

Travaux

d'aménagement
et d'entretien
des constructions
paysagères

Règles professionnelles

Conception et réalisation de baignades
artificielles avec filtration biologique

N°: **C.C.9-R0** | Création : décembre 2017



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.

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

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)
 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

Dirk ESSER (AFBB)
 Grégoire JOST (AFBB)
 Vincent VALLEE (Unep)
 Cécile DUMAS (Unep)
 Pierre-Antoine THÉVENIN (Unep)

Comité de relecture

Cathy BIASS-MORIN (AITF)
 Mary BURBAUD (Unep)
 Fabrice CAILLUYER (AFBB)
 Patrick CHAROIN (architecte)
 Olivier DAMAS (Plante&Cité)
 Ariane DELILEZ (FFP)
 Marina DONDA (architecte)
 Christophe GONTHIER (Unep)
 Jean-Pierre GUENEAU (Hortis)
 Catherine LEJOLIVET (DGER)
 Monique MEUNIER (Unep)
 Julie SAVARY (Bureau d'étude)
 Régis TRIOLLET (DGER)



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.

Photo de couverture : Vert Déco / © Juliette Berny (www.julietteberny.com)

Une nomenclature spécifique a été retenue pour les règles professionnelles du paysage. Par exemple, le numéro des règles professionnelles « Travaux des sols, supports de plantation » 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 bâtiment / axe 4 - N : zones naturelles / axe 5 - S : sols sportifs). 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 (exemple : P.C.1-A1-R0).

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. Baignade artificielle	5
2.2. Baignade artificielle en système fermé	5
2.3. Baignade artificielle en système ouvert	5
2.4. Biofilm	5
2.5. Eau maintenue captive	5
2.6. Eau neuve	5
2.7. Eau recyclée	5
2.8. État/Niveau trophique	5
2.9. Filtration biologique	5
2.10. Filtration ex situ	5
2.11. Filtration in situ	5
2.12. Filtre biologique granulaire	5
2.13. Géomembrane	5
2.14. TH	6
2.15. TAC	6
2.16. Matière en suspension	6
2.17. Microorganismes aérobies	6
2.18. pH	6
2.19. Phytoplancton	6
2.20. Taux de filtration	6
2.21. Taux de renouvellement	6
2.22. Zone de baignade	6
2.23. Zone de régénération	6
2.24. Zooplancton	6
3. Description et prescriptions techniques	6
3.1. Principe de fonctionnement	6
3.1.1. Généralités	6
3.1.2. Rôle du phosphore	7
3.1.3. Élimination des pathogènes	8
3.1.4. Rôle des plantes	9
3.1.5. Algues et biofilms	9
3.2. Typologie des baignades	9
3.3. Éléments de conception et de gestion	13
3.3.1. Qualité de l'eau	13
3.3.1.1. Limitation des entrants	13
3.3.1.2. Eaux neuve	13
3.3.1.3. Filtration biologique	13
3.3.1.4. Ouvrages de reprises des eaux en surface	14
3.3.1.5. Les paramètres sanitaires	14
3.3.1.6. Les paramètres physico-chimiques	14
3.3.1.7. La présence des algues et cyanobactéries	14
3.3.1.8. Température / oxygénation	16
Point de contrôle contradictoire	16
3.3.2. Contexte juridique	17
3.3.3. Normes de construction - Documents techniques unifiés (DTU)	17
3.3.4. Assurances	17
Point de contrôle interne	17
3.3.5. Connaissance de bases pour le dimensionnement/conception	17
3.3.5.1. Esthétique du projet	17
3.3.5.2. Contraintes de site et études préalables	18
Point de contrôle interne	18
3.3.5.3. Connaissance de la ressource en eau	18
3.3.6. Fonctionnalités et contraintes d'usage	18
3.3.7. Sécurité	19

3.4. Étude de projet	19
3.4.1. Le bassin de baignade	19
3.4.2. Les ouvrages hydrauliques	20
3.4.3. Le système de filtration	20
3.4.4. Les ouvrages de génie-civil	21
3.4.5. Les plantations de végétaux	21
3.5. Travaux	22
3.5.1. Les études préalables	22
Point de contrôle interne	22
Point de contrôle contradictoire	22
3.5.2. Travaux préparatoires	22
3.5.3. Terrassement	22
Point de contrôle interne	22
Point de contrôle contradictoire	22
3.5.4. Gestion des eaux de ruissellement	22
Point de contrôle interne	22
3.5.5. Etanchéité	22
Point de contrôle interne	23
Point de contrôle contradictoire	23
3.5.6. Pose des réseaux	23
Point de contrôle contradictoire	23
3.5.7. Les installations électriques	23
3.5.8. Filtration	23
3.5.9. Plantation	23
Point de contrôle contradictoire	23
3.6. Tâches d'exploitation	23
3.6.1. Entretien général	23
3.6.2. Entretien spécifique	24
3.6.3. Analyses de contrôle	24
4. Définition des points de contrôle interne et des points de contrôle contradictoires	25
5. Bibliothèque de référence	26
Annexe 1 : questions-réponses	30
Annexe 2 : accessibilité et réglementation	30

1. Objet et domaine d'application

Sont concernées par ces règles professionnelles des **baignades artificielles en eaux captives, séparées des eaux de surface et des eaux souterraines, en système fermé, dont le traitement est assuré par une filtration biologique**, à l'exclusion de tout traitement biocide physique ou chimique.

Ces types de baignades se prêtent à des réalisations à usage privé et familial tout aussi bien qu'à des ouvrages publics ou privés à usage collectif. Ces derniers doivent être conçus et réalisés en accord avec les prescriptions du Code de la santé publique ; en cas de conflit entre le présent texte et le Code de la santé publique ou les documents du ministère de la santé, ces derniers s'appliquent.

Il est à noter que, au moment de l'élaboration de cette règle professionnelle, le décret et les arrêtés concernant les baignades artificielles n'ont pas encore été publiés.

Ne sont pas concernés :

- les piscines, pour lesquelles la qualité de l'eau est étroitement encadrée et surveillée, selon les articles D. 1332-1 et suivants du Code de la santé publique ;
- les bassins de baignade artificielle biologique avec filtration intensive dont l'eau peut être « désinfectée mais non désinfectante », selon les règles professionnelles de l'Unep n° C.C.10-R0 ;
- les bassins de baignade artificielle en système ouvert, selon la définition de l'Anses (anciennement Afsset) en 2009, dont le renouvellement de l'eau se fait exclusivement par de l'eau neuve non-recyclée ;
- les « eaux de baignade » dans le sens de l'article L. 1332-2 du Code de la santé publique, c'est-à-dire des baignades dans des eaux « libres », à savoir non-captives (des baignades en lacs, rivières...) aménagées ou non.

Ce guide ne se substitue pas à la conception assurée par un professionnel compétent. Les compétences requises pour assurer cette conception relèvent de l'hydraulique, de l'épuration et de la limnologie.

2. Définitions des termes

2.1. Baignade artificielle

Baignade dont l'eau a été captée et est maintenue captive à des fins de baignade.

2.2. Baignade artificielle en système fermé

Baignade artificielle dont l'eau d'alimentation est en tout ou en partie recyclée.

2.3. Baignade artificielle en système ouvert

Baignade artificielle dont l'alimentation se fait exclusivement par de l'eau neuve non recyclée.

2.4. Biofilm

Communauté de microorganismes qui se développent à la surface d'un support généralement en contact avec l'eau, sécrétant une matrice adhésive.

2.5. Eau maintenue captive

Eau séparée des eaux de surface ou des eaux souterraines par aménagement.

2.6. Eau neuve

Eau en provenance de l'extérieur de la baignade qui sert uniquement au remplissage initial de la baignade et pour compenser les pertes d'eau (par évapotranspiration, par les baigneurs...)

2.7. Eau recyclée

Eau prélevée dans la zone de baignade, traitée par filtration ex situ puis réinjectée dans la zone de baignade.

2.8. État/Niveau trophique

L'état trophique est la concentration en nutriments dans un milieu permettant le développement de producteurs primaires (végétaux chlorophylliens, phytoplancton...) Les niveaux trophiques les plus pauvres sont appelés oligotrophes. À l'opposé, les milieux saturés en éléments nutritifs sont appelés hypertrophes.

2.9. Filtration biologique

Traitement in situ et/ou ex situ visant à abattre la charge en azote, en phosphore, en matière organique dissoute et particulaire ainsi que des microorganismes pathogènes par filtration, métabolisation microbienne et éventuellement par exportation végétale (complexe substrat-microorganismes-plantes).

2.10. Filtration ex situ

Elle s'effectue en zones en eau plantées et/ou sur filtres biologiques granulaires, séparés physiquement de la zone de baignade, dans lesquels l'eau est injectée par pompage à partir de la zone de baignade, traitée puis réinjectée dans cette dernière.

2.11. Filtration in situ

Elle s'effectue dans la zone de baignade même et dans des zones en eau plantées contigües à la zone de baignade.

2.12. Filtre biologique granulaire

Filtre biologique constitué par un média filtrant sur lequel sont fixés des micro-organismes aérobies et à travers lequel on fait transiter les eaux à traiter. Les médias filtrants peuvent être constitués de minéraux d'une granulométrie plus ou moins fine (sables, gravillons...) ou d'autres matériaux inertes (matières plastiques généralement).

2.13. Géomembrane

Ensemble continu de bandes constituées en partie de polymères synthétiques ou naturels, soudées entre elles, de 1 mm d'épaisseur minimum. Selon les modèles, l'étanchéité est assurée par des polymères ou du bitume. Si l'épaisseur est inférieure à 1 mm, on parle de géofilm.

2.14. TH

Le TH (titre hydrotimétrique total en français, exprimé en degré français °f ou °fH) 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 (ou dureté carbonatée) et la dureté permanente ; sa valeur doit donc être égale ou supérieure à la dureté carbonatée. Elle correspond au Gesamthärte, GH en allemand, avec un degré allemand °dH = 1,786 °fH, et à l'équivalence de 1 ppm CaCO₃.

La valeur du TH peut être déterminée par des analyses en laboratoire avec des méthodes normalisées ou à l'aide de kits vendus entre autres par les fournisseurs de matériels de bassin (avec une approximation suffisante du résultat).

2.15. TAC

Le TAC (titre alcalimétrique complet en français, exprimé en degré français °f ou °fH) regroupe tous les sels liés à des carbonates, c'est-à-dire les carbonates de calcium et de magnésium, mais aussi des carbonates de sodium et de potassium. Il est égal à la dureté carbonatée de l'eau si le TH est supérieur au TAC, ce qui est généralement le cas dans les baignades. Si le TAC est supérieur au TH, la dureté carbonatée correspond au TH.

La dureté carbonatée (ou dureté temporaire) est exprimée directement par le KH (Karbonathärte en allemand, souvent exprimé en degré allemand °dH).

La valeur du TAC peut être déterminée par des analyses en laboratoire avec des méthodes normalisées ou à l'aide de kits vendus entre autres par les fournisseurs de matériels de bassin (avec une approximation suffisante du résultat).

Tableau 1. Paramètres de dureté			
Cations	Calcium + Magnesium		Sodium
Anions	Sulfates	Carbonates	
Paramètres	GH et TH		
		KH	
	TAC		

Il est à noter qu'un degré allemand correspond environ à 1,78 degré français

2.16. Matière en suspension

Matière non-dissoute dans l'eau. Se mesure en quantité de matière sèche retenue par une filtration très fine par un laboratoire, selon une méthode normalisée. Les matières en suspension ont une influence directe sur la turbidité. Celle-ci peut être mesurée par un disque de Secchi ou, pour des ERP, par des sondes de turbidité qui permettent notamment une lecture en ligne.

2.17. Microorganismes aérobies

Microorganismes nécessitant de l'oxygène pour vivre. Les microorganismes pouvant vivre dans des milieux dépourvus d'oxygène sont dits anaérobies.

