

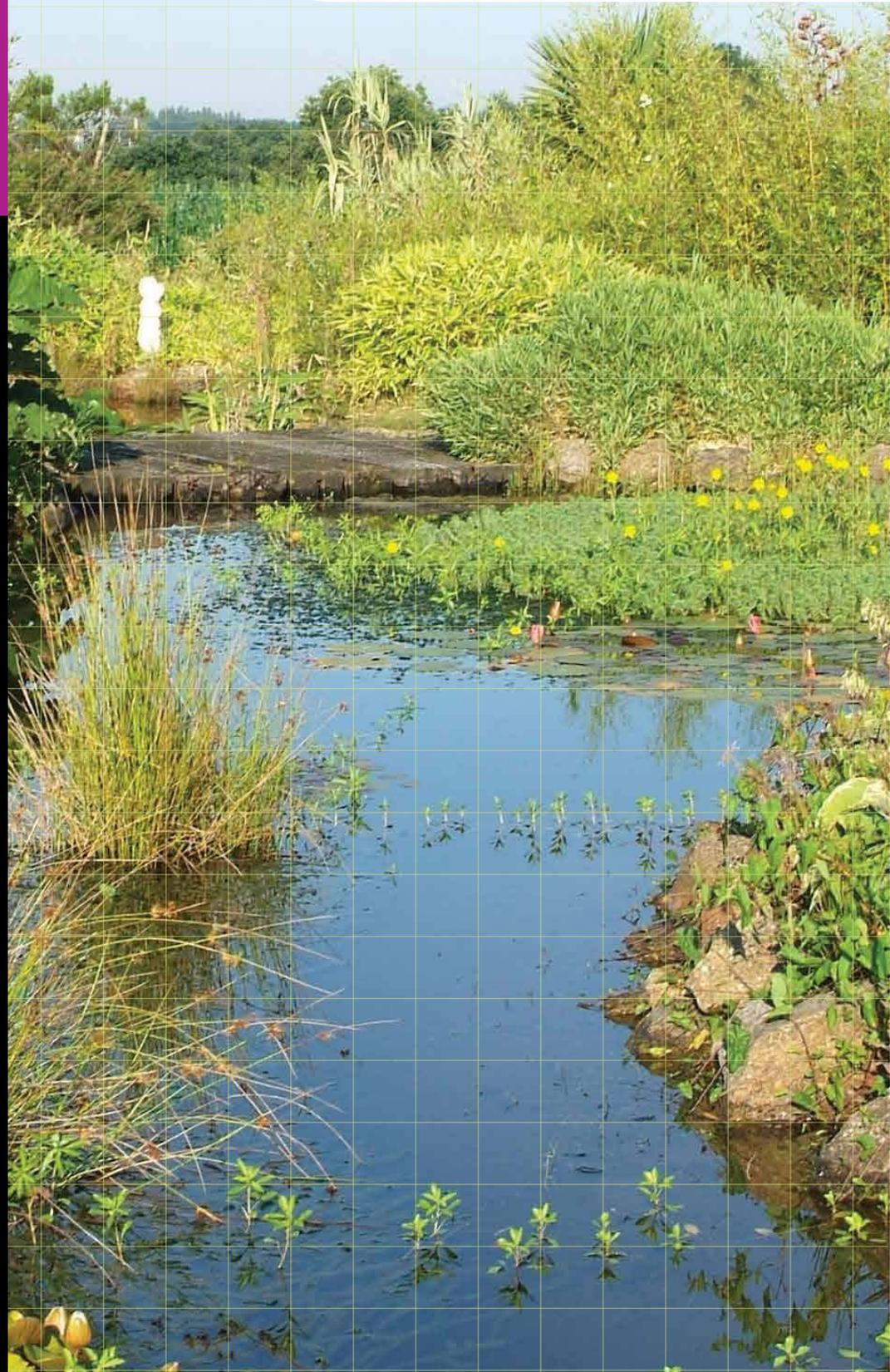
Travaux

d'aménagement
et d'entretien
des constructions
paysagères

Règles professionnelles

Travaux de réalisation de bassins d'ornement

N°: **C.C.8-R0** | Création : avril 2016



Préambule

Les règles professionnelles sont la transcription et l'identification du savoir-faire des entreprises du paysage. Elles sont rédigées par des professionnels du paysage : entreprises, donneurs d'ordre, bureaux d'étude, enseignants, fournisseurs, experts.

Elles sont élaborées en tenant compte de l'état des lieux des connaissances au moment de leur rédaction, et des documents existants sur certains sujets spécifiques. Elles constituent ainsi une photographie des "bonnes pratiques" du secteur.

Elles sont toutes organisées selon le même principe. Ainsi, on y trouve :

- une délimitation précise du domaine d'application
- un glossaire détaillé des termes employés dans le document
- des prescriptions techniques organisées selon la logique du déroulement de chantier
- des points de contrôle, qui donnent les moyens de vérifier la bonne exécution du travail
- des annexes techniques pouvant être de différents ordres : compléments techniques spécifiques, exemples de méthodes à mettre en œuvre, etc.

Les règles professionnelles sont applicables à tout acteur concourant à la réalisation et l'entretien d'un ouvrage paysager.

Nota bene : Les règles professionnelles n'ont pas pour vocation de remplacer le fascicule 35 mais de les compléter et de les enrichir. Les règles professionnelles du paysage sont bien sûr conformes aux prescriptions générales du fascicule 35 et visent essentiellement à décrire les techniques mises en œuvre et les résultats à obtenir, pouvant s'intégrer notamment dans les CCTP des marchés de travaux.

Avertissement : Les réglementations de chantier et celles relatives à la sécurité des personnes ne sont pas abordées de façon exhaustive dans ces documents. Il va de soi que toutes les activités décrites doivent être réalisées dans le respect de la législation en vigueur.



Document réalisé sous la direction de l'Unep dans le cadre de la convention de coopération signée entre l'Unep et le Ministère en charge de l'Agriculture, et dans le cadre de la convention de partenariat signée entre l'Unep et Plante & Cité.

Une nomenclature spécifique a été retenue pour les règles professionnelles du paysage. Par exemple, le numéro des règles professionnelles « Travaux des sols, supports de paysage » est le P.C.1-R0. La première lettre de la nomenclature sert à identifier l'axe auquel appartient le sujet (axe 1 - P : plantes / axe 2 - C : constructions paysagères / axe 3 - B : végétalisation de bâtiments / axe 4 - N : zones naturelles). Quant à la seconde lettre, elle permet d'identifier les travaux de création (C) ou d'entretien (E). Le premier chiffre est un numéro d'ordre et la mention "Rchiffre" indique le numéro de révision. Les annexes sont indiquées par la mention "Achiffre", placée avant le numéro de révision.

Les règles professionnelles du paysage sont téléchargeables sur le site de l'Unep à l'adresse suivante : <http://www.lesentreprisesdupaysage.fr/tout-savoir/regles-professionnelles>.

Liste des personnes ayant participé à la rédaction

Comité de pilotage

Jean-Pierre BERLIOZ (Unep, Membre honoraire)
 Christophe GONTHIER (Unep, Président de la Commission technique)
 Françoise JEANNERET (Unep, Trésorière adjointe déléguée aux techniques de métiers)
 Eric LEQUERTIER (Unep, Vice-président de Plante & Cité et Président du comité de pilotage des règles professionnelles)
 Thierry MULLER (Unep, Vice-président de QualiPaysage)

Comité de rédaction

Claude BALL (Unep)
 Cécile DUMAS (Unep)
 Sébastien MAFFRAND (Unep)
 Didier POTET (Unep)
 Frank ROUZIER (Unep)
 Pierre-Antoine THEVENIN (Unep)

Comité de relecture

Jean-Pierre BERLIOZ (Unep)
 Cathy BIASS-MORIN (AITF)
 Jérôme BOUCARD (Unep)
 Ariane DELILEZ (FFP)
 Christophe GONTHIER (Unep)
 Jean-Pierre GUENEAU (Hortis)
 Thierry MULLER (Unep)
 Denis RICHARD (Unep)
 Régis TRIOLLET (DGER)

Sommaire

Préambule	2
Liste des personnes ayant participé à la rédaction	2
1. Objet et domaine d'application	5
2. Définitions des termes	5
2.1. Caractéristiques de l'eau	5
2.1.1 pH	5
2.1.2 kH	5
2.1.3 gH	5
2.1.4 Dureté.....	5
2.1.5 Dynamique de l'eau.....	5
2.1.6 Turbidité.....	5
2.1.7 Taux d'oxygénation / Oxygène dissous.....	5
2.1.8 DBO5 (Demande biochimique en Oxygène).....	5
2.2. Hydraulique et caractéristiques du bassin	5
2.2.1 Débit	5
2.2.2 Pression	6
2.2.3 Pertes de charge.....	6
2.2.4 Etanchéité	6
2.2.5 Fond de forme	6
2.3. Processus biologiques	6
2.3.1 Eutrophisation	6
2.3.2 Biofilm	6
2.3.3 Surface spécifique	6
2.3.4 Milieu aérobie	6
2.3.5 Cycle de l'azote	6
2.3.6 Traitement d'entretien	6
2.3.7 Phytoépuration	6
2.4. Autres définitions	6
2.4.1 Bois de classe 4.....	6
2.4.2 Liner (PVC).....	6
2.4.3 Géomembrane (EPDM).....	6
2.4.4 Vulcanisation.....	6
2.4.5 Filtration physique (ou filtration mécanique).....	6
2.4.6 Filtration biologique	6
2.4.7 Filtration par phytoépuration (ou lagunage).....	6
2.4.8 Circuit fermé	6
3. Description et prescriptions techniques	7
3.1. Conception des bassins	7
3.1.1 Analyse des souhaits du client	7
Point de contrôle contradictoire	7
3.1.2 Principe de fonctionnement d'un bassin d'ornement	7
3.1.3 Les différents types de bassins d'ornement	8
Point de contrôle contradictoire	8
3.1.4 Cascades et jeux d'eau	9
3.1.5 Les différents types de filtration	9
Point de contrôle interne	11
3.1.6 L'oxygénation du bassin	12
3.1.7 Les différents types de pompes	12
Point de contrôle interne	14
3.1.8 Dimensionnement des pompes.....	14
3.1.9 Systèmes de canalisations	14
3.2. Réalisation des bassins d'ornement	14
3.2.1 Caractéristiques des matériaux de construction.....	14
Point de contrôle interne	14
3.2.2 Travaux de drainage.....	14
3.2.3 Travaux de terrassement.....	15
Point de contrôle interne	15
3.2.4 Etanchéité et choix des matériaux.....	15

Point de contrôle interne	16
Point de contrôle interne	16
Point de contrôle interne	16
3.2.5. Mise en place des jeux d'eau et cascades	17
3.3. Mise en œuvre des systèmes de filtration	17
Point de contrôle interne	17
3.4. Mise en place des végétaux et de la faune	17
3.4.1 Les végétaux	17
Point de contrôle interne	18
Point de contrôle interne	18
3.4.2 La faune	18
Point de contrôle interne	18
3.5. Mise en sécurité des bassins	19
3.6. Première mise en eau	19
Point de contrôle interne	19
3.7. Réception et garantie du matériel	19
3.8. Entretien des bassins d'ornement	19
3.8.1 Hivernage	19
3.8.2 Entretien du système de filtration	19
3.8.3 Entretien des végétaux	20
Point de contrôle final	20
4. Définition des points de contrôle internes et des points de contrôle	21
5. Bibliothèque de référence	22
6. Glossaire	22
Annexes	23
A1. Schéma du cycle de l'azote.....	24
A2. Abaques de dimensionnement de la tuyauterie.....	24
A3. Dimensionnement d'une pompe	25
A4. Exemple de calcul d'un débit de réservoir	27
A5. Tableau des étapes de construction d'un bassin.....	28
A6. Principaux éléments d'entretien.....	29
A7. Les différentes familles de plantes	30
A8. Liste de plantes utilisables ou non en phyto-épuration	45

1. Objet et domaine d'application

Les travaux de réalisation et d'entretien des bassins d'ornement concernent la conception, la réalisation et l'entretien des bassins d'ornement d'eau douce en **intérieur et en extérieur**, dans lequel on ne se baigne pas. Ces bassins fonctionnent tous en circuit fermé artificiel, et constituent des écosystèmes autonomes.

Les sujets suivants pourront être abordés mais **ne feront pas** l'objet d'un développement (ces sujets relèvent en effet d'un autre domaine) :

- éclairage par des LED
- sonorisation / fond sonore
- jeux d'eau.

Ne sont pas concernés :

- les bassins en circuit ouvert (exemple : cours d'eau aménagé)
- les baignages biologiques, qui font l'objet des règles professionnelles C.C.10-R0 « Conception et réalisation de baignades biologiques avec filtration intensive » et C.C.9-R0 « Travaux de réalisation de baignades artificielles avec filtration biologique »
- les bassins d'eau salée
- les mares naturelles
- les eaux stagnantes

2. Définitions des termes

2.1. Caractéristiques de l'eau

2.1.1. pH

Le pH désigne la mesure d'une solution acido-basique contenant des ions hydrogène. La valeur du pH est donnée sans unité.

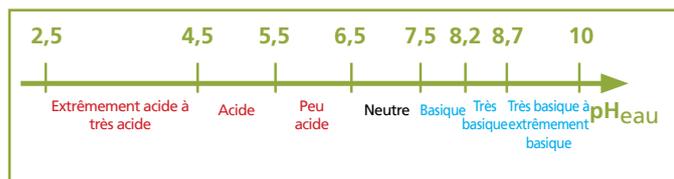


Figure 1 : échelle de pH

Pour un bassin d'ornement, la valeur du pH doit être idéalement comprise entre 7.5 et 8.5 (valeur minimale : 6.5, valeur maximale : 9.5). Lors de l'entretien des bassins, la valeur du pH doit être contrôlée.

2.1.2. kH

Le kH désigne la dureté carbonatée d'une solution. Pour un bassin d'ornement, la valeur du kH doit être idéalement comprise entre 8 et 12 (valeur minimale : 6, valeur maximale : 15).

La valeur du kH peut être déterminée par des kits vendus par les fournisseurs de matériels de bassin.

2.1.3. gH

Le gH désigne la dureté générale de l'eau. C'est la somme de l'ensemble des sels de calcium et de magnésium. Elle comprend la dureté temporaire et la dureté permanente et sa valeur doit être supérieure à la dureté carbonatée. Pour

un bassin d'ornement, la valeur du gH doit être idéalement comprise entre 15 et 20 (valeur minimale : 10, valeur maximale : 25).

La valeur du gH peut être déterminée par des kits vendus par les fournisseurs de matériels de bassin.

2.1.4. Dureté

La dureté désigne la somme des concentrations en calcium et en magnésium. Les valeurs conseillées varient entre 15 et 20 F (degré français).

La valeur de la dureté de l'eau peut être déterminée par des kits vendus par les fournisseurs de matériels de bassin.

2.1.5. Dynamique de l'eau

Mouvement perpétuel de l'eau lui permettant de se recharger naturellement ou artificiellement en oxygène, nécessaire à la vie du bassin. Différents dispositifs assurent la dynamique de l'eau :

- Les venturis : tuyaux placés sur le retour de la pompe de filtration qui remontent à la surface du bassin. On obtient ainsi de petites bulles d'air dans le flux de l'eau qui va à la filtration
- Les pompes à air et/ou compresseurs : appareils électriques placés en dehors du bassin qui permettent de pulser de l'air à travers un ou plusieurs tuyaux de diamètre 4 mm ou plus. La pompe à air a pour but d'augmenter le taux d'oxygène

2.1.6. Turbidité

La turbidité désigne la clarté d'un liquide, en fonction des substances dissoutes dans l'eau qui réfléchissent la couleur. Les exigences de turbidité sont variables de 0,40 à 1,30 m de profondeur.

2.1.7. Taux d'oxygénation / Oxygène dissous

L'oxygène dissous compose 20.95 % en volume et 23.2 % en masse de l'atmosphère terrestre, et est un gaz indispensable à de nombreuses formes de vie, auxquelles il fournit le comburant nécessaire au fonctionnement des cellules. Dans l'environnement aquatique, l'oxygène dissous, dont la quantité est mesurée par le taux d'oxygénation, est une condition nécessaire à la vie de très nombreuses espèces animales. Ce taux d'oxygénation doit être supérieur à une certaine valeur (5 mg / L) pour permettre la vie aquatique. Le taux d'oxygène est mesuré à l'aide d'un oxymètre.

2.1.8. DBO5 (Demande biochimique en Oxygène)

La DBO5 correspond à la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder les matières organiques biodégradables par voie biologique, c'est-à-dire par les bactéries. Elle est calculée au bout de 5 jours à 20°C.

La valeur de la DBO5 peut être déterminée par des kits d'analyse vendus par les fournisseurs de matériels de bassin.

