

L'AMÉNAGEMENT

des mares et plans d'eau

GUIDE TECHNIQUE
LA PLUIE EN VILLE - Maîtriser le ruissellement urbain



PRESENTATION ET ORGANISATION DU GUIDE

Ce guide technique a pour objectif de faire découvrir aux maîtres d'ouvrage et aux maîtres d'œuvre le fonctionnement et les principales caractéristiques d'un plan d'eau aménagé, conçu comme un outil de gestion des eaux pluviales. La mare étant un milieu vivant, il convient de tenir compte d'un certain nombre de critères, présentés dans ce guide, pour en assurer la pérennité et lutter contre les dysfonctionnements.

Le guide est divisé en huit parties :

- la définition du rôle d'une mare destinée à la gestion des eaux pluviales, et ses atouts en milieu urbain
- les clés de la réussite
- la méthode de dimensionnement d'une mare artificielle
- les solutions d'étanchéité
- les solutions d'aménagement des berges
- un ensemble de conseils pour installer et maintenir un bon équilibre écologique et notamment lutter contre le phénomène d'eutrophisation
- la faune des milieux aquatiques
- la flore des milieux humides



SOMMAIRE



Introduction

▣ page 4

Définition

▣ page 6

Dimensionnement d'une mare artificielle

▣ page 8

Retenir l'eau : les solutions d'étanchéité

▣ page 12

L'aménagement des berges

▣ page 18

Installer et maintenir un équilibre écologique

▣ page 22

La faune des milieux aquatiques

▣ page 30

La flore des milieux humides et son implantation

▣ page 34

Les clés de la réussite

▣ page 46

Annexe

▣ page 50



INTRODUCTION



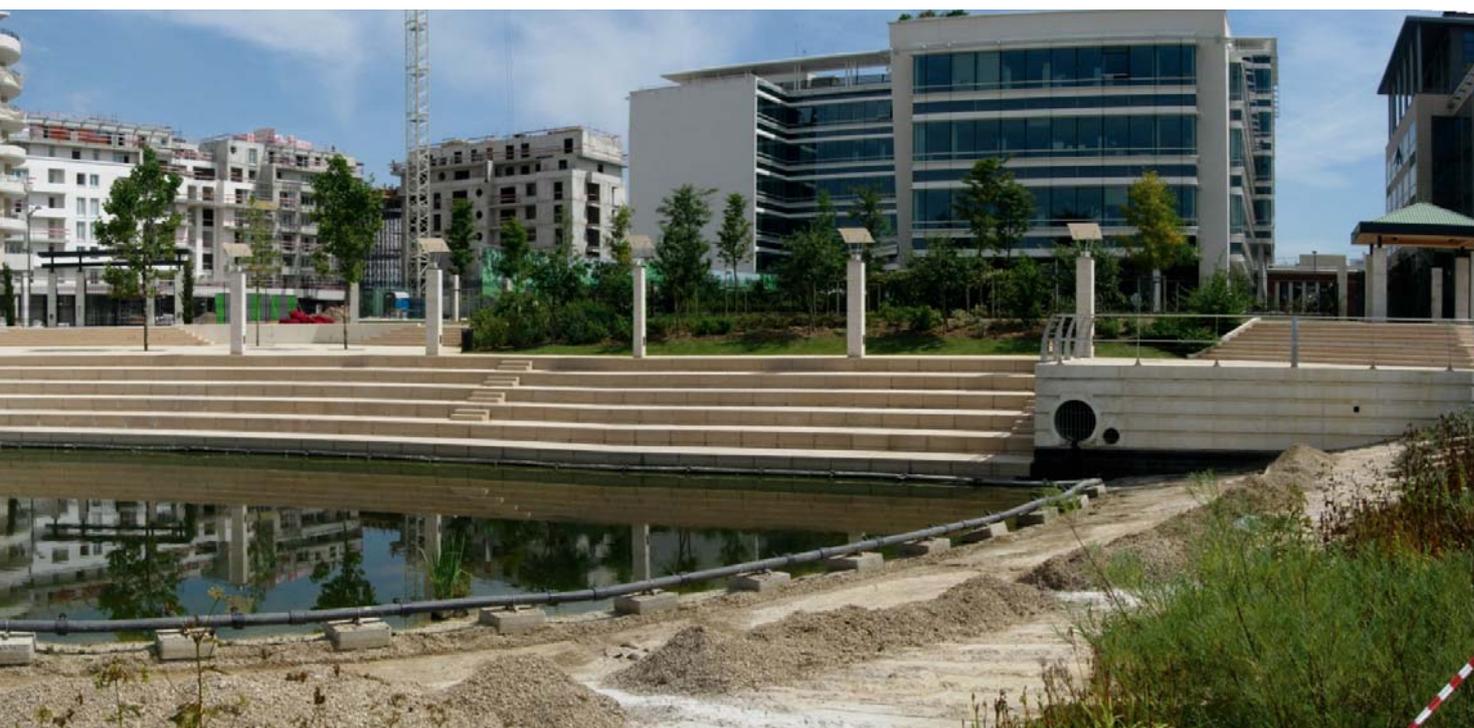
Le Conseil général a mis en place une politique dynamique de gestion des eaux pluviales et de maîtrise du ruissellement urbain définie par son schéma départemental d'assainissement approuvé par l'Assemblée départementale en décembre 2005. Ce schéma a pour objectifs l'amélioration de la qualité du milieu naturel et la réduction du risque d'inondations liées aux orages.

La forte urbanisation du territoire des Hauts-de-Seine, et donc les quantités importantes d'eaux pluviales à gérer, conduisent à rechercher des solutions alternatives et complémentaires à l'assainissement traditionnel. Cette démarche, qui vise à limiter les rejets de ces eaux vers les égouts, est l'occasion de redécouvrir l'intérêt de l'eau pour la qualité de vie de nos concitoyens.

Le Conseil général encourage toutes les techniques de gestion des eaux pluviales « alternatives » à la création de nouveaux réseaux ou à l'augmentation de la capacité des réseaux existants. Ces techniques étant généralement innovantes en milieu urbain, le Conseil général apporte une assistance à tous les acteurs de l'aménagement (collectivités, aménageurs, résidents et usagers) afin de leur permettre de mieux connaître et de mettre en œuvre ces techniques.

La création de mares et plans d'eau en milieu urbain est l'une des techniques permettant de diminuer les rejets vers les réseaux d'assainissement. Les mares de petite dimension sont faciles à intégrer dans le tissu urbain et permettent de créer au cœur des villes, des espaces de nature de grande qualité paysagère.

► ZAC des Bruyères à Bois-Colombes



2

DÉFINITION



Une mare est un plan d'eau de dimensions modestes, permanent ou non, couvrant moins de 5 000 m². Sa profondeur n'excède pas deux mètres, profondeur au-delà de laquelle, la pénétration des rayons solaires est limitée. Elle peut être naturelle ou artificielle. Il n'y a pas de critères précis pour différencier une grande mare d'un petit étang.

Elle n'est pas toujours pérenne, du fait d'une alimentation discontinue. Celle-ci est assurée par le ruissellement ou la remontée du plafond de la nappe phréatique, avec parfois un ruisseau temporaire, ou encore par débordement périodique d'un cours d'eau (mare dans un bras-mort par exemple). Elle est donc dépendante des eaux de pluie, des fluctuations des nappes ou des crues.

L'eau y est généralement stagnante. Lorsqu'elle est courante, l'écosystème ainsi formé est dénommé écosystème lentique. La durée de vie d'une mare peut être de quelques décennies ou se mesurer en siècles ou millénaires. On connaît des mares utilisées par l'homme depuis plus de 500 ans. Elles sont souvent situées sur des terrains imperméables empêchant l'infiltration de l'eau dans le sol. Dans la nature, seule l'évaporation et l'abreuvement des animaux assèchent ce type de mares. L'évaporation est atténuée en milieu forestier, mais elle peut être compensée par l'évapotranspiration des arbres qui y plongent leurs racines. C'est alors le comblement (dit atterrissement) par les feuilles mortes et le bois mort qui finit par ensevelir la mare. Toutefois, le phénomène de



► Parc André Malraux à Nanterre



► Mare du pont d'Issy-Les-Moulineaux
Parc de l'île Saint-Germain à Issy-Les-Moulineaux



► Ecole Suzanne Buisson à Chatenay-Malabry

minéralisation et de remobilisation de la matière organique peut fortement ralentir l'atterrissement des mares temporaires.

Depuis l'apparition des bâches plastiques, des **mares artificielles** sont aménagées, en recréant un écosystème proche de celui des mares naturelles, dans un objectif d'agrément paysager ou de protection d'espèces naturelles, parfois dans un projet de type Haute Qualité Environnementale (HQE). En ville, les mares peuvent être alimentées par la **récupération des eaux pluviales**.



3

DIMENSIONNEMENT

d'une mare
artificielle



Le « bassin versant » de tout plan d'eau, qu'il s'agisse d'une mare ou d'un petit étang, doit faire l'objet d'une évaluation quantitative. Celle-ci permettra, en tenant compte de l'évaporation, de prévoir l'importance du marnage et de concevoir le système de trop-plein ainsi que son exutoire naturel. Ce dernier peut être constitué d'un puisard ou d'une zone d'infiltration alimentée par des noues et des fossés.

Certains logiciels permettent de calculer en fonction de la pluviométrie locale, d'un événement atmosphérique exceptionnel et de l'évaporation, le volume de stockage nécessaire par rapport à un bassin versant.

Traditionnellement, la plupart des mares existantes ont été calibrées empiriquement en fonction de la taille du bassin versant qui les alimente afin qu'elles ne débordent pas en hiver et ne se tarissent pas en été.

L'objectif de ce chapitre est de présenter les éléments techniques permettant de dimensionner une mare artificielle pour la gestion des eaux pluviales. Le cycle de l'eau, au niveau de la mare, peut être résumé selon les deux points suivants :

- ▶ **les apports en eau** d'une mare artificielle en milieu urbain sont constitués par les précipitations sur la surface de la mare et par le ruissellement des eaux pluviales provenant des surfaces imperméabilisées raccordées à la mare (comme par exemple celles des toitures),
- ▶ **les pertes en eau** sont dues à l'évaporation au niveau de la surface de la mare, à l'évapotranspiration des plantes et éventuellement à une faible infiltration.

Le dimensionnement de la mare doit répondre à deux objectifs principaux :

- ▶ définir **une période de retour de pluies exceptionnelles** pour laquelle la mare assure une protection. Au-delà, les impacts hydrauliques et d'éventuelles mesures compensatoires doivent être clairement explicités (par exemple la définition du système de surverse, de zones d'expansion de crue). Si une mare est dimensionnée pour une période de retour de 100 ans, cela signifie qu'il y a une chance sur 100 qu'elle déborde par an,
- ▶ assurer **l'équilibre hydrologique de la mare** en établissant un bilan entre les apports et les pertes. Celui-ci permettra d'estimer les besoins en eau pour maintenir une hauteur d'eau acceptable à la survie de la flore et de la faune et d'éviter de trop nombreuses surverses en période pluvieuse, notamment en hiver.

Pour ce faire, le concepteur devra dans un premier temps :

- ▶ **délimiter le plus exactement possible le bassin versant** alimentant la mare. Le bassin versant est la surface collectée par ruissellement direct, par différentes canalisations ou réseaux superficiels (noues ou fossés) qui alimentent la mare par temps de pluie,
- ▶ **calculer la surface active du bassin versant** définie comme la surface rapportée d'un bassin versant ruisselant à 100 %.

La surface active se calcule comme suit :

$$\text{Surface active} = \text{Surface totale} \times \text{coefficient de ruissellement}$$

► **Coefficients de ruissellement type**
(source: Instruction technique relative aux réseaux d'assainissement des agglomérations - 1977)

Le concepteur utilisera le coefficient de ruissellement, défini comme le rapport du volume d'eau ruisselé sur le volume d'eau total précipité sur le bassin versant. A chaque type de surface (toit, chaussée, espaces verts) correspond un coefficient de ruissellement (cf. tableau ci-dessous).