2.18. pH

Le pH désigne la mesure d'une solution acido-basique contenant des ions hydrogène. La valeur du pH est donnée sans unité. Lors de l'entretien des bassins, la valeur du pH doit être contrôlée.

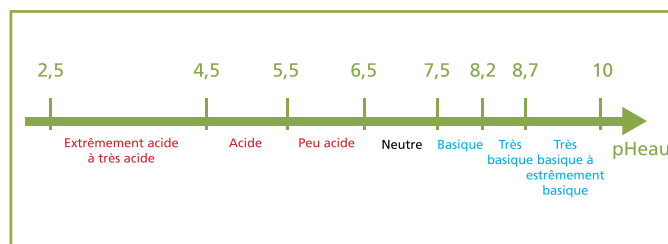


Figure 1 : Échelle de pH

2.19. Phytoplancton

Ensemble des organismes aquatiques chlorophylliens du plancton, les uns microscopiques, les autres parfois de plus grande taille.

2.20. Taux de filtration

Volume d'eau traité par jour par rapport au volume d'eau de la baignade, qu'il s'agisse de filtration in situ ou ex situ.

2.21. Taux de renouvellement

Volume d'eau neuve et recyclée apporté par jour par rapport au volume d'eau de la baignade.

2.22. Zone de baignade

Zone destinée à l'activité de baignade dans l'aménagement.

2.23. Zone de régénération

Zones et aménagements ayant pour fonction la filtration biologique de l'eau de baignade, c'est-à-dire toutes les surfaces en eau et filtres biologiques granulaires hormis la zone de baignade et les zones uniquement décoratives.

2.24. Zooplancton

Ensemble des espèces animales de taille microscopique faisant partie du plancton.

3. Description et prescriptions techniques

3.1. Principe de fonctionnement biologique

3.1.1. Généralités

La baignade à filtration biologique s'intègre dans le cycle biologique entre végétaux et micro-organismes : les végétaux (et certaines bactéries) synthétisent, à l'aide de l'énergie apporté par le rayonnement lumineux, de la matière organique à partir du dioxyde de carbone (CO₂), de l'eau (H₂O) et des éléments nutritifs (azote, phosphore, potassium et autres), tout en libérant de l'oxygène la journée. La matière organique végétale est, lorsqu'elle meurt, décomposée par des microorganismes aérobies qui la transforment à nouveau en CO₂ et H₂O en consommant de l'oxygène, libérant en même temps les éléments nutritifs qu'elle contient. C'est sur ce cycle biologique qu'est basée la vie sur terre. Le règne animal se greffe sur la partie haute de ce cycle, en produisant sa propre matière organique à partir de celle des plantes, car il ne peut pas synthétiser de

la matière organique à partir du CO_2 et du H_2O . En absence d'oxygène dans l'eau, les bactéries anaérobies se substituent aux bactéries aérobies, ce qui représente un risque car elles produisent des gaz toxiques et malodorants. La présence de bactéries anaérobies dans une baignade est le signe d'un dysfonctionnement grave.

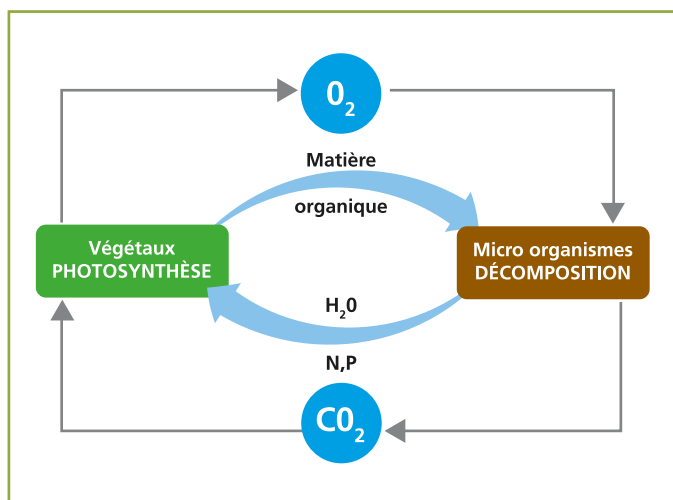


Figure 2 : Cycle biologique global

A la différence du cycle biologique global représenté ci-dessus (fig. 1), une baignade artificielle avec filtration biologique, comme tout plan d'eau, n'est pas un système fermé (malgré son appellation), mais un sous-système partiellement ouvert. Les gaz (O_2 , le dioxyde de carbone et aussi l'azote et le phosphore) s'échangent avec les gaz atmosphériques. La matière organique - et les éléments nutritifs qu'elle contient - est apportée de l'extérieur dans le système, par l'air (feuilles, pollen, poussières, etc.) par la pluie, éventuellement par des animaux ainsi que par les baigneurs. Des quantités plus ou moins importantes d'éléments nutritifs dissous entrent dans le système par l'apport des eaux neuves, utilisées non seulement pour le remplissage initial mais aussi pour compenser les pertes d'eau. Au final, sans intervention humaine, tout plan d'eau - et donc aussi toute baignade artificielle en système fermé - évolue progressivement et naturellement vers un système toujours plus riche en éléments nutritifs, matière organique, microorganismes et végétaux. On parle ainsi d'eutrophisation.

Or, afin de maintenir une eau translucide dans la baignade et de contenir une végétation qui peut devenir envahissante, il faut lutter contre cette eutrophisation progressive et maintenir l'eau de la baignade relativement pauvre en éléments nutritifs. En termes scientifiques (limnologiques), on doit viser à maintenir une eau oligotrophe ou tout au moins mésotrophe.

Toute stratégie de gestion d'une baignade avec filtration biologique doit donc viser à :

- limiter les apports de matière organique et des éléments nutritifs dans le système ;
- exporter de la matière organique et des éléments nutritifs du système.

3.1.2. Rôle du phosphore

En pratique, le niveau trophique d'une baignade artificielle se définit et se contrôle par sa concentration en phosphore, et cela pour plusieurs raisons :

- contrairement à la matière organique et à l'azote, le phosphore ne peut pas être transformé par l'action bactérienne en phase gazeuse, il doit être forcément sorti du système sous forme solide ;

- contrairement aussi à la matière organique et à l'azote, le phosphore ne peut pas être généré par l'activité biologique au sein de la baignade à partir des éléments gazeux ;
- les autres éléments nutritifs présents dans l'eau sont généralement surabondants par rapport aux besoins du cycle de vie aquatique.

C'est donc en limitant les apports de phosphore - et de la matière organique qui le contient - et en réexportant le phosphore sous ses différentes formes qu'on gère le niveau trophique de la baignade, ce qui permet de garder une eau transparente et de limiter le développement des algues et d'autres végétaux.

Le tableau ci-dessous montre les différents niveaux trophiques dans des milieux aquatiques « fermés » (plans d'eau, lacs, baignades à filtration biologique, etc.) et leur relation avec les concentrations en phosphore et leur transparence.

Tableau 2. État trophique et concentration en phosphore des eaux de milieu lacustre (source : Pellerin & al., 2011).

	P total ($\mu\text{g.l}^{-1}$)	Chlorophylle en suspension ($\mu\text{g.l}^{-1}$)	Transparence (m)
Oligotrophe	< 10	< 3.5	> 4
Mésotrophe	10 - 30	3,5 - 9	2 - 4
Eutrophe	30 - 100	9 - 25	1 - 2
Hypertrophe	> 100	> 25	< 1

La limitation des apports en phosphore se fait notamment :

- par l'environnement, en évitant les apports par l'eau (eaux de ruissellement, eaux de remplissage...) par l'air (feuilles, pollen, poussière...) et par des animaux (par des canards par exemple)
- par les plantations, en évitant le contact de l'eau de baignade avec de la terre végétale et des engrais minéraux organiques ;
- par les baigneurs, en instaurant des mesures préventives comme systématiser l'usage de la douche avant la baignade ;
- par l'eau de remplissage qui peut être chargée en phosphore et doit, le cas échéant, être traitée.

Puisque le phosphore ne peut pas sortir de la baignade sous forme de gaz, et qu'on souhaite éviter de changer régulièrement l'eau de la baignade qui s'est enrichie en phosphore, les apports inévitables du phosphore doivent être réexportés de la baignade sous une forme solide. En fonction des types de baignade à filtration biologique et des conceptions, ceci peut se faire de différentes façons, comme le montre le tableau page suivante.

Tableau 3. Voies d'exportation du phosphore dans une baignade à filtration biologique.	
Fixation sous forme solide	Sorties
Flottants (avant dégradation de la MO...)	Skimmer, Ecumoières (→ tout le P qui peut être sortie avant qu'il rentre vraiment...)
Sédimentation (avec de la MO, du carbonate de calcium...)	Nettoyage manuel (après stockage en profondeur), nettoyage automatique (robots...)
Assimilation par les plantes (0,25% de la MS) - subaquatiques surtout (Myriophyllum, Potamogeton...)	Récolte des plantes
Assimilation par le biofilm bactérien (0,5% de la MS)	Récolte du biofilm
Assimilation sur des matériaux spécifiques - Calcaires - FeOH	Changement du massif filtrant

MO : matière organique / MS : matière sèche
Hydroxyde de fer : FeOH / Tout le P : tout le phosphore

Rappelons également que, une fois sous forme solide, le phosphore ne contribue pas à l'eutrophisation même s'il reste dans la baignade, à condition qu'il ne soit pas résorbable (par exemple par la minéralisation des plantes ou du biofilm). Les algues et autres végétaux n'assimilent le phosphore que sous forme de phosphore minéral (appelé ortho-phosphate) dissout. Les orthophosphates (généralement désignés par la formule PO_4^{3-} et parfois H_2PO_3 sous sa forme acide) sont la forme minérale du phosphore, ils sont dissouts et facilement bioassimilables. Les orthophosphates ne constituent généralement seulement qu'une petite partie du phosphore dans la baignade, car la plus grande partie du phosphore est présente sous forme organique (vivante ou détritus) justement après son assimilation par des bactéries, algues et plantes.

3.1.3. Élimination des pathogènes

L'élimination des pathogènes (bactéries, virus) s'effectue par filtration biologique in situ, et/ou ex situ.

Dans des cas de baignades faiblement fréquentées, comme des baignades privées à usage familial ou de grands volumes d'eau par rapport à la fréquentation, une filtration biologique in situ peut suffire pour maintenir une bonne qualité hygiénique de l'eau.

Cependant, les recommandations de l'Anses (anciennement Afset) en 2009, qui seront vraisemblablement reprises dans les réglementations à venir, exigent pour des baignades artificielles ouvertes au public, un renouvellement de l'eau en 12 heures, soit ;
- pour des « baignades artificielles à système ouvert » par de l'apport de l'eau neuve ;

- pour des « baignades à artificielles à système fermé » (avec filtration biologique) par de l'eau recyclée, traitée, par définition, ex situ.

Nota : Dans le cas de « baignades artificielles à système ouvert », le renouvellement de l'eau s'effectue uniquement par apport d'eau neuve. Si le renouvellement s'effectue en partie par de l'eau recyclée, il s'agit par définition d'une « baignade à système fermé ».

La filtration in situ s'effectue par le zooplancton, notamment par des Rotifera (rotifères), des Copepoda (copépodes) et des Cladocera (cladocères, daphnies). Elle dépend donc de la densité (ou plus simplement du nombre) de la population de ce zooplancton, et du volume filtré par individu. Ce dernier dépend de la disponibilité de la nourriture, dans un milieu oligotrophe à mésotrophe comme doit l'être celui d'une baignade à filtration biologique. Les volumes filtrés par individu se situent dans la fourchette haute, entre les valeurs moyennes et maximales trouvées dans la littérature. En revanche la densité de la population du zooplancton dans des baignades à filtration biologique est variable et son développement n'est pas exactement prévisible. Elle est favorisée par la présence de zones d'ombrages et de plantes ; elle est défavorisée par des températures et des taux de renouvellement de l'eau élevés. L'efficacité de la filtration in situ par le zooplancton dépend donc surtout de la densité des espèces filtrantes.