2.2. Hydraulique et caractéristiques du bassin

Pour plus d'informations sur les installations hydrauliques, voir la règle professionnelle P.C.6-R0 « Conception des systèmes d'arrosage »

2.2.1. Débit

Le débit exprime un volume de fluide s'écoulant par unité de temps. Le débit s'exprime, par exemple, en m³/s, en m³/h, en l/s ou en l/h.

2.2.2. Pression

Rapport de l'intensité de la force s'exerçant uniformément sur une surface et perpendiculairement à celle-ci, à l'aire de cette surface. La pression est une force, et dans le cas de l'eau, on considère deux types de pression :

- la pression gravitaire sous l'effet de son propre poids ;
- la pression par action mécanique à l'aide d'une pompe.

La pression s'exprime le plus souvent en bars ou en Pascals.

Pour information : 1 bar = 10^5 Pa ; 1 bar \approx 1 kg/cm² ;

1 bar \approx 10 mCE (mètres de colonne d'eau).

2.2.3. Pertes de charge

Les pertes de charge expriment une réduction de la pression le long d'une installation, due à la circulation d'un fluide (air ou eau), au frottement sur les parois des tuyaux et aux accessoires occasionnant une perte d'énergie. Les pertes de charge dépendent de :

- l'ensemble débit / section / vitesse ;
- la longueur des tuyaux et les changements de direction ;
- la rugosité et de l'état des parois.

2.2.4. Étanchéité

Revêtement imperméable permettant d'empêcher l'infiltration de l'eau et de conserver ainsi l'eau dans l'espace défini pour le bassin.

2.2.5. Fond de forme

Préparation sous l'étanchéité. Pour la constitution du fond de forme, il convient de se référer à la règle professionnelle C.C.1-R0 « Travaux de terrassement des aménagements paysagers ».

2.3. Processus biologiques

2.3.1. Eutrophisation

L'eutrophisation intervient suite à des apports excédentaires en matière organique. L'eau est alors privée d'oxygène. L'eutrophisation est un processus naturel dû à la décomposition des plantes et des organismes vivants. Plus aucune vie n'est alors possible dans l'eau.

2.3.2. Biofilm

Film biologique composé de microorganismes qui se développent à la surface d'un support en contact avec l'eau ou dans un milieu humide.

2.3.3. Surface spécifique

Surface réelle de substrat disponible pour la fixation des bactéries

2.3.4. Milieu aérobie

Milieu riche en oxygène dans lequel le métabolisme énergétique principal des bactéries est la respiration, par opposition au milieu anaérobie pauvre ou dépourvu d'oxygène dans lequel le métabolisme énergétique principal des bactéries est la fermentation ou l'utilisation d'autres formes minérales oxydées.

2.3.5. Cycle de l'azote

Cycle biogéochimique qui décrit les modifications successives subies par les différentes formes de l'azote (cf. schéma en annexe 1).

2.3.6. Traitement d'entretien

Intervention au moyen de produits utilisés de façon ponctuelle n'altérant pas la faune et la flore, visant à rétablir l'équilibre de l'écosystème aquatique.

2.3.7. Phytoépuration

Traitement de l'eau avec des plantes. Ce système utilise le pouvoir épurateur des plantes aquatiques associées à l'action nécessaire des bactéries, notamment pour compléter le cycle de nitrification / dénitrification. Cette association permet la transformation des matières organiques en matières minérales assimilables par les plantes.

2.4. Autres définitions

2.4.1. Bois de classe 4

Le bois de classe 4 peut résister naturellement, ou être traité pour résister à un contact permanent avec le sol ou une humidité permanente. Certaines essences sont naturellement imputrescibles (exemples : mélèze, robinier, douglas, azobé). D'autres essences (le pin par exemple) sont traitées par autoclave pour acquérir cette catégorie. Pour les bassins d'ornement, aucun bois traité ne doit relâcher de polluants ni de tanins (exemples : chêne, châtaignier).

2.4.2. Liner (PVC)

On appelle liner les membranes d'étanchéité dont l'épaisseur est généralement inférieure ou égale à 1 mm.

2.4.3. Géomembrane (EPDM)

On appelle géomembrane les membranes d'étanchéité dont l'épaisseur est généralement supérieure ou égale à 1 mm. Pour les bassins, il faut employer certains types d'EPDM. Par ailleurs, depuis 2013, les particuliers n'ont plus le droit d'utiliser des colles EPDM, la manipulation étant désormais uniquement réservée aux professionnels.

2.4.4. Vulcanisation

Collage des membranes EPDM par la fabrication de ponts moléculaires (polymérisation) grâce à l'incorporation d'un agent vulcanisant (le soufre généralement) à une température précise.

2.4.5. Filtration physique (ou filtration mécanique)

Filtration par action mécanique (décantation, rétention des déchets, utilisation d'éléments filtrants, filtre à sable, mousse, divers granulats, etc.). La filtration physique permet de retenir les déchets par ségrégation.

2.4.6. Filtration biologique

Filtration par des micro-organismes fixés sur des masses filtrantes en milieu aérobie.

2.4.7. Filtration par phytoépuration (ou lagunage)

Filtration par des plantes, grâce à leur système racinaire.

2.4.8. Circuit fermé

Le fonctionnement en circuit fermé vise à empêcher l'intrusion d'éléments extérieurs pouvant polluer le bassin, voire à en détruire la vie biologique.

Le cas contraire, le bassin fonctionnant en circuit ouvert, est également possible (exemples : un cours d'eau traversant une propriété, une source, etc.) mais il est soumis à une réglementation spécifique de la loi sur l'eau et n'est donc pas abordé dans cette règle professionnelle.

3. Description et prescriptions techniques

3.1. Conception des bassins

Il est conseillé à l'entrepreneur de se rapprocher de son assureur pour vérifier que les assurances responsabilité civile professionnelle couvrent ce type d'ouvrage.

3.1.1. Analyse des souhaits du client

En matière de bassins d'ornement, une grande liberté de conception existe. Toutefois, il appartient au concepteur de prendre en compte un certain nombre de contraintes qui pourraient compromettre la pérennité de l'aménagement.

Les choix d'implantation dépendent de plusieurs facteurs parmi lesquels figurent la topographie, la végétation environnante et les jeux d'eau que le client souhaite. De manière générale, s'il faut un minimum de profondeur pour assurer l'oxygénation de l'eau, il n'existe pas, en pratique, de limites concernant les dimensions. Le paysagiste devra réfléchir à :

- La localisation du bassin : visant à reproduire des écosystèmes naturels, les bassins seront préférentiellement placés en point bas des aménagements, en veillant à éviter les problèmes de trop pleins et des systèmes de vidange s'ils existent. Pour le confort du client, le bassin devra également être situé à proximité du bâtiment, s'il y a lieu. Enfin, il faut garder à l'esprit que les jeux d'eau éventuels peuvent induire des nuisances sonores

- Son orientation : pour que l'écosystème puisse fonctionner de manière naturelle, un bassin d'ornement doit bénéficier d'au moins 5 heures d'ensoleillement par jour

- La végétation environnante : à proximité des bassins, certaines plantations sont à proscrire. Ainsi, les feuilles des conifères, les fleurs de laurier rose et les fruits de l'if, en tombant, peuvent acidifier l'eau ou la rendre toxique. Les bambous, miscanthus, ou autres plantes aux systèmes racinaires particulièrement vigoureux, peuvent mettre en péril l'étanchéité du bassin. Des protections racinaires peuvent être nécessaires

- La sécurité : il n'existe pas de réglementation relative à la sécurité aux abords des bassins mais il est du devoir de l'entrepreneur de conseiller le client et d'anticiper les risques potentiels (cf. partie 3.5).

Les bassins d'ornement ne relèvent pas des législations sur les piscines (il n'est pas prévu pour la baignade) ni sur la pisciculture (les poissons agrémentant le bassin ne sont pas commercialisés). À l'heure actuelle, le code de l'urbanisme impose tout de même des démarches selon l'importance de l'emprise au sol du bassin :

- pour une emprise au sol de moins de 5 m², aucune démarche n'est nécessaire ;

- pour une emprise comprise entre 5 et 20 m², la réalisation nécessite une déclaration préalable ;

- pour une emprise supérieure à 20 m², un permis de construire est obligatoire.

Il est également nécessaire de se référer aux législations locales qui peuvent imposer d'autres démarches : règlement du Plan Local d'Urbanisme (PLU), présence d'une zone Natura 2000, de monuments historiques, etc.

Point de contrôle contradictoire :

Informers le client des démarches nécessaires

Prévenir le client de l'absence de législation sur la sécurité des bassins d'ornement et le conseiller sur les risques potentiels, de préférence par courrier recommandé. Le devis et le contrat doivent également stipuler que le bassin est réalisé selon les exigences du client et qu'il a été conseillé sur les mesures de sécurité.

Lister précisément les exigences du client.

3.1.2. Principe de fonctionnement d'un bassin d'ornement

Les bassins d'ornement sont des bassins d'eau douce fonctionnant en circuit fermé. Hormis la présence d'un système de filtration et d'oxygénation, la réalisation d'un bassin tend à mettre en place un écosystème fonctionnant de manière autonome. L'équilibre de l'écosystème est fonction du lien entre tous les éléments naturels (plantes, poissons, bactéries) qui composent le bassin.

Le bassin d'ornement constitue une étendue d'eau de forme variable et se compose de différents éléments indispensables :

- un fond de forme ;
- une étanchéité ;
- un système de filtration ;
- un système de trop plein et/ou de vidange.

Plusieurs éléments participent naturellement à une diminution du niveau de l'eau du bassin : l'évaporation (proportionnelle à l'ensoleillement reçu), la consommation d'eau par les plantes, la capillarité du substrat (ex : eau circulant dans le sable) et des matériaux de construction (ex : bois absorbant de l'eau à la surface du bassin), les projections liées aux jeux d'eau (cascades, lames d'eau, jets, etc.). Ainsi, le niveau de l'eau peut spontanément diminuer sans pour autant qu'un défaut d'étanchéité ne soit à déplorer. Avec des variations dépendant de la localisation, on estime que le niveau d'un bassin peut baisser de 1 mm à 1 cm par jour, en période estivale par exemple.

Pour un fonctionnement équilibré, il est donc nécessaire de remettre de l'eau dans le circuit. Aux apports générés par les précipitations s'ajoutent ainsi différents systèmes de remplissage :

- le système de remplissage non-automatique (ex : à l'aide d'un tuyau relié à un point d'eau potable) ;

- le système de remplissage automatique, relié au réseau d'eau potable, à un puits ou un forage (dans ce cas l'eau doit être analysée : nitrates, phosphate voire calcaire), l'eau de pluie étant à éviter (pollution).

Attention : dans le cas d'un remplissage automatique, on peut difficilement se rendre compte d'une fuite ou d'un autre problème.

Pour garantir une eau de qualité, la circulation de l'eau doit être optimisée, ce qui nécessite :

- d'éviter les zones de stagnation ;
- d'assurer le mouvement de toute la masse d'eau ;
- d'assurer une bonne oxygénation ;
- de bien dimensionner le bassin (notamment en profondeur) ;
- de faire le bon choix de pompe ;
- de faire le bon choix de filtration ;
- d'assurer un bon ensoleillement du bassin.

En 24 h, le système de filtration doit épurer entre 4 et 5 fois le volume d'eau du bassin. Géographiquement, cette donnée est variable.

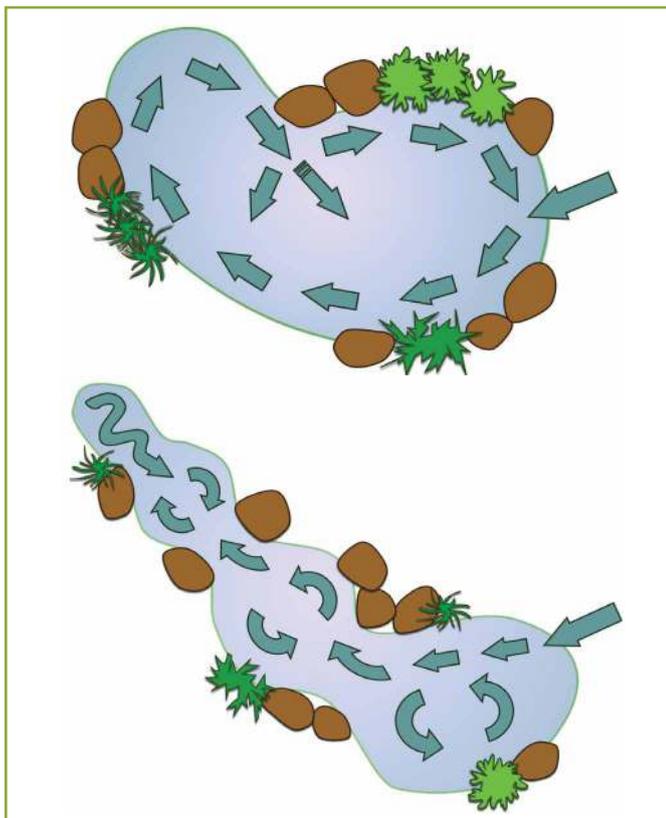


Figure 2 : Schémas illustrant la circulation perpétuelle de l'eau dans les bassins (Dessin de C. Houel)

3.1.3. Les différents types de bassins d'ornement

3.1.3.1 Les bassins d'ornement sans plante

Les bassins d'ornement sans plante peuvent être apparentés à des « miroirs d'eau », voire des « piscines », et sont parfois agrémentés de jeux d'eau. Ces éléments décoratifs s'intègrent dans des aménagements le plus souvent épurés où la création d'un écosystème naturel n'est pas l'objectif principal.

Dans ces cas-là, la filtration revêt une grande importance puisqu'il faut oxygéner l'eau au maximum pour qu'elle reste la plus pure possible. En effet, l'absence de plantes ne va pas empêcher le développement de certaines algues et bactéries, notamment sur les parois du bassin. Pour éviter les désagréments d'entretien, une filtration intensive est préconisée.

3.1.3.2. Les bassins d'ornement avec plantes

La présence combinée de plantes et de poissons représente le cas classique des réalisations de bassins d'ornement. Les plantes sont alors mises en place dans et autour du bassin. Les plantes peuvent être mises en place en « pleine terre », mais uniquement dans le cas de bassins de grande superficie. Dans le bassin, sur des surfaces planes ménagées lors de la construction, les plantes se développent dans des paniers de capacités variables. Autour du bassin, on peut planter des végétaux en pleine terre à condition qu'ils n'aient pas de système racinaire à fort développement.

Pour se développer, les plantes aquatiques doivent au moins avoir les racines en contact avec l'eau, soit parce qu'elles sont totalement immergées, soit par capillarité, parce qu'elles sont plantées dans un substrat dans lequel l'eau circule. Certaines espèces ont besoin d'un volume d'eau minimum pour leur croissance, certains bassins ne peuvent donc

pas accueillir tous les types de plante. La composition des palettes végétales se fait ensuite en fonction des différentes exigences du maître d'œuvre (cf. annexe A8 : liste de plantes utilisables ou non en phytoépuration / cf. 3.4. Mise en place des végétaux et de la faune).

3.1.3.3. Les bassins d'ornement avec poissons

Qu'ils soient végétalisés ou non, certains bassins sont uniquement destinés à accueillir des poissons. Le type de poissons (carpes koï par exemple) est alors déterminant dans le choix du bassin, car ceux-ci impliquent un entretien constant et rigoureux (apports de nourriture, respect du cycle de vie et de la saisonnalité, volume d'eau minimum nécessaire, etc.). En pratique, une mauvaise gestion des populations de poissons va modifier directement la qualité de l'eau puisque plus on nourrit les poissons, plus le risque d'eutrophisation est important (à cause des déjections et de la nourriture trop abondante). L'équilibre du bassin peut être compromis.

3.1.3.4. Les bassins d'intérieur

Certains bassins d'ornement peuvent être installés en intérieur (sauf en cas de chauffage au sol), et accueillir des plantes et des poissons. Dans un lieu fermé, les nuisances sonores ont toutefois des conséquences plus importantes. Il convient donc, de manière générale, d'éviter les cascades et les jeux d'eau, qui peuvent par ailleurs générer des projections. En revanche, le principe de qualité de l'eau est le même, et il faut animer la masse d'eau d'un mouvement constant.

L'installation en intérieur a également des contraintes particulières. Elle n'empêche pas l'eau de s'évaporer, l'humidité et ses conséquences (risque de moisissure, décollement du revêtement mural, etc.) devront donc être gérées (par l'installation d'une VMC par exemple ou d'un système de déshumidification). Un système de remplissage, automatique ou non, est à prévoir, ainsi qu'un système d'évacuation dans le cas où le bassin devrait être vidé. Un manque de lumière peut être dommageable pour les plantes et les poissons, un système d'éclairage adapté serait alors à envisager.

Il est vivement conseillé de mettre en évidence ces informations par écrit sur le devis remis au client.

