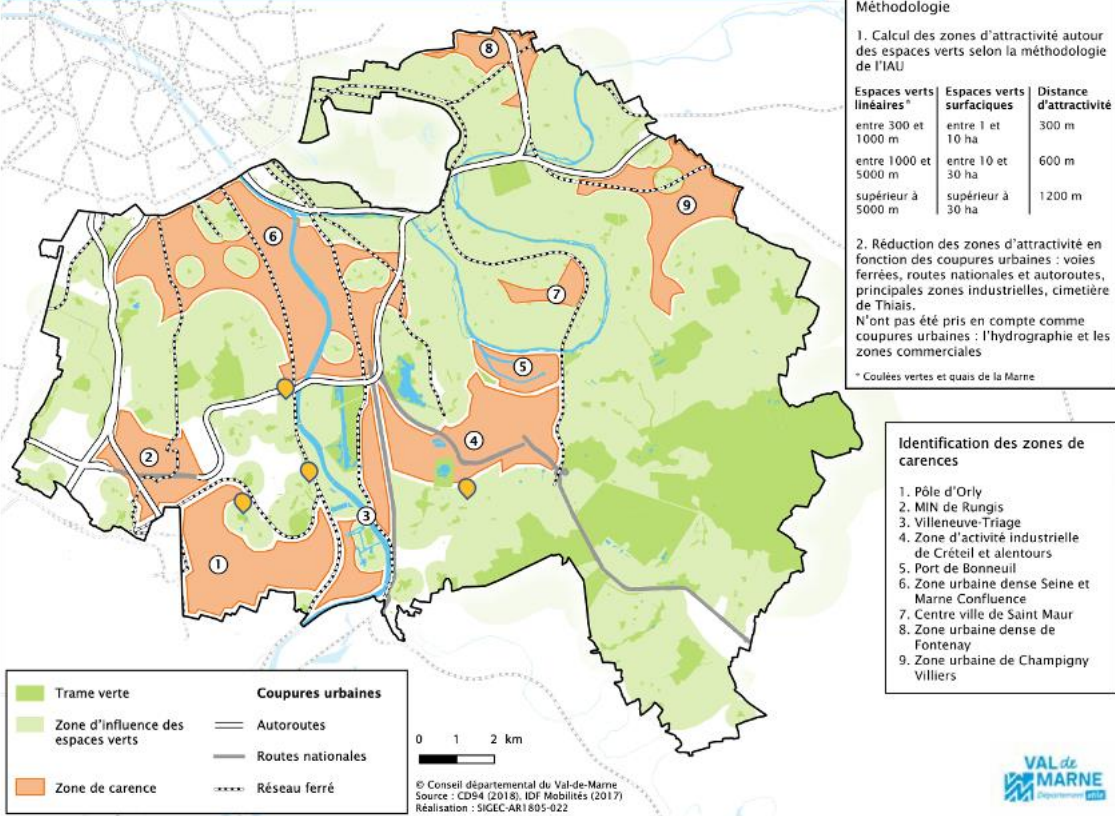
Dans le cas présent, il y a peu de zone prairiales, situé au Sud de Méliès. Seul le parc de Navigateurs se situe à proximité d'une zone humide. Par contre, en regardant le taux de couvert arboré, les arbres ne sont pas rares en ville. Il y a par contre une diagonale plus vide entre Choisy le Roi et Méliès. Pour créer une interconnexion entre les parcs, il est donc plus pertinent de se concentrer sur le renforcement de la trame verte arbustive, en créant plus de continuité dans les avenues. Quant à Valenton, il serait intéressant de se connecter au Tégéval, lui-même un corridor écologique.