Le tableau 4 montre que pour une population moyenne de zooplancton, un volume d'eau est filtré une ou deux fois par jour (en supposant des volumes filtrés par 1000 individus se situant entre les valeurs moyennes et maximales de la littérature). Par contre, compte tenu de la faible quantité d'individus de zooplancton comptés dans certaines baignades, BRUNS et WUNDERLICH (2010) proposent de ne retenir, pour le calcul du taux de filtration in situ des baignades biologiques publiques, que 0,04 par jour. En effet, à 90 % des mesures effectuées, le taux de filtration était supérieur à cette valeur. Des taux de renouvellement supérieurs ne devraient être retenus si un suivi de la population du zooplancton est réalisé.

En ce qui concerne la filtration biologique ex situ, un abattement efficace des germes pathogènes nécessite des filtres biologiques granulaires à écoulement lent avec un support filtrant relativement fin. Le taux d'abattement par passage dans le filtre est fonction du type de filtre (saturé ou non saturé), de la profondeur du filtre, de sa charge hydraulique ainsi que de la granulométrie du support filtrant. Ainsi :

- un filtre immergé, constitué de sables moyens de 1 m d'épaisseur, élimine entre 96 et 99 % des bactéries et virus avec une charge hydraulique journalière de 2 m/jour, comme l'ont démontré GRUNERTL et al. (2009) ;
- un filtre de 1,2 m de matériaux granulaire fin librement

Tableau 4. Volume filtré par type de zooplancton selon la littérature, et nombre d'individus relevés dans 13 baignades biologiques en Allemagne, ainsi que le taux de filtration (m3/m3) correspondant (d'après Eydelor et Spieker, 2010).						
Type de Zooplancton	Vol filtré L/j par 1000 Indiv		Nombre d'individus/m3 (échantillon)			Taux filt. 1/j
	Max	Moy	Min	Max	Moy saison	Moy
Rotifera	17,0	8,5	0	377389	19039	0,16
Copepoda	129,6	64,8	21	146369	8589	0,56
Cladocera	66,5	33,3	0	87898	7274	0,24
TOTAL			42	454729	34902	1,0

drainé, chargé avec une lame d'eau de 12 m/jour, a réduit les concentrations en *E. coli* de plus de 99 % et 97 % des phages (virus), lors d'essais en laboratoire (KUNST, 2007) ;

- un filtre librement drainé de 98 cm d'épaisseur abat plus que 90 % de *E. coli* jusqu'à une charge hydraulique de 12 m/jour, comme l'ont montré en laboratoire SCHOLZ et FREHSE (2004).

Dans le cas d'un traitement ex situ, il est important que tout le volume d'eau de la zone de baignade soit uniformément renouvelé par l'eau recyclée et traitée et ainsi qu'il n'y ait pas de zones mortes hydrauliquement parlant.

En plus de la filtration biologique, d'autres phénomènes physiques comme la sédimentation et le rayonnement en UV-A naturel contribuent à l'abattement des germes pathogènes.

Bien que selon la littérature scientifique certaines plantes disposent de propriétés fongicides et bactéricides, elles n'ont pas, dans la conception des baignades biologiques, de rôle dans l'élimination des pathogènes.

3.1.4. Rôle des plantes

Les plantes assimilent les éléments nutritifs dissous dans l'eau et permettent ainsi d'extraire les nutriments du système lorsqu'elles sont coupées ou fauchées. Elles concurrencent aussi les algues (phytoplancton et algues filamenteuses) pour l'assimilation des éléments nutritifs facilement biodisponibles. Certaines plantes subaquatiques telles que des *Myriophylles* et des *Potamogetons* sont particulièrement efficaces pour limiter la croissance algale car, comme les algues, elles assimilent les nutriments dissous directement dans l'eau, et cela très rapidement à travers leurs feuilles. Certaines plantes dégagent aussi des substances ayant un effet inhibiteur de la croissance algale.

- La production de biomasse fauchable peut atteindre, pour certaines espèces émergentes et subaquatiques, 1 à 2 kg de matière sèche par mètre carré et par an ;
- cela correspond à une exportation de phosphore de 2,5 à 8 g par mètre carré et par an.
- Sachant que l'apport d'un baigneur est de l'ordre de quelques dizaines de milligrammes chaque fois qu'il profite de la baignade.

Des plantes émergentes apportent aussi de l'ombrage, ce qui limite également la croissance des algues, et notamment des algues filamenteuses. Elles favorisent entre autres la sédimentation et peuvent stabiliser les sédiments, notamment sur les berges de la baignade.

L'activité photosynthétique des plantes subaquatiques (comme celle des algues) augmente les concentrations d'oxygène dissous dans l'eau, nécessaire à l'activité bactériologique. Les plantes aquatiques émergentes transportent de l'oxygène atmosphérique dans leur zone racinaire via leur aérénchymes (cellules de transport à l'intérieur des tiges) ce qui stimule l'activité des bactéries aérobies dans cette zone.

D'autres plantes, tels que les nénuphars, ont un rôle plutôt ornemental. Enfin, les zones plantées constituent un biotope qui favorise le développement du zooplancton.

Les fonctions des plantes peuvent être remplacées par des filtres externes mais ces fonctions doivent absolument être assurées, quel que soit le moyen. Elles permettent de rééquilibrer l'écosystème.

3.1.5. Algues et biofilms

Les algues et le biofilm sont d'autres éléments de l'écosystème « baignade artificielle avec filtration biologique ».

Des algues se développent dans toute eau non-stérile soumise au rayonnement solaire, et donc dans toute baignade (hormis les piscines lorsque l'eau est désinfectante). Elles existent sous forme de phytoplancton, en suspension libre dans l'eau, ou attachées sur un support sous forme d'algues filamenteuses ou diatomées. Il existe des formes intermédiaires multiples. Les types prédominants et leur quantité dépend du type de baignade biologique (voir chapitre suivant), de son traitement de l'eau et de la quantité du phosphore disponible dans la baignade. Les algues filamenteuses peuvent absorber le phosphore si efficacement qu'aucune trace de phosphore dissous ne peut être détectée dans l'eau. Un développement excessif des algues peut réduire le plaisir de la baignade et inhiber le développement des plantes désirées.

Les cyanobactéries, parfois également appelés « algues vertes » ou « algues bleu-vert », peuvent avoir des colorations allant du vert au bleu, en passant par le rouge et le violet. Leur présence est indésirable car certaines espèces produisent des toxines qui se libèrent lors de leur décomposition, et qui peuvent, à partir de certaines concentrations, présenter un risque pour la santé humaine. Certaines espèces de cyanobactéries peuvent fixer l'azote gazeux atmosphérique pour synthétiser leurs protéines, ce qui les rend particulièrement compétitives dans des eaux pauvres en azote dissous (azote ammoniacal et nitrates) mais riches en phosphore.

En ce qui concerne le biofilm, il se développe sur toutes les surfaces humides ou sous l'eau. Il peut être visible ou invisible. Dans les filtres biologiques granulaires, et plus généralement dans les zones de régénération, le biofilm est indispensable car il assure le traitement de l'eau. Le contact des surfaces avec de l'eau en mouvement rapide favorise le développement du biofilm. Dans la zone de baignade, le biofilm peut former des zones glissantes, notamment sur des surfaces lisses telles que les géomembranes.

3.2. Typologie des baignades

Sur le plan international, une typologie de classement des baignades biologiques a été développée. Celle-ci permet de classer les baignades selon une échelle qui va d'une baignade à aspect très naturel sans technique et sans pompes, avec une filtration in situ uniquement (classe I), à une baignade ressemblant à une piscine, dotée d'une filtration ex situ avec des filtres biologiques, à média spécifiques, ou complétée par d'autres filtres à média spécifiques, parfois sans plantes, et souvent à fort taux de renouvellement de l'eau (classe V).

Tableau 5 : description des différents types de baignades biologiques.

Type	Descriptif	Filtration	Filtre biologique granulaire	% zone de régénération par rapport à la surface totale (à titre indicatif)
I	Absence de pompes et filtration in situ uniquement	In situ uniquement	non	> 50 %
II	Ecumoires de surface (skimmers) seulement et filtration in situ uniquement	In situ uniquement	non	> 50 %
III	Ecumoires de surface + circulation active de l'eau entre zone de baignade et zone de régénération (de type zone plantée et/ou filtre biologique granulaire à écoulement lent)	In situ / Ex situ	non/oui	> 30 %
IV	Ecumoires de surface + filtration biologique granulaire à écoulement rapide	In situ / Ex situ majoritaire	oui	> 20 %
V	Ecumoires de surface + filtration biologique en unité technique externe	In situ / Ex situ majoritaire	oui	Selon système

Une baignade à filtration biologique de type I ou II dispose de vastes zones de régénération plantées et profondes (1 à 2 m de profondeur) permettant d'accueillir des plantes subaquatiques qui assimilent le phosphore, produisent de l'oxygène et donnent un habitat favorisant le développement du zooplancton qui renouvelle l'eau par une filtration in situ, permettant ainsi une clarification de l'eau et son hygiénisation. La majeure partie de la zone de baignade est également suffisamment profonde pour permettre l'accumulation des sédiments au fond sans que ceux-ci soient remis en suspension par les baigneurs. De telles baignades nécessitent des surfaces relativement importantes, mais peu d'entretien, qui se limite à la coupe des végétaux (et leur exportation du système) et un enlèvement périodique des sédiments (généralement au début et en fin de saison). En outre, elles ne consomment pas d'électricité. L'eau y est généralement mésotrophe à légèrement eutrophe. La plupart du temps l'eau est parfaitement limpide, mais il y a des périodes de turbidité, notamment au printemps, dues à un décalage entre le développement du phytoplancton et du zooplancton qui le filtre. Cet état est le plus proche possible d'un écosystème naturel.

Une baignade à filtration biologique de type IV ou V dispose de zones de régénération réduites, et les plantations sont souvent absentes ou ont un rôle uniquement décoratif. La population de zooplancton est peu nombreuse. La décomposition de la matière organique s'effectue principalement par une filtration biologique ex situ, complétée généralement par des filtres spécifiques permettant une adsorption du phosphore. Les sédiments sont très régulièrement enlevés de la zone de baignade par des aspirateurs, souvent par des robots conçus spécifiquement pour des baignades à filtration biologique. De telles baignades nécessitent des surfaces relativement peu importantes, mais nécessitent plus d'entretien : outre le nettoyage régulier de la zone baignade, selon le procédé, les filtres doivent être rétro-lavés et/ou le média filtrant doit être régulièrement changé. La consommation d'électricité peut être plus au moins importante et dépend surtout du taux de renouvellement de l'eau. L'eau est obligatoirement oligotrophe et toujours parfaitement limpide, mais un développement excessif d'algues filamenteuses peut parfois poser problème.

Les baignades de type III peuvent garder l'aspect naturel des baignades de type I et de type II, avec une végétation relativement riche, mais sont conçues pour améliorer le traitement, fiabiliser la qualité de l'eau et réduire la surface des zones de régénération par des moyens techniques. L'eau est oligotrophe à mésotrophe. Ce type de baignade est le plus difficile à réussir techniquement, car l'eau mise en circulation favorise la croissance du biofilm et des algues filamenteuses sur les surfaces avec lesquelles elle est en contact. En cas de présence d'un filtre biologique granulaire, une attention particulière doit être portée au fait que le filtre transforme le phosphore organique, non-biodisponible, en orthophosphates (phosphore minéral dissous) biodisponible, facilement assimilable par les végétaux, algues et biofilm. On doit donc veiller à ce que le retour du filtre se fasse dans une zone de traitement permettant une adsorption rapide de ces orthophosphates (filtres spécifiques ou zones profondes plantées de végétaux subaquatiques).

Chaque type de baignade peut aboutir à de très belles réalisations. Une catégorie n'est pas meilleure qu'une autre, chacune répond à des besoins spécifiques. Le client doit pouvoir choisir sa baignade en connaissance de cause, avec ses avantages et ses inconvénients.