Point de contrôle contradictoire :

La contractualisation des exigences du client est primordiale dans la conception du bassin. Le concepteur et le maître d'ouvrage doivent précisément se mettre d'accord car la pérennité du bassin peut être mise en péril si l'équilibre est perturbé par des modifications après réalisation (ex : une augmentation de la population de poissons peut entraîner une eutrophisation). Le devis doit être le plus détaillé possible, et toute modification ultérieure doit faire l'objet d'un document écrit.

Le client doit valider par écrit l'implantation ainsi que les niveaux finis et les dimensions.

Il faut bien préciser au client que la diminution du niveau de l'eau dans le bassin est un phénomène normal et inévitable. Les avantages et les risques des différents moyens de remplissage doivent lui être communiqués, tout particulièrement dans le cas de bassins d'intérieur.

3.1.4. Cascades et jeux d'eau

Comme l'eau d'un bassin doit être en continu mouvement, les jeux d'eau représentent une option à la fois esthétique et fonctionnelle. Différents types de jeux d'eau peuvent être mis en place dans les bassins :

- lame d'eau : eau qui s'écoule en continu à travers une fente horizontale ou sur un support horizontal (pierre, inox)
- Cascade : eau qui coule sur ou à travers des pierres
- Jets d'eau : eau projetée verticalement
- Etc.

En fonction du type de jeu d'eau, le fonctionnement peut être intermittent. Les lames d'eau et les jets peuvent être allumés ou éteints grâce à un fonctionnement sur un système de filtration annexe ; leur arrêt n'aura pas de conséquence sur la qualité de l'eau du bassin. En revanche, les cascades fonctionnent de manière continue, à moins que des dérivations et des vannes en sortie de pompe n'aient été prévues.

Certains oxygénateurs et aérateurs sont semblables à des jets d'eau mais leur fonction principale est l'oxygénation de l'eau, et non l'esthétique du bassin.

3.1.5. Les différents types de filtration

La filtration permet de traiter la surcharge de l'eau en matière organique. L'écosystème ne pouvant pas absorber naturellement ces excès, le bassin est en déséquilibre (eau trouble, développement d'algues, etc.). La filtration permet donc de clarifier l'eau en retenant les matières en suspension. L'élimination de ces matières en suspension peut se faire selon trois types de filtrations : mécanique, biologique et chimique. Les deux premières sont utilisées en permanence et en général combinées (d'abord la filtration mécanique puis la filtration biologique), contrairement à la filtration chimique qui n'est employée qu'exceptionnellement. Pour une eau limpide, des skimmers (système permettant de récolter les impuretés à la surface de l'eau) peuvent également être couplés aux systèmes de filtration.

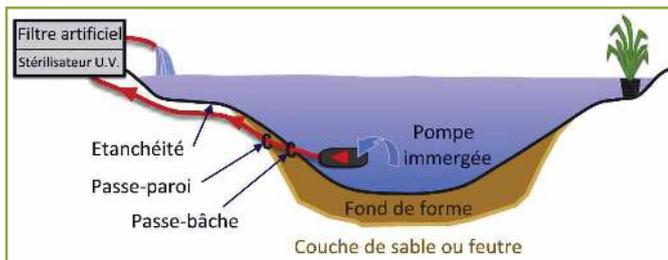


Figure 3 : Schéma du principe de fonctionnement d'un système de filtration (Dessin de C. Houel)

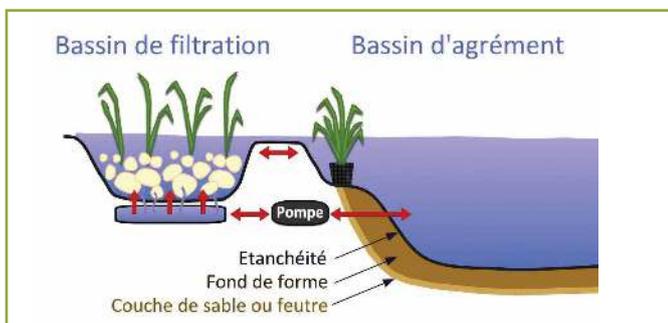


Figure 4 : Schéma du principe de fonctionnement d'un système de phytoépuration (Dessin de C. Houel)

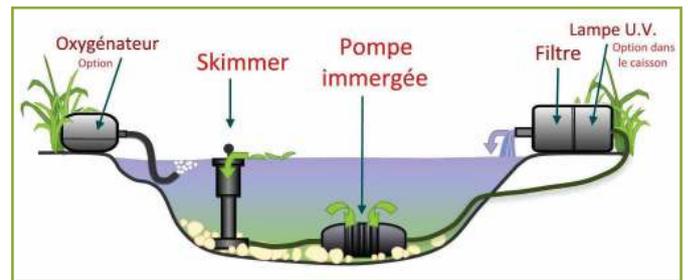


Figure 5 : Principe du fonctionnement d'un système de filtration (Dessin de C. Houel)

3.1.5.1. La filtration mécanique

La filtration mécanique retient tous les corps solides (débris végétaux, feuilles, etc.) et les particules en suspension. La filtration mécanique peut être le seul système de filtration utilisé dans un bassin, ou être utilisée en amont d'un système de filtration biologique. Elle permet alors de réduire la quantité de matière organique à traiter par la filtration biologique et de limiter son obstruction.

3.1.5.1.1. La filtration mécanique naturelle

Cette filtration est réalisée par le passage de l'eau à travers différentes granulométries de matériaux et facilitée par la présence d'un skimmer qui retire les éléments à la surface de l'eau. Sans entretien, les particules s'accumulent et colmatent le filtre.

3.1.5.1.2. La filtration mécanique artificielle

La filtration naturelle peut être complétée ou remplacée par des filtres artificiels composés de matières (par exemple les fibres, les mousses, certaines céramiques, etc.). Ces matières constituent la masse filtrante, retiennent les particules et agissent comme un filet. Le système de filtration doit être alimenté en permanence par la pompe afin de ne pas interrompre l'arrivée d'eau et de préserver le système bactérien qui participe à la dégradation des particules. Le filtre doit être dimensionné en fonction de la pompe, elle-même liée au dimensionnement du bassin. Il convient alors de suivre les indications des fabricants.

Il existe différents types de filtres

Tableau 1 : Différents types de filtre.			
Types de filtres		Description et points forts	Inconvénients
Filtres	Filtres à		
Gravitaires	Mono-chambres	<ul style="list-style-type: none"> - Adaptés aux petits bassins (faible volume d'eau) - modulables et évolutifs - possibilité d'ajouter un stérilisateur UV 	<ul style="list-style-type: none"> - Nettoyage - inesthétique : solution d'habillage à mettre en place
	Filtres à modules	<ul style="list-style-type: none"> - Comportent 2 à 3 modules chacun avec une masse filtrante - grande modularité - peuvent évoluer avec la taille du bassin 	<ul style="list-style-type: none"> - Peut devenir encombrant quand on ajoute plusieurs modules - à poser sur un sol parfaitement stable - prévoir un retour du nettoyage du filtre dans un puits perdu - hivernage nécessaire
	Filtres multi-chambres	<ul style="list-style-type: none"> - Comportent 3 à 4 chambres - masse filtrante à longue durée de vie 	<ul style="list-style-type: none"> - Poids important - coût - peut être semi-enterré mais est alors complexe à nettoyer
	Filtres à sable / Filtres à billes	<ul style="list-style-type: none"> - Adaptés aux grands bassins - faciles d'utilisation - le recyclage de l'eau doit être fait 3 à 5 fois par jour 	<ul style="list-style-type: none"> - Hivernage
Filtres sous pression		<ul style="list-style-type: none"> - Sous le niveau de l'eau ou au niveau de l'eau - adaptés aux petits bassins - possibilité d'intégrer un stérilisateur UV 	<ul style="list-style-type: none"> - Difficile d'entretien (jusqu'à une fois par semaine)

Ce type de filtration mécanique peut être complété par une stérilisation par lampe UV. Les UV ont pour but de détruire les algues monocellulaires, les agents pathogènes et les bactéries non fixées en suspension dans l'eau. Le type de lampe UV (puissance, tension, etc.) à utiliser est défini par le volume d'eau à traiter, le type de bassin, la région et le type de pathogènes à supprimer. Le filtre UV doit être couplé à un système de filtration et il est généralement placé entre la pompe et le filtre. Plus le bassin est petit, plus l'équilibre est fragile. La lampe UV devra donc être dimensionnée en conséquence (par exemple : 3 W / m³ jusqu'à 5 à 6 m³ de volume d'eau, et 150 W pour un bassin de 150 m³). Il convient de se référer aux indications des constructeurs, en fonction du type de bassin et de la région. L'efficacité de ces stérilisateurs est controversée car ils sont non sélectifs (ils détruisent toutes les bactéries sans distinction). Cependant ce sont les bactéries non fixées qui sont détruites, donc celles qui ont un rôle moins important dans l'épuration.

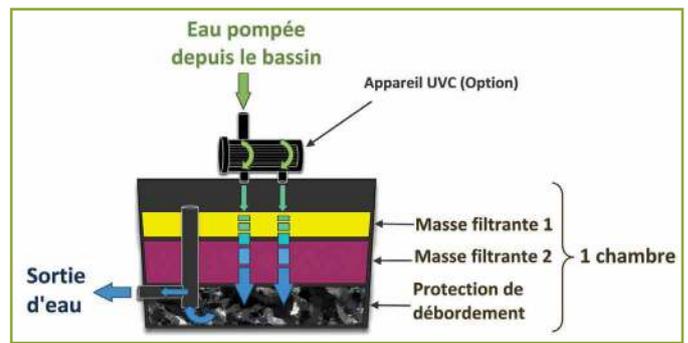


Figure 6 : Schéma d'un filtre gravitaire monochambre (Dessin de C. Houel)

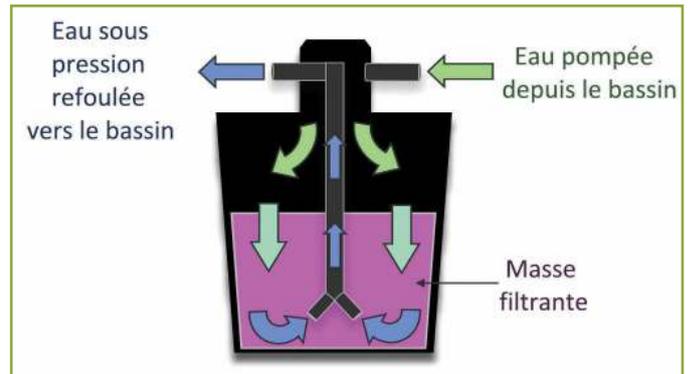


Figure 7 : Schéma d'un filtre sous pression (Dessin de C. Houel)

3.1.5.2. La filtration biologique ou réacteur biologique

La filtration biologique correspond à l'action des bactéries. Elle se fait à l'air libre, avec des végétaux, et non plus dans des enceintes confinées comme pour les filtrations précédentes. Les bactéries traitent certaines substances et agissent principalement dans le cycle de l'azote. Son efficacité est proportionnelle à la surface de contact entre les bactéries et l'eau. Les filtres mécaniques et le système racinaire des plantes sont le support de la filtration biologique. Ils doivent donc offrir un milieu propice à la prolifération des bactéries (bonne circulation de l'eau et disponibilité en oxygène). La forte teneur en oxygène dissous favorise l'activité des bactéries et un bon rendement du filtre. Les pierres et les substrats poreux (mousses et céramiques zéolite par exemple) sont à privilégier car leur surface de contact développée est grande et ils hébergent les bactéries. Toutefois, il faut les remplacer ou les nettoyer. Des températures trop élevées ou trop basses modifient le comportement des bactéries, diminuant leur efficacité.

Le temps de passage de l'eau, soit la vitesse de l'eau à travers le filtre (ici composé de graves de différentes granulométries), est un facteur primordial. Les bactéries doivent pouvoir se déposer, le filtre ne doit pas être lessivé. Le dimensionnement du filtre dépend de la quantité et de la nature de l'eau à traiter.

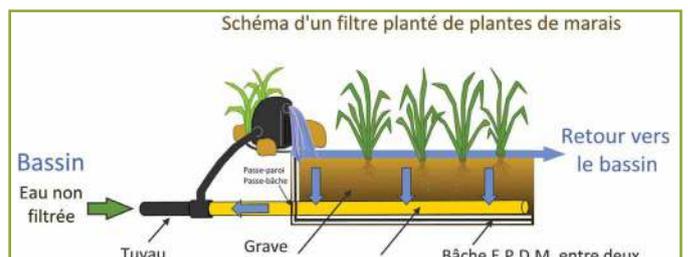


Figure 8 : Coupe d'un filtre planté de plantes de marais (Dessin de C. Houel)

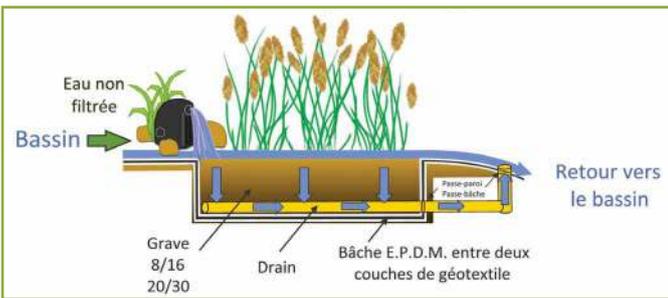


Figure 9 : Coupe d'un filtre planté de *Phragmites australis* (Dessin de C. Houel)

3.1.5.3. La filtration physico-chimique

Cette filtration, qualifiée de filtration chimique par les fournisseurs de matériel (charbon actif présent dans les filtres, zéolithe, tourbe, etc.) est utilisée pour les bassins décoratifs sans faune et flore aquatique, en intérieur ou en extérieur. Les masses filtrantes utilisées sont composées d'éléments qui réagissent avec les polluants et les neutralisent.

3.1.5.4. L'organisation des filtrations

L'ordre d'agencement des filtres est le suivant : filtration mécanique puis filtration biologique/chimique.

Point de contrôle interne :

Le système de filtration doit être adapté au bassin (en matière d'implantation, de volume d'eau à traiter, de production de pollution, etc.)

3.1.5.4.1. Le rôle de la granulométrie

La granulométrie joue un rôle important dans :
 - le filtre mécanique en retenant les particules
 - le filtre biologique en créant un support de vie pour les bactéries et les plantes.

La gestion des paramètres (texture, structure, porosité) est essentielle dans la mise en place d'un filtre efficace. L'efficacité de la filtration est attestée par la valeur de la turbidité de l'eau.

Tableau 2 : des types de granulats et leurs caractéristiques				
Types de granulats	Taille (diam. indicatif en mm)	Exemples	Avantages	Inconvénients
Grossier	30/80	Galets	- Aspect esthétique - augmente la vitesse de circulation de l'eau	- Ne retient pas les particules
Moyen	8/20	Gravier Pouzzolane Céramique	- Grande efficacité (retient les particules) - favorise l'oxygénation	- Risque de colmatage pour la céramique
Fin	< 6	Limon Zéolite Polymères Sable	- Vitesse de l'eau faible - filtration fine	- Encrassement rapide - risque de saturation et baisse d'efficacité du filtre

L'efficacité et le risque de colmatage du filtre augmentent pour les granulométries fines car la vitesse de l'eau est lente et le temps de filtration plus long. L'agencement des granulats a un rôle essentiel. Il faut mixer les tailles de granulométrie pour faciliter la circulation de l'eau et la fixation des bactéries épuratrices. Le système racinaire des plantes va également favoriser l'infiltration de l'eau en augmentant la porosité et diminuant ainsi le risque de colmatage.

La proportion de chaque type de granulométrie est calculée en fonction du temps de séjour dans la zone de filtration et de la surface et volume de cette dernière. La partie filtration pourra avoir une surface allant de 50 à 100 % du bassin d'agrément et une profondeur comprise entre 50 cm et 1.30 m en fonction de la taille du bassin. La profondeur dépend aussi du type de plantes utilisées.

A titre indicatif, voici un exemple de dimensionnement d'un bassin de filtration :

Pour un bassin d'agrément de 10 m³, le bassin de filtration aura un volume compris entre 1/3 et 2/3 du volume du bassin d'agrément (en fonction du climat et du type de bassin), et une profondeur minimale de 60 cm. La répartition des granulats en hauteur se fera de la manière suivante, de la couche supérieure à la couche inférieure :
 - 1/3 de matériaux de granulométrie 4/8
 - 1/3 de matériaux de granulométrie 8/15
 - 1/3 de matériaux de granulométrie 40/80

La nature des granulats utilisés a également une importance. Il ne faut pas que leur composition vienne modifier l'eau. Par exemple, l'ajout de pierre calcaire augmenterait la dureté de l'eau et serait propice au développement des algues. On préconise l'utilisation de matériaux d'origine locale. Remarque : le matériau supérieur doit être hors de l'eau.