On peut résumer la connexion avec les trames avec le tableau suivant, c'est un tableau à 3 niveaux : connexion établie → oui, connexion faisable → possible, connexion difficile → non

	Trame bleue	Trame verte -prairies	Trame verte - arbres
Valenton	Non	Non	Pos
Choisy le Roi	Non	Non	Pos
Navigateurs	Pos	Non	Pos
Méliès	Non	Non	Pos



## ZONES D'INFLUENCE ET ESPACES CARENCÉS DE LA TRAME VERTE DÉPARTEMENTALE EN VAL-DE-MARNE



## COMPOSANTES ÉCOLOGIQUES DE LA TRAME VERTE ET NATURELLE DU VAL-DE-MARNE

### Principaux secteurs écologiques à préserver de la trame verte et naturelle

- Réservoirs de biodiversité\*
- Secteurs d'intérêt écologique en contexte urbain\*
- Surfaces agricoles continues

### Principaux éléments de maillage écologique de la trame verte et naturelle

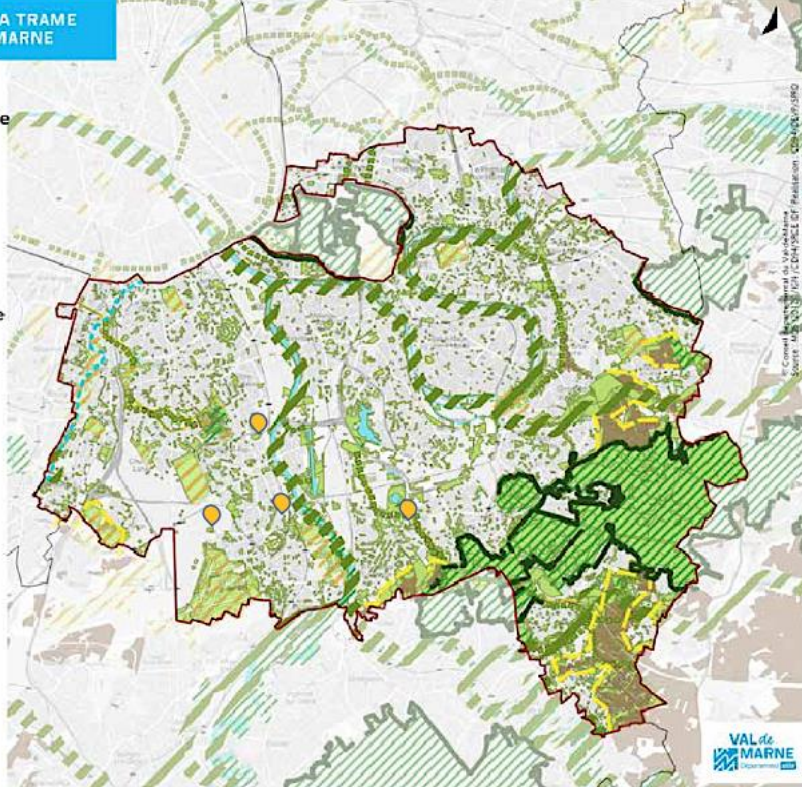
- Corridors multitrames: réseau hydrographique et milieux naturels associés\*
- Liaisons d'intérêt écologique en contexte urbain\*
- Lisières agricoles péri-urbaines à préserver
- Lisières forestières à préserver\*

### Fond de carte : trame verte et bleue départementale simplifiée

- Eléments de trame verte et naturelle
- Réseau hydrographique
- Bièvre

\* données SRCE-IDF

0 1 2 km





Retournons maintenant à une échelle au niveau du Val de Marne, pour parler des conséquences de ces parcs d'un point de vue social, et faire un bilan sur le lien entre les espaces étudiés.

Tout d'abord d'un point de vue social, le schéma ci-contre est une étude sur les zones d'influence et des espaces carencés de la trame verte départementale en Val de Marne. D'un point de vue social, le maintien des espaces verts en nombre et surfaces suffisants permet non seulement d'améliorer le cadre de vie des habitants, mais cela en fait un espace avec une qualité paysagère intéressant augmentant l'attractivité du territoire.