Puisque la recommandation de l'Anses (anciennement Afsset) en 2009 en France exige que l'eau des baignades ouvertes au public soit renouvelée en 12 heures minimum par des eaux traitées par une filtration biologique ex situ, en France les baignades ouvertes au public sont obligatoirement de type III à IV. Les types I et II sont réservés à un usage privatif et familial. Il est à noter que, compte tenu de la réglementation française, des baignades ouvertes au public doivent impérativement intégrer des filtres biologiques granulaires à écoulement lent, les seuls à permettre, en l'état actuel des connaissances, un abatement important des pathogènes (voir chapitre 3.4.3).

Photo 1. Baignade de type 2
(photo Udo Schwarzer - Biopiscinas - Portugal)



Cette baignade ne présente pas de filtre ou de recirculation active de l'eau. Les eaux de surface sont reprises par skimmer (non visible sur la photo). Une zone importante de plantes subaquatiques, bien visibles sur la photo, traduit un type 2 : cette zone est nécessaire pour traiter l'eau et absorber le phosphore.

Photo 2. Baignade de type 3
(GC-ST Chaffrey - 2014)



Cette baignade publique utilise un filtre immergé à percolation lente assurant le traitement de l'eau. Cette dernière est injectée et/ou reprise par pompage (non visible sur la photo) et traverse le filtre.

Photo 3. Baignade de type 4
(Procédé Bioteich, Conception Víctor, Photographe Vision 360)



Les baignades de type 4 sont caractérisées par une surface de filtration réduite, bien visible ici, grâce à l'utilisation d'un filtre granulaire à écoulement rapide.

Photo 4. Baignade de type 5
(www.bio.top - www.freiraum.cc)



Le filtre biologique compact sans plante externe (dissimulé sous le platelage) permet d'identifier une baignade de type 5. Le phosphore est retenu par un filtre à cartouche spécifique (également dissimulé).

3.3. Éléments de conception et de gestion

3.3.1. Qualité de l'eau

3.3.1.1. Limitation des intrants

Afin de maintenir la qualité de l'eau dans la baignade, les dispositions constructives et d'exploitation doivent être mises en œuvre pour limiter au maximum les intrants :

- collecter les eaux de ruissellement autour du bassin pour éviter qu'elles n'y ruissellent ;
- séparer le bassin de son environnement (contact du gazon des berges avec l'eau à éviter par exemple) ;
- utiliser des douches avant de se baigner ;
- éviter d'introduire des animaux domestiques et des poissons ;
- éloigner les oiseaux d'eau (canards, cygnes, etc.) ;
- éviter l'apport de feuilles mortes (éventuellement par la pose d'un filet de protection en automne).

3.3.1.2. Eaux neuves

Les eaux neuves peuvent provenir du réseau d'eau potable ou de sources naturelles, comme un forage dans une nappe phréatique ou une source par exemple. Dans ce dernier cas, l'entrepreneur du paysage doit procéder à une analyse de l'eau par un laboratoire agréé qui rendra un avis sur la conformité des caractéristiques du liquide par rapport aux exigences de l'Anses (anciennement l'Afsset dans une publication de 2009, *Risques sanitaires liés aux baignades artificielles. Avis et rapport d'expertise collective, avec pour l'eau de remplissage, Escherichia coli moins de 100 UFC/100 ml et les entérocoques : 40 UFC/100 ml*) et, pour des baignades publiques, à la réglementation en vigueur.

Quelle que soit l'origine de l'eau neuve, y compris lorsqu'il s'agit d'eau potable, une analyse du phosphore sera nécessaire pour concevoir la baignade et ultérieurement pour s'assurer de son bon fonctionnement.

Il est rappelé que la concentration en phosphore facilement assimilable (Orthophosphates) dans l'eau de baignade conditionne la production algale, sous forme suspendue ou filamenteuse. De ce fait, il convient de limiter au maximum les apports de phosphore avec les eaux neuves.

Les limites de qualité physico-chimiques des eaux neuves recommandées par l'IOB (International Organization for natural Bathing waters), sont indiquées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 6. : Limites de qualité physico-chimique des eaux neuves recommandées par l'IOB.

pH	Conductivité	TAC	TH	Concentration totale en phosphore
6 - 9	< 1000 µS/cm	> 10 °f	> 10 °f	< 0,02 mg/L

La réglementation française relative aux baignades ouvertes au public fixe une limite maximum de 0,03 mg/L de phosphore total pour les eaux de remplissage dans son travail de réglementation (Avis du 30 mai 2016 révisé le 23 janvier 2017 de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif à un projet de décret et trois projets d'arrêtés relatifs à la gestion de la qualité des eaux de baignade artificielle). Certaines baignades à faible renouvellement de l'eau et à grande stabilité biologique peuvent fonctionner avec des concentrations en phosphore plus importantes.

L'apport d'eau neuve compense les pertes d'eau par évaporation et l'activité de baignade. Il ne compense pas un traitement insuffisant de l'eau recyclée. Dans certains cas de figure exceptionnels, une eau neuve froide peut rafraîchir une eau devenue excessivement chaude.

3.3.1.3. Filtration biologique

La filtration biologique de l'eau s'effectue in situ et/ou ex situ (voir définitions partie 2). Elle peut être assurée par le zooplancton et/ou par les zones en eau plantées, de plantes subaquatiques notamment, et/ou par des filtres biologiques granulaires (voir définition 2.12).

Elle vise à dégrader de la matière organique et à capter des nutriments, notamment le phosphore, et à réguler les populations de microorganismes, notamment pathogènes, par des stratégies naturelles de prédation et de concurrence trophique, en mettant en œuvre de façon artificielle un écosystème naturel complexe (selon Affset, 2009).

Les filtres granulaires peuvent être plantés ou non, librement drainés ou maintenus en saturation. Dans ce dernier cas, ils peuvent être à flux descendant ou ascendant. Les microorganismes aérobies fixés au sein des filtres décomposent la matière organique et adsorbent, en phase de croissance, les nutriments (azote et phosphore), libérés lors de cette décomposition. Ils peuvent aussi avoir un effet significatif sur l'abattement des germes pathogènes. L'alimentation des filtres biologiques granulaires saturés ne doit pas être interrompue afin de continuer d'apporter de l'oxygène dissous dans l'eau pour rester en aérobie.

Les filtres granulaires peuvent être composés de minéraux d'une granulométrie plus au moins fine (sables, gravillons...) ou d'autres matériaux inertes (matières plastiques généralement).

Photo 5. Filtre biologique non saturée, librement drainé, alimenté par aspersion (Polyplan, ALL).



La filtration biologique in situ s'effectue de différentes manières.

- Par la prédation du zooplancton, qui se nourrit des algues et des bactéries suspendues dans l'eau. Le zooplancton contribue ainsi à la clarification et à l'hygiénisation de la zone de baignade. Les bactéries pathogènes et les virus peuvent ainsi être éliminés au lieu même de la contamination et/ou de l'émergence.
- Par des métabolismes bactériens, notamment au sein du biofilm, qui réduisent la charge organique et azotée.
- Par la sédimentation des matières en suspension, organiques et minérales.
- Par l'assimilation des nutriments, et notamment du phosphore, par des plantes et notamment par des plantes subaquatiques immergées.

Pour les zones de régénération en eau plantées ex-situ, les mécanismes sont les mêmes que lors de la filtration in situ. La présence de filtres biologiques granulaires permet d'augmenter l'efficacité de la filtration biologique, non seulement pour la décomposition de la matière organique mais aussi pour l'hygiénisation : en effet, lors d'un seul passage à travers un filtre biologique granulaire à écoulement lent bien conçu, il est possible d'éliminer plus de 90 % des pathogènes (voir chapitre 3.1.3). L'abattement des pathogènes est fonction du type de filtre (saturé ou non saturé), de la profondeur du filtre, de sa charge hydraulique ainsi que de la granulométrie du média filtrant. Ainsi, des matériaux grossiers ou plastiques sont relativement inefficaces sur l'élimination des pathogènes (mais il reste efficace pour la dégradation de la matière organique). En plus de leur rôle de support de microorganismes pour la filtration biologique, certains médias filtrants peuvent avoir des qualités physiques ou chimiques qui leur permettent de fixer des substances dissoutes dans l'eau, et notamment l'azote et/ou le phosphore. Cet effet peut alors renforcer ou compléter la filtration biologique. Dans certains cas, le traitement ex situ par filtres granulaires biologiques peut être complété par des unités de traitements physico-chimiques distinctes en vue de fixer les phosphates. Ces traitements ne peuvent être que complémentaires d'une filtration biologique, car ils ne dégradent pas la matière organique et les eaux issues de ces filtres physicochimiques peuvent être relativement chargées en pathogènes.

Tableau 7. Abattement de E. Coli par un filtre biologique granulaire librement drainé en laboratoire, en fonction de la charge hydraulique, de la hauteur de filtration et des concentrations en entrée

Hauteur du filtre (m)	Charge hydraulique (m ³ /m ² /j)	Concentrations en E.coli (NPP/100mL)	Abattement en %
1,7	6	100	100
1,7	12	2000	99,9
1,2	12	500	99,3
1,2	12	2000	99,4
1,2	24	500	99,4
1,2	24	2000	99,2
0,8	12	500	98
0,8	12	2000	97,7

Source : Kunst, Université d'Hanovre, 2007 ; avec l'aimable autorisation de POLYPLAN www.polyplan-umwelt.de.

3.3.1.4. Ouvrages de reprises des eaux en surface

Pour les baignades de type II, la reprise des eaux se fait uniquement en surface, généralement par des skimmers (ou écumoirs). Pour les autres types, au moins 50% de l'eau doit être reprise en surface. Cette reprise peut être assurée par un ou plusieurs skimmers ou par une lame débordante.

En aval, un tamisage doit être effectué pour retenir les flottants.

Un skimmer peut fonctionner avec un niveau d'eau de baignade variable, alors qu'une lame de débordement, qui doit être parfaitement horizontale, ne tolère pas de variation du niveau d'eau et nécessite donc une chambre de compensation.

Les skimmers doivent être aménagés afin de ne pas devenir des pièges pour les batraciens. Il convient de placer les skimmers dans le sens des vents dominants et éviter que les ouvrages de reprises soient obstrués par des plantes. Un accès facile doit permettre d'assurer un entretien régulier.

3.3.1.5. Les paramètres sanitaires

En ce qui concerne les baignades ouvertes au public, la qualité sanitaire et la fréquence de son contrôle doivent être conformes à la réglementation. En l'absence de décret, il est conseillé de se référer aux données de l'Anses (Affset, 2009) et aux circulaires de la direction générale de la santé.

Il n'existe pas d'obligation en matière de qualité sanitaire et de fréquence de son contrôle pour les baignades à usage privé. La fréquence des analyses à effectuer est à l'appréciation du propriétaire, entre autres en fonction de la fréquentation de la baignade.

3.3.1.6. Les paramètres physico-chimiques de l'eau de baignade

L'équilibre biologique de la baignade requiert des valeurs spécifiques des paramètres physico-chimiques de l'eau.

L'IOB (International Organization for natural Bathing waters) recommande de se conformer aux limites de qualité suivantes.

Tableau 8. : Limites de qualité des paramètres physico-chimique des eaux de baignade recommandées par l'IOB.

pH	6 - 8,5 (exceptionnellement 9)
TAC	> 10°f
TH	> 10°f
Concentration en phosphore totale (PT)	< 0,01 mg/L (< 0,03 mg/L pour des baignades de type I à III)
Concentration totale en nitrates (NO ₃)	< 30,0 mg/L
Concentration totale en ammonium (NH ₄)	< 0,3 mg/L
Conductivité (à 20 °C)	entre 200 et 1500 µS/cm

Pour les baignades ouvertes au public, il faut également respecter la réglementation en vigueur.