3.1.5.4.2. Le mode de circulation de l'eau dans les filtres

Plusieurs modes de circulation de l'eau dans les filtres sont possibles. Dans tous les cas, il faut garder à l'esprit que la vitesse de l'eau entre le bassin d'agrément et le bassin de filtration doit être sensiblement égale à la vitesse d'écoulement de l'eau dans le filtre. A titre indicatif, cette vitesse doit être comprise entre 0.5 et 6 m / h.

Cas n°1 : filtration gravitaire des eaux de surface

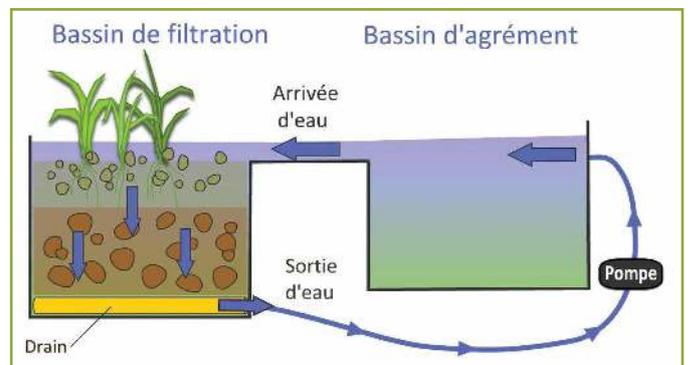


Figure 10 : schéma du circuit de l'eau entre les deux types de bassin (cas 1) (Dessin de C. Houel)

Fonctionnement : les eaux du bassin d'agrément sont reprises uniquement par la surface (grâce à un skimmer) en s'écoulant par gravité dans le bassin de filtration. La vitesse de l'eau est ainsi réduite permettant une infiltration et une épuration lente et plus efficace. La granulométrie importante du fond

du bassin de filtration permet d'augmenter la vitesse de sortie de l'eau. La pompe récupère cette eau et la remonte dans le bassin d'agrément. Une bonde de fond équipe toutefois les bassins d'agrément pour pouvoir les vidanger ou procéder au lavage des filtres.

Tableau 3 : Avantages et inconvénients du cas 1 de circulation d'eau	
Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> - Zone d'encrassement facilement accessible (arrivée d'eau par le haut) donc entretien aisé - Bassin et zone de filtre à la même hauteur (principe des vases communicants) - Transfert des eaux de surface qui enlève les pollutions flottantes 	<ul style="list-style-type: none"> - Colmatage du sable rapide - Installation qui nécessite une surface conséquente et doit être dimensionnée correctement pour fonctionner efficacement

Cas n°2 : filtration par lagunage des eaux du fond du bassin

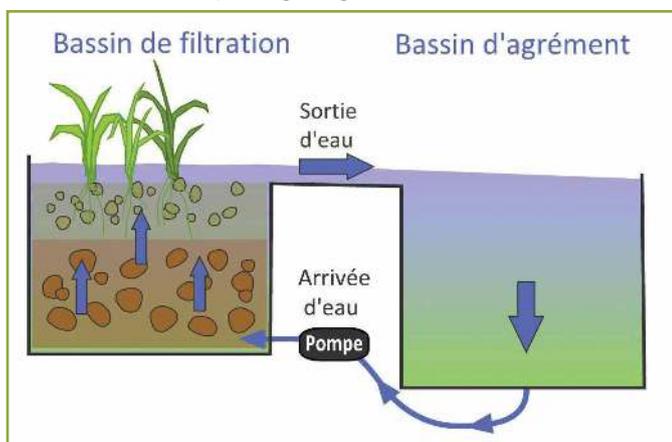


Figure 11 : schéma du circuit de l'eau entre les deux types de bassin (cas 2) (Dessin de C. Houel)

Fonctionnement : l'eau du bassin d'agrément est reprise par une bonde de fond. Les eaux filtrées sont refoulées en surface par l'intermédiaire d'une pompe. Le dénivelé entre les deux bassins détermine la vitesse d'écoulement de l'eau.

Tableau 4 : Avantages et inconvénients du cas 2 de circulation d'eau	
Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> - Les particules sont bloquées selon un gradient de granulométrie décroissante. L'épuration est de plus en plus fine - Le risque de colmatage est réduit 	<ul style="list-style-type: none"> - Prévoir un dénivelé entre la zone de filtration et le bassin - Pas d'écumage, les eaux de surface ne sont pas reprises - Le film superficiel n'est éliminé que par l'écumage - Système hydraulique plus complexe (risque de fuites) - Installation qui nécessite une surface conséquente et doit être dimensionnée correctement pour fonctionner efficacement

Cas n°3 : filtration par lagunage des eaux de surface

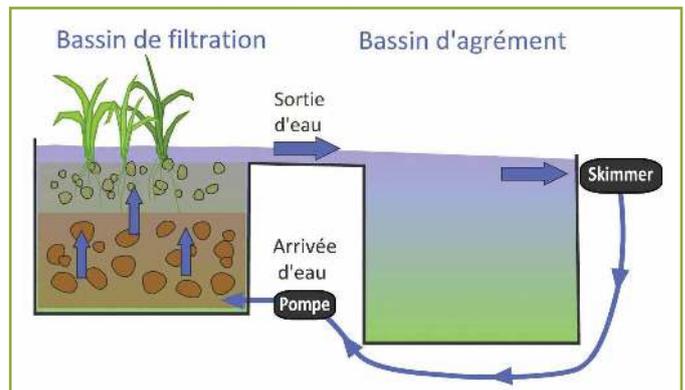


Figure 12 : schéma du circuit de l'eau entre les deux types de bassin (cas 3) (Dessin de C. Houel)

Fonctionnement : l'eau du bassin d'agrément est reprise par une bonde de fond. Les eaux filtrées sont refoulées en surface par l'intermédiaire d'une pompe. Le dénivelé entre les deux bassins détermine la vitesse d'écoulement de l'eau.

Tableau 5 : Avantages et inconvénients du cas 3 de circulation d'eau	
Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> - Transfert des eaux de surface qui élimine les pollutions flottantes - Les particules sont bloquées selon un gradient de granulométrie décroissante. L'épuration est de plus en plus fine - Esthétique 	<ul style="list-style-type: none"> - Installation qui nécessite une surface conséquente et doit être dimensionnée correctement pour fonctionner efficacement

3.1.6. L'oxygénation du bassin

L'oxygène est nécessaire à la vie dans le bassin. Il existe différents procédés pour apporter de l'oxygène dissous :

- Animation d'eau (jeux d'eau, cascade, etc.)
- Matériel spécifique (oxygénateurs, plantes oxygénantes, etc.)

3.1.7. Les différents types de pompes

Les pompes jouent un rôle primordial. Fonctionnellement, la pompe permet de transporter l'eau vers les systèmes de filtration et les éventuels jeux d'eau. Elle permet de mettre l'eau en mouvement, d'assurer ainsi son oxygénation et d'éviter l'eutrophisation du milieu. Sans pompe, le bassin devient une étendue d'eau stagnante.

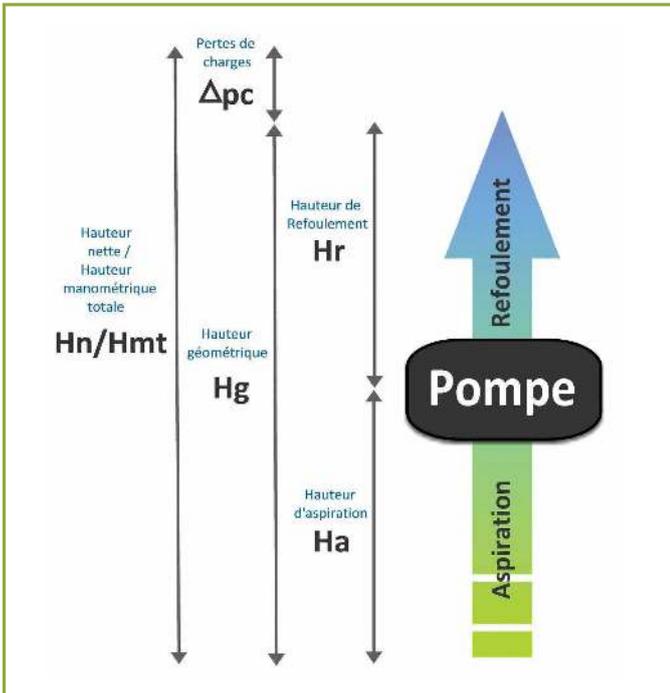


Figure 13 : Schéma du fonctionnement général d'une pompe (Dessin de C. Houel)

Les pompes permettent de remonter l'eau en transformant l'énergie mécanique en énergie hydraulique. Le processus se fait en deux temps :

- un phénomène d'aspiration qui remonte l'eau dans les canalisations jusqu'à la pompe ;
- le transport de l'eau jusqu'à l'orifice de sortie.

Une pompe est caractérisée par son débit (Q) et sa hauteur nette (Hn) : hauteur d'aspiration (Ha) + hauteur de refoulement (Hr) + pertes de charges (Δpc).

Pour dimensionner une pompe, il faut connaître :

- les caractéristiques de l'eau ;
- le débit Q (m³ / h) : volume de liquide débité par la pompe par unité de temps ;
- la hauteur nette Hn = Ha + Hr + Δpc.

Pour calculer le débit de la pompe, il faut connaître :

- le volume d'eau du bassin ;
- sa fréquence de renouvellement (nombre de passages dans la partie filtration par jour).

La fréquence de renouvellement du volume d'eau est généralement comprise entre 3 et 4 fois par jour. Elle sera fonction de la taille du bassin et de la température : elle sera plus importante pour un petit bassin et pour de fortes températures.

Les abaques permettent de déterminer les pertes de charge lorsque le débit, la hauteur d'aspiration et de refoulement sont connus. Pour que la pompe fonctionne correctement, il faut également éviter le phénomène de cavitation (changement de phase de l'eau : liquide à vapeur, ce qui entraîne une apparition de bulles d'air). Ce phénomène est fréquent en entrée de pompe et lorsque la pompe est surélevée par rapport au niveau de l'eau. Pour des exemples de calculs de dimensionnement des pompes, se référer à l'annexe A4.

Une fois les caractéristiques hydrauliques déterminées (débit, hauteur nette), il faut choisir le positionnement de la pompe. Il existe deux possibilités :

- les pompes immergées ;
- les pompes de surface (hors de l'eau).

Tableau 6 : des caractéristiques principales des deux types de pompe.		
Paramètres	Pompe de surface	Pompe immergée
Critères de fonctionnement	- Prévoir un abri étanche et ventilé pour éviter les infiltrations d'eau et la surchauffe - Attention au risque de désamorçage pour les pompes situées au-dessus du niveau d'eau - Risque de gel en hiver	- Pas de problème de désamorçage - Risque de gel réduit en hiver
Contrainte visuel	Abri	Non visible
Bruit	Bruyante	Silencieuse
Coût	-	+
Entretien	Facile d'accès	Difficile d'accès

3.1.7.1. Les pompes immergées

Les pompes immergées représentent des solutions particulièrement économiques en énergie et sont très fréquemment utilisées. L'eau y arrive naturellement par gravité et elles sont systématiquement placées sous le niveau de l'eau. Elles peuvent être placées à l'extérieur du bassin (en utilisant un passage de paroi), mais sont, quoiqu'il en soit, toujours en charge. Les pompes immergées sont sûres, simples d'utilisation, et performantes en volume même si elles présentent des pertes de charge importantes.

Dans le cas d'hivers particulièrement rigoureux, les pompes immergées peuvent être mises à l'abri. Enfin, elles peuvent exceptionnellement être utilisées de manière non immergée.

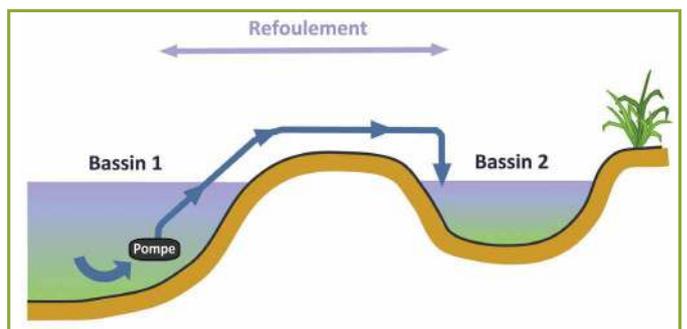


Figure 14 : Schéma du fonctionnement d'une pompe immergée (Dessin de C. Houel)

3.1.7.2. Les pompes non immergées

Les pompes non immergées sont semblables aux pompes de piscine et sont généralement installées dans le cas de grands bassins, abritées des intempéries et éloignées des bassins. Plus gourmandes en énergie et plus bruyantes, leur puissance est plus importante et n'est pas limitée. Les pompes non immergées fonctionnent par aspiration, ou restent en charge grâce à un clapet anti-retour.

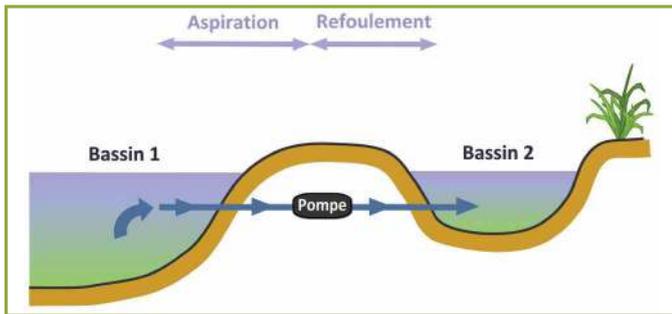


Figure 15 : Schéma du fonctionnement d'une pompe immergée (Dessin de C. Houel)

Point de contrôle interne :

Le choix de la pompe se fait selon le type de bassin et en fonction des préconisations du fournisseur.

A la réception de la pompe, il est possible de la tester pour vérifier son bon fonctionnement. Ce contrôle doit également s'effectuer plus tard, lors de la mise en eau.

3.1.8. Dimensionnement des pompes

Un exemple de dimensionnement de pompe est disponible en annexe 4.

Il convient de bien prendre en compte que dès que l'eau va devoir franchir un différentiel important de dénivelé (remonter au sommet d'une cascade par exemple), il faudra appliquer une force conséquente. La colonne d'eau est l'élément le plus déterminant, mais d'autres paramètres influent sur le dimensionnement d'une pompe, comme le diamètre des canalisations, leur longueur.

Sur chaque pompe, des abaques permettent de dimensionner correctement l'installation.

3.1.9. Systèmes de canalisations

Les tuyaux doivent être dimensionnés en fonction de la vitesse de l'eau. Généralement, il est recommandé :

- 1,5 m/s maximum à l'aspiration
- 2 m/s maximum au refoulement.

A l'aspiration, il faut supprimer les contre-pentes afin d'éviter toute formation ou stagnation de bulles et poches d'air (cavitation). Pour éviter toute stagnation d'eau, il est conseillé de réaliser une pente constante entre le point haut et le point bas de la tuyauterie.

Le diamètre des tuyauteries (cf. annexe A2) doit être proportionnel au débit et à la puissance de la pompe. Dans le cas d'un mauvais dimensionnement, il peut se produire un colmatage. Les données sont rappelées sur le descriptif de la pompe.

Débit d'eau (L/min)	Diamètre intérieur (mm)	Diamètre maximum (mm)
30		20
50	25	25
75		32
100	32	40
150	40	40
200 à 250	50	50
Plus de 250	A calculer	

3.2. Réalisation des bassins d'ornement

L'ordre des opérations est souvent le même. L'annexe 5 contient un tableau présentant les différentes étapes de réalisation selon le type de bassin.

3.2.1. Caractéristiques des matériaux de construction

Il est possible d'utiliser un grand nombre de matériaux de construction. Toutefois, il faut vérifier qu'ils ne rejettent aucun élément dommageable pour le bassin et que leurs propriétés ne soient pas modifiées par un contact prolongé avec l'eau. Les matériaux ne doivent en aucun cas être gélifs.

Les zones de filtration sont réalisées de préférence avec des matériaux roulés. Les concassés sont à éviter car l'agglomération des matériaux entre eux et leur tassement rendent le passage des racines beaucoup plus difficile, pouvant parfois entraîner des blessures. Dans le cas du décor, le type de matériaux importe peu.

L'utilisation de bois nécessite de prendre quelques précautions. A cause du risque de lessivage, le bois doit être absolument non traité. Il doit également être de classes 3 ou supérieures pour résister à l'humidité. On peut penser au chêne, au châtaignier, au mélèze, etc.

Pour fixer les éléments entre eux, il est impératif d'utiliser de la visserie en acier inoxydable, de classe A2 ou supérieure.

Différents métaux peuvent être utilisés, comme l'acier ou l'aluminium. L'acier peut être inoxydable ou non. L'acier Corten, corrodé en surface pour une meilleure résistance aux conditions atmosphériques et pour son aspect très particulier, est envisageable.