Nature du sol	Coefficient de ruissellement
Toitures	0.70 à 0.95
Revêtements de voirie	0.85 à 0.95
Pavage à joints secs	0.75 à 0.85
Dalle	0.40 à 0.50
Gravier	0.15 à 0.30
Parc, gazon	0.05 à 0.25

Dans un deuxième temps, le concepteur devra évaluer les volumes d'eau générés lors des événements pluvieux et qui alimenteront le plan d'eau avec deux objectifs :

- **une alimentation suffisante pour l'équilibre hydrologique de la mare** : la méthode consiste à utiliser des chroniques de pluie (en mm) et de données d'évaporation (en mm) sur plusieurs années afin d'évaluer les variations du niveau d'eau de la mare et son équilibre hydrologique. Des données décennales sont adaptées, elles peuvent être fournies par Météo France. Les volumes (m^3) sont calculés en multipliant les hauteurs d'eau (m) par des surfaces (m^2).
- **une régulation des eaux pluviales générées par le bassin versant** : si la mare est équipée d'un dispositif permettant un débit de fuite ou une infiltration, le concepteur utilisera la méthode des pluies décrite dans l'Instruction technique de l'assainissement de 1977, afin d'évaluer le volume à stocker pour un événement pluvieux d'occurrence donnée (période de retour de 10, 20, 50 ou 100 ans). Il est conseillé d'utiliser

les données pluviométriques locales, en s'assurant d'une période de mesures suffisante (en moyenne, deux à trois fois la période de retour si cela est possible).

Certains projets peuvent s'avérer relativement complexes avec des bassins versants de tailles importantes, impliquant de nombreuses singularités hydrauliques (vannes, stockage intermédiaire...), voire plusieurs mares connectées hydrauliquement. Le concepteur pourra alors recourir à l'utilisation de modèles hydrologiques ou/et hydrauliques dans le but d'affiner le dimensionnement de la mare. Il s'agira notamment d'évaluer plus exactement les débits générés.

Dans tous les cas une assistance par un bureau d'études spécialisé, voire la prise en charge globale de la conception et du dimensionnement de la mare (notamment dans le cadre de la réalisation d'un plan d'eau pour gérer les eaux pluviales d'un bassin versant de plusieurs hectares), pourra s'avérer nécessaire.

Exemple : Gestion des eaux pluviales d'une ZAC, grâce à la mise en place d'une mare artificielle.

Etape 1a : Le concepteur délimite le bassin versant qui alimentera la mare. Seules les eaux de toitures à l'intérieur du périmètre de la ZAC seront collectées, ainsi que les espaces verts attenants à la future mare. Les eaux de voirie seront gérées indépendamment.

Etape 1b : Le concepteur calcule la surface active du bassin versant. Dans cet exemple, la surface totale de la ZAC est de 5 hectares (soit 50 000 m²).

Le tableau ci-dessous présente le détail des surfaces actives de la ZAC, sachant qu'il est prévu un plan d'eau permanent de 500 m².

TYPE	SURFACE m ²	IMPERMEABILISATION %	SURFACE ACTIVE m ²
Mare	500	100 %	500
Toitures	20 000	95 %	19 000
Espaces verts	2 500	20 %	500
Voiries	27 000	gérées indépendamment	
TOTAL	50 000	40 %	20 000

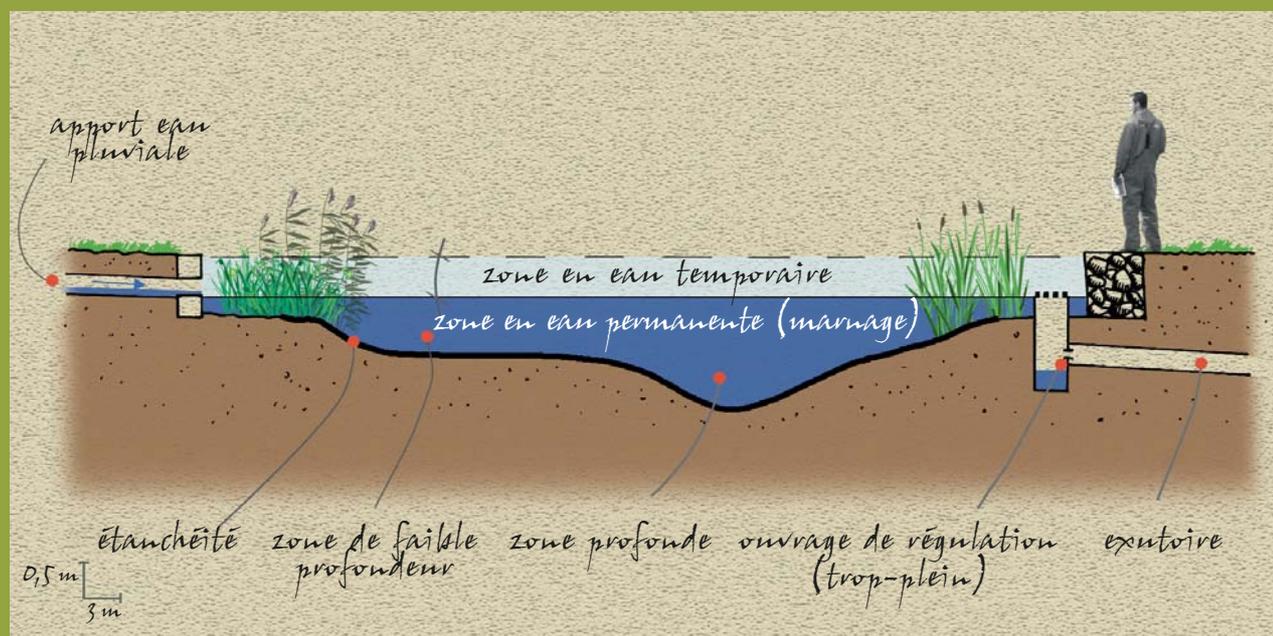
► Bilan des surfaces sur la ZAC et calcul de la surface active à partir des coefficients de ruissellement

La surface active est de 2 hectares.

Etape 2 : Le concepteur, dans le cas d'un débit de fuite de la mare vers le réseau d'assainissement, se conforme au règlement d'assainissement. Dans le cas d'un rejet au réseau départemental (réseau unitaire), la période de retour de protection de la mare pour son dimensionnement hydraulique est de 10 ans avec un rejet maximum autorisé de 2 L/s/ha, soit 10 L/s pour les 5 hectares de la ZAC.

Etape 3 : Sur la base des calculs de dimensionnement (application de la méthode des pluies et réalisation d'un bilan hydrologique), le concepteur propose l'aménagement de la mare au point bas de la ZAC. Les caractéristiques de la mare sont les suivantes :

- une surface en eau permanente de 500 m² qui s'étend à 1 000 m² lors du marnage,
- un marnage de 80 cm pour une pluie décennale (représentant un volume d'environ 800 m³),
- un débit de fuite au réseau de 10 L/s (respectant les 2 L/s/ha).



► Coupe de principe d'une mare permettant la gestion des eaux pluviales

4

RETENIR L'EAU

les solutions
d'étanchéité



4.1. Le sol porteur

La création d'un plan d'eau artificiel, quelqu'il soit, nécessite une appréciation de la stabilité du sol support et la mise en place éventuelle de solutions de confortement garantissant un aménagement durable.

Les terrains « naturels » sont suffisamment stables pour supporter de façon correcte pratiquement tous les systèmes d'étanchéité. Il arrive néanmoins très fréquemment en milieu urbain que le terrain naturel ait été bouleversé :

- soit par la constitution de remblais artificiels instables, faute d'avoir été compactés ou insuffisamment stabilisés par tassement naturel,
- soit par le choix d'un site exploité par l'homme sous forme de galeries de mines ou de carrières avec des risques d'effondrements localisés,
- soit par un terrassement en déblai effectué de façon sommaire et présentant des pentes trop fortes sujettes à l'érosion ou à l'éboulis par manque de cohésion des terrains.

Pour la création de petits plans d'eau, on pourra se contenter d'un compactage du sol en place à l'aide d'un cylindre (rouleau compresseur) ou d'une plaque vibrante.

Pour des plans d'eau de taille importante, de l'ordre de 5000 m² et de profondeur supérieure à 1 m, si l'épaisseur des remblais est importante et qu'un doute plane sur les conditions dans lesquelles le compactage a été fait, il sera utile de confier à

un bureau spécialisé en études de sol, l'analyse de la portance du sol.

Des solutions de pré-chargement peuvent alors être mises en place dans le cas de sol instable. Il s'agit de stocker de manière provisoire pendant plusieurs mois une épaisseur significative de remblais sur le site destiné à l'aménagement, de façon à induire le tassement du sol sous-jacent.

4.2. Les techniques d'étanchéité

La définition de l'étanchéité est un préalable indispensable. En effet, dans l'absolu, aucun matériau n'est réellement étanche. Tout matériau possède un coefficient de perméabilité K , mesurable et exprimé en mètre par seconde (m/s). La surface de l'eau étant soumise à un facteur d'importance, celui de l'évaporation, on peut considérer qu'un sol ou un revêtement est « étanche » dès lors que la quantité d'eau évaporée à sa surface est supérieure à celle perdue du fait de sa **perméabilité**¹. Par exemple, un sol très peu perméable aura une perméabilité de $8 \cdot 10^{-7}$ m/s. On considérera qu'un sol de perméabilité inférieure à $1 \cdot 10^{-7}$ m/s est étanche.

Au terme d'un examen attentif du sol d'assise et de son éventuel confortement, il importe de définir le procédé d'étanchéité le plus adapté au site et à la vocation du plan d'eau.

¹Ainsi à Paris, où une valeur moyenne de l'évaporation est de 771 mm par an, un sol ou un revêtement pourrait être appelé "étanche" pour une perméabilité égale ou inférieure à $2 \cdot 10^{-8}$ m/s.

S'agissant de plans d'eau de taille modeste qui ne peuvent être comparés à des ouvrages d'art, on distinguera essentiellement les procédés réalisés à base de matériaux naturels (argiles indifférenciées ou argiles sélectionnées), des géomembranes ou bâches plastiques dont il existe une vaste gamme aux qualités variables.

La pose de membranes, si elle fait appel à des matériaux inévitablement non biodégradables, présente un certain nombre d'avantages. Elle permet en partie de s'affranchir des intempéries et apporte de meilleures garanties aux ouvrages.

4.2.1. Les méthodes « naturelles » à base de produits argileux

On peut distinguer 3 types de produits argileux :

- **les matériaux argileux communs d'extraction naturelle** transportés en phase hydratée d'un site à un autre, puis répan- dus sur le fond à étancher et compactés (technique traditionnelle du « corroyage »),
- **les argiles sélectionnées et condition- nées** sous forme de billes, copeaux, pou- dres, déshydratées et livrées en sacs. Ces argiles ont été sélectionnées pour leur très grand pouvoir **gonflant**² (famille des bentonites et des montmorillonites),
- **les argiles conditionnées** en plaques autobloquantes « prêtes à l'emploi » ou en association avec des feutres tissés ou non-tissés du type polypropylène d'enro- bage en « sandwichs ».

² De 14 à 16 fois leur volume initial déshy- draté



► Lissage d'argile pour l'étanchéité du contre-fossé (Parc du Chemin de l'Ile à Nanterre)

◆ Le corroyage d'argile naturelle

Cette technique, autrefois assez répandue, est d'utilisation délicate par le fait que le matériau doit être mis en œuvre dans des conditions d'hygrométrie très particulières. Seule une source d'argile située à proximité peut justifier de l'emploi de cette techni- que. Une épaisseur minimale nécessaire de 30 cm d'argile permet d'atteindre un débit de fuite de 10^{-8} m/s ce qui correspond à une perte annuelle de 30 cm d'eau.

Le fait de travailler avec un « matériau ter- reux » en continuité avec le sol naturel offre à l'aménageur écologiste dans l'âme une satisfaction psychologique indéniable : le



► L'argile corroyée commence à retenir l'eau
(Parc départemental de l'île St Germain à Issy-Les-Moulineaux)

Le fond du plan d'eau est ainsi naturellement apte à accueillir tous les germes de vie aquatique, faune et flore qui permettront de créer un milieu favorable à la biodiversité.

◆ Les argiles conditionnées

Bentonites ou montmorillonites, ces argiles connues de longue date s'utilisent :

- soit en couche pure, recouverte ensuite de sables et graviers,
- soit en couche mixte sol/bentonite, l'argile étant mélangée avec un rotavator au sol en place,
- soit par la technique dite du saupoudrage à la surface de l'eau que l'on utilise par ailleurs pour réparer sans les vider, les plans d'eau non vidangeables,
- soit sous forme de dalles préconditionnées et autobloquantes, rendues solidaires par compactage des joints (procédé allemand),
- soit sous forme de couche prise « en sandwich » entre deux feutres aiguilletés (procédé britannique).

Ces solutions, notamment les deux dernières, ont l'avantage d'être plus fiables et plus faciles à mettre en œuvre. Par ailleurs, elles garantissent un coefficient de perméabilité de l'ordre de 10^{-11} m/s à 10^{-12} m/s.



► Dalles de bentonite autobloquantes : mise en place et compactage à la dame vibrante



4.2.2. Les géomembranes

Sous réserve d'un choix adapté et d'une mise en œuvre soignée, le recours à une membrane mince est une solution fiable qui offre des garanties d'étanchéité mesurées par un coefficient **k** qui varie de 10^{-13} à 10^{-14} m/s.