Les parcs sont l'objet de plusieurs usages pour les Hommes, tant sportifs que récréatifs. Au plus l'offre en animations et manifestations sur ces lieux est importante, au plus ou augmente leur fréquentation. Une trame verte répond donc à un besoin de calme, de loisirs, mais aussi de fraîcheur en été, pour une population urbaine. Cela permet de mieux accepter la densité urbaine. La trame verte, parce qu'elle interconnecte des espaces, est aussi un support de déplacements alternatifs, dit doux, améliorant la connexion urbaine. Une trame rend la ville plus agréable au quotidien.

La méthodologie sur les zones d'influence est expliquée sur le schéma. On peut remarquer que les Parc Méliès et Navigateurs créent une zone d'influence importante, mais que c'est en discontinuité avec Choisy Centre. Par contre l'espace de Valenton est dans une zone d'influence de la trame verte intéressante car large.

Concentrons-nous maintenant sur les espaces de biodiversité. Comme on l'a vu, la résidence du « Petit étang » de Valenton est situé entre l'arc boisé au Sud qui est un réservoir de biodiversité, et le parc départemental de la plage bleue au Nord. Les deux sont en train d'être connecté par le Tégéval. De part la proximité de la résidence I3F, il peut être intéressant de voir comment connecté cet espace à la trame. Cela plus en lien avec les espèces vivant dans les arbres que les espèces prairiales où de zone humide.

Navigateurs est à proximité d'une zone humide intéressante, et d'un corridor multi trame avec un secteur d'intérêt écologique en contexte urbain. Cependant Navigateurs est séparé de ces habitats par la voie ferrée, au Sud, tandis qu'au Nord il y a très peu d'éléments de la trame verte arbustive, et ils sont déconnectés et fragmentés. Le potentiel est donc limité, à moins de trouver comment se relier au Sud par un cheminement sous les voies.

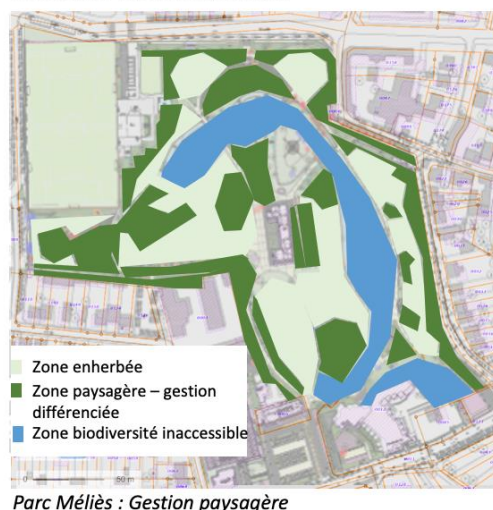
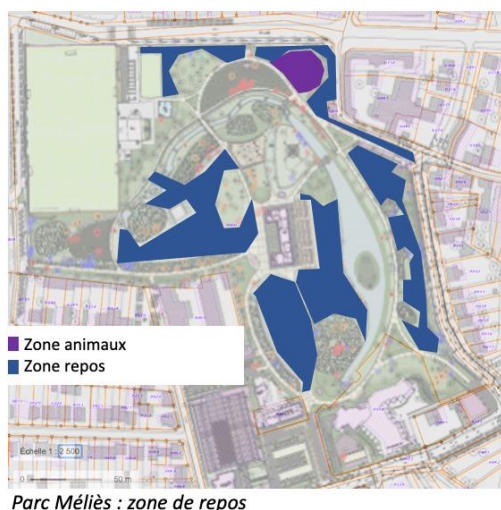
Le parc Méliès est un point intéressant, entre les pistes d'Orly au Sud et le cimetière au Nord. Cependant, cette espace est très fortement urbanisée, il sera difficile de connecter les deux via Méliès, pour les espaces prairiales du moins. Peut-être des chemins seraient envisageable pour les espèces vivantes dans les arbres, en continuant de construire des avenues arborées entre les parcs de la ville.

Le parc de la Mairie de Choisy le Roi enfin paraît bien isolé, mais peut-être serait-il possible de le connecter au long corridor multitrane le long des berges de Seine. Ce pourrait être alors un lieu de repos pour les espèces circulant sur près de ce chemin.