3.3.1.7. La présence des algues et cyanobactéries

Les algues sont des plantes. Elles sont soit de type « phytoplancton », qui consiste d'algues vertes microscopiques suspendues dans l'eau soit de type « algues filamenteuses », qui sont de couleur vert ou brunâtre et, comme leur nom indique, d'aspect filamenteux et qui s'accrochent à toute forme de support, notamment les parois et les fond de la baignade. Des fortes concentrations de phytoplancton contribuent à la turbidité de l'eau alors que les algues filamenteuses posent souvent un problème plutôt esthétique. Néanmoins, lorsqu'elles deviennent trop envahissantes elles peuvent poser des problèmes de sécurité dans les zones de baignade à faible profondeur et étouffer la végétation aquatique désirable.

Photo 6. Développement d'algues filamenteuses dans une baignade à filtration biologique granulaire (photo de V. Vallée).



Photo 7. Développement de phytoplancton dans une baignade artificielle eutrophe sans filtres biologiques (photo de D. Esser)



Le développement algal est fonction de la disponibilité d'éléments nutritifs dans l'eau, et notamment des orthophosphates, ainsi que de l'ensoleillement.

Le développement du phytoplancton est entre autres contrôlé par la filtration biologique in situ et ex situ. Les filtres biologiques granulaires bien conçus (ayant une granulométrie et une vitesse de filtration adaptées) retiennent et décomposent le phytoplancton très efficacement. C'est pour ces raisons que les systèmes de baignade de type IV et V peuvent garantir de l'eau « cristalline » toute l'année, si le taux de renouvellement de l'eau est suffisamment fort.

Il en est tout autrement pour les algues filamenteuses, dont la croissance est favorisée par de faibles concentrations de phytoplancton (absence de concurrence pour les éléments nutritifs, absence de turbidité) et surtout par la quantité d'orthophosphates disponible. Celle-ci n'est pas seulement fonction de leur concentration dans l'eau, mais également du volume d'eau en contact avec les algues. Puisque les algues filamenteuses sont sédentaires, le volume d'eau avec lequel elles entrent en contact augmente avec le taux de renouvellement de l'eau. De plus, les algues filamenteuses peuvent assimiler le phosphore de façon si efficace qu'aucune trace de phosphore dissout ne peut être trouvée dans les analyses de l'eau.

S'il n'est pas possible de garantir l'absence d'algues, notamment filamenteuses, outre la limitation de la concentration d'orthophosphates et du phosphore total, certaines dispositions constructives permettent de limiter leur croissance. Il faut éviter les zones peu profondes et bien ensoleillées en dehors des zones dans lesquelles l'activité de baignade limite leur développement. Par ailleurs, les eaux issues de la filtration biologique granulaire sont particulièrement riches en orthophosphates, puisque la matière organique a été dégradée par le filtre. Les points d'injection de l'eau issue d'un traitement par filtration biologique granulaire sont particulièrement à surveiller.

Finalement, l'apport des orthophosphates avec l'eau neuve est également à surveiller. Le phosphore dans l'eau potable n'est pas un paramètre de qualité réglementaire. Pire, des orthophosphates et polyphosphates peuvent être injectés dans l'eau potable afin de protéger les réseaux contre le relargage du plomb (pour les anciennes conduites en plomb) et la corrosion des conduites en fonte, et cela jusqu'à des concentrations de 1 mg/L (soit 100 fois la concentration recherchée dans la baignade !) et temporairement même jusqu'à 2 mg/L. De telles eaux nécessitent un traitement de déphosphatation avant de pouvoir être utilisées pour la baignade à filtration biologique.

Un excédent de phosphore par rapport aux concentrations d'azote peut favoriser le développement de cyanobactéries. On veillera donc à éviter que l'azote ne devienne un élément limitant dans la baignade, ce qui n'est que rarement le cas (ce qui explique que des phénomènes d'explosion des populations de cyanobactéries, qu'on peut observer parfois dans des eaux naturelles, notamment eutrophisées, sont extrêmement rares dans les baignades biologiques). On peut y remédier en ajoutant des compléments d'azote.

Les pathogènes sont éliminés efficacement par une filtration biologique granulaire bien conçue et dimensionnée à cet effet.

Certains paysagistes choisissent d'ajouter un filtre UV en sortie de la filtration biologique. En effet, le spectre ultraviolet du rayonnement solaire a un effet bactéricide. Pour le traitement de l'eau, et notamment de l'eau potable, des lampes produisant des UV-C sont utilisées. Le traitement par UV ne se substitue pas au traitement biologique ni à

la gestion de la concentration en nutriments. À forte dose d'UV-C, ces lampes ont non seulement un effet bactéricide, mais également algicide. Cependant, les UV-C qui détruisent les algues font éclater les cellules de ces dernières qui libèrent le phosphore qu'elles contiennent, qui est alors à nouveau disponible dans la baignade. Cela peut aussi libérer des toxines produites par certaines formes de cyanobactéries.

En suivant les recommandations du rapport de l'Anses (anciennement Afsset), l'AFBB (Association Française pour les Baignades Biologiques) ne recommande pas l'utilisation d'un traitement UV pour des baignades artificielles en système fermé.

Pour diverses raisons, les filtres à UV sont souvent utilisés dans les baignades artificielles à filtration biologique.

3.3.1.8. Température / oxygénation

Les zones peu profondes favorisent le réchauffement de l'eau et l'évaporation alors que des bassins profonds confèrent une plus grande inertie thermique.

La température influe considérablement sur le milieu. Plus la température de l'eau se rapproche de la température du corps humain, plus la possibilité de compatibilité des bactéries du milieu avec la biologie de l'homme augmente, donc les risques sanitaires augmentent (il est d'ailleurs recommandé d'être attentif dès que la température de l'eau dépasse 25 °C). De plus, lorsque la température augmente, les baigneurs fréquentent les baignades de manière plus importante ce qui augmente la quantité d'intrants. Enfin, lorsque la température augmente, le taux d'oxygène présent dans l'eau diminue. Or, l'oxygène est nécessaire pour l'activité bactériologique mais également pour le zooplancton. Il convient donc d'être vigilant et de veiller à la bonne préservation de l'équilibre des plans d'eau en toute circonstance. Dans certains cas un apport complémentaire d'oxygène peut même être proposé. Il est recommandé d'être particulièrement attentif lorsque la température de l'eau dépasse les 25 °C.

Point de contrôle contradictoire

L'eau envisagée comme eau neuve doit être analysée afin de valider ou non ce choix. Les paramètres analysés sont proposés par le paysagiste qui s'occupe également de la validation du choix, en sa qualité de sachant. Ce choix est soumis par écrit au client.

Toutefois :

- dans le cas d'une utilisation de l'eau du réseau d'adduction d'eau potable, le paysagiste doit signaler au client que les concentrations de phosphore peuvent éventuellement varier dans le temps, en fonction des pratiques du distributeur d'eau ;
- dans le cas d'une eau neuve issue d'une source naturelle, la qualité de l'eau peut également varier sur le plan sanitaire au cours du temps.

Dans tous les cas, des analyses régulières sont préconisées, sauf si en cas d'utilisation d'eau potable, le distributeur peut garantir une absence de phosphore.

Dans le cas d'une baignade privée, le paysagiste doit signifier par écrit l'absence de réglementation et la responsabilité du client en ce qui concerne la qualité sanitaire de l'eau de sa baignade. Le paysagiste a un devoir de conseil envers son client, il doit donc ajouter dans cet écrit que la présence de pathogènes peut être un facteur de risque pour les personnes sensibles et qu'il est déconseillé aux personnes malades et contagieuses d'utiliser la baignade. Dans cet écrit, le paysagiste doit également conseiller l'installation d'une douche et de réaliser, en cas de doute, des analyses de la qualité sanitaire de l'eau.

3.3.2. Contexte juridique

Une réponse du ministère de l'écologie publiée le 11 juin 2013 clarifie le statut juridique des baignades biologiques. Ainsi, les baignades artificielles à filtration biologique, ne correspondent pas aux piscines au sens du Code de la santé publique, ni aux eaux de baignade définies au sens de la directive européenne 2006/7/CE. Pour autant, certaines réglementations relatives aux piscines s'appliquent également aux baignades artificielles.

Déclarations ou demandes de permis

Code de la santé publique L.1332-1

« Toute personne qui procède à l'installation d'une baignade artificielle publique ou privée à usage collectif doit en faire, avant l'ouverture, la déclaration à la mairie du lieu de son implantation. »

De plus, un permis de construire est parfois nécessaire. Cela dépend principalement de la superficie du futur bassin (cf. tableau ci-dessous). De même, les documents d'urbanisme imposent parfois des démarches particulières.

Tableau 9 : Récapitulatif des démarches nécessaires en mairie avant la construction d'une baignade artificielle.

Les piscines	
Dont la couverture à plus de 1,80m de haut, quelle que soit la superficie (R.421-1)	Permis
Dont le bassin à une superficie inférieure ou égale à 100 mètres carrés, non couvertes ou dont la couverture fait moins de 1,80m de hauteur au-dessus du sol (R.421-9 f)	Déclaration préalable
Dont le bassin à une superficie inférieure ou égale à 10 mètres carrés, non couvertes ou dont la couverture fait moins de 1,80m de hauteur au-dessus du sol (R.421-2 d)	Aucune

Source : Cerfa N° 51190#02

Intitulé	Formulaire Cerfa
Récépissé de dépôt d'une demande de permis de construire ou de permis d'aménager*	N° 13409*01
Déclaration préalable / Constructions, travaux, installations et aménagements non soumis à permis comprenant ou non des démolitions*	N° 13404*01

Surveillance de la qualité de l'eau

Code de la santé publique L.1332-8

« La personne responsable d'une piscine ou d'une baignade artificielle est tenue de surveiller la qualité de l'eau et d'informer le public sur les résultats de cette surveillance, de se soumettre à un contrôle sanitaire, de respecter les règles et les limites de qualité fixées par décret, et de n'employer que des produits et procédés de traitement de l'eau, de nettoyage et de désinfection efficaces et qui ne constituent pas un danger pour la santé des baigneurs et du personnel chargé de l'entretien et du fonctionnement de la piscine ou de la baignade artificielle. »

Les prescriptions techniques pour la sécurité sanitaire sont données par l'Anses (anciennement Afsset). Nous les avons évoquées dans les parties correspondantes.

3.3.3. Normes de construction - Documents techniques unifiés (DTU)

Rédigées par les professionnels de la construction sous l'égide de l'Afnor (association française de normalisation), les spécifications techniques pour la réalisation des travaux sont regroupées dans des ouvrages appelés Documents Techniques Unifiés ou DTU. Leur contenu a une valeur normative et s'impose à tous les professionnels de la construction. À noter : ces DTU sont susceptibles d'évoluer pour tenir compte de l'apparition de nouveaux matériaux ou de nouvelles techniques. Ils sont disponibles auprès de l'Afnor.

3.3.4. Assurances

Les réalisations mêmes les plus légères, telles que les baignades de taille réduite utilisant une géomembrane, doivent bénéficier d'une assurance décennale.

En outre, en vertu de l'article L-241 du Code des assurances, tout constructeur doit veiller à posséder une assurance professionnelle adaptée et le constructeur de baignade artificielle à filtration biologique n'échappe pas à cette règle. Plus précisément, il doit souscrire une assurance décennale qui le couvrira pendant 10 ans après l'achèvement des travaux.

En pratique, le professionnel peut voir sa responsabilité professionnelle engagée dans les circonstances suivantes :

- les dommages compromettent la solidité de l'ouvrage ;
- les dommages rendent l'ouvrage impropre à sa destination car ils l'affectent dans l'un de ses éléments d'équipement ou constitutifs.

Point de contrôle interne

Quel que soit l'ouvrage réalisé, il est vivement recommandé à l'entrepreneur du paysage de se rapprocher de son assureur pour vérifier de quel type d'assurance il doit disposer en fonction de ses réalisations.

3.3.5. Connaissance de bases pour le dimensionnement/conception

3.3.5.1. Esthétique du projet

Les baignades biologiques permettent de susciter une approche paysagère de l'aménagement dans le site. La notion « esthétique » de la baignade demeure bien entendu très subjective mais il est important de souligner qu'il y a certaines recommandations qui permettent de s'assurer d'une bonne intégration paysagère.