Concernant les matériaux rocheux, les roches gélives et calcaires sont à éviter. Ces dernières peuvent modifier le pH de l'eau par dissolution. Il est à noter que les grès poreux peuvent se dégrader très vite.

Il est possible d'employer du PVC mais il faut alors une attestation prouvant qu'il ne rejette pas de substance chimique dans l'eau, comme des chlorures lorsqu'il est exposé aux UV. Il est conseillé d'utiliser du Polyéthylène (Pe) à la place du PVC.

Point de contrôle interne :

Lors de la commande des matériaux, une demande de document montrant leur absence de rejet de particule dans l'eau doit être faite au fournisseur.

Lors de la vérification de conformité des matériaux reçus, il peut être utile de s'en assurer.

3.2.2. Travaux de drainage

Les travaux de drainage sous le bassin ne sont pas systématiques. Ils deviennent nécessaires pour les bassins de grands volumes. Un puits de décompression peut également être judicieux (au niveau le plus bas du bassin), ou un puits perdu raccordé aux eaux pluviales, dans les cas présentant des risques de saturation des drains ou en l'absence de drain. Si des eaux stagnent sous le bassin, la formation de gaz par décomposition de matière organique risque d'altérer le fond de forme, voire de soulever une bâche utilisée pour ce type de bassin. Les drains ou les bandes de dégazage peuvent être mis en place pour éviter ces problèmes.

Un drainage autour du bassin peut aussi être envisagé. Les barrières de protection ou les bourrelets de bêche empêchent les eaux de ruissellement de tomber dans le bassin, elles peuvent donc stagner à côté et doivent être évacuées. Il est préconisé de mettre en place un drainage au fond et autour du bassin dans le cas de sols très argileux.

Des renseignements complémentaires peuvent être trouvés dans les règles professionnelles C.C.1-R0 « Travaux de terrassement des aménagements paysagers ».

3.2.3. Travaux de terrassement

Les travaux de terrassement sont systématiques (cf. règle professionnelle C.C.1-R0 « Travaux de terrassement des aménagements paysagers »). Avant toute intervention, on vérifie la présence de réseaux (cf. règle professionnelle C.C.2-R0 « Travaux de réalisation de réseaux dans le cadre d'un aménagement paysager) et d'une nappe phréatique, ainsi que la composition du sol. Les travaux de terrassement doivent être effectués hors temps de gel prolongé.

Les travaux de terrassement respectent ce qui est prévu lors de la phase de conception. La constitution du fond de forme est la première étape, avant la mise en forme de paliers pour la mise en place des végétaux (cas des bassins paysagers). Ainsi, la plantation de végétaux doit être décidée au moment de la conception du bassin.

Point de contrôle interne :

Lors des premières mesures sur le terrain, le niveau du bassin doit être vérifié. Dans le cas d'un bassin de grandes dimensions, un sondage du sol devrait être effectué. Une fois le terrassement terminé, le niveau du bassin doit être à nouveau contrôlé.

3.2.4. Étanchéité et choix des matériaux

La mise en œuvre de l'étanchéité d'un bassin est l'une des étapes les plus importantes de sa réalisation. Plusieurs types d'étanchéité existent :

- la bêche ou le liner (EPDM, PVC, PEHD dans le cas des bassins d'orage) ;
- la résine de polyester coulée sur place ;
- les coques préformées (polyester et PEHD) ;
- les adjuvants dans le cas des bétons hydrofuges ;
- l'argile (bentonite) pour les bassins naturels.

L'annexe A5 présente un tableau détaillant les différentes étapes de mise en place en fonction du type d'étanchéité.

3.2.4.1. Choix du système d'étanchéité

	Mem-brane (EPDM)	Préfabriqué	Béton	Argile	Résine (polyester et mat de verre)
Durabilité	Excellente selon la qualité	Excellente	Bonne (25 ans)	Excel-lente	Excellente
Flexibilité	Très bonne	Nulle	Nulle	Très bonne	Moyenne
Résistance à : - La perforation	Assez bonne	Très bonne	Bonne	Moyenne	Très bonne
- La traction	Bonne	Bonne	Bonne	Moyenne	Très bonne
- Aux écarts thermiques	Très bonne	Très bonne	Bonne	Très bonne	Très bonne
- Aux UV	Bonne	Très bonne	Très bonne	Très bonne	Très bonne (avec une couche de gel coat)
Poids	Élevé (1,2 kg / m ²)	Variable (taille)	Élevé	Élevé	Élevé (2 à 4 kg / m ²)
Coloris	Noir, bleu, vert...	Noir, bleu, vert...	Coloris selon l'enduit	Argile	Au choix
Elongation	Très élastique (300 %)	Aucune	Très faible	Très élastique	Aucune

3.2.4.1.1. Mise en place d'un bassin préfabriqué

Le bassin préformé fait preuve d'une grande résistance et est principalement destiné à la construction de petits bassins d'ornement.

Sa mise en œuvre suit les étapes suivantes :

- creuser un trou d'une dimension supérieure à celle du bassin préformé ;
- apporter environ 7 cm de sable en épaisseur sur toute la paroi du trou ;
- compacter et niveler le fond du bassin (en cas de terrassement sur remblais, vérifier la portance du sol) ;
- poser le bassin préformé et le raccorder à la vidange ;
- caler avec un mélange sable-ciment sec jusqu'à ce que la stabilité et l'horizontalité soient parfaites ;
- procéder lentement au remplissage tout en remblayant simultanément (afin d'éviter des déformations dues à une trop forte pression des matériaux).

Remarque : il est conseillé de positionner le bassin préformé quelques centimètres au-dessus de la surface du sol pour empêcher que les eaux de ruissellement ne s'y déverse.

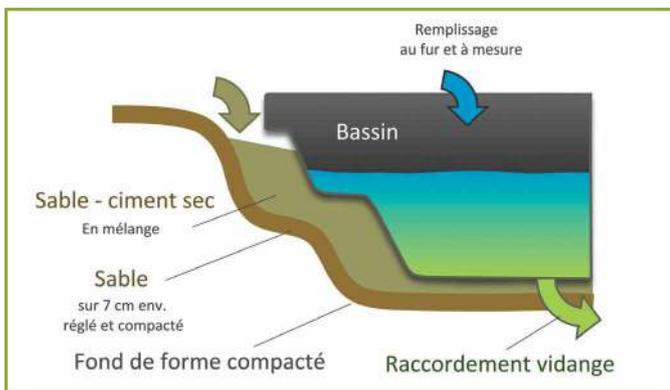


Figure 16 : Schéma de mise en place d'un bassin préformé (Dessin de C. Houel)

Point de contrôle interne :

Le bassin préfabriqué doit être conforme à la commande et doit être en bon état.

3.2.4.1.2. Mise en place de bâches ou membranes d'étanchéité

Les bâches et membranes se prêtent bien aux bassins en formes libres. Avant la mise en place de l'étanchéité, les gros cailloux doivent être retirés (à la main). Sous la bâche, au fond, une couche de sable roulé peut être mise en place selon les besoins. Une couche de géotextile doit être mise en place (400 grammes/m² recommandé) : elle protège la bâche de l'abrasion des cailloux et du sable ainsi que des rongeurs, limitant ainsi le risque de poinçonnement.

La bâche EPDM est ensuite posée sur le fond de forme. En amont, on dimensionne la bâche un peu plus largement que la dimension stricte du bassin car celle-ci va se rétracter avec le poids de l'eau, en se collant au fond de forme. Pour la fixation de la bâche, réalisée après la mise en eau, des retours dans la terre (plusieurs dizaines de centimètres au minimum), des collages ou des soudures peuvent être mis en œuvre. Les éléments décoratifs et le poids de l'eau achèvent de maintenir l'ensemble. Un bourrelet doit être réalisé si le bassin est situé en contrebas du terrain afin d'éviter que les eaux de ruissellement ne polluent le bassin.

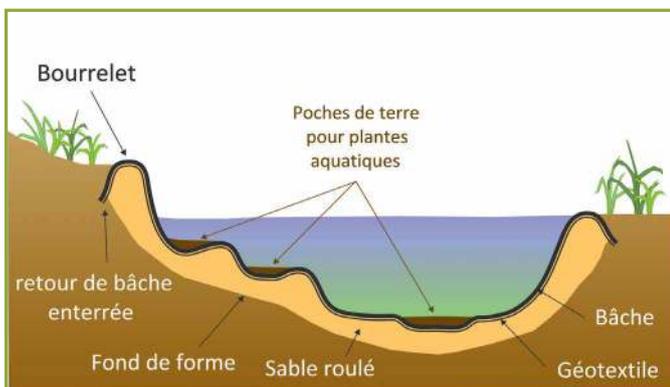


Figure 17 : Schéma en coupe de l'installation d'une bâche d'étanchéité (Dessin de C. Houel)

Pour la mise en œuvre d'une étanchéité de qualité, les bâches suivantes sont conseillées :

- bâche EPDM de 0,8 à 1,14 mm d'épaisseur, souple et résistante aux UV ;
- bâche PVC de 0,5 à 1,5 mm d'épaisseur ;
- bâche PEHD épais et rigide de 2 à 10 mm d'épaisseur

réservée aux bassins d'orage, fixée par soudage. L'épaisseur est un critère de choix important pour maximiser la résistance de l'étanchéité.

Point de contrôle interne :

La bâche doit être en bon état. Une fois installée, un contrôle du travail de pose doit être effectué.

3.2.4.1.3. Mise en œuvre d'une étanchéité béton

L'étanchéité béton permet de mettre en place des bassins réguliers, aux formes géométriques précises.

L'étanchéité consiste en la mise en œuvre d'un béton hydrofugé (selon les conseils du bureau d'étude : ferrailé, en fibre structurelle, etc.) d'une épaisseur conforme aux préconisations du bureau d'étude fournisseur et du NF DTU 21. La mise en place d'un coffrage permet une exécution plus précise. Pour éviter tout risque de fuite d'eau, une résine de polyester renforcée de mat de verre peut être appliquée par-dessus le béton. Il est également possible d'utiliser du béton projeté sur une structure ferrailée afin d'obtenir un bassin bétonné à forme libre.

Il est conseillé de demander une étude de sol à un bureau d'étude pour connaître la résistance de celui-ci et avoir ainsi les préconisations du fournisseur ou du bureau d'étude béton armé.

3.2.4.1.4. Mise en œuvre d'une étanchéité par résine de polyester

La résine de polyester est utilisée pour des bassins aux formes géométriques. Leur mise en œuvre est un processus délicat car les résines de polyester dégagent des émanations gazeuses dangereuses pour la santé humaine lors de la polymérisation. L'opération doit être effectuée par un spécialiste.

La résine de polyester doit être mise en place sur un support rigide, propre et sec. Son épaisseur est d'au moins 5 mm. Une protection doit être mise en place le temps de la polymérisation afin d'en interdire l'accès.

Point de contrôle interne :

Pour que la polymérisation soit optimale, il faut s'assurer que le support soit lisse, sans poussière, granulat ou humidité superficielle.

L'étanchéité avec de l'argile peut être mise en œuvre sur de grandes surfaces (étang et plans d'eau). On préconise une épaisseur de 20 à 30 cm pour de grands bassins, et 15 cm pour des petits bassins. L'argile doit être maintenue à un niveau d'hygrométrie optimal pour sa mise en œuvre. La bentonite, matériau argileux composé principalement de smectite, est l'argile le plus couramment utilisé.

La bentonite est emprisonnée entre 2 géotextiles cousus entre eux. L'épaisseur totale de ce complexe est comprise entre 1 mm à 1 cm. Les joints entre les bandes de géotextile sont faits par recouvrement des lés et par ajout de bentonite sur le joint. Elle s'épaissit au contact de l'eau et constitue l'étanchéité. Avant la mise en eau, l'ensemble de la surface est recouvert d'une épaisseur de 20 à 30 cm minimum de terre légèrement compactée et humidifiée en plusieurs opérations successives. L'argile peut aussi être épandue en

poudre, dans le cas de bassins de faibles dimensions. Lors de la mise en place d'éléments de décor lourds, il est conseillé de mettre en place une protection entre l'élément et l'étanchéité afin d'éviter tout risque de poinçonnement. Une assise peut être ajoutée en cas de surcharge.

3.2.5. Mise en place des jeux d'eau et cascades

Le vent et les éclaboussures sont les principaux facteurs à prendre en compte. Il disperse l'eau en dehors du bassin et accélère l'évaporation.

Les jeux d'eau, parce qu'ils mettent l'eau en mouvement, provoquent une perte par évaporation. Les cascades entraînent ces mêmes conséquences, mais dans une moindre mesure. Le niveau d'eau doit être vérifié de manière précise : les pertes peuvent représenter plusieurs centimètres de hauteur d'eau par jour, en fonction des régions et du climat. Si une réserve doit être émise sur la mise en place des jeux d'eau et cascades, elle doit l'être par écrit.

La mise en place dépend du type de jet d'eau. Le choix des pompes est fait d'après l'étude.

Il est impératif de distinguer la pompe de filtration et la pompe des jeux d'eau. Cela n'est pas obligatoire dans le cas de cascades de retour de filtre.

Pour un jet d'eau, une pompe de bassin à pression importante est utilisée, souvent une pompe à vortex. La hauteur du jet d'eau ne devrait pas être supérieure au rayon du bassin.

En général, le fabricant indique le type de pompe. Elles sont différentes dans le cas de jets d'eau ou de cascades.

Les jeux d'eau sont un moyen simple d'améliorer l'oxygénation de l'eau du bassin, ainsi que de limiter le gel hivernal. Ils sont simples d'utilisation, pouvant être mis en route par un interrupteur ou une télécommande. Il est possible d'y adjoindre une pompe à variateur qui donne à l'exploitant la liberté de décider de la quantité d'eau alimentant le jet.

Il est conseillé de faire réaliser les travaux de raccordement électrique par un électricien titulaire de l'habilitation adaptée.

3.3. Mise en œuvre des systèmes de filtration

Le choix du système de filtration se fait en fonction de plusieurs critères :

- le volume du bassin influe sur le type de filtration, selon les préconisations du fournisseur ;
- l'exposition détermine des variations de température et d'ensoleillement plus ou moins importantes, imposant un système de filtration plus ou moins efficace ;
- la présence de plantes ou de poissons impose un système de filtration plus efficace ;
- les attentes du maître d'ouvrage sont évidemment au cœur du choix du système de filtration, en respectant les critères ci-dessus.

L'emplacement du système de filtration par rapport au bassin d'agrément est avant tout décidé d'après le type de circulation d'eau dans le filtre (cf. partie 3.1.5.4.2.) Certains types de filtre ne sont pas très esthétiques, il peut donc être nécessaire de les dissimuler dans la végétation.

Le choix des pompes est fait d'après les préconisations des fournisseurs, selon le type de bassin. Il est conseillé de sous-traiter les travaux de raccordement électrique à un électricien, une habilitation particulière étant nécessaire.

L'étanchéité est différente selon le type de filtre :

- si le filtre fait partie intégrante du bassin, l'aménagement est réalisé de la même manière que ce dernier ;
 - si le filtre est ajouté au bassin (un filtre à compartiment, par exemple), l'étanchéité est déjà assurée par le fabricant (technologie et conception du matériel), il suffit de réaliser les jonctions, déterminées selon le type de filtre.
- Un écoulement est à prévoir pour que l'eau sale s'écoule lors du nettoyage du filtre.

La mise en œuvre dépend là encore du type de système de filtration :

- si le filtre est végétal, le support est rempli par couches successives de granulats. Le tassement se fait naturellement. Aucun substrat ne doit être ajouté. La plantation des végétaux dans le support se fait en même temps que la mise en eau.
- si le filtre est artificiel, il doit être posé sur un support (en béton ou en sable) dont le niveau doit être vérifié. Un accès est à prévoir afin de le démonter en hiver (dans les régions le nécessitant). Il peut être simplement vidé si le démontage n'est pas possible.

Point de contrôle interne :

Dans le cas d'un filtre livré par un fournisseur, il faut vérifier qu'il est conforme à la commande et en bon état.

L'étanchéité du système de filtration doit également être contrôlée.

3.4. Mise en place des végétaux et de la faune

3.4.1. Les végétaux

Les végétaux sont indispensables dans un bassin, autant pour son bon fonctionnement que pour son esthétisme. La grande majorité des végétaux possèdent un pouvoir épurateur.

Les plantes aquatiques ont différents rôles au sein de l'écosystème aquatique :

- leurs racines offrent un lieu de fixation aux bactéries qui participent à l'épuration des eaux ;
- elles enrichissent le milieu en dioxygène par le processus de photosynthèse ;
- les végétaux non flottants participent à la fixation du fond du point d'eau ;
- certaines plantes dépolluent le milieu par fixation des métaux lourds (plomb, mercure, etc.) ;
- les végétaux flottant protègent les poissons des prédateurs et assurent un ombrage du bassin.