En conclusion, dans les cas de Navigateurs, parc de la mairie de Choisy le Roi, et parc Orly Méliès, de gros travaux seront probablement à effectuer pour connecter ces espaces au reste de la trame. Cette connexion sera plus simple pour le parc de Valenton. Ces trames sont bien plus que des chemins pour la biodiversité, ce sont aussi des chemins pour les Hommes.

Usages	Surface consacrée	Végétation	Aménagements	Mobilier	Animations possibles
<u>Ludique</u>	?	Arbres, herbes	Espaces enherbés accessibles	Aire de jeu, accrobranche, manège, boudrome	Oui
<u>Pédagogique</u> (scientifique, historique, rencontre)	?	Arbres, herbes, buissons etc.	Chemins larges, zones dédiées	Parc animalier, observatoire, parcours pédagogique, panneaux, composts, carré, illuminations potagers, jardins partagés, ateliers historiques, amphithéâtre, chemins sensoriels, pisciculture	Oui
<u>Historique</u>	?	Traditionnelle	Espaces paysagers traditionnels	Ateliers	Oui
<u>Sportif</u>	?	Non	Parcours sportifs, espaces accessibles de nuit	Aires sportives, fontaine à eau, sentier joggeur	Oui
<u>Animaux domestiques</u>	?	Arbres, herbe	Espaces dédiés	Bancs, source d'eau, poubelles pour la collecte des déchets	Non
<u>Repos</u>	?	Herbe, éléments paysagers	Espaces dédiés, sanitaires, zones recluses	Bancs	Non
<u>Cheminement</u>	?	Arbres	Lumières, chemin large	Lampadaires	Non
<u>Bioversité</u>	?	Arbres, plantes en gestion différenciée, plantes aquatiques, arbres morts	Mares, espaces dédiés, points d'eau	Abris, ruches, hôtels à insecte, nichoirs, éclairages respectueux	Oui
<u>Ilot de Fraicheur</u>	?	Grands arbres	Espaces dédiés	Arbres, Fontaine, rivière, mare, ruisseau, brumisateur	Oui
<u>Paysager</u>	?	Arbres, buissons, herbes,	Pompage pour l'arrosage, espaces dédiés	Sculptures, kiosque, rivière, cascade, roselière, bassin, pergolas	Non
<u>Festif</u>	?	Herbe	Grands espaces, prises de courant	Amphithéâtre, théâtre, restaurants, supports pour expositions	Oui
<u>Pratique</u> (arrosage, compostage, régulation eaux pluviales, sécurité)	?	-	Zones dédiés	Bassin, compost, locaux pour les services d'entretien, plot de sécurité	Oui

### Zonage des usages – Parc Méliès



Vers une diplomatie de l'usage.

Si on s'intéresse à la définition d'un parc, on apprend que c'est une zone d'un territoire, maintenu dans un état naturel, semi-naturel et paysagé. Un parc urbain plus particulièrement à pour fonction d'offrir des loisirs et des espaces verts aux visiteurs des alentours.

Nous nous sommes intéressés aux grands usages de ces parcs urbains :