Parmi les différents types de membranes susceptibles d'être utilisées pour créer des mares et des plans d'eau paysagés, on retiendra surtout :

- les membranes élastomères ou caoutchoutées, de type « butyl »,
- les membranes plastomères à base de PVC ou de polyéthylène, ces dernières étant les plus résistantes.

Des solutions de renfort de ces membranes ont été mises au point, incorporant une trame de matériaux divers comme par exemple le polyester pour les PVC armés. Indépendamment des qualités propres à chaque type de membrane, les sujétions de

pose incontournables sont les suivantes :

- dans pratiquement tous le cas, le sol support risquant de contenir ou de voir remonter des matériaux contendants, on aura recours, soit à une couche de granulats fins, correctement compactés, soit à un géotextile de protection évitant le poinçonnement statique (dans certains cas, cette double protection s'impose),
- la membrane doit reposer sur un système de drainage efficace permettant à l'air ou aux gaz emprisonnés dans le sol de se maintenir à des pressions faibles (diffusion des gaz dans une couche drainante et évacuation vers la surface, à l'extérieur de la membrane). Il existe des « tapis drainants » sous forme de sandwichs de deux non-tissés emprisonnant des fils polyamide (type enkamat ou similaire). La retenue des gaz peut être complétée par le lestage de la membrane au moyen d'une couche de matériaux (sable ou gravillons) d'au moins 20 cm d'épaisseur,



► Approvisionnement de la membrane (Parc des Chanteraines à Gennevilliers)

- cette couche de protection, face au risque de poinçonnement dynamique, est de toute façon fortement recommandée. Elle peut jouer le rôle d'accueil de la microfaune benthique indispensable à l'équilibre du milieu,
- la membrane doit être ancrée en tête des talus périphériques de la retenue dans une tranchée dite « tranchée d'ancrage », remplie de matériaux soigneusement triés et compactés,
- les membranes étant généralement conditionnées sous forme de rouleaux de 3 à 10 m de largeur, les lés ont intérêt à être les plus larges possibles, afin que les risques de fuites aux soudures soient réduits au minimum,
- les assemblages (collages ou soudures) des lés doivent être exécutés, en fonction des matériaux utilisés, selon des techniques parfaitement éprouvées et contrôlées mètre par mètre (certaines sociétés utilisent des instruments sophistiqués faisant appel aux ultrasons).

L'expérience a prouvé que dans tous les cas les membranes en polyéthylène haute densité, assemblées par soudure, et les membranes en PVC armées de polyester, assemblées par collage, sont de loin les plus résistantes aux poinçonnements statique et dynamique. De plus, le polyéthylène présente la caractéristique très particulière de résister à la traction plus longtemps que les autres membranes. Au lieu de se rompre brutalement, il se déforme par **fluage**³, s'amincissant tout en conservant ses qualités d'étanchéité.

Cette particularité est très intéressante lorsque le plan d'eau est établi sur des remblais instables qui risquent de se tasser de manière importante et subite.



► Déroulement de la membrane et tranchée d'ancrage



³ Fluage : Variation de déformation, en fonction du temps et du niveau de chargement, qui intervient après la déformation instantanée, lorsqu'on applique un état de contrainte constant.

5

L'AMÉNAGEMENT
des berges



Le principal écueil à éviter consiste dans le traitement instable et inesthétique des berges au niveau de la limite terre/eau.

Indépendamment du phénomène de « mar-nage », nom donné à la variation de niveau d'un plan d'eau en fonction de l'évaporation et de l'alimentation, le camouflage de l'étanchéité doit être traité avec soin.

En effet, rien n'est plus désagréable et triste que de voir apparaître quelque temps après la réalisation du plan d'eau, une membrane révélatrice du caractère artificiel de ce dernier.

◆ Les pentes à respecter

A cet effet, les pentes des berges, suivies par l'étanchéité, doivent être suffisamment douces pour que les matériaux terreux ramenés au dessus d'elles se stabilisent à court terme sans pouvoir glisser vers l'eau. Ces pentes seront au maximum d'un rapport hauteur / largeur de 1 pour 3.

Cette particularité implique que la surface d'étanchéité soit très largement dimensionnée car il s'agit alors de l'emmener relativement loin de la limite terre/eau généralement représentée sur les plans.

Cela est encore plus flagrant lorsqu'il s'agit de géomembrane car il faut rajouter la largeur de l'ancrage sur toute la périphérie du plan d'eau.

Par ailleurs, les pentes douces seront favorables à l'implantation naturelle ou artificielle des plantes aquatiques et de berges humides ainsi qu'à la faune, à la fois aquatique et terrestre, qui fréquente les eaux

stagnantes.

Dans les zones fréquentées par le public et notamment les jeunes enfants, la création de pentes douces peut être utilement complétée par la création de risbermes ou replats de la berge sous l'eau, sur une largeur minimum de 1,20 m, permettant d'éviter les noyades.

◆ La retenue des terres au dessus des membranes

Deux solutions sont possibles :

- **cas des mares et plans d'eau peu profonds** : la solution consiste à revêtir intégralement l'étanchéité avec le mélange terreux : celui-ci remonte sur les pentes et reste stable.
- **cas des plans d'eau profonds** : des dispositifs de blocage des terres des berges sont nécessaires. Il s'agira le plus souvent de **gabions**⁴ de hauteurs variables ou de murets en briques, béton ou autres matériaux, dans les plans d'eau plus ornementaux. Ces murets devront être équipés de barbacanes afin d'assurer une bonne communication pour l'eau de part et d'autre de la paroi.

⁴ Gabion : panier de métal de forme parallélépipédique (en général à base d'acier) rempli de cailloux calibrés.



► Le terrassement « en paliers » favorisera l'implantation des différentes sortes de plantes aquatiques

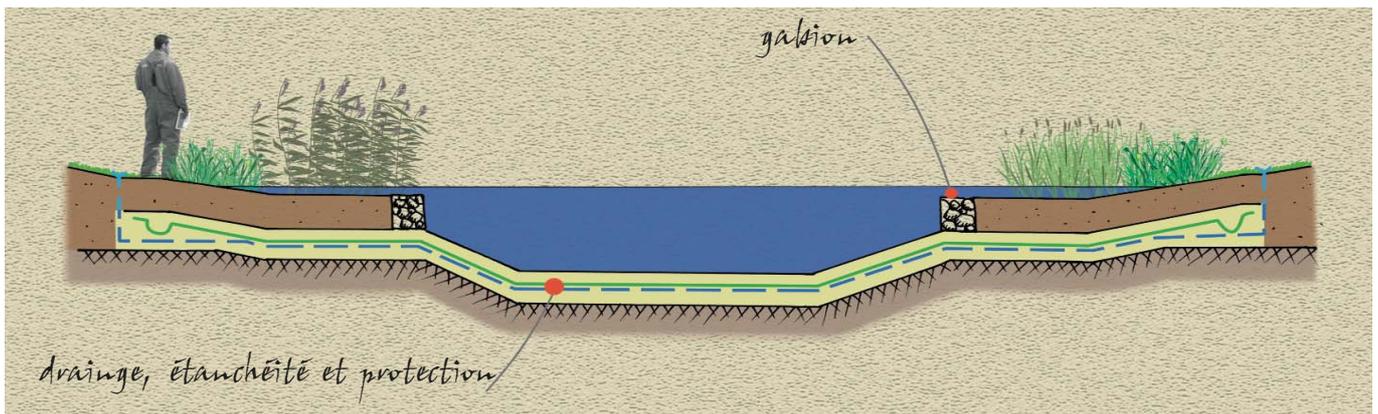
L'avantage des gabions est d'offrir des caches et des habitats à la microfaune et même aux poissons et aux batraciens qui pourront y pondre leurs œufs.

Ces dispositifs pourront être arrêtés sous l'eau à des niveaux variables selon que l'on souhaite planter des plantes flottantes, de faible profondeur d'eau ou de berges humides.

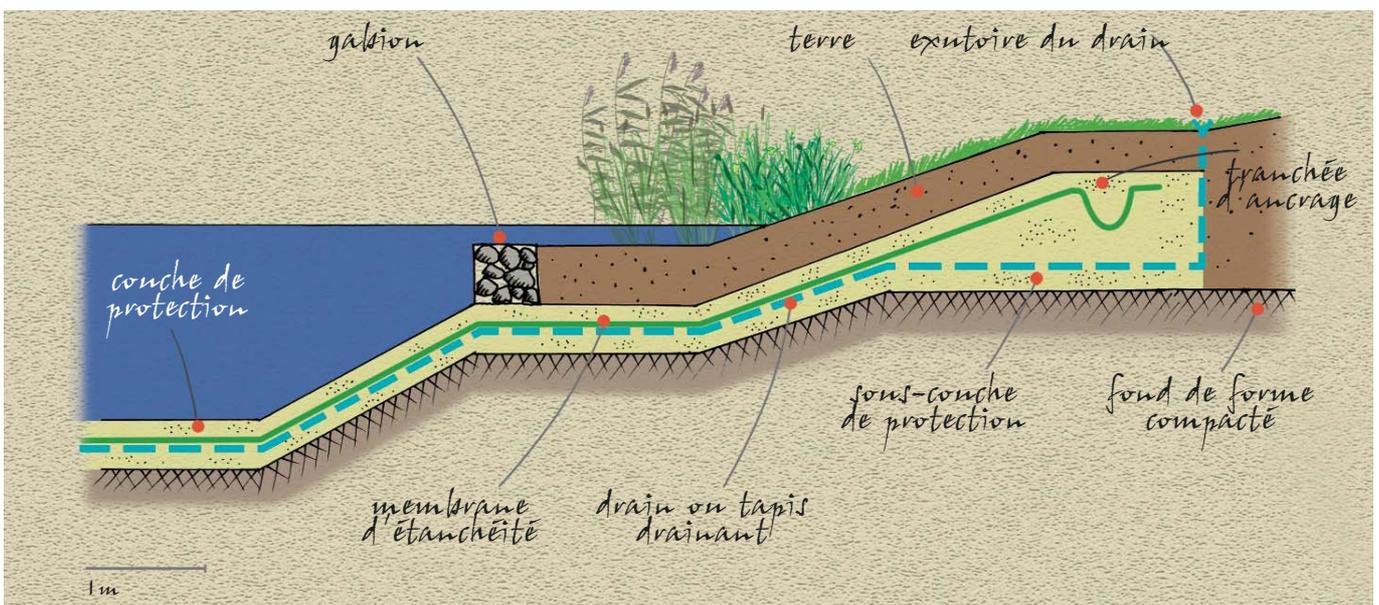
Un avantage supplémentaire est offert par la mise en place de ces dispositifs. En effet, ils permettent d'arrêter l'extension des plantes aquatiques, dont certaines peuvent devenir très envahissantes et même provoquer à terme des atterrissements.

Incapables de s'implanter dans des profondeurs d'eau trop importantes, les massettes et les roseaux resteront ainsi contenus dans ces limites. Pouvant assez facilement être utilisés pour dessiner des courbes et des accidents de tracé, les gabions permettront de traiter cette limite plantes/eau de manière aussi naturelle que possible.

Autre avantage de ces soutènements constitués de gabions, ils se chargent rapidement de particules terreuses permettant l'implantation d'algues et de plantes flottantes qui rendront très rapidement les ouvrages pratiquement invisibles sous l'eau.

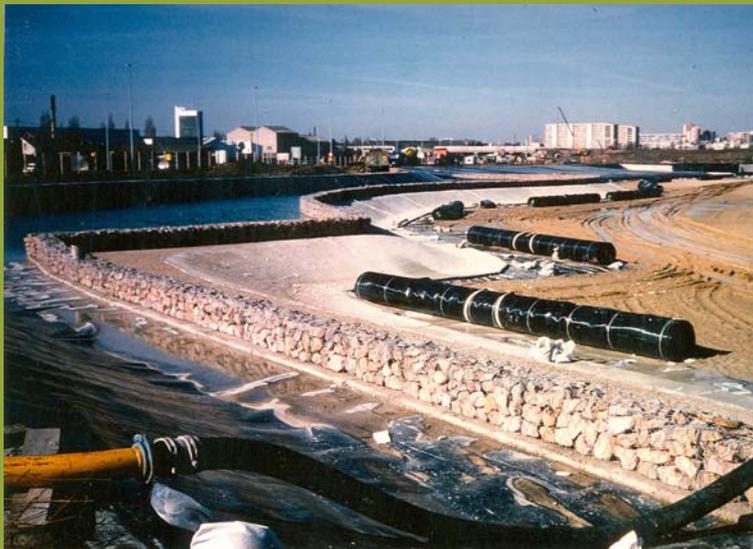


► Aménagement d'une mare : coupe générale de principe



► Aménagement d'une mare : détail

Exemple : Chronologie de l'aménagement du plan d'eau des Chanteraines à Genevilliers.