Le dessin du projet dépend bien entendu du contexte du projet mais également des souhaits exprimés par le maître d'ouvrage. Souvent la baignade est associée à une image très paysagère d'un plan d'eau naturel, tel un étang (baignades de type I et II notamment, cf. chapitre 3.2), comme un véritable jardin aquatique (cf chapitre 3.5.5 plantations) partie intégrante du paysage. Qu'elle soit privée ou publique, une baignade répondant à ce critère est souvent très agréable à intégrer dans un site quel qu'il soit. La seule problématique paysagère pourrait être la topographie. Une telle image fait appel à l'inconscient collectif qui nous oriente à disposer naturellement un point d'eau en point bas, c'est-à-dire en réceptacle terminal d'un bassin versant. Attention alors aux incohérences de positionnement, le visiteur pourrait se sentir mal à l'aise dans un environnement auquel il n'aurait pas l'habitude d'être confronté.

Certains maîtres d'ouvrage souhaitent, eux, créer au contraire un objet au langage plus contemporain sans forcément profiter de la possibilité d'adjoindre à la baignade un jardin aquatique par l'intermédiaire de berges plantées mais simplement de disposer d'une qualité d'eau douce (baignades de type IV et V notamment). Dans ce cas il est possible avec la

baignade biologique d'adopter la plus sobre des apparences avec des formes très géométriques. Le traitement s'effectue alors souvent ex situ, séparé de la baignade avec une distance permettant de ne pas faire directement un lien visuel entre les deux entités.

Pour autant on peut aussi réaliser des baignades très contemporaines intégrant en plus d'un filtre biologique granulaire un jardin aquatique au design résolument moderne. Afin de bien prendre en considération cette valeur esthétique de l'aménagement, il est préférable de prendre conseil auprès des professionnels du secteur (paysagistes et architectes paysagistes). Ils sauront en effet allier l'esthétique du projet à sa fonctionnalité, et traiter le projet dans son ensemble en considérant les parties de jardin aquatique et les parties du jardin extérieur (ainsi que les surfaces attenantes), de l'entrée du site à la jonction avec les bâtiments jusqu'au traitement des plages.

Au niveau des espaces verts attenants, il faudra prendre certaines précautions afin de faciliter l'usage de la baignade. Cela concerne notamment la disposition d'arbres de grande taille à proximité du site. Ils sont nécessaires pour installer des espaces ombragés sur les plages et pour constituer l'écrin paysager du bassin, mais il faudra veiller à limiter dès la conception du projet les conséquences de la chute des feuilles dans le bassin à l'automne.

Il est également important d'aborder la notion d'ambiance, qui est travaillée dans chaque aménagement paysager. Les effets de son et de lumière participeront amplement à la réussite du projet en matière de ressenti. L'utilisation d'animations aquatiques avec des jets, des cascades ou tout autre dispositif participent significativement à l'attrait de l'ouvrage. Ces éléments pourront d'ailleurs être couplés avec le fonctionnement hydraulique général de la baignade.

L'éclairage, lui, sera fonction du projet. Il est possible de mettre en lumière le plan d'eau par un système de projecteur immergé afin de mettre en scène la baignade proprement dite. Ensuite, en fonction des exigences et attentes du maître d'ouvrage (fonctionnement nocturne de l'équipement, illumination des abords, etc...) il est possible de considérer l'illumination de la baignade comme partie intégrante d'un projet étendu à l'ensemble du site concerné.

3.3.5.2. Contraintes de site et études préalables

Les contraintes de site sont caractérisées par différents paramètres (constructibilité, modelé du terrain, nature du sol et présence éventuelle d'eau souterraine, pente générale...). La nécessité d'engager des études de conception et d'exécution est à apprécier par l'entrepreneur du paysage. En cas de besoin des outils sont à disposition de celui-ci :

- étude géotechnique* caractérisant la nature des sols en place et indiquant la présence éventuelle de roche et de présence ou d'arrivées d'eau sur le site (de types G1, G2, G3 ou G4 pour le compte du maître d'ouvrage), déterminant également la classification des sols selon le GTR 92 (Guide des Terrassements Routiers, Réalisation des Remblais et des couches de forme, LCPC, SETRA, 1992) et des normes associées (la norme NFP 11-300 qui en découle et la norme NFP 94500 sur la classification des missions géotechniques) ;
- étude topographique* ;
- étude hydrogéologique* ;
- PPR Inondation ;
- risque mouvements de terrain ;
- PLU ou POS (règles d'urbanisme) ;
- zones naturelles protégées (Natura 2000, Znieff, Zico...) ;
- contexte arboré, positionnement hors de portée du défeuillage (entretien ou abattage) ;
- étude des vents dominants ;
- déclaration de projet de Travaux (DT ; la notice du Cerfa sur ce point est numérotée 51536#01) à la charge du maître d'ouvrage, afin d'identifier les réseaux existants (gaz, ERDF, oléoduc, fibre optique, Télécom, chauffage urbain). À ce sujet, il est nécessaire de prendre en compte les recommandations techniques de sécurité. Une étude de

capacité et d'extension de réseaux peut être réalisée. Le site de téléservice « Réseaux et canalisations » permet d'éviter facilement les mauvaises surprises.

**études répondant à des normes spécifiques et menées par des professionnels*

Ces études peuvent porter des prescriptions particulières pour adapter le projet de construction aux contraintes identifiées.

Le commanditaire peut demander des études complémentaires avec le dimensionnement des ouvrages concernés.

En cas de présence d'une nappe, un drainage et un puits de décompression peuvent être nécessaires, voire généralisés.

Les études d'exécution, basées sur les contraintes identifiées, permettent de définir le projet dans toutes ces dimensions et aboutissent à l'élaboration des plans d'exécution.

Ces plans comportent à minima :

- les plans de terrassement ;
- les plans des réseaux hydrauliques ;
- les plans détaillés des ouvrages (génie civil, refoulement, etc.) ;
- les plans détaillés des filtres ;
- les plans des plantations.

Point de contrôle interne

Selon l'ampleur du projet et les potentialités des risques, les études géotechniques, ou études de sol, doivent être réalisées par un cabinet spécialisé en prévention des risques.

3.3.5.3. Connaissance de la ressource en eau

Quel que soit le projet, il est indispensable de :

- identifier la/les ressource(s) en eau pour le remplissage et le renouvellement (eau du réseau de distribution public, forage, sources...) ;
- procéder à une analyse d'eau sur différents critères (notamment les phosphates), ponctuelle ou périodique, représentative selon la sensibilité/sécurité de la source d'approvisionnement (voir article 3.3.1.2) ;
- identifier les intrants possibles de la ressource (ruissellement, éléments organique - comme des feuilles, etc.)

Il est important d'intégrer la gestion des eaux de surfaces au projet. De telles précautions permettent d'exclure les apports issus du ruissellement et des phénomènes de capillarité entre autres, qu'il s'agisse du bassin de baignade ou du bassin de filtration.

Pour des baignades à usage public, lorsque l'eau neuve n'est pas destinée à la consommation humaine, c'est-à-dire lorsqu'il ne s'agit pas d'eau potable, il est nécessaire d'établir le profil d'eau de baignade tel que prévu pour les baignades en eau libre (article L1332-3 du Code de la santé publique). Ce profil permet d'identifier les facteurs de vulnérabilité de l'eau neuve de la baignade.

La qualité d'eau de remplissage doit être vérifiée et le dimensionnement du système de filtration adapté en conséquence et validé par le paysagiste.

3.3.6. Fonctionnalités et contraintes d'usage

Lorsque l'on aborde la phase de conception d'un projet de baignade il est impératif de prendre en compte une série de paramètres afin de définir les éventuelles obligations techniques à mettre en œuvre pour la réalisation du projet dans les règles de l'art.

• *Température*

Exploitants et maîtres d'ouvrage privés et publics souhaitent souvent une eau chaude à température constante.

Il faut garder à l'esprit que les risques sanitaires augmentent avec la température. À titre d'information, l'Anses (anciennement Afsset) recommande de ne pas dépasser une température de l'eau de 23-25°C.

Une baignade biologique ne doit pas être chauffée, elle subit les variations de température du climat. Toutefois, afin d'étendre la période de baignade, un chauffage modéré de l'eau en fin de saison est toléré. Dans les zones à climat favorable, il est conseillé de prévoir des dispositifs techniques permettant de refroidir l'eau (apport d'eau neuve froide, évaporation au droit du système d'aspersion sur filtre biologique, échangeur). Il faut également prendre en considération qu'une baignade profonde se réchauffe plus lentement en début de saison, mais maintient par la suite une température plus stable que des baignades moins profondes.

Dans le cas de baignades publiques, il ne faut pas oublier que l'augmentation des risques sanitaires d'une eau de température supérieure à 25 °C nécessite des contrôles plus fréquents.

• *Pertes d'eau et compensation*

Les pertes d'eau par évaporation, évapotranspiration, et l'activité de baignade, doivent être compensées par un apport d'eau neuve. L'étude de conception de la baignade doit préciser la nature de la ressource employée et les conditions d'utilisation de cette ressource (régularité et capacité de débit, qualité d'eau, traitement complémentaire).

Les pertes par évaporation et évapotranspiration peuvent être estimées sur la base des conditions climatologiques du secteur d'étude et notamment des données d'évapotranspiration potentielle (ETP). Les jeux d'eau et les cascades favorisent l'évaporation.

• *Anticipation des tâches d'exploitation*

Le paysagiste doit faciliter les futures tâches d'exploitation en prévoyant notamment l'accès aux zones à entretenir, les raccordements électriques et les arrivées d'eau, tout en respectant les normes de sécurité.

• *Bâtiments annexes*

La construction d'un bâtiment (accueil, vestiaires, sanitaires, locaux techniques, restauration, buvette, etc.), impose le respect des règles d'urbanisme en vigueur.

Le nombre des installations sanitaires pour les piscines et les baignades aménagées à usage public est par ailleurs réglementé par le Code de la santé publique (article D 1332-8 et annexe 13-6). En l'absence de réglementation spécifique à ce sujet sur les baignades artificielles à filtration biologique, il convient de se référer à cette réglementation.

• *Équipements de jeux*

Lors de l'élaboration d'un projet de baignade biologique, il n'est pas rare de voir l'aménagement complété par des aires de jeux afin d'améliorer son caractère ludique. Qu'ils soient aquatiques ou terrestres, ces jeux et leur mise en œuvre devront respecter les normes en vigueur.

• *Fréquentation*

Ce paramètre est primordial car c'est principalement à partir de cette donnée que l'on va dimensionner l'installation pour les baignades biologiques publiques. Le rapport (saisine 2006/SA/11) de l'Anses (anciennement Afsset) préconise 1 à 5 m² de filtre biologique pour traiter la pollution quotidienne générée par une personne.

• *Période de baignade*

La période de baignade est fonction des conditions climatiques, mais généralement, elle s'étend de mi-juin à mi-septembre au nord de la France, voire dès le mois de mai dans le sud. Bien que le chauffage de l'eau soit possible exceptionnellement en

début de saison, cette pratique doit être contrôlée afin qu'elle n'entraîne pas un réchauffement trop important en été. En fin de saison, elle ne pose pas de problème particulier.

• *Accessibilité*

Dans le cas d'une baignade ouverte au public, elle devra être conforme à la réglementation des ERP et IOP (accès, sécurité, etc.) Ce sujet est traité en détails dans l'annexe 2.

3.3.7. Sécurité

Depuis le 1er janvier 2004, les piscines enterrées non closes privatives à usage individuel ou collectif doivent être pourvues d'un dispositif de sécurité normalisé visant à prévenir le risque de noyade. Ainsi, « le constructeur ou l'installateur d'une telle piscine doit fournir au maître d'ouvrage une note technique indiquant le dispositif de sécurité normalisé retenu » (Article L. 128-1 du code de la construction et de l'habitation). Les baignades publiques ne relèvent pas de ces articles mais le paysagiste a un devoir de conseil envers son client, il doit donc donner des suggestions de protections basées sur les baignades privées.