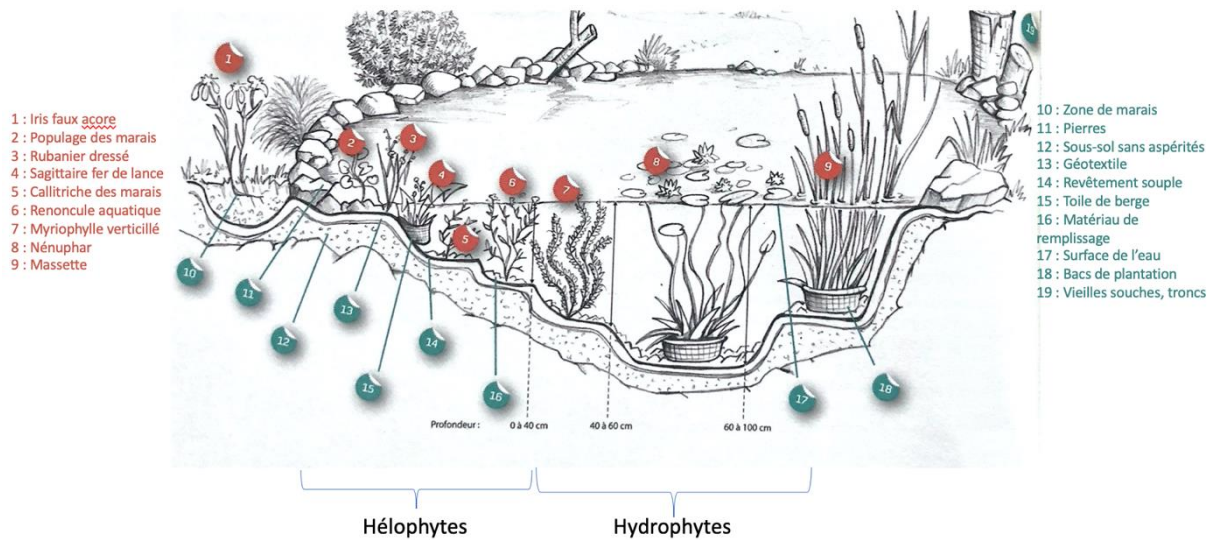
- Les aires de jeux : pour les enfants, les adultes et les personnes âgées. Ils peuvent être construits, où bien des espaces enherbés laissés à cet effet.
- La pédagogie, la didactique et l'éducation civique : ce sont des panneaux, des jardins partagés, des potagers sociaux, composts, mais aussi des zones de rencontre.
- Le sport, se dissociant du jeu, ce sont des espaces récréatifs mais aussi agrégatifs indispensables à la santé physique et mentale
- Les animaux domestiques : pour qui des aires doivent être aménagés pour une cohabitation civique avec les hommes. Il est bon de prévoir des poubelles pour la collecte des déjections, de l'eau, des aires de jeux, mais aussi des espaces pour le confort des maîtres (espaces à l'ombre, bancs)
- Les espaces d'arrêt : fonction fondamentale du parc, ce sont des zones de lecture, de détente, d'agrégation, de conversation. Ces zones doivent être préférentiellement au calme, à l'ombre, loin des zones de circulation. Ce sont des espaces enherbés, maintenue courte pour les piques nique.
- Les chemins piétonniers : ils doivent être facilement accessible pour toutes les populations, avec une largeur suffisante pour se croiser, un éclairage adéquat, des arbres, des bancs des zones ombragées et autres pergolas et fontaine d'eau potable.
- La biodiversité : elle a longtemps été la grande oubliée de ces parcs paysagers, mais elle revient dans les têtes et dans les cœurs. Il s'agit de zone de compostage, des nichoirs à oiseaux et à chauves-souris, des hôtels à insectes, des mares et autres abris à amphibiens
- La lutte contre la chaleur estivale : cette fonction nouvelle est particulièrement importante pour une population ne pouvant pas aller en vacances, d'autant plus avec le constat que les étés sont plus chauds et plus secs. A cet effet différents éléments peuvent intervenir, de la végétation, des fontaines, des mares et autres circulations d'eau.

Nous sommes donc dans une zone en tension, car l'espace est réduit, avec un foncier restreint, avec une population dense n'ayant pas systématiquement les moyens de partir en vacances. Les usages doivent cohabiter selon les besoins. Pour gérer au mieux les usages, rien de tel que de reprendre le plan cadastral du parc, et de définir à quoi va servir chaque espace. Nous avons fait une ébauche sur la carte ci-contre, pour proposer un plan de partage des territoires entre les usages, et les usagers

Ainsi on peut observer que l'équipement sportif est un espace à part, à usage unique. Par contre la zone enherbée autour du parc est multifonction, servant tant aux événements festifs, qu'au repos, ou à un usage ludique.