Il existe différents types de végétaux dans un milieu aquatique qui peuvent être classés selon leur position dans le milieu :

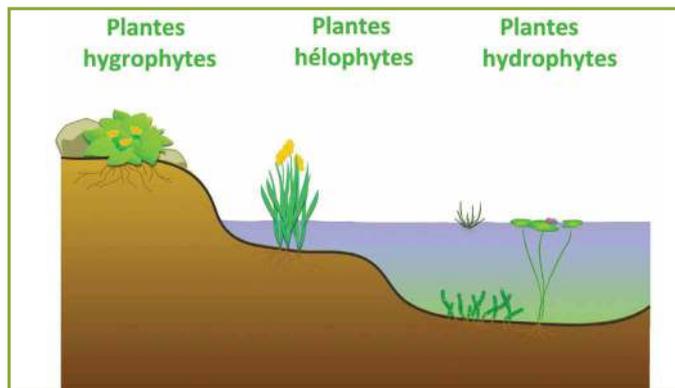


Figure 18 : Typologie des plantes de zone humide en fonction de leur exigence par rapport à l'eau (Dessin de C. Houel)

Les plantes hygrophytes sont des végétaux se développant en milieu humide. Elles sont souvent présentes aux bords des points d'eau. Elles agrémentent les bassins d'ornement et sont choisies pour leurs caractéristiques esthétiques (rhubarbes géantes, primevères...).

Les plantes hélophytes présentent leurs parties aériennes en-dehors de l'eau alors que leurs racines et la partie inférieure de la tige sont immergées (roseaux, iris, joncs...).

Les plantes hydrophytes sont des végétaux aquatiques. Contrairement aux hélophytes, nombre d'entre elles sont totalement immergées, enracinées au fond de l'eau ; certaines affleurent en surface et d'autres flottent.

Attention : le support doit être inerte. Toute terre est à proscrire à l'exception de terreaux spéciaux pour plantes aquatiques (cf. norme NF U44-551). Il est également possible d'utiliser des granulats de différentes granulométries, plus esthétiques que le terreau. Les végétaux sont plantés dans des paniers ou des pots percés spéciaux pour plantes aquatiques, dans des espaces de plantation réservés ou dans des fascines en fibres de coco.

Point de contrôle interne :

Si l'entrepreneur n'est pas certain de la provenance des granulats, il peut s'assurer qu'ils ne soient pas chargés en argile (en mettant les granulats dans de l'eau et en observant son éventuel changement de couleur).

Il faut être prudent lors du choix des plantes car certaines peuvent être très envahissantes et engendrer un déséquilibre de l'écosystème aquatique. Il est conseillé de choisir les végétaux en fonction de la taille du bassin et de la vigueur de la plante. Au cours du temps, une sélection pourra être utile afin de réguler certaines espèces. Il faut également prendre en compte, lors de la création d'un bassin de filtration, les pouvoirs oxygénateurs et épurateurs des végétaux. Bien qu'ils soient tous épurateurs, certains sont meilleurs dans ce domaine grâce à leurs développements foliaire et racinaire plus importants. On utilisera notamment les phragmites, les scirpes, les bambous, les iris, etc. (cf. annexe A8 : liste de plantes utilisables ou non en phyto-épuration). Toutefois, dans le cas des bambous et des phragmites, il est conseillé d'ajouter un système de protection pour l'étanchéité à cause des rhizomes agressifs. Enfin, les critères esthétiques et

pratiques sont à considérer : floraison (couleur et époque), hauteur, feuillage, profondeur de plantation, région, etc.

Point de contrôle interne :

A la réception des plantes, il faut vérifier leur conformité et leur bon état. Les espèces doivent être adaptées au milieu, et le support doit être adapté aux plantes, notamment en matière de profondeur.

3.4.2. La faune

3.4.2.1 Le biofilm

Un biofilm est une communauté de micro-organismes qui se forme à chaque fois qu'un liquide non stérile entre en contact avec une surface (paroi de bassin, etc.). C'est un phénomène naturel et universel. Il a une action non négligeable sur l'épuration des eaux et sa présence prouve que le bassin fonctionne correctement.

3.4.2.2. Les poissons de bassin

Les poissons ont un attrait esthétique et sont utiles à l'écosystème aquatique. Ils sont cependant une contrainte supplémentaire car ils apportent des matières organiques (pollution organique). Il faudra alors veiller à avoir un système de filtration adapté. De plus, l'eau doit respecter certains paramètres, notamment la dureté et le taux d'oxygène dissous, pour constituer un milieu de vie approprié. Ces valeurs varient en fonction des espèces. Les mesures suivantes sont à respecter :

- réaliser un bassin d'une profondeur minimale de 1 m
- choisir des espèces adaptées au climat de la région où est situé le bassin
- vérifier que les différentes espèces peuvent cohabiter
- respecter une durée d'au moins trois semaines si le bassin vient d'être mis en eau avant d'introduire les poissons
- adapter le nombre de poissons au volume du bassin.

Tableau 9 : Principaux poissons pour bassin

Espèce	Caractéristiques	Avantages	Inconvénients
Poisson rouge	Taille : jusqu'à 30 cm Vie : jusqu'à 25 ans	Rustique	Reproduction rapide risque d'envahissement
Voile de chine	Taille : jusqu'à 30 cm	Bonne adaptation en bassin	Ne pas associer à des poissons vifs (Koi)
Ide Mélanote	Taille : jusqu'à 70 cm	Lutte contre les insectes aquatiques, freine la reproduction des autres poissons	Surface de bassin importante, au moins 5 individus par bassin
Koi	Taille : jusqu'à 1 m Vie : jusqu'à 70 ans	Rustique Esthétique	Détériore les plantations (si pas de protection) Eau bien filtrée et oxygénée Bassin de 10m ² minimum

Point de contrôle interne :

Les poissons doivent être réceptionnés en bonne santé. Ils doivent également être adaptés au milieu.

3.5. Mise en sécurité des bassins

Contrairement aux piscines et à la fontainerie, les bassins ne sont soumis à aucune législation particulière à ce jour en matière de sécurité.

Toutefois, l'entrepreneur a un rôle de conseil auprès du client. Il doit le prévenir de cette absence de réglementation et l'alerter lorsque des éléments du projet sont potentiellement dangereux. Par exemple, l'entrepreneur peut conseiller d'aménager des replats plutôt que des pentes ininterrompues pour prévenir les chutes, ou proposer des obstacles limitant l'accès à la pièce d'eau et s'intégrant au décor si des enfants risquent de jouer à proximité. L'entrepreneur doit également prévenir le client des risques de poursuites en cas de rejets dans l'environnement de produits ou de polluants issus du bassin (produits d'entretien, nitrates...)

L'entrepreneur peut se baser sur la législation des piscines pour formuler ses conseils de sécurité. Cette dernière exige l'installation d'un système pour assurer la sécurité des personnes près de la pièce d'eau, notamment des enfants de moins de 5 ans. Ce système prend la forme de barrières, d'un système d'alarme, d'une couverture de sécurité ou d'un abri. Dans le cas des bassins d'extérieurs, seules les deux premières possibilités constituent une aide pour des conseils de sécurité. Le système d'alarme et les barrières répondent à des critères précis abordés dans les normes NF P90-307 et NF P90-306.

3.6. Première mise en eau

Différentes sources d'eau peuvent être exploitées afin d'alimenter un bassin d'ornement :

- eau potable (eau dont la qualité est contrôlée en amont)
- eau de toiture (risque de pollution par les métaux lourds)
- eau de forage (ses caractéristiques dépendent de la roche du lieu d'extraction).

Le tableau 10 synthétise les valeurs conseillées pour les principales caractéristiques de l'eau utilisée pour remplir un bassin d'ornement.

Tableau 10 : des valeurs conseillées pour les principales caractéristiques de l'eau utilisée	
Caractéristiques	Valeur conseillée
pH	Entre 7,6 et 8,4
Taux d'oxygénation	4 mg/L pour 28°C
Turbidité	L'eau doit être suffisamment claire pour être vue jusqu'à 1 m.
Dureté	Entre 15 et 20°F

Les substances indésirables

- Les nitrates : l'azote est naturellement présent dans les eaux sous forme de nitrates. Ceux-ci peuvent devenir néfastes pour l'homme et les animaux s'ils sont trop abondants car l'organisme humain transforme les nitrates en nitrites. Ces derniers sont parfois présents dans les bassins en cas de mauvaise dégradation des nitrates.

- Les phosphates : le phosphate n'est pas présent dans les eaux naturelles, sa présence est donc un indice de pollution. Cet élément n'a pas d'effet sur la santé humaine mais, combiné aux nitrates ainsi qu'au carbone, à l'oxygène et à la lumière, sa présence favorise le développement d'algues vertes.

Les algues filamenteuses ne sont pas considérées comme une gêne dans le cadre de la qualité de l'eau. Leur prolifération

est due à un excédent de phosphate. A l'inverse, les algues unicellulaires témoignent d'un déséquilibre (excès de matière organique et de nitrates).

L'eutrophisation est occasionnée par un excès de matière organique (comme l'accumulation de vase au fond du bassin), un manque d'oxygène, un trop grand nombre de poissons, des apports excessifs d'engrais, un excès de nourriture pour poisson, une température trop élevée, etc. L'emploi d'un oxygénateur limite l'eutrophisation du bassin. Il peut également faire office d'élément de décoration et d'animation de l'eau.

L'objectif est d'arriver à un équilibre stable du biotope.

Attention : lors de la première mise en eau, il ne faut pas brancher la lampe à UV tout de suite car le calcaire chauffé forme de la calcite.

Le suivi de la qualité de l'eau se fait régulièrement, selon ce qui a été défini dans le contrat d'entretien. Il s'agit souvent d'une ou deux vérifications par an. Dans le cas d'un contrat d'entretien du jardin entier, les interventions sur les autres parties du jardin peuvent donner l'occasion de vérifier rapidement la qualité de l'eau.

La qualité de l'eau est appréciée de manière visuelle (clarté, état et importance de la faune et de la flore, etc.) Si l'observateur a un doute sur la qualité de l'eau, il peut alors réaliser une analyse chimique.

Point de contrôle interne :

Une vérification du système de canalisation permet de repérer d'éventuelles fuites. Si les éléments sont collés, il faut s'assurer que cela ait été fait correctement.

3.7. Réception et garantie du matériel

La garantie est celle du fabricant. Il convient de vérifier le bon fonctionnement du matériel à la réception ou à la mise en eau, comme nous l'avons spécifié dans les points de contrôle. La date de mise en service sera de fait la date de départ de la période de garantie du matériel.

3.8. Entretien des bassins d'ornement

3.8.1. Hivernage

Quand il gèle, en hiver, la pompe à air doit être démontée et stockée dans un endroit où la température est positive. L'utilisation d'un oxygénateur limite efficacement la formation de glace. Il réinjecte dans le bassin de l'air à température positive, permettant d'avoir un endroit qui n'est pas gelé. L'air en remontant dégèle l'eau, les bulles créent un mouvement.

Selon la région, certains jets d'eau et certaines pompes de filtrations (extérieures et, selon la profondeur, immergées) doivent être démontées.

Remarque : en fonction de la région et de l'altitude, il faudra effectuer des opérations d'hivernage et de mise en hors-gel.

3.8.2. Entretien du système de filtration

L'entretien du système de filtration représente le travail le plus important.

Il se fait au début du printemps, lorsque la température de l'eau atteint 13°C au minimum. Quel que soit le filtre, il faut

démonter toutes les masses filtrantes pour les nettoyer sans frotter de façon intensive (l'emploi de brosses métallique ou en nylon est vivement déconseillé). Le caisson est aussi nettoyé, sans employer de produit et sans frotter fortement. Le remplacement des masses filtrantes défectueuses est ensuite effectué. Une fois le filtre remonté, un apport de bactérie peut être fait.

Certaines précautions de sécurité sont nécessaires : arrêter la lampe à UV avant d'arrêter la pompe ; ne jamais la regarder quand elle est en fonctionnement ; la remplacer une fois par an ou nettoyer le faisceau.

Pendant l'entretien, si on rajoute des bactéries, on doit débrancher la lampe à UV. Il est nécessaire d'attendre une 10aine de jour après le nettoyage pour la remettre en route afin que les bactéries injectées puissent se fixer.

Un aspirateur peut être utilisé pour éliminer la vase au fond du bassin selon l'état de la pièce d'eau. S'il n'y a pas de skimmer, l'aspirateur peut être utilisé régulièrement en automne.

3.8.3. Entretien des végétaux

L'entretien se fait à l'automne. Les parties aériennes flétrissantes sont taillées pour éviter qu'elles ne retombent au fond du bassin. Une partie des plantes oxygénantes est ôtée si nécessaire afin d'éviter leur prolifération. Cette opération permet à plus ou moins long terme des divisions de touffes.

Point de contrôle final :

Le PV de réception du chantier est présenté au maître d'ouvrage après la mise en eau pour être daté et signé.

Il contient :

- les cotes du ou des bassins ;
- la localisation des systèmes de vidange ;
- les dimensions de chaque zone ;
- des analyses d'eau (si un doute est émis quant à sa provenance) ;
- les notices des appareils et les conseils d'entretien ;
- les éléments permettant de vérifier la conformité de la construction par rapport aux points de contrôle correspondants.

Tous les éléments du bassin doivent être contrôlés après la mise en eau : le fonctionnement des pompes et des filtres, l'absence de fuite, la régularité et le fonctionnement des jeux d'eau, etc.

Les conseils d'entretien sont à respecter à minima pour la maintenance des plantations terrestres et/ou aquatiques ainsi que les directives succinctes relatives à la pérennité des poissons.

4. Définition des points de contrôle internes et des points de contrôle contradictoires

	Description	Qui effectue le point de contrôle ?	Matérialisation du point de contrôle
Point de contrôle interne	<p>Il correspond à la vérification de la bonne exécution des travaux au fur et à mesure de l'avancement du chantier, et plus spécifiquement quand une tâche est achevée.</p> <p>Il permet de prendre du recul sur le chantier avant de passer à l'étape suivante.</p>	<p>Le chef d'équipe, le chef de chantier ou le conducteur de travaux.</p> <p>Le maître d'œuvre peut être impliqué s'il en a manifesté le souhait.</p>	<p>Consignation facultative sur un document interne et spécifique au chantier ou sur une fiche de journée.</p> <p>> Ce type de point de contrôle ne débouche pas systématiquement sur une preuve mobilisable en cas d'expertise judiciaire / de litige.</p>
Point de contrôle contradictoire	<p>Il correspond :</p> <ul style="list-style-type: none"> - à la formalisation d'un accord entre l'entreprise et le maître d'œuvre ou le maître d'ouvrage - à un changement de tâche, notamment lorsqu'une tâche a des conséquences sur la suivante ou lorsqu'elle a des conséquences irréversibles - à la réception des travaux. <p><i>Chaque règle professionnelle ne doit pas comporter plus de 5 points de contrôle contradictoires.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Le chef de chantier, le conducteur de travaux ou le dirigeant de l'entreprise du paysage, en présence du maître d'œuvre ou du maître d'ouvrage. - Une entreprise tierce (exemple : mesure de la portance). 	<ul style="list-style-type: none"> - Consignation au niveau du compte-rendu de chantier, cosigné par l'entreprise et le maître d'œuvre ou le maître d'ouvrage. - Un document réalisé par une entreprise tierce. <p>> Ce type de point de contrôle doit déboucher sur une preuve mobilisable en cas d'expertise judiciaire / de litige.</p>

Les points de contrôle contradictoires constituent des **points d'arrêt**. Ces arrêts obligatoires sont contractuels. Ils interdisent de continuer la phase suivante de la tâche jusqu'à ce que les points d'arrêt soient levés. La levée des points d'arrêt a lieu dès que les contrôles contradictoires ont donné satisfaction. La phase suivante du travail peut alors reprendre de façon formelle avec toutes les garanties de bonne exécution de la ou des tâches précédentes.

Il existe par ailleurs deux types de points de contrôle contradictoires particuliers :

- les points de contrôle relatifs aux approvisionnements
- les points de contrôle relatifs à la réception du support.

Chaque approvisionnement et chaque réception de support doit automatiquement déboucher sur un point de contrôle contradictoire entre l'entreprise de paysage et le fournisseur dans le premier cas et entre l'entreprise de paysage et l'entreprise ayant réalisé le support dans le second cas.

Le cas particulier de la clientèle particulière sans maîtrise d'œuvre :

Parce que la clientèle particulière n'est pas « sachante » en termes d'aménagements paysagers, les points de contrôle pour ce type de clientèle sont principalement des points de contrôle internes.

Il est fortement recommandé de formaliser les étapes de validation des plantes et des matériaux à mettre en œuvre et de réception des travaux avec la clientèle particulière. De même, il est fortement recommandé que chaque modification de la commande initiale du client débouche sur la rédaction d'un nouveau devis, la signature par le client particulier du nouveau devis prouvant son accord.

5. Bibliothèque de référence

JURDANT Jean-Marie. Les Jardins Aquatiques. Bruxelles : Vander.1987.