► Construction de gabions pour retenue des terres et approvisionnement de la membrane



► Apport de terre végétale à l'arrière des gabions



► Mise en place des plantes aquatiques



► Mise en place des plantes aquatiques



► Le plan d'eau, 20 ans après : détail d'un gabion



► Le plan d'eau, 20 ans après : évolution de la végétation

6

INSTALLER ET MAINTENIR

un équilibre
écologique



6.1. L'eau d'alimentation

La qualité écologique d'un plan d'eau est directement liée à sa biodiversité. En effet, c'est par la présence d'une flore et d'une faune riches qu'un équilibre se crée, permettant d'avoir une eau claire, oxygénée, peu chargée en plancton, avec une accumulation en matière organique raisonnable et contrôlée par la présence de bactéries. Les poissons, autres que les carnassiers, contribuent par leur alimentation à limiter le développement du plancton, des algues et des plantes aquatiques. Certaines plantes aquatiques enrichissent l'eau en oxygène dissous.

Mais pour que cette eau reste oxygénée, il faut qu'elle soit au départ peu chargée en matière organique, en phosphates et en nitrates. Il importe donc de connaître et de **maîtriser la qualité de l'eau d'alimentation**. Celle-ci étant constituée de l'eau atmosphérique mais aussi de l'eau de ruissellement du bassin versant, il est impératif de limiter dans les parcs et les espaces verts l'emploi d'engrais sur les surfaces environnantes, ainsi que les apports de terre végétale.

Par ailleurs, l'épandage de désherbants, de pesticides et de fongicides est à proscrire. Certains d'entre eux sont assez résistants à la dégradation biochimique et peuvent s'accumuler dans la chaîne alimentaire, puis avoir un effet toxique et cancérigène comme par exemple, les organochlorés insecticides et herbicides, les lindanes, les dieldrines, les aldrines et autres atrazines...

6.2. Le maintien d'une eau oxygénée

Le principal écueil à éviter est l'**eutrophisation** du plan d'eau.

◆ L'eutrophisation

Le phosphore, l'azote et le carbone (P, N, C) sont à la base de la chaîne alimentaire des écosystèmes aquatiques.

L'abondance de ces éléments rend l'écosystème très productif en biomasse végétale, jusqu'à dépasser la capacité de consommation de la faune. L'excès s'accumule alors au fond du plan d'eau et sa dégradation entraîne la consommation de l'oxygène dissous nécessaire à la respiration de la plupart des habitants du milieu.

Le phosphore est le facteur limitant de l'eutrophisation dans les milieux aquatiques naturels. Ses composés, en particulier les phosphates déclenchent l'emballement du processus. Le milieu est alors déséquilibré.

L'accroissement des rejets, industriels ou urbains, l'utilisation excessive d'engrais (nitrates, ammonium), la présence de phosphates dans les lessives font de l'eutrophisation un processus fréquent sur les plans d'eau.

L'eutrophisation favorise par ailleurs le développement d'algues toxiques.

Elle est donc souvent synonyme de pollution, bien que celle-ci puisse revêtir bien d'autres aspects : contamination biologique (bactéries, parasites) ou chimique (pesticides, métaux lourds, solvants).

A noter que ces étapes peuvent constituer

un processus naturel, transformant un plan d'eau en marais, en prairie puis en forêt. Cependant, cette évolution d'un biotope aquatique s'étend sur des décennies, voire des siècles.

Le processus d'eutrophisation peut se décomposer en quelques étapes :

- 1.** enrichissement progressif de l'écosystème en nutriments, notamment phosphore et azote.
- 2.** multiplication rapide des végétaux aquatiques, prolifération d'algues, dopées par la présence des nutriments dont elles ont besoin pour leur croissance surtout vers la surface où l'intensité lumineuse est maximale.
- 3.** baisse de l'oxygène en profondeur.
- 4.** augmentation et accumulation de matière organique morte (feuilles mortes, algues mortes...) qui vont consommer par oxydation l'oxygène dissous de l'eau.
- 5.** accroissement des bactéries qui minéralisent la matière organique en consommant l'oxygène de l'eau.
- 6.** le stock d'oxygène étant très limité dans l'eau (environ 30 fois moins que dans le même volume d'air), celui-ci est rapidement épuisé lors des périodes pendant lesquelles la respiration des organismes et la décomposition des matières produites excèdent la production par photosynthèse et les échanges possibles avec l'oxygène atmosphérique.
- 7.** la raréfaction de l'oxygène entraîne la mort d'organismes aquatiques (insectes, crustacés, poissons), mais aussi végétaux dont la décomposition, consommatrice d'oxygène, amplifie le déséquilibre. Les bactéries qui servent à minéraliser toute cette matière organique deviennent inactives.

Phytoplanctons et algues prolifèrent et

meurent massivement en débordant les capacités de recyclage du milieu. Les populations bactériennes s'épuisent, des processus de décomposition en absence d'oxygène (anaérobie) débutent en libérant de l'ammoniaque, des gaz sulfurés (odeur de pourriture...).

- 8.** le milieu devient alors facilement favorable à l'apparition de composés réducteurs et de gaz délétères comme le méthane.
- 9.** le milieu est alors, profondément modifié et devient hostile à la plupart des formes de vie.



► Phénomène d'eutrophisation : Mare des Jardins imprévus (Parc de l'Île Saint-Germain à Issy-les-Moulineaux)



► Mare du Pont d'Issy-Les-Moulineaux (Parc de l'Île Saint-Germain à Issy-les-Moulineaux)

Les inconvénients principaux de l'eutrophication sont la diminution de la biodiversité, la baisse de la qualité de l'eau et les effets négatifs sur l'agrément (perte de transparence, développement d'odeurs et envasement).

Le développement éventuel de plantes flottantes, telles que les lentilles d'eau, empêche le passage de la lumière, donc la photosynthèse dans les couches d'eau inférieures, et gêne également les échanges avec l'atmosphère.

La quantité d'oxygène dissous décroît avec l'augmentation de la température : à 0 °C, l'eau est saturée à 14 mg/L et à 18 °C, à 10 mg/L.

Lorsque la quantité d'oxygène dissous est faible, différents moyens existent pour la relever. La survie des poissons est compromise lorsque la concentration d'oxygène dissous est inférieure à 3 ou 4 mg/L.

◆ La profondeur des bassins

Si l'on veut maintenir le plus longtemps possible un équilibre, il est important de prévoir une profondeur suffisante pour éviter un réchauffement rapide de l'eau qui favorise l'explosion du plancton et des algues filamenteuses.

La profondeur minimale de 1,50 m est généralement admise comme une constante à respecter pour obtenir de bons résultats. Il est souhaitable de ménager des fosses plus profondes (2 m à 2,50 m) afin de permettre aux poissons, l'été en cas de baisse d'oxygène, de trouver des « refuges de survie ».

L'évolution naturelle d'une mare est de se combler par accumulation de dépôts végétaux. Pour éviter ce phé-

nomène, il est nécessaire de prévoir un **faucardage**⁵ régulier des végétaux (tous les ans ou tous les deux ans) et d'autre part de curer les sédiments en cas de besoin.

Des vidanges régulières espacées d'une dizaine d'années, laissant le plan d'eau en assec pour plusieurs mois, permettront une limitation efficace par minéralisation de la matière organique accumulée au fond du plan d'eau sans recours au curage. La maîtrise du plan d'eau par un système de vidange approprié en facilite la gestion.

◆ L'aération par brassage

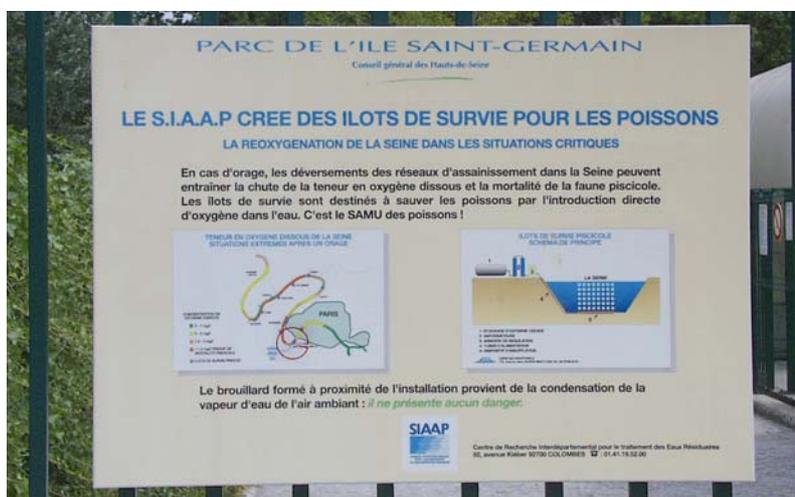
Elle consiste à installer un système de pompe qui permet le recyclage. Puisée en un point du plan d'eau, l'eau est ensuite rejetée avec une pression assez forte en différents points des berges du plan d'eau. A sa retombée dans l'eau, celle-ci se charge **d'oxygène**⁶.

⁵ Action visant à éliminer par fauchage, les herbes des étangs, rives et marais.

⁶ Cette technique a donné naissance aux "hydroliennes", grandes hélices actionnées sous l'action du vent, utilisées sur les lacs canadiens en voie d'eutrophication et tout récemment sur l'étang de Thau.



► Ecole maternelle Suzanne Buisson à Châtenay-Malabry



► Oxygénation de la Seine par le SIAAP



► Stockage de l'oxygène liquide et gazéification

💧 L'aération par injection

Une pompe absorbe et rejette de l'air en différents endroits du plan d'eau, créant des bouillonnements et permettant sa recharge en oxygène. Certains dispositifs utilisent de l'oxygène pur stocké sous forme liquide et gazéifié avant injection.

Ces deux derniers procédés ne sont à mettre en œuvre qu'après mesures régulières de l'oxygène dissous aux différentes hauteurs d'eau et constatation de faibles teneurs en oxygène.

💧 L'emploi de plantes oxygénantes

Certaines plantes sont connues pour générer une quantité importante d'oxygène dans l'eau. Certaines sont originaires de nos régions, d'autres, totalement exotiques.

L'emploi des plantes exotiques n'est pas recommandé en pleine nature car nombre d'entre elles se sont révélées terriblement envahissantes. Elles peuvent ainsi déséquilibrer l'écosystème. Elles représentent en outre peu d'intérêt pour la faune locale.

Les plantes oxygénantes sont pour la plupart des plantes immergées de zone profonde (-35 à -80 cm) : il faut les mettre au départ en pot au fond de l'eau (-10 à -50 cm suivant les espèces). Certaines ont des fragments qui se détachent et vont coloniser d'autres endroits du bassin, d'autres produisent de longues tiges qui montent à la surface ou restent au fond du bassin. Elles permettent aux poissons de se cacher, de se reproduire, de trouver un complément végétal de nourriture. Toutefois ces plantes de pleine eau nécessitent un contrôle suivi.

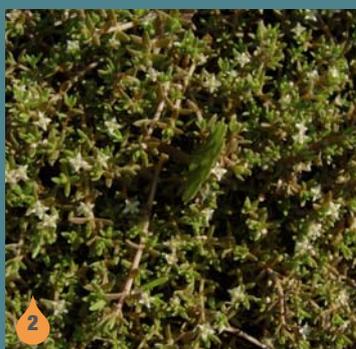
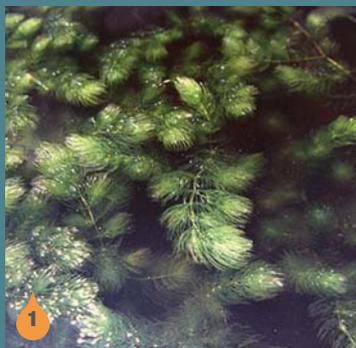
En effet, en se développant, elles amènent à terme beaucoup de matière organique qui en se décomposant enrichit le milieu en contribuant à son eutrophisation et en consommant l'oxygène dissous dans l'eau. Au final la consommation d'oxygène peut être supérieure à l'apport dû à ces plantes. Ces plantes demandent une gestion stricte pour contenir leur développement. Ainsi on sera amené à les éradiquer chaque automne sur 1/3 de la surface colonisée.

Si ces plantes oxygénantes, bien contrôlées, présentent un certain intérêt, il est souvent préférable de privilégier une bonne ceinture de plantes **hélrophytes**⁷ comme les massettes, les phragmites, les baldingères, les joncs... En effet, leur dynamique de colonisation est limitée par la hauteur d'eau.