Pour que la biodiversité prospère, il faut dans l'idéal des espaces de calme, sans présence humaine. Ces espaces doivent soit être à distance des zones fréquentés, soit être délimité par des barrières. C'est le cas des zones en bleu. Par contre, les espaces en vert foncé sont des espaces où il peut y avoir du passage, mais la circulation est rendue difficile, nous proposons d'en faire des zones de gestion différenciée. Enfin les zones en vert clair sont les zones de passage important, nous proposons d'y laisser de l'herbe afin de satisfaire à cet usage. Pour d'autres usages, il faut les rendre cohérents avec les anciens.

## Vue en coupe d'une mare



	Valenton	Choisy le Roi	Parc Méliès
Soleil	Faible	Important	Important
Dimension (m2)	800	1000	2500
Profondeur m	0,8		1
Pente des berges	Forte	Forte	Douce
Barrière	Non	Oui	Oui
Aération	-	-	Mécanique Végétale
Aménagements			

## Caractéristiques d'une mare fonctionnelle

### Exposition

L'ensoleillement va agir sur le réchauffement de l'eau, et donc sur l'accélération du métabolisme des amphibiens. Une forte luminosité stimule la fonction chlorophyllienne des plantes immergées, augmentant ainsi l'oxygénation de l'eau.

La plupart des espèces préfèrent le soleil, mais de manière raisonnée. Il est souhaitable d'avoir au minimum 4 à 6h d'ensoleillement par jour, notamment les espèces végétales qui ont besoin de beaucoup de lumière.

### Dimension

Plus une mare est grande, plus la communauté qu'elle abrite est stable et diversifiée. Pour qu'une mare ait un intérêt écologique, il faut qu'elle fasse plus de 5m<sup>2</sup>.

### Profondeur

Dans l'idéal, il faut que la mare ait un point en eau profonde pour créer une inertie thermique suffisante pour contrer le réchauffement en été, et éviter le réchauffement trop rapide au printemps.

Une eau plus fraîche en été est plus oxygénée, tandis qu'une eau plus profonde en hiver permet aux espèces d'être protégés des glaces. Il est préférable que la profondeur varie d'un bout à l'autre de la mare, pour fournir un biotope à toutes les espèces : il est donc souhaitable d'aménager sa mare en pallier.

Dans l'idéal il faut séparer la mare en trois niveaux de profondeur :

- La zone périphérique peu profonde
- Une zone médiane, remontant en pente douce vers la rive
- Une zone profonde, conférant l'inertie thermique, et une zone protégée en cas de prise dans les glaces.

### Berges et parois de la mare

Il est absolument nécessaire que les berges descendent en pente douce, pour que les animaux puissent circuler facilement. Une pente douce évite aussi une prise trop importante des glaces en hiver. On peut ainsi installer des plantes à des profondeurs variables.

Pour des animaux tombant accidentellement dans la mare, cette pente douce va permettre de sortir facilement de l'eau, et permettra aux services d'entretien d'entrer et sortir pour curer la mare.

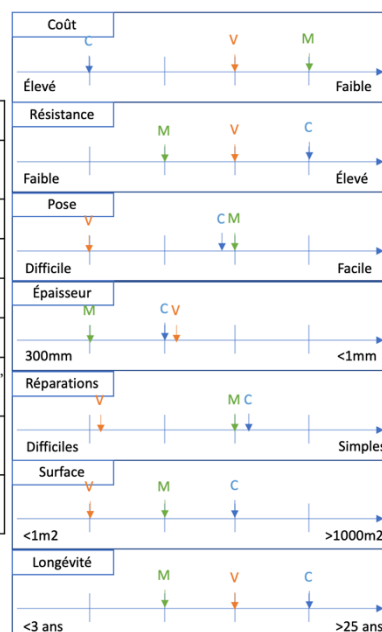
Une zone peu profonde est aussi une sécurité pour les enfants en bas âge.