TERWAGNE Michèle, BASTIN Jean, JACOBS Bruno. Réussir son étang de jardin. Beyne-Heusay : Exotic 2000. 2001.

Fascicule 35, 2012 : Aménagements paysagers – Aires de sports et de loisirs de plein air.

Règles professionnelles de l'Unep : <http://www.lesentreprisesdupaysage.fr/tout-savoir/regles-professionnelles>

NF P18-201, Mars 2004 : DTU 21 - Travaux de bâtiment - Exécution des ouvrages en béton - Cahier des clauses techniques.

NF P90-306, 2007 : Eléments de protection pour piscines enterrées non closes privatives à usage individuel ou collectif - Barrières de protection et moyens d'accès au bassin - Exigences de sécurité et méthodes d'essai.

NF P90-307, 2005 : Eléments de protection pour piscines enterrées non closes privatives à usage individuel ou collectif - Systèmes d'alarmes.

NF U44-551, 2002 : Supports de culture - Dénominations, spécifications, marquage.

6. Glossaire

- **Clapet anti-retour** : pièce mobile installée sur une tuyauterie qui bloque l'eau circulant dans un sens et ne s'oppose pas à l'écoulement dans l'autre sens.

- **Crépine** : pièce percée de trous qui empêche l'aspiration d'éléments indésirables à l'extrémité d'un tuyau.

- **Puits de décompression** : puits creusé près d'une pièce d'eau pour collecter les eaux d'infiltration (à l'aide de drains) afin d'éviter qu'elles ne s'accumulent et soulèvent le bassin.

- **Skimmer** : système de filtration installé sur la ligne d'eau afin de retirer les impuretés les plus volumineuses flottant à la surface.

Travaux

d'aménagement
et d'entretien
des constructions
paysagères

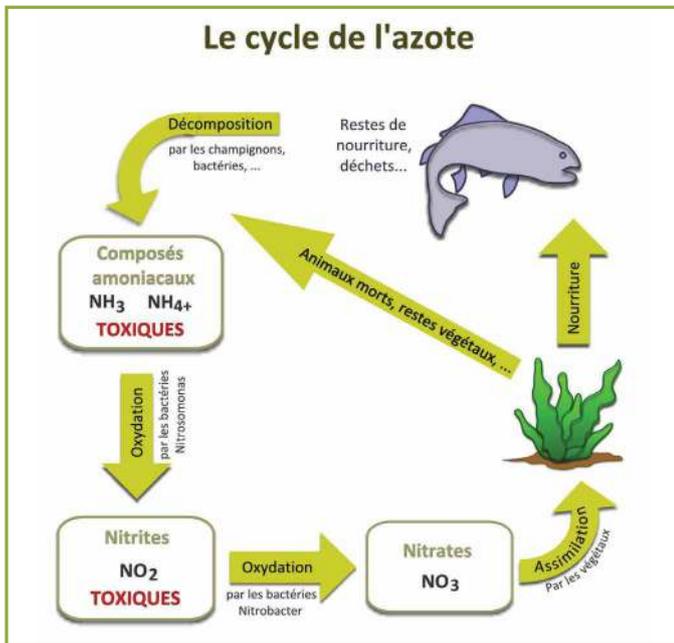
Règles professionnelles

Travaux de réalisation de bassins d'ornement

N°: **C.C.8-A-R0** | Création : avril 2016



Annexe 1 : Schéma du cycle de l'azote



Annexe 2 : Abaques de dimensionnement de la tuyauterie

Tableau 1 : Canalisations PVC série 10 bars : diamètres commerciaux et débit pour $V = 1,5m/s$

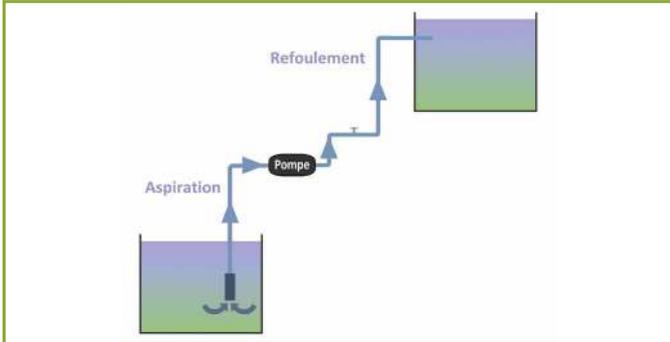
Ø ext. (mm)	Ø int. (mm)	Débites (m ² /h) $V = 1,5 m/s$
40	33,6	4,8
50	42,0	7,5
63	53,0	11,9
75	63,2	16,9
90	75,8	24,4
110	98,8	41,4
125	112,4	53,6
140	125,8	67,1
160	143,2	87,0
200	179,0	135,9
225	201,8	172,7
250	224,2	213,2
315	294,0	366,5

Tableau 2 : Canalisations PEHD série 10 bars : diamètres commerciaux et débit pour $V = 1,5m/s$

Ø ext. (mm)	Ø int. (mm)	Débites (m ² /h) $V = 1,5 m/s$
20	16,0	1,1
25	10,4	1,8
32	26,0	2,9
40	32,6	4,5
50	41,0	7,1
63	51,4	11,2
75	61,2	15,9
90	73,6	23,0
110	90,0	34,3
125	102,2	44,3

Annexe 3 : Dimensionnement d'une pompe

Exemple A : fonctionnement en aspiration



Schématisme d'une pompe fonctionnant en aspiration

Calcul des pertes de charge Δpc dans les tuyaux d'acier

Donnée de l'installation :

- Q (débit) = 42 m³/h
- Ha (hauteur géométrique à l'aspiration) = 3,5 m
- Hr (hauteur géométrique au refoulement) = 39 m
- Tuyau d'aspiration 5 m de longueur, diamètre DN 100 mm avec coude 1/4 (α = 90°) et un clapet de pied
- Tuyau de refoulement 70 m de longueur diamètre DN 80 mm avec un clapet de non-retour, une vanne de trois coudes 1/4 (α = 90°)

Calcul de Hg hauteur géométrique :

$$H_g = H_r + H_a = 39 + 3,5 = 42,5 \text{ m}$$

Pertes de charge dans les tuyaux en acier en fonction du débit (source : irrisys)

Tuyau	Q m ³ /h	1	3	6	9	12	18	24	30	36	42	48	60	90	120	180	240	300	360	420
G fl mn	Q l/min	16	50	100	150	200	300	400	500	600	700	800	1000	1500	2000	3000	4000	5000	6000	7000
G 1 DN 25		2,7 0,6	2,1 1,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G 1 1/4 DN 32		0,7 0,35	5,5 1	22 2,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G 1 1/2 DN 40		-	1,8 0,7	7 1,35	14 1,9	23 2,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G 2 DN 50		-	0,5 0,4	2,2 0,8	4 1,25	8 1,5	17 2,5	28 3,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G 1 1/2 DN 65		-	-	0,6 0,5	1,2 0,75	2,1 1	4,2 1,4	8 2	12 2,5	17 3	22 3,4	28 4	-	-	-	-	-	-	-	-
DN 80	HL v	-	-	-	-	0,8 0,7	1,6 0,95	2,8 1,25	4,2 1,6	6,5 2	7,5 2,1	10,5 2,6	15 3,3	-	-	-	-	-	-	-
DN 100	m/100 m/s	-	-	-	-	-	0,55 0,6	0,9 0,8	1,4 1,1	2 1,25	2,4 1,4	3,5 1,6	5 2	11 3,2	20 4	-	-	-	-	-
DN 125		-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,9 0,95	1,2 1,1	1,8 1,4	4 2	6,5 2,7	15 4	-	-	-	-
DN 150		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6 0,9	1,5 1,4	2,5 1,7	5 2,7	8 3,5	14 4,8	-	-
DN 200		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4 0,8	0,6 1	1,3 1,6	2 2	3,5 2,6	4,6 3	6,5 3,5
DN 250		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4 1	0,7 1,3	1,1 1,6	1,6 2	2 2,3
DN 300		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3 0,9	0,45 1,25	0,7 1,4	0,9 1,4

Q Débit HL Pertes de charge en m pour 100 m V = Vitesse de passage max 1,5 m/s pour l'aspiration et 3 m/s pour le refoulement

D'après cet abaque, nous avons :
à l'aspiration : (contour rouge)
Dans un tuyau de 5 m et de diamètre Ø 100 mm, nous avons :
- vitesse de l'eau = 1,4 m/s
- pc = (2,4*5 m)/100 m = 0,12 m

Au refoulement : (contour bleu)
Dans un tuyau de 70 m et de diamètre Ø 80 mm, nous avons :
- vitesse de l'eau = 2,1 m/s
- pc = (7,5*70 m)/100 m = 5,25 m

Annexe 3 : Dimensionnement d'une pompe

Calcul des pertes de charge Δpc dans :
- les coudes

Vitesse de l'eau m/s	Courbes à angle vif				
	$\alpha = 30^\circ$	$\alpha = 40^\circ$	$\alpha = 60^\circ$	$\alpha = 80^\circ$	$\alpha = 90^\circ$
0,4	0,43	0,52	0,71	1,0	1,2
0,5	0,67	0,81	1,1	1,5	2,9
0,6	0,97	1,2	1,6	2,3	2,8
0,7	1,35	1,65	2,2	3,2	3,9
0,8	1,7	2,1	2,8	4,0	4,8
0,9	2,2	2,7	3,6	5,2	6,2
1,0	2,7	3,3	4,5	6,4	7,6
1,5	6,0	7,3	10	14	17
2,0	11	14	18	26	31
2,5	17	21	28	40	48
3,0	25	30	41	60	70
3,5	33	40	55	78	93
4,0	43	52	70	100	120
4,5	55	67	90	130	160
5,0	67	82	110	160	190

À l'aspiration : (contour rouge)
La vitesse dans le coude est de 1,4 m/s
- pc = 15 cm = 0,15 m
Au refoulement : (contour bleu)
La vitesse dans les trois coudes est de 2,1 m/s
- pc = 34 cm = 0,34 m
- 3 coudes : pc = 102 cm = 1,02 m

- les vannes et les clapets

Vitesse de l'eau m/s	Pertes de charge en cm		
	Vannes standard	Clapet de pie	Clapet de non-retour
0,4	0,23	32	31
0,5	0,37	33	32
0,6	0,52	34	32
0,7	0,70	35	32
0,8	0,95	36	33
0,9	1,20	37	34
1,0	1,45	38	35
1,5	3,3	47	40
2,0	5,8	61	48
2,5	9,1	78	58
3,0	13	100	71
3,5	18	123	85
4,0	23	150	100
4,5	37	190	120
5,0	52	220	140

À l'aspiration : (contour rouge)
La vitesse est de 1,4 m/s dans le clapet de pied

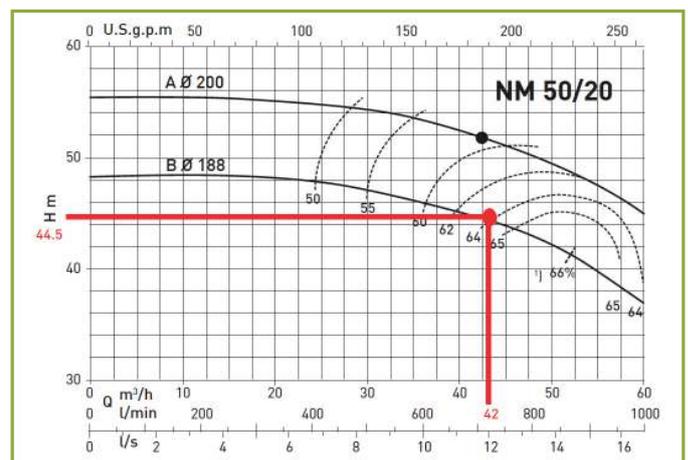
- pc = 45 cm = 0,45 m
Au refoulement : (contour bleu)
La une vitesse est de 2,1 m/s, dans le clapet de nom retour :
- pc = 50 cm = 0,5 m
et dans la vanne :
- pc = 6,5 cm = 0,065 m

Le total des pertes de charges est de :
Total $\Delta pc = 0,12 + 5,25 + 0,15 + 1,02 + 0,45 + 0,5 + 0,065$
 $\Delta pc = 7,6$ m

Compte tenu que le calcul a été fait avec des tuyaux neufs, il faut apporter une augmentation de 15/20 % pour le vieillissement et l'entartrage, donc les pertes totales Δpc sont de 9 m environ.

Calcul de la hauteur nette H_n
 $H_n = H_g + \Delta pc = 42,5 + 9 = 51,5$ m

On peut choisir la pompe NM 50/20AE (voir diagramme de la pompe, ci-dessous) ; ce type de graphique doit être fourni par le constructeur et correspondant aux caractéristiques des pompes il permet d'apater le choix de la pompe aux pertes de charge. H_m correspond à la hauteur maximale de perte de charges, et permet de calibrer le débit de la pompe.



Annexe 4 : Exemple de calcul d'un débit de réservoir

La formule utilisée ici est : $0,45 \times L \times (E/100) \times 3600 \times P$

L est la largeur du réservoir (en mètres)

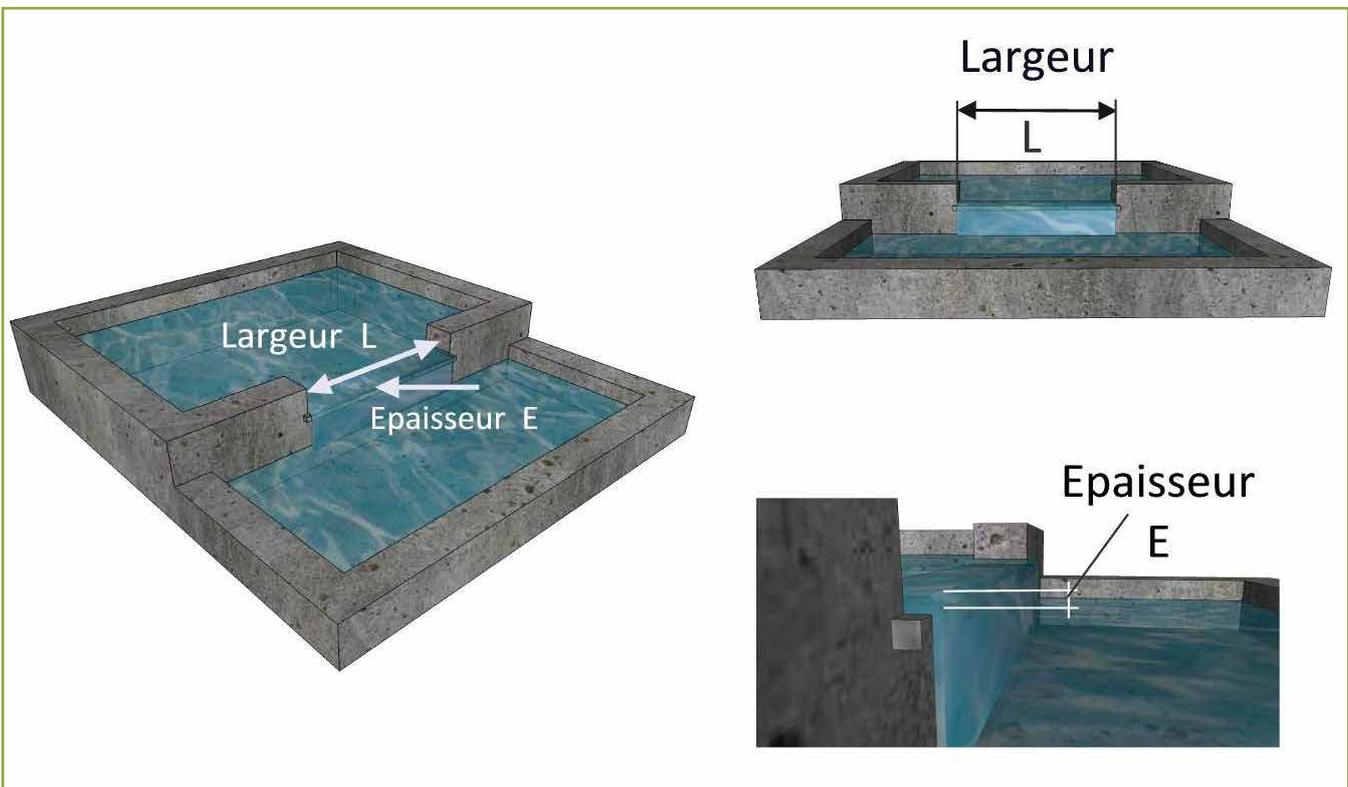
E est l'épaisseur de la lame d'eau (en centimètres)

P est égal à : $[19,6 \times (E/100)]^{1/2}$

Tableau : calcul d'un débit de déversoir

largeur l du déversoir en mètre	épaisseur e de la lame d'eau en cm	débit en m3/h
2,00	5,0	160,372
Données à renseigner		Résultat