Elles sont très intéressantes à plusieurs titres :

- elles ne colonisent pas l'eau libre (le milieu se referme beaucoup moins vite),
- elles déposent moins de matières organiques dans l'eau,
- elles consomment l'azote du sol pour leur croissance,
- elles fournissent un habitat pour la faune (zone de fraie et de ponte) et pour nombre d'oiseaux (roussettes, phragmite des joncs, blongios nain, grèbes, hérons...),
- elles servent d'habitat aux batraciens.

Parmi les plantes oxygénantes « indigènes » en Europe, on peut citer :



1 Cornifle submergé
Ceratophyllum demersum
Plante cosmopolite des climats tempérés et tropicaux. Elle doit être contrôlée car elle peut devenir assez vite envahissante. Bonne fixatrice des nitrates et éliminatrice des algues et des cyanobactéries.

3 Potamot nageant
Potamogeton natans
Jolie plante oxygénante à feuillage décoratif ovale pouvant atteindre 12 cm de long. Peu envahissante. Originaire d'Amérique du nord et aujourd'hui subspontanée en Europe

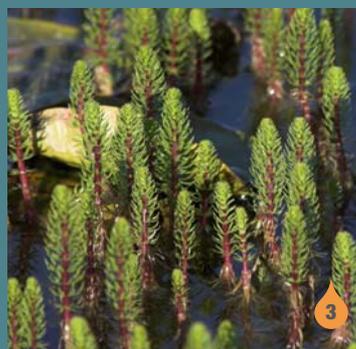
2 Crassette d'eau
Crassula recurva
Plante couvre-sol par excellence, elle peut être plantée jusqu'à 50 cm de profondeur. Elle préfère un sol argileux et un bon ensoleillement. Plante plutôt basse, mais qui peut atteindre 30 cm. Floraison blanche.

4 Aloès d'eau
Stratiotes aloides
La plante flotte à demi immergée. Elle hiverne en se laissant tomber au fond du bassin et remonte à la surface au printemps pour permettre la pollinisation des fleurs. La plante peut atteindre 60 cm de diamètre. Sensible à la pollution.

▣ Potamot à feuilles luisantes
Potamogeton lucens
Feuillage décoratif ovale pouvant atteindre 20 cm de long. Peu envahissant.

⁷ Plantes aquatiques ayant l'essentiel de leurs organes chlorophylliens hors de l'eau et leurs bourgeons dans l'eau ou dans la vase.

Parmi les espèces oxygénantes exotiques, on peut citer :



1 Lagarosiphon major

Afrique du sud

Souvent dénommée par erreur *Elodea crispata*. Elle peut s'enraciner jusque 80 cm de profondeur. Ses longues feuilles sont recourbées. Son effet oxygénant est discuté. Elle garderait l'eau claire par la dissolution des sels minéraux et empêcherait la prolifération des algues par l'ombre qu'elle crée.

Elle sert d'habitat aux insectes aquatiques et aux jeunes poissons. A éviter dans les mares et tout petits plans d'eau compte tenu de son extension.

2 Myriophylle du Brésil

Myriophyllum aquaticum - Amérique du sud

Les tiges de 3 m de longueur qui atteignent la surface de l'eau flottent horizontalement et se ramifient ou s'élèvent en dehors de l'eau sous une lumière du jour intense en développant alors des feuilles aériennes pennées, relativement dures. Elle s'enracine jusqu'à 50 cm de profondeur. Il est prudent de contrôler son développement.

3 « Pin » d'eau

Hippurus vulgaris

Elle offre deux aspects différents selon la profondeur de plantation. Sous une hauteur d'eau de 30 cm, elle dépasse de l'eau. Elle est alors peu oxygénante, mais très décorative.

En dessous de -50 cm, elle ressemble plus à une liane et oxygène d'avantage l'eau.

4 Gazon aquatique

Eleocharis acicularis

Cette plante rustique de 20 à 30 cm de hauteur se propage en plein soleil depuis la berge humide jusqu'à 30 cm de profondeur. Formant une sorte de gazon sub-aquatique, la plante constitue, en plus de son effet oxygénant, un abri pour toute la petite faune. Floraison très discrète.

◆ La lutte contre les algues microscopiques et filamenteuses

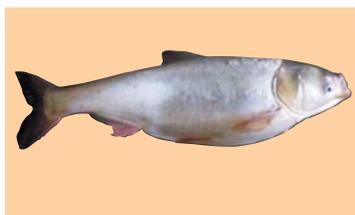
Elle peut être entreprise, à titre exceptionnel, avec l'aide de bactéries phytophages ou de poissons particuliers, dans les plans d'eau fermés et contrôlés, brutalement envahis à la faveur des coups de chaleur estivaux.

Les bactéries phytophages sont employées contre les algues filamenteuses. Elles sont vendues dans le commerce sous des noms de marque et sont utilisées par des sociétés spécialisées.

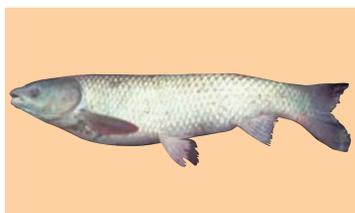
Les carpes chinoises du genre dénommé « amour » sont des poissons, bien connus aujourd'hui en Europe de l'Est, qui se nourrissent, soit exclusivement de plancton (cas de l'« **Amour argenté**⁸ »), soit de végétaux supérieurs (plantes aquatiques – cas des « **Amours blancs**⁹ »).

Seul l'Amour argenté peut être utilisé dans le cas de plans d'eau envahis de plancton (forte turbidité). En effet, la seconde espèce dévorerait rapidement des plantes aquatiques que l'on aurait patiemment implantées. L'amour argenté se nourrit dès que la température de l'eau atteint les 12°C.

Ces deux poissons sont capables d'atteindre en quelques années des poids de 50 kg.



► Amour argenté



► Amour blanc

⁸ *Hypophthalmichthys molitrix*

⁹ *Ctenopharyngodon idella*



7

LA FAUNE

des milieux
aquatiques



La faune aquatique contribue à animer le milieu et participe à l'équilibre de l'écosystème.

Les poissons

Les poissons agissent comme des prédateurs du zooplancton et comme régulateurs de la biomasse phytoplanctonique, donc indirectement comme régulateurs de la transparence de l'eau. Il faut distinguer les cyprinidés (gardons, rotengles, brèmes, tanches et carpes) qui se nourrissent essentiellement du plancton et de certaines plantes aquatiques, des carnassiers que sont les brochets, la perche et le sandre, qui se nourrissent du « poisson fourrage » que constituent les cyprinidés. Cependant, si les poissons se comportent comme des alliés dans l'équilibre écologique des grands plans d'eau, il est nécessaire d'éviter leur introduction dans les mares pour éviter la disparition de la micro-faune et des pontes de batraciens. En particulier, les poissons carnassiers et surtout la perche soleil sont à exclure.

Les reptiles

Certains reptiles ont une existence liée au milieu aquatique. C'est le cas par exemple de la couleuvre à collier et de la couleuvre vipérine. Inoffensives, ces dernières vivent sur les berges des eaux stagnantes ou courantes et nagent pour attraper leurs proies (poissons, amphibiens, rongeurs...). Une dizaine de repas par an est suffisante à leur



1

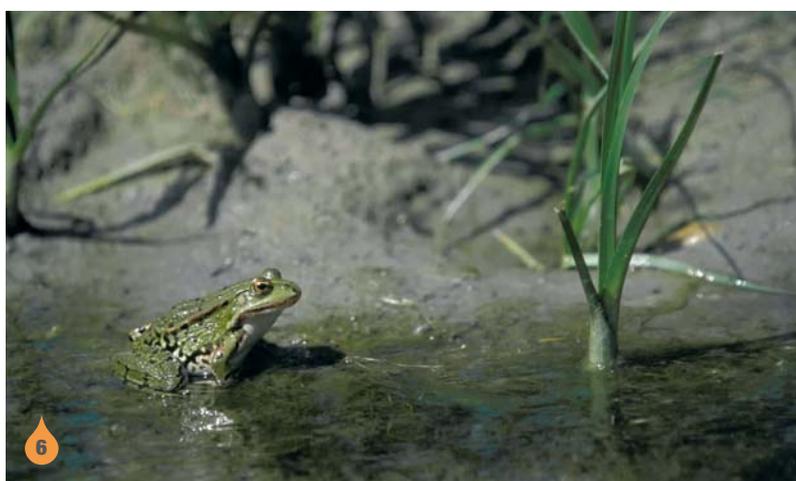


2



3

- 1 Rotengle
- 2 Orvet
- 3 Brochet



- 4 Couleuvre à collier
- 5 Crapauds communs
- 6 Grenouille verte
- 7 Triton palmé
- 8 Salamandre terrestre

croissance, leur taille moyenne est de 1m. Pour se reproduire, les couleuvres à collier recherchent des amas de végétaux, naturels ou tas de compost, où elles déposent leurs œufs. La chaleur de la fermentation assure l'incubation.

Malgré sa rareté, on peut exceptionnellement rencontrer la cistude d'Europe. Tortue d'eau douce, elle se rencontre habituellement dans les eaux stagnantes ou à faible courant où les plantes aquatiques ainsi que la végétation surplombante sont bien développées. L'introduction de la Tortue de Floride (cf. espèces exotiques) est incompatible avec un écosystème équilibré.

Les amphibiens

La plupart des amphibiens ont une existence liée au milieu aquatique, l'eau étant indispensable à leur reproduction (ponte et phase juvénile). On distingue deux ordres :

- **Les anoures : grenouilles et crapauds**
Les grenouilles vertes sont bruyantes et mènent une vie surtout aquatique. Les grenouilles rousses et les crapauds sont essentiellement terrestres, on ne les trouve guère dans l'eau qu'à l'époque de la reproduction ou en hibernation.
- **Les urodèles : salamandres et tritons**



Ce sont des espèces principalement terrestres vivant dans les zones humides. Les tritons passent la saison de reproduction dans l'eau. Les amphibiens préfèrent les eaux dépourvues de poissons car le taux de survie des jeunes y est plus élevé.

Les insectes, mollusques et crustacés

Les libellules sont des prédateurs des moustiques et autres insectes. Les escargots et moules participent à la filtration du plan d'eau en se nourrissant des déchets accumulés sur le fond. Les crustacés quant à eux, servent de nourriture aux poissons. Les moustiques peuvent rapidement devenir indésirables autour du plan d'eau. La présence d'un écosystème équilibré permettra de contrôler cette population.

Les oiseaux

Beaucoup d'espèces ont une existence liée au milieu aquatique. Hérons, canards, poules d'eau, grèbes, rousserolles, foulques, bergeronnettes ...y trouvent selon les cas, les conditions nécessaires à leur existence : nourriture, site de nidification, dortoir ...



- 9 Libellule leste vert
- 10 Libellule anax empereur
- 11 Héron cendré
- 12 Foulque macroule
- 13 Colvert
- 14 Bergeronnette des ruisseaux



8

LA FLORE

des milieux
humides
et son implantation



8.1. Les plantes aquatiques

Les plantes aquatiques sont cultivées et commercialisées sous forme de touffes de division à racines nues, de pots ou de godets. Elles se plantent en juin dans l'eau mais aussi sur les berges des plans d'eau.

Il faut distinguer :

- les plantes flottantes libres,
- les plantes immergées de zone profonde (nénuphars, lotus),
- les plantes immergées de zone assez profonde,
- les plantes de zone peu profonde et de marais,
- les plantes oxygénantes.

Outre le rôle des plantes oxygénantes déjà décrit (page 26, chapitre 6), chaque espèce a son rôle à jouer dans l'équilibre du plan d'eau. Les nymphéas et les nuphars peuvent créer des zones d'ombre au centre du plan d'eau. De plus, ces plantes disparaissent l'hiver laissant le soleil réchauffer l'eau. Les plantes flottantes ont aussi un rôle dans l'amélioration de la qualité de l'eau (absorption des nutriments, clarté...). Elles sont aussi un support de fraie pour les poissons et servent de refuge aux alevins. Les plantes de berge et de marécage (hélrophytes) colonisent et stabilisent les bords du plan d'eau.

Lors de la réalisation, on met en place généralement en premier lieu les plantes de zone profonde, puis on remonte progressi-

vement vers les berges. Il est généralement conseillé de réserver environ un tiers de la surface pour les plantations.

◆ Les plantes flottantes libres

Contrairement à la majeure partie des plantes aquatiques, elles ne sont pas fixées sur le fond. Elles jouent un rôle important en régulant l'ensoleillement et en améliorant la qualité de l'eau.

Comme pour les plantes oxygénantes, il est important de distinguer les plantes indigènes des espèces d'origine exotique, souvent d'origine tropicale.

Ces dernières ont un fort développement pendant la période estivale.

Parmi les plantes indigènes, on citera :



1 La grenouillière

Hydrocharis morsus-ranae

Plante vivace à rhizome et feuillage flottant. Elle ressemble au nénuphar. Bien adaptée aux petits bassins, elle préfère pousser en plein soleil, dans les eaux froides, claires, calmes et peu profondes. Son développement doit être contrôlé.