Les baignades artificielles construites par des particuliers sont assimilées aux piscines pour ces règles de sécurité et sont donc soumises aux mêmes obligations (d'après la question au gouvernement de M. Deguilhem du 29 janvier 2013). Les piscines hors sol ne rentrent pas dans le champ d'application de cette loi.

Les dispositifs normalisés sont :

- une barrière, conçue selon la norme NF P90-306 ;
- une alarme sonore de piscine, conçue selon la norme NF P90-307 ;
- une couverture, conçue selon la norme NF P90-308 ;
- un abri de piscine, conçu selon la norme NF P90-309.

Par ailleurs, toute baignade et piscine d'accès payant doit, pendant les heures d'ouverture au public, être surveillée d'une façon constante par du personnel qualifié titulaire d'un diplôme délivré par l'État et défini par voie réglementaire (art. L 322-7 du Code du sport).

3.4. Étude de projet

Les études de projet découlent du diagnostic mené selon les préconisations listées dans la partie 3.3. Il est important de garder ces éléments à l'esprit durant toutes les étapes de conception. Sous maîtrise d'ouvrage publique, cette étape est conduite par le maître d'œuvre et dans le cadre d'un marché privé elle peut être conduite par le maître d'œuvre ou le constructeur.

La phase de projet vise à concevoir et à dimensionner les différents éléments qui constituent la baignade biologique :

- le bassin de baignade ;
- les ouvrages hydrauliques ;
- les systèmes de filtration ;
- les ouvrages de génie-civil ;
- les plantations de végétaux ;
- les équipements annexes.

Durant cette phase du projet, le paysagiste prévoit également l'intégration paysagère du bassin ainsi que son aspect esthétique.

3.4.1. Le bassin de baignade

La conception du bassin dépend avant tout des désirs et du budget du client.

La pente est un facteur déterminant. Si elle est importante, elle imposera des opérations plus lourdes, le travail en déblais-remblais est plus difficile. Les fondations devront pouvoir supporter le poids du bassin rempli.

Le plus souvent, l'étanchéité est assurée par une géomembrane, c'est-à-dire une membrane d'étanchéité artificielle. C'est généralement la solution la moins onéreuse qui permet d'épouser une variété de formes différentes,

bien que la pose dans des bassins rectangulaires soit toujours plus facile. Des coques en résine renforcée par des fibres, des éléments préfabriqués ou coulés sur place, sont une alternative intéressante, mais bien plus onéreuse. De tels bassins sont parfaitement lisses, plus résistants mécaniquement à l'usage et à l'entretien, auto-stables et permettent d'épouser n'importe quelle forme et d'alterner plus facilement des formes géométriques et organiques. Le béton brut, sans couverture par une géomembrane, est assez peu utilisé. Les raisons sont vraisemblablement la rugosité de sa surface (aspect, nettoyage), la difficulté d'obtenir une étanchéité parfaite et le risque de réactions chimiques (augmentation du pH, dépôts calcaires).

Les matériaux de construction utilisés ne doivent pas réagir chimiquement avec l'eau (modification de pH, libération de nutriments ou d'autres substances indésirables).

Toutes les parois du bassin de baignade doivent être accessibles pour le nettoyage. Des zones inaccessibles dans lesquelles l'eau stagne sont à éviter.

Il n'est pas recommandé d'utiliser des couleurs trop claires pour les parois et le fond du bassin de baignade, rendant visible le moindre sédiment et algues.

3.4.2. Les ouvrages hydrauliques

Le système de pompage sera dimensionné sur la base du débit requis et de la hauteur manométrique totale (HMT) exprimée en mètres de colonne d'eau. La HMT correspond à la hauteur géométrique (c'est-à-dire la différence des niveaux d'eau statiques entre le point bas et le point haut) à laquelle on ajoute les pertes de charges linéaires et singulières. Les pertes de charges linéaires sont déterminées à l'aide d'une formule faisant intervenir notamment la longueur de la conduite, son diamètre et la vitesse. Les pertes de charges singulières sont à évaluer selon le nombre d'organes présents à partir de la pompe (pieds d'assise, coudes, vannes, té, clapets, sortie, etc.) Les pertes de charge augmentent de façon exponentielle avec la vitesse d'écoulement de l'eau dans la conduite.

La conception des ouvrages hydrauliques nécessite une étude détaillée qui doit être effectuée par un spécialiste. Certains fournisseurs réalisent des études hydrauliques pour leurs clients.

Il existe deux familles principales de produits en matière de pompage, les pompes immergées et les pompes en cale sèche. Chacune dispose d'avantages et d'inconvénients : par exemple, les pompes immergées génèrent moins de nuisances sonores que les pompes en cale sèche, mais ces dernières sont plus facilement accessibles pour l'entretien.

L'installation des ouvrages hydrauliques devra limiter les nuisances sonores, ainsi que les vibrations des moteurs et des canalisations.

Il est conseillé d'optimiser autant que possible l'implantation en altitude des ouvrages pour limiter la hauteur d'eau à refouler et donc la puissance des pompes et leur consommation électrique.

Une attention toute particulière devra être portée sur la conformité aux normes de l'installation électrique, notamment l'absence de risques d'électrocution. Aucune installation ne doit être accessible par les baigneurs.

Dans le cas des installations électriques pour les piscines, et donc pour les baignades biologiques également, il faut se référer à la norme C15-100, partie n°7, section 702.

Dans la baignade elle-même et dans un espace éloigné de moins de 2 m à l'horizontal et 2,5 m à la verticale (volume « 0 » et volume « 1 » selon la norme C15-100) aucune installation autre que des appareils qui fonctionnent en Très Basse Tension de Service (TBTS, soit 12 volts en alternatif ou 30 volts en continu), ne sont admis.

En dehors des volumes « 0 » et « 1 », les appareils électriques (pompes notamment) qui ne seraient pas alimentés en TBTS, doivent être protégés par un disjoncteur différentiel et reliés à la terre par une liaison équipotentielle locale les reliant à la terre.

Toute liaison hydraulique entre les appareils et les volumes « 0 » et « 1 » ne doit pas être constitué de matériaux conducteurs.

Des dispositions constructives seront prises si nécessaire afin d'assurer l'hivernage (prévoir la dépose des pompes, accès pour la purge, etc.)

Il est nécessaire d'identifier un exutoire pérenne pour les trop-pleins et les vidanges.

L'entreprise se conformera au Fascicule 70 des marchés publics et à la règle professionnelle C.C.1-R0 « Travaux de terrassements des aménagements paysagers ».

L'accessibilité aux ouvrages doit être assurée pour les besoins de maintenance. Il est important de prévoir une accessibilité permanente (heure d'ouverture au public notamment), sans risquer d'endommager l'étanchéité ou les autres ouvrages.

3.4.3. Le système de filtration

Le système de filtration doit permettre d'abattre la charge en azote, en phosphore, en matière organique dissoute et particulaire, ainsi que les pathogènes, par métabolisation microbienne et éventuellement exportation végétale. Différents types de systèmes de filtration existent.

- Le filtre biologique granulaire à écoulement lent : il est installé sur des supports fins (sables, gravillons), sur lesquels l'eau percole lentement. Il peut être immergé ou librement drainé. Il abat la pollution organique et les pathogènes. Son efficacité dépend des matériaux filtrants, de leur épaisseur et de la charge hydraulique appliquée (un filtre est d'autant plus efficace que la masse filtrante est épaisse et la charge hydraulique faible). Généralement pour ce type de filtre, la charge hydraulique journalière est de 3 à 5 m³/m² avec un maximum de 15 m³/m² pour certains types de filtres librement drainés. Compte tenu de la charge relativement faible, le développement du biofilm à l'intérieur du filtre reste limité et il se minéralise lui-même. Au-delà d'une charge hydraulique de 5 m³/m², le paysagiste doit pouvoir documenter scientifiquement l'efficacité du filtre à éliminer des pathogènes.

- Le filtre biologique granulaire à écoulement rapide : contrairement au filtre biologique granulaire à écoulement lent, il est constitué de matériaux plus grossiers, qui peuvent être naturels ou synthétiques. Il peut être alimenté par plusieurs dizaines de m³/m² d'eau par heure. Du fait du temps de séjour très limité, il a peu d'effet sur les pathogènes. Il dégrade la matière organique et développe un biofilm plus important qui doit être retiré du filtre régulièrement. Il est à noter que du phosphore peut être exporté avec le retrait du biofilm. Ce type de filtre peut être librement drainé ou immergé.

- Le filtre hydrobotanique : il est constitué d'une surface en eau (de profondeur souvent comprise entre 60 cm et 2 m en fonction de la luminosité) plantée de végétaux subaquatiques. Ces derniers ont la possibilité d'absorber le phosphore dissout directement à partir de la feuille, diminuant rapidement sa concentration par le passage de l'eau dans le filtre. Ce phosphore est par la suite exporté hors du système par le faucardage de ces plantes (une fois par an minimum). Ce type de filtre a peu d'effets directs sur les pathogènes et la matière organique, mais il peut constituer un habitat pour les zooplanctons et autres microorganismes qui ont un effet sur les pathogènes. Les zooplanctons sont d'ailleurs actifs dans les eaux de baignade. Il est alimenté le plus souvent par 5 m³/m² au maximum. Les végétaux améliorent l'oxygénation de l'eau en journée par la photosynthèse.

- Autres types de filtre : certains entrepreneurs du paysage rajoutent d'autres types de filtre, notamment pour diminuer par adsorption la concentration de phosphore dissout. Les massifs filtrants doivent être changés lorsque les sites d'absorption sont saturés.

Pour les filtres immergés, l'oxygène nécessaire à la dégradation aérobie est apporté avec les eaux à traiter. Lorsque la circulation de l'eau à travers ces filtres est interrompue pendant des durées significatives, le biofilm aérobie se décompose et libère des nutriments, notamment le phosphore, qu'il contient. Il est donc impératif d'évacuer l'eau stagnante dans les filtres immergés après une période d'arrêt prolongée.

Au-delà de leurs spécificités techniques, les systèmes de filtration constituent des éléments importants à intégrer dans un ensemble paysager cohérent et harmonieux.

3.4.4. Les ouvrages de génie-civil

Les ouvrages de génie civil, dans le cadre des baignades artificielles à filtration biologique, sont principalement des cuvelages, des murs de soutènement ou des ouvrages liés au système hydraulique (par exemple une chambre en béton enterrée contenant les pompes et/ou les appareils de filtration). Afin de concevoir et dimensionner les ouvrages de génie-civil, il est indispensable que l'entrepreneur fasse appel à un bureau d'étude spécialisé et compétent, ou qu'il dispose en interne de professionnels aux compétences nécessaires. Il est conseillé de respecter les normes des matériaux employés et des types d'ouvrages afin d'adapter au mieux les travaux de réalisation à leur milieu et à leur destination. Il faut notamment veiller à la stabilité et à la neutralité du béton s'il est en contact avec l'eau, prendre en compte la gestion de l'étanchéité pour les ouvrages concernés, etc.

3.4.5. Les plantations de végétaux

Le cortège de plantes présentes dans une baignade biologique se décompose en deux groupes : l'un dont le rôle est principalement fonctionnel dans le filtre biologique, et l'autre dont le rôle s'avère plus esthétique. Les différentes familles de plantes sont décrites ci-dessous par fonction principale. Il est évidemment nécessaire de s'assurer de la compatibilité des plantes choisies avec le milieu, notamment les propriétés du milieu aquatique (acidité, concentration de différents éléments, etc.) et le climat dans lesquels le projet est réalisé. Les plantes de filtre biologique présentées dans la liste ci-après sont compatibles avec la quasi-totalité des climats du territoire national métropolitain.