### Comparatif matériau d'imperméabilisation

Matériaux	Coût	Résistance	Pose	Épaisseur	Réparations	Surface	Longévité	Remarques
Argile	4	2	3	1	3	2	2	Aspect naturel, facilement endommageable, vulnérable à la sécheresse et au gel
Bentonite	2	2	1	1	3	2	2	Eau souvent trouble, compliquée à mettre en œuvre
Ciment	3	3	1	2	1	1	3	Très résistant, travaux difficile, nécessite un hydrofuge
PE	4	1	3	4	0	1	1	Très sensible aux UV, vieillit mal, pour mares provisoires
Bassin préformé	2	4	3	3	3	1	1	Forme imposée
PVC	3	3	3	4	3	4	4	Prix avantageux, résiste bien au temps, se recycle mal, pour les mares de + 1000m2
Caoutchouc butyle	2	3	3	4	3	4	4	Résiste bien au temps, neutre à l'environnement, pour les mares de + 1000m2
Polypropylène	1	4	3	4	3	4	4	Résiste très bien au temps, neutre à l'environnement, pour les mares de + 1000m2

Données obtenues à partir du livre « J'aménage ma mare naturelle » de Gilles Leblais

C : Bassin du parc de la Mairie de Choisy le Roi  
 V : Bassin du parc de la résidence Petit Etang Valenton  
 M : Bassin du parc Georges Méliès



	Valenton	Choisy le Roi	Parc Méliès
Plantes de marais	Non	Non	?
Hélophytes	Non	Non	Oui
Hydrophytes fixées	Non	Non	?
Hydrophytes libres	Oui	Non	?
Arbres alentours	Oui	Oui	Oui

Flore :

	Valenton	Choisy le Roi	Parc Méliès
Invertébrés	Non	Non	?
Reptiles	Non	Non	?
Passeraux	Oui	Oui	Oui
Oiseaux d'eau	Oui	Oui	Oui
Oiseaux migrateurs	Non	Oui	?
Mammifères	?	?	?
Batraciens	Non	Non	?
Poissons	Non	Oui	?

Faune :

Intérêt de la zone de marais : Matériaux d'imperméabilisation

Tableau : J'aménage ma mare naturelle – Gilles Leblais

Eau d'alimentation :

Eau de pluie : Attention à ce sur quoi ça ruissèle (nettoyage du conduit)

Eau du réseau public : cher, et attention aux nitrates

Eau souterraine : attention à la présence de nitrate, et à oxygéné l'eau (souvent saturée en CO<sub>2</sub>)

Sécurité

Prévoir des pentes douces

Surveiller les enfants

Planter des plantes à proximité des endroits les plus profonds pour les rendre inaccessibles

Aménagement des berges

Trop plein déversoir

Abreuvoir à oiseau

Chemin de galets pour accéder à la mare

Flore :

Plantes aquatiques :

- Conserver les plantes aquatiques d'eau profonde et moyennement profonde en bac pour contrôler leur exubérance
- Plantes d'eaux profondes de la mare : Stratiote faux aloès, Potamot nageant, Myriophylle à épis, Cornifle nageant
- Plantes d'eaux libres peu profondes de la mare : Renoncule aquatique, Callitriche des marais, scribe lacustre, Morène des hydrocharis etc.)
- Plantes pour la zone marécageuse profonde de la mare : Iris jaune des marais, pesse d'eau, butome en ombelle, potentille des marais
- Plantes pour la rive marécageuse de la mare : souci d'eau, linaigrette vaginée, Lysimaque nummulaire etc.

Arbustes et arbres : planter les arbres suffisamment loin du bord pour éviter que les racines percent le liner, et que les feuilles tombent dans l'eau à l'automne

Flore indispensable à l'équilibre biologique de la mare, et à son action nettoyante et oxygénante. Couvert végétal aux espèces animales, mais flore abondante et variée ne veut pas dire une trop grande variété d'espèces.

Faune

Invertébrés : gerris, libellule,

Bactraciens et reptiles



Oiseaux

Mammifères

Poissons : trouble l'eau, source de problème, grandissent et se multiplient rapidement, consommation d'oeufs et larves d'amphibiens, compromettent la cohabitation de la mare,



## II Usages des eaux stagnantes

### III Solutions techniques

## Conclusion

Modélisation pollution par un Modèle CSTR  
Théorie topographie : passé à graphe connexe