2 La lentille d'eau

Lemna minor

Très petite plante dont les feuilles, mesurant quelques millimètres, flottent sur l'eau. Elle prospère quelque soit l'ensoleillement. Il est souhaitable de contrôler son développement car elle peut devenir envahissante. Elle peut servir de nourriture aux gros poissons herbivores et à certains oiseaux (colvert par exemple).

Et également :



3 L'utriculaire

Utricularia intermedia

Plante insectivore aux feuilles munies de vessies ou utricules dont l'orifice, clos par un système de valves, s'ouvre, dès qu'un insecte touche leurs poils tactiles. Elle se développe en plein soleil ou à la mi-ombre. La plante forme des hibernacles en automne qui se déposent au fond du bassin. Au printemps, ils remontent à la surface pour s'y développer.



4 La châtaigne d'eau

Trapa natans

Plante tantôt flottante, tantôt enracinée dans la vase des rives. Elle tolère bien les variations de niveau d'eau. Se plaît au soleil ou à la mi-ombre. Ses fruits sont comestibles et riches en fer. Son développement, parfois envahissant, est à surveiller.

5 Le Riccia

Riccia fluitans

Petite plante flottante qui forme un tapis végétal plus ou moins dense à la surface de l'eau, en plein soleil, à la mi-ombre et à l'ombre. Ses talles en forme d'éponge offrent un refuge sûr aux alevins.

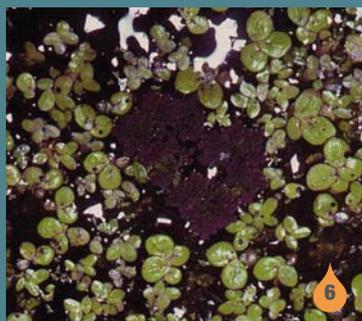
Parmi les plantes exotiques, on citera :



5 Le Pistia

Pistia stratiotes

Plante flottante originaire des tropiques, dont les feuilles en rosette d'un vert bleuté, ressemblent à de la laitue flottante. La plante se plaît en plein soleil et à la mi-ombre. On a constaté que les racines flottantes contribuaient à assainir et clarifier l'eau des étangs.



6 La Spirodèle

Spirodela polyrrhiza

Petite plante flottante originaire d'Amérique du Nord vivant en colonies à la surface de l'eau. Elle peut devenir envahissante et doit être contrôlée. Se plaît en plein soleil, à la mi-ombre et à l'ombre.

Les plantes immergées de zone profonde (- 35 à - 80 cm)

Les nymphéas et les nuphars (nénuphars indigènes ou à petites fleurs jaunes), à cause de leur cycle végétatif et de leur floraison, apportent ombre et fraîcheur au meilleur moment de la saison.

Le terreau dans lequel ils doivent être plantés ne doit pas être trop riche.

Les lotus (*Nelumbo nucifera*) ont les mêmes exigences que les nymphéas. Ils doivent être placés dans une zone très ensoleillée du bassin à une profondeur permettant d'avoir 50 cm d'eau au-dessus des racines. Les couleurs vont du blanc au rose en passant par le jaune. Les premières feuilles sont flottantes, les suivantes s'élancent dans les airs.

La croissance est assez tardive (mai) et dure jusqu'aux gelées. Il faut éviter de couper les feuilles fanées en fin de saison. Il est préférable d'attendre le printemps et de tailler 20 cm au-dessus de la surface de l'eau car les tiges, creuses et remplies d'eau, peuvent faire pourrir la souche.

On évitera soigneusement de planter les jussies (*Ludwigia* ou *Jussieua grandiflora*), classées comme invasives.





💧 **Les plantes immergées de zone assez profonde (-20 à -50 cm)**

Ces plantes ont des feuilles immergées, flottantes et émergées sensiblement différentes, avec des inflorescences dressées plus ou moins colorées.

Leurs tiges immergées servent de refuge aux poissons. Elles permettent également à certaines espèces d'insectes de se poser et de pondre dans l'eau (libellules, demoiselles...). Ces plantes sont vendues en godet ce qui permet de les mettre en place presque toute l'année (la période la plus favorable de plantation se situe entre le printemps et l'automne). Il est recommandé d'éviter de planter certaines espèces à forte croissance à proximité d'autres ayant un développement plus limité.

On trouve dans cette catégorie les plantes suivantes :

- **Plantes indigènes** : les massettes (*Typha angustifolia L.* et *latifolia L.*), le rubanier dressé (*Alisma plantago L.*), le jonc fleuri de couleur rose (*Butomus umbellatus L.*), la glycérie aquatique (*Glyceria maxima (Hartman)*), le roseau commun (*Phragmites communis L.*), le jonc des chaisiers (*Scirpus lacustris L.*), le rubanier d'eau (*Sparganium erectum L.*), le faux nénuphar (*Nymphoides peltata (Gmelin) Kuntze (autrefois Villarsia nymphoides)*)... A noter que certaines de ces plantes se retrouvent aussi bien dans la zone des 0 à 20 cm d'eau.

- **Plantes exotiques** : l'aponogeton odorant (*Aponogeton distachyum L.* - Afrique du Sud), l'hydrocotyle (*Centella asiatica (L.) Urb.* - Asie), l'oronce à bougies (*Orontium aquaticum L.* - Amérique du nord), la pontédérie (*Pontederia cordata L.* - Amérique du nord), la sagittaire (*Sagittaria sagittifolia L.* - Amérique du nord).

- 7 Nuphar lutea
- 8 Nelumbo nucifera ou lotus
- 9 Ludwigia grandiflora (Jussie) envahissant les bords de Loire
- 10 Orontium aquaticum

On évitera soigneusement de planter les élodées originaires d'Amérique du nord comme comme *Elodea canadensis* et *Elodea nuttallii* ou d'Amérique du sud comme *Elodea ernstiae*, classées comme invasives.





- 11 *Iris pseudacorus* L.
- 12 *Juncus glaucus* L.
- 13 *Butomus umbellatus* L.
- 14 *Typha latifolia* L.
- 15 *Lythrum salicaria* L.
- 16 *Spiraea ulmaria* L.

◆ Les plantes de zone peu profonde et de marais (0 à - 20 cm)

Ces plantes, parfois classées comme aquatiques car elles supportent l'immersion occasionnelle, peuvent être plantées le long de fossés paysagers ou au bord des mares et retenues de toutes dimensions. En réalité, elles sont dotées d'une très forte amplitude écologique, survivant sans problème à un assèchement temporaire et même prolongé. C'est par exemple le cas de la salicaire, qui peut survivre les pieds dans l'eau comme sur le bord asséché d'un fossé.

Certaines d'entre elles ont un réel pouvoir "d'atterrissement", c'est à dire qu'elles peuvent finir par assécher totalement une mare voire tout un plan d'eau. C'est le cas du roseau et des massettes qui sont difficilement contrôlables. C'est aussi le cas des laïches, bien connues pour fabriquer des "touradons" ou enchevêtrement de racines sur lesquels on finit par marcher à pied sec. Il est inutile de planter plus de 6 à 10 pieds au m², au départ, car les espèces aquatiques ont une croissance importante et rapide (souvent par rhizomes ou racines traçantes). Il faut aussi tenir compte de la vigueur des plantes pour qu'il n'y ait pas trop de concurrence entre les espèces voisines.

- **Les plantes indigènes** de cette catégorie, pour la plupart cultivées par les pépinières spécialisées, sont : le roseau commun (*Phragmites communis* Trin.), les massettes (*Typha angustifolia* L. et *latifolia* L.), le jonc des chaisiers (*Scirpus lacustris* L.), la glycérie aquatique (*Glyceria aquatica* Holmberg), les joncs (*Juncus glaucus* Ehrh. et *juncus effusus* L.), l'iris pseudacore (*Iris pseudaco-*



rus L.), l'iris fétide (*Iris foetidissima* L.), l'iris versicolore (*Iris versicolor* L.), la baldengère (*Phalaris arundinacea* L.), le scirpe des marais (*Scirpus lacustris* L.), la lysimaque (*Lysimachia vulgaris* L.), la salicaire (*Lythrum salicaria* L.), le butome ou jonc fleuri (*Butomus umbellatus* L.), la reine des prés (*Filipendula ulmaria* L.), l'ail des ours (*Allium ursinum* L.), l'angélique (*Angelica archangelica* L.), la chanvrine (*Eupatorium cannabinum* L. ssp. *cannabinum*), la menthe (*Mentha aquatica* L. ssp. *aquatica*), le faux arum d'eau (*Calla palustris* L.), le plantain d'eau (*Alisma plantago-aquatica* L.), le trèfle d'eau (*Menyanthes trifoliata* L.), le myosotis des marais (*Myosotis palustris* L.), la prêle (*Equisetum palustre* L.).

Les laïches ou carex :

- *Carex paludosa* Good. 1m
- *Carex riparia* Curt. 60-120 cm
- *Carex paniculata* L. ssp. *paniculata* (touradons) 40-100 cm

- Parmi les plantes exotiques ou horticoles cultivées, dont certaines sont devenues subspontanées, on trouve : le populaire des marais (*Caltha palustris* L.), la prêle japonaise (*Equisetum hiemale* = *Equisetum japonicum*), la menthe poivrée (*Mentha x piperita*), la pontédérie à feuilles en cœur (*Pontederia cordata* L.), la sagittaire à feuilles étroites (*Sagittaria latifolia* L.), le lis des marais (*Parnassia palustris* L.)



17



18



19



20



21



22



23



24



25



26

- 17 *Lysimachia vulgaris* L.
- 18 *Carex paludosa* L.
- 19 *Scirpus lacustris* L.
- 20 *Glyceria maxima* Holmberg
- 21 & 22 *Carex paniculata* L. et touradon
- 23 *Caltha palustris* L.
- 23 *Carex acutiformis* Ehrh.
- 25 Touradons
- 26 *Equisetum palustre* L.



27



28

- 27 Brome inerme
- 28 Vulpin genouillé
- 29 Fléole des prés

8.2. Les zones enherbées supportant l'immersion provisoire

Il existe des graminées, particulièrement adaptées à la création de berges enherbées, utilisables également pour les bords des fossés humides. Elles peuvent être fauchées et même tondues régulièrement.

Il est en effet utile de laisser certaines parties de berges de mares ou d'étangs dépourvues de végétation, ne serait-ce que pour permettre la visibilité de l'eau.

Parmi celles-ci, on peut citer : l'agrostide stolonifère (*Agrostis stolonifera* L.), le brome inerme (*Bromus inermis* Leyss.), la fétuque des prés (*Festuca pratensis* Huds.), la fétuque élevée (*Festuca elatior* L.), la fléole des prés (*Phleum pratense* L.), l'herbe des Bermudes (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.), le pâturin des prés (*Poa pratensis* L.), le puéraire hirsute (*Pueraria hirsuta* Schneid.), le trèfle rampant (*Trifolium repens* L.), le vulpin genouillé (*Alopecurus geniculatus* L.)

8.3. La flore arbustive des terres humides

Outre les saules qui constituent, par leur amplitude écologique et en tant que plante pionnière la majeure partie des arbustes et arbres de la ripisylve, on dispose de nombreuses espèces à associer en petits groupes ou en isolées, disponibles chez la plupart des pépiniéristes. Ces espèces seront plantées systématiquement à racines nues, après un pralinage¹⁰ soigné, conditionnement qui leur assurera la reprise la plus rapide. L'important est d'éviter le dessèchement des racines lors du transport et

jusqu'au lieu de plantation. Dans un souci de respect de la biodiversité et de la conservation de la nature, on peut aussi envisager de multiplier les plantes existant à proximité du lieu où l'on crée la mare ou le plan d'eau. Les écotypes spécifiques, ainsi conservés et perpétués permettront de contribuer au maintien de la diversité génétique.

A noter qu'il est indispensable là aussi, lorsque l'on plante des végétaux de pépinière, ne serait-ce que pour des raisons esthétiques, de distinguer les espèces indigènes des espèces exogènes.

Dans le monde des saules, qui comprend beaucoup d'espèces, issues notamment du milieu montagnard, on favorisera dans les Hauts-de-Seine, la plantation d'espèces indigènes de plaine.

Toutes les autres espèces de saules, souvent proposées dans les catalogues de pépinières, sont des saules étrangers à l'Île-de-France, soit issus de zones de montagne (de hauteur souvent supérieure à 6 m), soit des saules exotiques d'intérêt ornemental variable (voir Annexe) mais qui ne devraient pas trouver leur place dans les aménagements à prétention écologique.



29

¹⁰ Pralinage : action qui consiste à enduire les racines par trempage, à l'aide d'un engrais organique d'origine naturelle comme, par exemple, la bouse de vache, pour favoriser la création des radicelles.