Attention, il s'agit d'une valeur moyenne le débit est fonction du profil du déversoir



Annexe 5 : Tableau des étapes de construction d'un bassin

* Groupe filtration = pompe + filtre + UVC + skimmer + tuyaux

Etapes Principales	Etapes Secondaires	Les membranes	Les pré-fabriqués	Le béton	Les résines	L'argile
Choix de l'emplacement	A faire valider par le client (point de contrôle contradictoire)	x	x	x	x	x
Implantation virtuelle du bassin : traçage avec du sable ou une bombe traçante		x	x	x	x	x
Terrassement (points de contrôle des niveaux et dimensions)	du bassin	x	x	x	x	x
	du puits de décompression	x	x	x	x	x
	Des réseaux (eau, électricité, évacuation, etc.)	x	x	x	x	x
	Du système de filtration	x	x	x	x	x
	Compaction du fond de forme	x	x	x	x	x
	Création d'une barrière de protection autour du bassin	x soit en terre, soit avec un autre matériaux	-	x soit en terre, soit avec un autre matériaux	-	-
	Faire un lit de sable sur le fond de forme du bassin	sur 10 cm ép.	sur 5 cm ép.	sur 10 cm ép.	-	-
	Retirer les gros cailloux, gravess et racines	x	x	x	-	-
Mise en oeuvre du bassin	Mise en place d'un feutre : contre les cailloux et racines	x ép. 400g/m ²	-	x feutre 200g/m ²	-	-
	Etanchement du bassin	x (pose de la bache)	pose du bassin et callage (mortier maigre) + Remblaiement des cotés et plombage (avec du sable)	x (coulage béton : respecter le temps de séchage)	x (ép. 0,5 mm mini)	x (ép. entre 15 et 30 cm)
	Implantation du groupe filtration*	x	x	x		
	Mise en place du décor - 1 ^{ère} partie (terreau, gros blocs de pierre, galets, plantes de fond)	x	x	x		
	Commencer le remplissage du fond du bassin (cela permet de mettre en tension la bache)	x	x	x		
	Mise en place du décor - 2 ^{ème} partie (planter les zones en pente)	x	x	x		
	Mise en route du groupe filtration* (attention au risque de cavitation s'il y a un skimmer)	x	x	x		
Mise en place du décor - 3 ^{ème} partie (zone de lagunage et éclairage - attention : si l'éclairage est au fond du bassin, il faut l'intégrer à l'étape "Mise en place de décor - partie 1")	x	x	x			

Annexe 6 : Principaux éléments d'entretien

Problème rencontré [et ses symptômes]	Solutions possibles
Augmentation de la température [eau verte et trouble, prolifération d'algues]	<ul style="list-style-type: none"> - ajouter de l'eau fraîche - installer une lampe à UV - utiliser un produit de traitement (compatible faune/flore) Il est difficile d'y remédier car cela résulte souvent d'un défaut structurel.
Filtration inefficace [eau verte et trouble, prolifération d'algues]	reconsidérer le système de filtration.
Manque d'oxygène [eau verte et trouble, prolifération d'algues]	<ul style="list-style-type: none"> - faire fonctionner les jeux d'eau plus souvent - ajouter des plantes oxygénantes - ajouter un oxygénateur - installer une lampe à UV - utiliser un produit de traitement (compatible faune/flore)
Augmentation du taux de matière organique	<ul style="list-style-type: none"> - enlever/réguler le nombre de poissons - nettoyer le fond du bassin - vérifier les pratiques du client qui seraient en cause (par exemple, un nombre de poissons trop élevé pour le bassin)
Eutrophisation	<ul style="list-style-type: none"> - assainir le bassin (enlever les poissons, favoriser le développement de la végétation, etc.) - remplacer une partie de l'eau ou oxygéner l'eau du bassin
Excès d'éléments nutritifs [prolifération d'algues filamenteuses]	<ul style="list-style-type: none"> - assainir le bassin (enlever les poissons, favoriser le développement de la végétation, etc.) - remplacer une partie de l'eau ou oxygéner l'eau du bassin - plantation de végétaux consommant plus de phosphate (comme les renoncules d'eau) - ne plus nourrir les poissons - utiliser des produits empêchant le développement des spores des algues - retirer les algues régulièrement
Baisse du niveau de l'eau	C'est normal. Il suffit de veiller au remplissage. En revanche, si la baisse est trop importante, il peut s'agir d'une fuite : il faut alors contrôler le bassin et procéder aux réparations éventuelles nécessaires.
Présence d'une faune indésirable	Il n'y a pas de solution particulière, tout dépend de l'espèce (par exemple : les grenouilles ne sont pas protégées, on peut donc les retirer ; contre le héron, il est possible d'installer un faux héron, un filet, créer une zone protégée pour les poissons ; etc.) Il n'existe pas de solution efficace à 100 %.

Annexe 7 : Les différentes familles de plantes

Plantes héliophytes hautes

Désignation	Origine	Fleurissement	Intérêt	Profondeur de plantation	Illustration
<i>Miscanthus sinensis</i> Roseau de Chine	E	août sept	0	0,10 - 0,40m	
<i>Phalaris arundinacea picta</i> Roseau panaché, Baldingère	I	juillet août	Ep, 0	0,10 - 0,30m	
<i>Phragmites australis</i> Roseau commun	I	juillet août	Ep	0,10 - 0,50m	
<i>Ranunculus lingua</i> Renoncule langue *	I	juin août	0	0,20 - 0,60m	
<i>Scirpus lacustris</i> Joncs des tonneliers	I	juillet août	Ep, 0	0,10 - 0,60m	
<i>Scirpus tabernaemontani</i> 'zebrinu' Scirpe zébré	I	juillet août	Ep, 0	0,10 - 0,40m	
<i>Typha angustifolia</i> Massette **	I	juin juillet	Ep, 0	0,10 - 0,30m	

* Espèce protégées
** Espèce envahissante
C: Cultivar

E: Exotique
Ec: Ecologique
Ep: Epuration

I: Indigène
N: Naturalisé
0: Ornemental

Hydrophytes flottantes enracinées

Désignation	Origine	Fleurissement	Intérêt	Profondeur de plantation	Illustration
<i>Nymphaea alba</i> Nénuphar blanc	I	juin sept	0	0,60 - 2m	
<i>Nymphaea</i> 'Marliacea 'Chomatella' Nénuphar	E	juin sept	0	0,50 - 0,80m	
<i>Nymphaea</i> 'Marliacea' Rosea	E	juin sept	0	0,50 - 0,80m	
<i>Nymphoides peltata</i> Faux nénuphar*	E	juin sept	0	0,50 - 0,80m	
<i>Polygonum amphibium</i> Renouée amphibie	I	juillet août	0	0 - 2m	
<i>Potamogeton natans</i> Potamot nageant	I	-	Ec	0,60 - 2m	
<i>Ranunculus aquatilis</i> Renoncule aquatique	I	avril juillet	Ec, 0	0,10 - 0,60m	

* Espèce protégées

** Espèce envahissante

C: Cultivar

E: Exotique

Ec: Ecologique

Ep: Epuration

I: Indigène

N: Naturalisé

O: Ornemental

Hydrophytes immergées, libres ou fixées

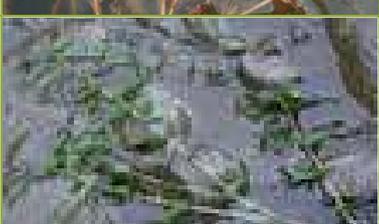
Désignation	Origine	Fleurissement	Intérêt	Profondeur de plantation	Illustration
<i>Ceratophyllum demersum</i>	I	juin sept	Ec, Ep	0,50 - 2m	
<i>Elodea canadensis</i> Elodée du Canada	N	juin juillet	Ec, Ep	0,30 - 2m	
<i>Utricularia vulgaris</i> Utriculaire commune	I	juin août	Ec, 0	0,20 - 1,50m	

* Espèce protégées
** Espèce envahissante
C: Cultivar

E: Exotique
Ec: Ecologique
Ep: Epuration

I: Indigène
N: Naturalisé
0: Ornemental

Hydrophytes immergées enracinées

Désignation	Origine	Fleurissement	Intérêt	Profondeur de plantation	Illustration
<i>Hottonia palustris</i> Hottonie des marais*	I	mai juillet	Ec, 0	0,20 - 0,60m	
<i>Myriophyllum aquacitum</i> Millefeuille**	I	mai sept	Ec	0,50 - 2m	
<i>Myriophyllum verticillatum</i> Millefeuille	I	juin juillet	Ec	0,50 - 2m	
<i>Potamogeton crispus</i> Potamot crépu	I	juin août	Ec	0,40 - 0,80m	
<i>Potamogeton perfoliatus</i> <i>Potamogeton perfolié</i>	I	juin sept	Ec, 0	0,40 - 1,50m	

* Espèce protégées
** Espèce envahissante
C: Cultivar

E: Exotique
Ec: Ecologique
Ep: Epuration

I: Indigène
N: Naturalisé
O: Ornemental

**Hélophytes d'accompagnement
(sont plantées hors eau et ornementales)**

Désignation	Origine	Fleurissement	Inté Profondeur de plantation	Illustration
<i>Aruncus sylvester</i> Barbe de bouc	I	juin août	0,60 - 2m	
<i>Gunnera manicata</i> Rhubarbe géante	E	juin juillet	0,50 - 0,80m	
<i>Inula dysenterica</i> Herbes aux mouches	E	juillet août	0,50 - 0,80m	
<i>Iris ensata</i> Iris du Japon *	E	mai juin	0,50 - 0,80m	
<i>Iris versicolor</i> Glaïeul bleu	I	mai juin	0,60 - 2m	
<i>Juncus effusus 'spiralis'</i> Jonc spiralé	I	juillet août	0,10 - 0,60m	
<i>Lychnis flos-cuculi</i> Fleur de coucou	I	mai juillet	0,60 - 2m	

Hélophytes d'accompagnement (sont plantées hors eau et ornementales)

Désignation	Origine	Fleurissement	Inté Profondeur de plantation	Illustration
<i>Lysimachia thyrsiflora</i> Lysimaque	E	juin juillet	0,60 - 0,70m	
<i>Lythrum salicaria</i> Salicaire commune	E	juin août	0,50 - 0,80m	
<i>Mentha aquatica</i> Menthe aquatique	E	juillet sept	0,50 - 0,80m	
<i>Mimulus luteus</i> Mimule jaune	I	mai août	0 - 2m	
<i>Petasites japonicum giganteum</i> Porophyllum rudérale	I	mars mai	0,60 - 2m	
<i>Polygonum bistorta</i> Bistorte, Couleuvrine	I	mai juillet	0,10 - 0,60m	

Hélophytes basses
(toutes sont ornementales)

Désignation	Origine	Fleurissement	Inté Profondeur de plantation	Illustration
<i>Acorus calamus</i> Acore	E	mai juin	-	
<i>Alisma plantago aquatica</i> Plantain d'eau	I	mai sept	0,10 - 0,20m	
<i>Butomus umbellatus</i> Jonc fleuri	I	mai août	0,10 - 0,20m	
<i>Caltha palustris</i> Souci d'eau	I	mars juin	0,10 - 0,20m	
<i>Carex elata</i> Laïche	I	avril juin	0,10 - 0,50m	
<i>Cyperus longus</i> Souchet odorant	I	juin sept	0,10 - 0,20m	
<i>Cyperus papyrus</i> Papyrus du Nil	E	juin sept	0,20 - 0,50m	

* Espèce protégées
** Espèce envahissante
C: Cultivar

E: Exotique
Ec: Ecologique
Ep: Epuration

I: Indigène
N: Naturalisé
O: Ornemental

Hélophytes basses (toutes sont ornementales)

Désignation	Origine	Fleurissement	Inté Profondeur de plantation	Illustration
<i>Equisetum hyemale</i> Prêle	I	avril mai	0,10 - 0,20m	
<i>Eriophorum angustifolium</i> Linaigrette	E	avril juin	0,10m	
<i>Hippuris vulgaris</i> Queue de cheval	I	juillet août	0,10 - 0,30m	
<i>Iris pseudacorus</i> Iris des marais	E	mai juin	0,10 - 0,50m	
<i>Oenanthe javanica</i> 'Flamingo' Oenanthe	I	juin août	0,10m	
<i>Sagittaria sagittifolia</i> Flèche d'eau	I	juin août	0,10 - 0,30m	
<i>Sparganium erectum</i> (<i>S. ramosum</i>) Ruban d'eau	I	juin août	0,10 - 0,20m	

* Espèce protégées
** Espèce envahissante
C: Cultivar

E: Exotique
Ec: Ecologique
Ep: Epuration

I: Indigène
N: Naturalisé
O: Ornemental

Annexe 8 : liste de plantes utilisables ou non en phyto-épuration

1. Domaine d'application

Cette annexe précise les plantes utilisables ou non pour le lagunage, ainsi que pour l'aspect décoratif des berges. Les listes de plantes proposées dans ce document ne peuvent en aucun cas être considérées comme exhaustives.

2. Critères de choix des plantes

2.1. Besoins nutritifs des plantes

2.1.1. Disponibilité en azote pour les plantes

Les baignades biologiques ne sont pas des systèmes apportant beaucoup de matière organique. Autrement dit l'azote total apporté reste faible, et la quantité d'azote minéral produit sera insuffisante pour des plantes ayant de forts besoins en azote. C'est le cas de la plupart des plantes herbacées.

2.1.2. Déséquilibre entre les éléments

Outre les besoins en azote, c'est aussi l'équilibre avec d'autres éléments qui est à prendre en compte, et notamment le ratio entre nitrates (NO_3^-) et phosphates (PO_4^{3-}). Dans les situations de faible teneur en matière organique, la disponibilité en phosphates est encore plus faible (compétition avec les besoins des microorganismes ?) et insuffisante pour les plantes.

2.2. Types de plantes

Dans le cas du lagunage, le dispositif prévoit de faire passer tout ou partie du débit total de la baignade par le système de filtration par les plantes.

Par conséquent, les plantes sont partiellement immergées, en fonction du type de lagunage choisi (hydroponique ou avec substrat).

2.2.1 Plantes hydrophytes

Plantes qui développent la totalité de leur appareil végétatif (système racinaire et tiges, feuilles, etc.) à l'intérieur du plan d'eau, ou au moins à la surface de celui-ci.

Elles ne peuvent être utilisées que dans un système de lagunage en hydroponie.

2.2.2. Plantes héliophytes

Plantes développant un appareil végétatif aérien et un système racinaire souterrain dans un milieu partiellement ou totalement immergé.

3. Listes de plantes à ne pas utiliser

3.1. Plantes déconseillées

Certaines plantes ayant des besoins nutritionnels élevés, elles ne disposent pas des conditions adéquates pour se développer correctement dans le lagunage. Par conséquent, l'usage des plantes du tableau ci-après est déconseillé.

Genre	Espèce
<i>Acorus</i>	
<i>Alismas</i>	
<i>Arundos</i>	
<i>Carex</i>	
<i>Cyperus</i>	<i>longus</i>
<i>Elodea</i>	
<i>Iris</i>	<i>pseudoacorus</i>
<i>Juncus</i>	
<i>Mentha</i>	
<i>Myriophyllum</i>	
<i>Nymphaea</i>	
<i>Phragmites</i>	
<i>Scirpus</i>	
<i>Thalia</i>	
<i>Typhas</i>	

3.2. Plantes interdites par la réglementation

Genre	Espèce	Commentaires
<i>Jussiaea</i>	<i>grandiflora</i>	Espèce invasive

4. Liste de plantes pouvant être utilisées pour le lagunage

Pour toutes les plantes autres que celles citées ci-avant, chaque constructeur est libre de choisir une gamme de plantes correspondant à l'environnement de la baignade et aux attentes du client. Les espèces suivantes sont des exemples d'espèces couramment utilisées : *Iris*, *Caltha*, *Lysimachia*, *Equisetum*, *Pseudacorus*, *Phalaris*, etc.

Edité par les Editions de Bionnay

SARL d'édition de presse au capital de 140 800 euros - RCS Lyon 401 325 436

Les Editions de Bionnay - route du Château de Bionnay - 69640 Lacenas

Gérant - Directeur de publication : Erick Roizard

Tél. 04 74 02 25 25 - Fax. 04 37 55 08 11 - E-mail : leseditionsdebionnay@orange.fr



Dépôt légal à parution - ISBN : 978-2-917465-23-3 - Imprimerie Chirat (42540).

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans la présente publication, faite sans autorisation de l'éditeur, est illicite et constitue une contrefaçon.

Seules sont autorisées les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, et les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (Loi du 11 Mai 1957 - articles 40 et 41 et Code pénal en son article 425).

L'UNEP étant titulaire des droits d'auteur, en aucun cas, les Editions de Bionnay ne pourraient être tenues pour responsables de toute omission d'une donnée ou d'une information, ou de toute erreur ou lacune dans les règles professionnelles.