◆ **Les saules « arbustifs »**

Il existe deux saules arbustifs indigènes :

- le saule pourpre (*Salix purpurea* L.)
- le saule à oreillettes (*Salix aurita* L.)

A noter que tous ces saules, plantés en zones humides, peuvent rapidement atteindre des hauteurs suffisantes pour masquer totalement un plan d'eau et « fermer » le paysage¹¹.

Seul un recépage régulier peut permettre de contrôler cette croissance.

Le recépage consiste à recouper à la base, c'est à dire au ras du sol, les touffes de saules, afin qu'elles rejettent de souche. Cette coupe s'effectue en général en sève montante c'est à dire au mois de février.

On trouve couramment en culture la sélection ou cultivar de forme naine et compacte (*Salix purpurea* 'Nana' ou 'Nana Gracilis'), qui ne dépasse pas 1,50 m de hauteur.

► **Saule « pourpre »** (*Salix purpurea* L.) Hauteur : de 1,50 m à 6 m



◆ **Autres arbustes de la ripisylve**

Parmi les autres petits arbres ou arbustes, susceptibles d'absorber avec efficacité les eaux de ruissellement (arbustes hygrophiles ou mésohygrophyles), on peut planter, sous réserve de tenir le plus grand compte de leurs hauteurs :

- le noisetier (*Corylus avellana* L.) 3 à 8 m
- le poirier commun (*Pyrus communis* L.) 10 à 15 m

► **Saule à oreillettes** (*Salix aurita* L.) Hauteur : de 2,50 m à parfois 5 m



¹¹ Cette remarque est encore plus fondée lorsqu'il s'agit des autres espèces citées plus loin, qui atteignent la taille de véritables arbres : dans les travaux de génie écologique, constitués de boutures vivantes, on se gardera de les utiliser, si ce n'est de manière ponctuelle, au risque de masquer de grandes longueurs de rives ou d'être condamné à des recépages permanents, finissant par épuiser les plantes.

► **Noisetier commun (*Corylus avellana* L.)**



► **Cerisier à grappes (*Prunus padus* L.)**



- l'aubépine (*Crataegus laevigata* (Poir.) DC. et *Crataegus monogyna* Jacq.) 2 à 6 m
- le cerisier à grappes (*Prunus padus* L.) 6 à 10 m
- le cornouiller sanguin (*Cornus sanguinea* L.) 1,50 à 3 m
- le nerprun ou bourdaine (*Rhamnus frangula* L.) 1,50 à 3 m
- le sureau noir (*Sambucus nigra* L.) 3 à 8 m
- la viorne obier (*Viburnum opulus* L.) 1,50 à 3 m
- le fusain d'Europe (*Euonymus europaeus* L.) 1,50 à 3 m
- le chèvrefeuille des bois (*Lonicera peryclinum* L.) liane
- le rosier des champs (*Rosa arvensis* L.) 2 à 3 m
- le houblon sauvage (*Humulus lupulus* L.) liane
- la ronce bleue (*Rubus caesium* L.) 1,50 à 2,50 m
- le groseillier rouge (*Ribes rubrum* L.) 1,50 à 2 m
- la myrte des marais ou piment royal (*Myrica gale* L.) 0,60 à 1 m.



30 Viorne obier (*Viburnum opulus* L.)
31 Bourdaine (*Rhamnus frangula* L.)



32



33



34



35



36



- 32 Sureau noir (Sambucus nigra L.)
- 33 & 34 Fusain d'Europe (Euonymus europaeus L.)
- 35 Aubépine à un style (Crataegus monogyna L.)
- 36 Cornouiller sanguin (Cornus sanguinea L.)

► **Myrte des marais**
(*Myrica gale* L.)



8.4. La flore arborée des terres humides

Il faut distinguer les espèces indigènes des espèces exotiques ou hybrides trop souvent plantées aux dépens de la biodiversité (voir annexe page 50).

Les arbres des milieux humides appartiennent à la famille des Salicacées (saules et peupliers), mais aussi à celles des Bétulacées (famille du bouleau, comme l'aulne) et des Oléacées (famille du frêne). On s'efforcera, dans la mesure du possible de les choisir en cépées à plusieurs troncs aux fins d'une meilleure intégration dans le paysage.

L'intérêt de tous ces arbres est de posséder une grande amplitude écologique, pouvant supporter des sécheresses temporaires comme des inondations épisodiques, tout en ayant une prédilection pour l'eau qu'ils absorbent en quantités importantes par leurs racines.

Ces espèces doivent être plantées à racines nues après un pralinage soigné.

◆ Les frênes

Le frêne est un arbre de grand développement dont il n'existe à l'état spontané qu'une seule espèce indigène en Île-de-France, le frêne commun (*Fraxinus excelsior* L.). Il contribue à l'assèchement des terrains comme les peupliers et les aulnes.

◆ Les peupliers

Les peupliers d'Île-de-France se répartissent à l'état naturel entre 4 espèces :

- l'élégant peuplier tremble, dont le port en cépée permet de créer de jolis bosquets (*Populus tremula* L.), en général très peu planté dans les parcs,

- le peuplier noir (*Populus nigra* L.), qui forme des arbres puissants de grande longévité,
- le peuplier blanc, dit souvent blanc de Hollande (*Populus alba* L.), très souvent remplacé en culture par des cultivars non indigènes (*Populus alba* 'Pyramidalis' ou *alba* 'Nivea'),
- le grisard (*Populus canescens* L.), hybride probable entre le peuplier blanc et le peuplier tremble, aux feuilles duveteuses de deux types différents.

A noter que les peupliers de culture, plantés sous forme de peupleraies, sont tous des hybrides soit euraméricains (issus de croisements entre le peuplier noir et le peuplier deltoïde), soit interaméricains.

En fonction des choix paysagers on décidera de planter dans les parcs et les espaces verts, soit l'une des 4 espèces indigènes, soit les peupliers de ces deux groupes, soit, dans certains contextes plus ornementaux, d'autres espèces exotiques comme par exemple le peuplier de Simmon (*Populus simonii* Carr.).



Les aulnes

L'aulne (*Alnus glutinosa* L.) est un arbre très ancien de notre territoire, quasiment abandonné dans les plantations de parcs malgré l'élégance de son port en cépée, ses capacités d'adaptation et sa silhouette intéressante à toutes les saisons.

Autres espèces d'aulnes (non indigènes en Île-de-France)

L'aulne de Corse ou aulne d'Italie (*Alnus cordata* Desf.) et l'aulne de montagne, appelé aussi aulne gris ou aulne blanc (*Alnus incana* (L.) Moench.) sont régulièrement proposés par les pépiniéristes et peuvent occasionnellement être plantés en alignement, compte tenu de la forme régulière de leur ramure. Enfin, l'aulne vert des Alpes (*Alnus viridis* DC.) forme des bosquets intéressants qui peuvent entrer dans la constitution des haies bocagères.

De nombreuses espèces d'aulnes ainsi que des hybrides existent dans le monde, dont la croissance rapide et les qualités ornementales sont à découvrir. La plus cultivée est l'hybride *Alnus xspaethii* Callier.

Les saules

Les saules " en arbres " ou saules de première grandeur (15 à 30 m de hauteur) se répartissent en Île de France, notamment le long de la Seine, entre le saule blanc (*Salix alba* L.) et le saule fragile (*Salix fragilis* L.). Ce dernier est assez souvent dominant par rapport au premier.

Trois saules de deuxième grandeur (hauteur inférieure à 15 m) poussent à l'état spontané sur les terres humides de la région parisienne. Ce sont :

- le saule marsault (*Salix caprea* L.) 10 m



- le saule cendré (*Salix cinerea* L.) jusqu'à 10 m
- le saule "obscur" (*Salix dasyclados* Wimm.) jusqu'à 10 m, saule hybride triple (*Salix viminalis* x *capraea* x *cinerea*)
- l'osier blanc ou osier commun (*Salix viminalis* L.) jusqu'à 10 m

Chacune de ces espèces devra être utilisée à bon escient, compte tenu de l'ampleur de son développement et du contexte. Par ailleurs, la matière organique produite à l'automne par ces végétaux peut rapidement créer au fond du plan d'eau une accumulation indésirable. On aura donc soin d'éloigner les grands saules des mares et d'en faire un emploi parcimonieux au bord des étangs. Par ailleurs, le recours au recépage restera toujours une solution de gestion applicable aux arbustes, et pour les arbres, aussi bien aux salicacées (peupliers et saules) qu'aux aulnes et aux frênes.



- 37 & 38** Aulne glutineux
Hauteur : 25 m et plus
- 39** Saule blanc (*Salix alba* L.)
Hauteur : 25 m et plus
- 40** Saule marsault (*Salix caprea* L.)
Hauteur : jusqu'à 15 m
- 41** Saule cendré (*Salix cinerea* L.)
Hauteur : jusqu'à 10 m
- 42** Saule fragile (*Salix fragilis* L.)
Hauteur : jusqu'à 10 m
- 43** Osier blanc (*Salix viminalis* L.)
Hauteur : jusque 10 m



The background features a collection of blue glass spheres of various sizes, some in sharp focus and others blurred, creating a bokeh effect. In the upper left corner, there is a white grid with the number '9' in orange. The overall color palette is dominated by shades of blue and teal.

9

LES CLÉS

de la réussite



La création d'une mare ou d'un plan d'eau en milieu urbain contribue, grâce à sa fonction de stockage, à la maîtrise du ruissellement et enrichit la qualité paysagère et écologique du site.

3 critères sont déterminants pour la réussite du projet :

- ▶ le **dimensionnement adapté** aux volumes d'eau de pluie à stocker et au fonctionnement écologique du plan d'eau
- ▶ le choix de la **végétation appropriée** aux milieux aquatiques et aux berges
- ▶ une **bonne gestion et un entretien** adéquat



▶ La mare du pont d'Issy-Les-Moulineaux (Parc de l'île Saint-Germain à Issy-Les-Moulineaux)

Un exemple en images : La mare du pont d'Issy-Les-Moulineaux (Parc de l'île Saint-Germain à Issy-Les-Moulineaux)



Etape 1 : Terrassement - pose des membranes

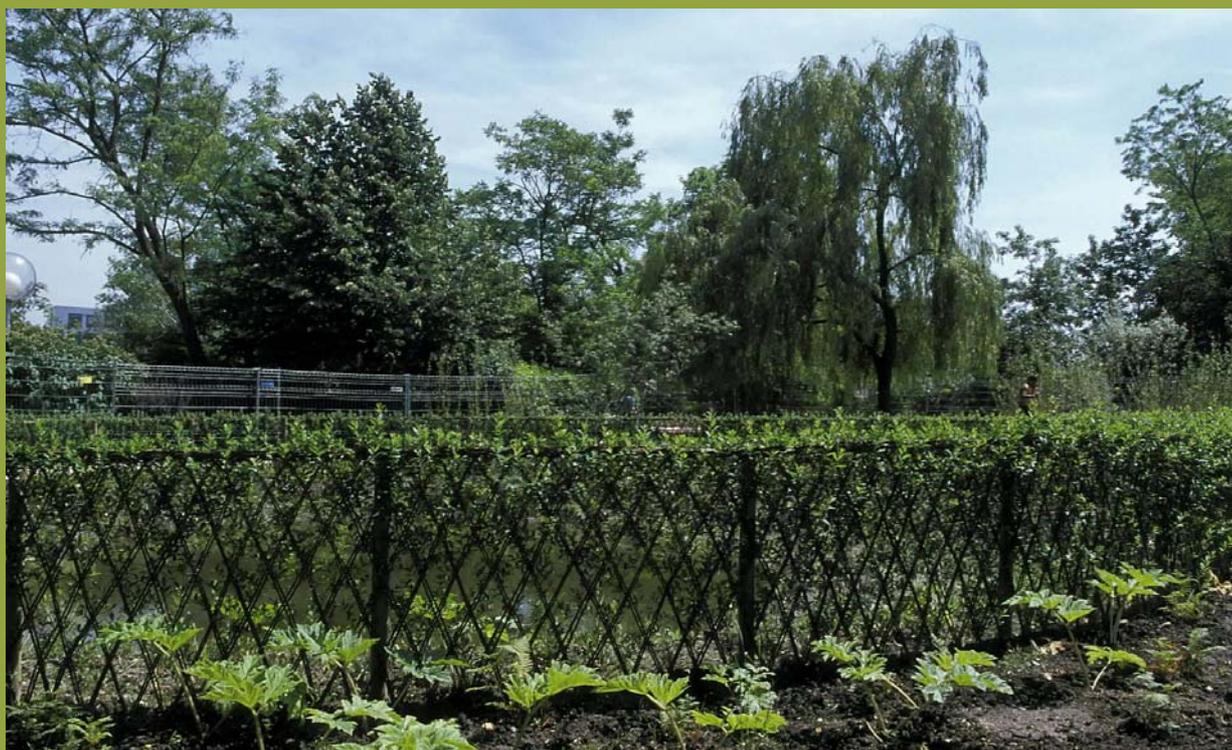


Etape 2 : Mise en eau - plantations

La protection de la mare a été ici assurée à l'aide d'une barrière végétale, constituée de boutures de saules vivantes tressées



Etape 3 : Evolution de la végétation



Annexe

Flore arbustive et arborée des terres humides :
Espèces, hybrides et cultivars « d'ornement »,
étrangers à la flore d'Ile-de-France



◆ Aulnes

Aulne de Corse ou d'Italie (*Alnus cordata* Desf.)

Aulne gris ou aulne blanc de montagne (*Alnus incana* (L.) Moench.)

Aulne vert des Alpes (*Alnus viridis* (Chaix.) DC)

◆ Frênes

Frêne à feuilles étroites (*Fraxinus angustifolia* Vahl. et sa sous espèce *oxycarpa*) - Méditerranée

Frêne d'Amérique (*Fraxinus americana* L.) Amérique du Nord

◆ Peupliers

- Peuplier « de rapport » (*Populus x canadensis* Moench. 'Robusta', Oxford', 'Beaupré', 'Serotina')
- Peuplier de Simon (*Populus simonii* Carr. ou *simonii* 'Fastigiata') - Chine et cultivar
- Peuplier à feuille de laurier (*Populus laurifolia* Ledeb.) - Chine et Mongolie
- Peuplier de Berlin (*Populus x berolinensis* Depp.)
- Peuplier baumier (*Populus trichocarpa* Hook. 'Fritzii Pauley') - Amérique du Nord
- Peuplier du Yunan (*Populus yunnanensis* Dode) - Chine
- *Populus szechuanica* var. *tibetica* (= *violascens*) - Chine
- Peuplier balsamifera (*Populus balsamifera* L.) Amérique du Nord

◆ Saules

Saules indigènes en France mais non en Ile-de-France

- *Salix arenaria* L. - 1 m - Saule des dunes
- *Salix pyrifolia* Anderss. (= *S. balsamifera*) 8m
- *Salix daphnoides* Vill - 10 m - montagne
- *Salix elaeagnos* Scop. - 6 m - montagne
- *Salix glauca* L. - 1 m - montagne
- *Salix hastata* L. - 1,50 m - montagne
- *Salix herbacea* L. - 5 cm - arctique
- *Salix humilis* Marsh. - 3 m - montagne
- *Salix incana* Michx.(= *S. candida* Fluegge) 2 m
- *Salix lanata* L. - 1,50 m - arctique
- *Salix nigricans* Sm. (= *S. myrsinifolia* Salisb.) - 4 m
- *Salix pentandra* L. - 10m - montagne
- *salix phylicifolia* L - 4 m - arctique
- *Salix repens* L. et *repens* L. *argentea* - 1,50 m - landes
- *Salix reticulata* L. - 15 cm - montagne
- *Salix retusa* L. - 10 cm - montagne
- *Salix triandra* L. - 10 cm

Saules exotiques ou d'origine horticole

- *Salix alba* L. 'Liempde - 25 m - origine horticole
- *Salix acutifolia* Willd. (Japon)
- *Salix matsudana* Koidz. (Chine)

Crédits

Les numéros correspondent aux pages du document. Certains numéros sont suivis d'un tiret : dans ce cas le deuxième numéro permet de repérer les photographies légendées dans la page. Une lettre identifie les autres photos non-léguendées.

Conseil général des Hauts-de-Seine

- Direction de l'Eau 4,5, 7-3, 24-2, 25, 26
- Bertrand Charles 33-11
- Bignon Emilie 21-5, 21-6, 33-12, 33-13
- Blondeau Gérard 31-2, 32-4, 32-8
- de Givry Jacques 7-1
- Dewilde Jean-François 15, 16,17,19, 20, 21-1,21-2, 38-11, 38-12, 41e, 41g, 44-37
- Fontaine Patrick 2-2, 32-5, 32-6, 32-7, 33-9, 33-10, 33-14
- Labre Willy couverture, 7-2, 24-1, 47, 48, 49
- Le Thiec Laurent 15-4
- Petzold Alexandre 14

Boucher Wayne, <http://www.cambridge2000.com> 36-5

Busselen P., K.U. Leuven-Campus Kortrijk, Belgique 28-2, 38-14, 39-26, 40-29

Crellin John R., www.florallimages.co.uk 2-3, 39-17

Davoust P. 42b

Delaware Wildflowers USDA Plants Database 37-10

Desfontaines Eric 38-16

Detlef Kramer, Jardin botanique de l'Université de Darmstadt 38-13

Dronnet Erick, Belles Fleurs de France 35-2, 36-7, 39-22, 42-30, 43-33, 43-34, 43a, 43b

Escuder Olivier 37-8

Goff Matt 28-3

Haddock Mike 40-28

Hassler Michael Dr., Botanical Garden, Karlsruhe 27-2, 45-42

Heil Martin, martin.heil@uni-duisburg-essen.de 27-4

Hjelmstad Rolv, www.rolv.no 38-15, 42c, 42d

Hoggemeier A., Garten Ruhr-Uni Bochum 2-4, 27-3

Jardin ! L'encyclopédie, <http://www.plantencyclo.com> 43-36

Knoch, <http://www.rz.uni-karlsruhe.de> 36-4

Launer Annette, www.pflanzenliebe.de 45-39

Lovshin Leonard - Department of Fisheries and Allied Aquacultures - Auburn University, Alabama, USA 29

Maison de la pêche et de la Nature des Hauts-de-Seine 31-1, 31-3

Michaux Jean, CRDP Bezançon 41a, 41b, 41c, 41d, 43-32, 43-36, 45-40, 45-41

Mohlenbrock Robert H. USDA NRCS.1992 Sacramento California 36-6

Poirier Pierre, Musée canadien de la Nature, www.nature.ca 35-1

Ramey Vic, <http://plants.ifas.ufl.edu/education> Florida 27-1

Rauch Lionel 39-22, 39-25

Redfearn Paul, Missouri State University 44-38

Rheinheimer Joachim 39-21

Romanski Maciej 42d

Sarracenia Northwest Carnivorous Plants Oregon 36-3

Schmitt Aimé, Angiospermes de Franche-Comté, <http://perso.orange.fr/plantescomtoises> 42a

Sloth Niels, <http://www.biopix.dk> 41f

Tijou Pierre Luc, Des Fleurs et des Flaques, <http://www.pluct.net> 37-9

Tormo Molina Rafael, <http://www.unex.es/botanica> 39-19

Toussaint Philippe 39-23

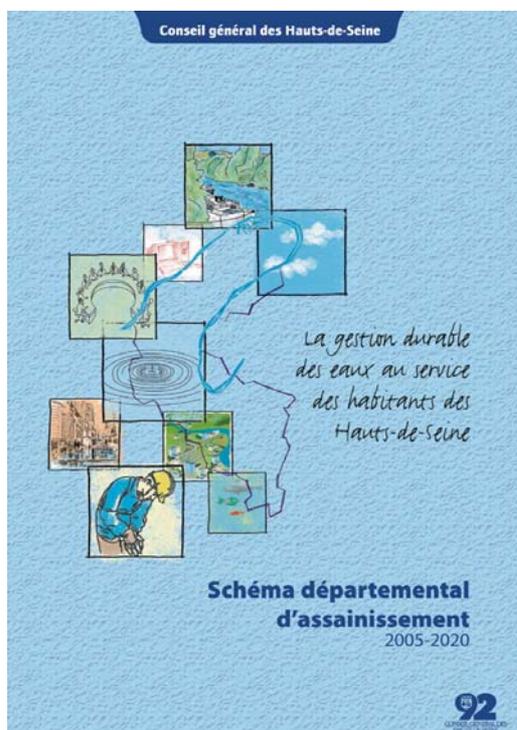
Tunc Christian 42-31

Wells Rohan 2-1, 28-1

Wessenberg Jan 39-18, 39-24, 43c

Wildflowers of Southern California, <http://www.clunet.edu/wf> 28-4

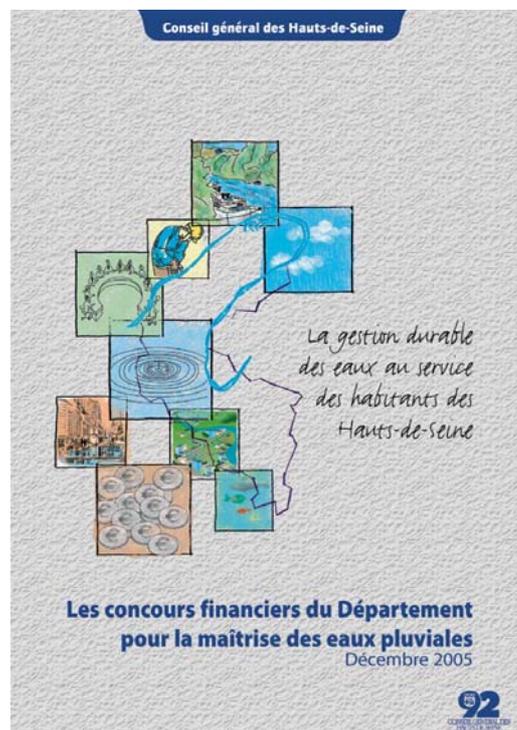
Le schéma départemental d'assainissement 2005-2020



Le Conseil général dans le cadre de **sa compétence en matière d'assainissement** poursuit deux objectifs :

- **améliorer la qualité des eaux de la Seine** par la réduction des rejets d'eaux polluées,
- **réduire les inondations** liées aux orages par la limitation à la source du ruissellement et la gestion optimisée des réseaux.

Dès 2004, une **concertation** a été engagée afin d'informer les différents acteurs sur les enjeux de l'assainissement de demain et débattre des orientations et priorités. Ces échanges ont fait émerger une forte attente quant au rôle de **coordination** et de **fédération** que peut jouer le Département en la matière. Il en découle un schéma départemental d'assainissement basé sur des orientations claires et des actions concrètes. Il propose un partenariat avec les communes et leurs groupements pour une gestion coordonnée des réseaux et des actions conjointes afin d'améliorer l'assainissement du territoire départemental.



Adopté le 16 décembre 2005, le schéma prévoit trois grandes orientations :

- le renforcement de la **limitation du ruissellement**,
- la **mise en cohérence** des projets et modes de gestion des différents maîtres d'ouvrages de réseaux,
- le renforcement de l'**assistance technique et financière** du Département.

Le Département a mis en place des **concours financiers** pour inciter les communes et leurs groupements à créer des systèmes de **gestion des eaux pluviales**. Parmi eux, les **techniques alternatives** et plus particulièrement **l'infiltration** et la **réutilisation des eaux pluviales** sont privilégiées afin de limiter les nouveaux apports vers les réseaux.

Le **financement des particuliers** est possible à condition que la commune participe à même hauteur que le Département soit 20 %.

Les guides et plaquettes qui en découlent



► Plaquettes



A paraître

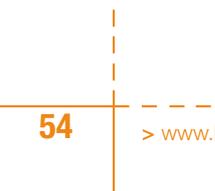
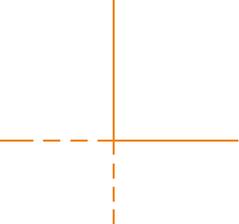
- Végétaliser les toitures
- Récupérer les eaux pluviales des toitures
- ...

► Guides



A paraître

- Guide technique : conception et mise en œuvre des toitures végétalisées
- Guide technique : la récupération de l'eau de pluie des toitures
- ...



**Conseil général des Hauts-de-Seine
Pôle Aménagement du Territoire**



www.hauts-de-seine.net

Direction de l'Eau et Direction des Parcs, Jardins et Paysages

61, rue Salvador Allende
92751 Nanterre cedex
Tél. 01 41 20 68 61
www.hauts-de-seine.net

Conseil général – Direction des Parcs, Jardins et Paysages
Jean-François DEWILDE

Conseil général – Direction de l'Eau
Anne GUILLON, Anne-Claire MULOT, Christophe LEHOUCQ, Emilie BIGNON,
Charles BERTRAND, Mounira BENABIB.

Sepia Conseils
Christelle SENECHAL

Illustrations
Fabien BELLAGAMBA

Maquette, mise en page
Agence QUATREVIINGTDOUZE

Crédits photographiques
Cf page 51

Impression sur papier recyclé
Ateliers DEMAILLE



Conseil général des Hauts-de-Seine

2-16 boulevard Soufflot - 92015 Nanterre Cedex

www.hauts-de-seine.net