• Les plantes du filtre biologique

Ce sont des plantes de la famille des hélophytes (macrophytes émergentes), à forte croissance foliaire comme le Roseau commun (*Phragmites communis*), ou l'Iris des marais (*Iris pseudacorus*) qui ont la particularité de démarrer leur croissance très rapidement au printemps. Leur rôle principal est d'assimiler les nutriments dans la zone de filtration, et dans une moindre mesure de maintenir le filtre dans l'ombre pour éviter le développement d'algues.

Le choix des végétaux est fait en fonction de l'efficacité des végétaux dans leur rôle en filtration biologique, ainsi que de l'esthétique du projet. Des plantes comme la Salicaire (*Lythrum salicaria*) et le Lythrum à feuilles d'hysope (*Lythrum hyssopifolia*) apportent également des touches de couleur intéressantes dans le filtre biologique au cours de leur floraison. Certaines espèces peuvent atteindre des tailles à maturité très différentes, ce qui est à prendre en compte dans l'aménagement paysager de la baignade.

Dans le cas de la plantation de plusieurs espèces différentes sur le filtre biologique, certaines d'entre elles vont naturellement et rapidement coloniser tout le milieu au détriment des autres espèces présentes. Ce cas de figure se présente quasi systématiquement dans le cadre de l'utilisation de phragmites, il est donc conseillé de ne pas les utiliser si l'on souhaite planter un ensemble de végétaux

d'espèces différentes dans le filtre biologique.

Ci-dessous une liste non exhaustive de plantes que l'on retrouve fréquemment dans un filtre biologique :

- Roseau commun (*Phragmites communis*) ;
- Scirpe des marais (*Eleocharis palustris*) ;
- Jonc des chaisiers (*Schoenoplectus lacustris*) ;
- Jonc courbé (*Juncus inflexus*) ;
- Iris des marais (*Iris pseudacorus*).

• Les plantes immergées

Dans les zones de régénération, on utilise des macrophytes immergées (appelées aussi hydrophytes). Elles sont importantes car elles sont de grandes consommatrices des nutriments présents dans la masse d'eau, en les absorbant directement par leurs feuilles, et concurrencent ainsi les algues. Elles ont aussi un rôle oxygénant.

Les hydrophytes doivent être plantées à une profondeur particulière (entre 60 et 150 cm) de manière à recevoir les rayons du soleil. L'exposition du bassin et son environnement immédiat doivent donc être pris en compte. On utilise différentes espèces comme *Myriophyllum* et *Potamogeton*.

• Les plantes de berges et flottantes

Les plantes hélophytes sur les berges et hydrophytes flottantes sont utilisées pour leurs valeurs ornementales et de biodiversité. Elles égayeront les berges et les bassins des zones de régénération par la valeur esthétique de leur floraison et l'originalité de leur feuillage. Les plantes ornementales de bassin sont nombreuses, le choix dépend essentiellement de la volonté du paysagiste et du maître d'ouvrage. L'utilisation de ces plantes est directement liée à la valeur esthétique du projet de baignade.

Certaines règles doivent être observées pour le positionnement des plantes. Il s'agit principalement de respecter les flux hydrauliques. Il faut faire attention à ce que les ilots plantés ne rompent pas la bonne circulation de l'eau, devant les surfaces d'aspiration (skimmers, caniveaux...) et devant les surfaces d'injection (buses, jets...) De plus, certaines plantes ne supportent pas les perturbations de surface (courants trop importants, remous...) C'est notamment le cas des plantes flottantes comme le nénuphar qui a besoin d'une eau calme pour bien se développer. De plus, chaque espèce se développe de manière optimale pour une profondeur d'eau qui lui est propre : une hauteur d'eau trop importante nuirait au bon développement du végétal, tout comme une implantation trop haute dans la berge constitue un milieu trop peu humide pour ce type de végétaux.

Il est à noter que certaines plantes, comme des nénuphars, préfèrent naturellement un substrat très riche en matière organique (comme de la vase) et prospèrent par conséquent difficilement dans les baignades biologiques, qui sont des milieux plutôt pauvres.

• Particularités des plantes déconseillées voire interdites

La jussie est la seule plante interdite en France aujourd'hui.

L'utilisation de plantes toxiques est à proscrire. Il faut également veiller à ne pas utiliser de plantes risquant de produire trop de matière végétale (feuillage, pollen...) qui se répandrait sur la surface en eau. Cela pourrait créer des dysfonctionnements du système hydraulique, provoquer des allergies pour les personnes qui y sont sensibles, et aller à l'encontre de l'esthétique de la baignade.

D'autres espèces peuvent être considérées comme invasives en milieu humide et sont donc vivement déconseillées :

- le Myriophylle du Brésil (*Myriophyllum aquaticum*) ;
- l'Elodée dense (*Egeria densa*) ;
- l'Elodée crépue (*Lagarosiphon major*) ;
- l'Elodée du Canada (*Elodea canadensis*) ;
- l'Elodée à feuilles étroites (*Elodea nuttallii*) ;
- la Renouée du Japon (*Reynoutria japonica*) ;
- le Baccharis (*Baccharis sp.*) ;

- le Solidage (*Solidago sp.*);
- la Balsamine de l'Himalaya (*Impatiens glandulifera*);
- le Buddléia de David (*Buddleja davidii*);
- la Spirea (*Spiraea sp.*).

• **Quelques précautions**

Les plantes peuvent dans certains cas constituer un apport de pollution (larves, nutriments...) de par leur mode de culture. Il est préférable de choisir des plants en racines nues plutôt qu'en godet, ou a minima de privilégier des micromottes. Afin d'assurer une parfaite traçabilité, il est nécessaire de connaître le fournisseur voire même d'exiger des fiches décrivant l'itinéraire technique de production des plantes avant les opérations de plantation.

Afin d'éviter l'apport d'éléments indésirables dans les zones de plantations, il est judicieux de connaître l'origine de la terre. La qualité du substrat de plantation est à vérifier à l'aide d'analyses physico-chimiques. Dans tous les cas, une observation rigoureuse de l'étape de plantation permet de se prémunir contre de mauvaises surprises. Une attention particulière sera portée à l'interface entre le substrat et le plan d'eau, afin d'éviter tout contact.

3.5. Travaux

Cette partie aborde les spécificités d'un chantier de construction de baignade biologique. En dehors des règles générales de conduite de projet communes à toute réalisation décrite succinctement au fil du texte, cette partie aborde les points critiques et les points d'arrêts à respecter pour garantir la pérennité des ouvrages. Les normes correspondant à chaque étape sont listées à la fin de la règle.

3.5.1. Les études préalables

Les études préalables ont abouti aux plans d'exécution qui sont utilisés pour la réalisation des travaux.

Point de contrôle interne

Un certain nombre d'études nécessaires doivent être réalisées pour connaître en détail le site et concevoir le projet (cf. 3.3.5.2).

Point de contrôle contradictoire

Toute opération de travaux sera précédée d'une étude reprenant les attentes du client, prenant en compte les contraintes et définissant le projet d'aménagement (dimensionnement, plan, chiffrage, etc.) L'étude est à présenter au client qui doit l'accepter par écrit, ainsi que les plans d'exécution.

3.5.2. Travaux préparatoires

En phase préparatoire, les entreprises chargées de la réalisation des travaux doivent effectuer une Déclaration d'Intention de Commencement des Travaux (DICT) et entreprendre les démarches administratives pour la déclaration de travaux pour les bâtiments et ouvrages annexes.

Différents services accompagnent l'entreprise sur ces sujets : la notice explicative du Cerfa N°51536#01 ; le téléservice « Réseaux et canalisations » d'Ineris ; les déclarations de travaux en ligne (dict.fr).

3.5.3. Terrassement

Les terrassements peuvent être réalisés en vue de la réalisation d'ouvrages en génie civil ou pour une réalisation en terre de type déblais/remblais.

La méthodologie de terrassement des bassins, les types d'engins adaptés, les possibilités de réemploi des matériaux, les pentes maximales des talus en remblais et en déblais, résultent des études géotechniques réalisées en phase de conception et en phase préparatoire. Elles représentent le meilleur moyen

pour dimensionner et réaliser les ouvrages correctement, ainsi que pour garantir des finitions et une dimension esthétique de qualité. La nécessité d'engager ces études est laissée à l'appréciation du constructeur et du client.

Ces études définissent également les modalités de drainage des eaux et des gaz pour protéger les ouvrages des phénomènes de sous-pression.

De plus amples informations figurent dans la règle professionnelle C.C.1-R0 « Travaux de terrassements des aménagements paysagers ».

Point de contrôle interne

Vérification visuelle pour s'assurer que le sol ne se déforme pas (qu'il n'y ait pas de remblai pas exemple). Des essais de compactage peuvent être réalisés si besoin.

Point de contrôle contradictoire

Vérification des cotes en présence du client.

3.5.4. Gestion des eaux de ruissellement

Au-delà du projet lui-même (la contrainte des eaux de ruissellement a été abordée en phase de conception), il est nécessaire d'envisager le phénomène de ruissellement en phase de chantier afin d'éviter les apports de fine et de divers polluants, touchant le filtre, les zones de plantation, les ouvrages de chantier, etc.

Point de contrôle interne

Vérifier que l'eau de ruissellement ne s'écoule pas dans le bassin (que ce soit avant le chantier ou une fois le bassin terminé).

3.5.5. Etanchéité

Les étanchéités sont réalisées au niveau de la zone de régénération et du bassin de baignade afin de prévenir des pertes d'eau de la baignade ainsi que des intrusions des eaux de la nappe et des eaux de surface.

Dans le cas d'une étanchéité par géomembrane posée dans un bassin en déblai, les gros cailloux doivent être retirés (à la main) avant la pose de la membrane. Sous la géomembrane, au fond, une couche de sable peut être mise en place selon les besoins. Une couche de géotextile doit être mise en place : elle protège la géomembrane de l'abrasion des cailloux et du sable, limitant ainsi le risque de poinçonnement.

La géomembrane est ensuite posée sur le fond de forme. En tête, elle sera maintenue par une tranchée d'ancrage ou par une fixation mécanique sur un support dur (comme une paroi en béton).

Un second géotextile doit être mis en place sur la géomembrane dans le cas de certains matériaux (substrat de plantation, filtres granulaires) afin d'en assurer une protection optimale. Les exigences techniques et esthétiques sont propres à chacun de ces ouvrages. Le niveau de finition dans le bassin de baignade et dans toutes les zones exposées au regard est particulièrement élevé.

Lorsque le fond du bassin est dur, la pose de la géomembrane doit être effectuée sans pli. Dans le cas d'une pose sur le sol en place, les plis sont plus difficilement évitables. Des plis jusqu'à une hauteur de 1 cm et moins de 2 m de long peuvent alors être tolérés, lorsqu'ils sont espacés de plus de 2 m. Des plis croisés ne sont pas tolérés. Ces indications sont valables lorsque le bassin est rempli d'eau. Les plis ne doivent pas gêner les appareils de nettoyage des bassins.

Le type de pose de la géomembrane et sa qualité dépendent des préconisations du fabricant. Ces qualités de réalisation peuvent être appréciées par différents tests de réception, à l'appréciation du constructeur et du client :

- la mise en eau du bassin ;
- les tests utilisant de l'air sous pression ou dépression pour vérifier la bonne soudure des joints (par exemple une cloche à vide ou une mise en pression du canal central) ;
- les tests mécaniques (par exemple un test à la pointe émoussée, c'est-à-dire vérifier l'absence de décollement avec un tournevis) ;
- les tests utilisant des marqueurs fluides ;
- etc.

Une certification peut être demandée pour la pose de certains types d'étanchéité. Le poseur de géomembrane réalisera les autocontrôles pour réaliser une pose conforme aux exigences du fabricant.

Il existe différents types de géomembranes. Malgré des certifications anti-racines, les rhizomes des macrophytes peuvent traverser certaines étanchéités (notamment les EPDM).

Les géomembranes et les géotextiles ne doivent pas être traités avec des biocides.

Point de contrôle interne

La bâche doit être en bon état.

Une fois installée, un contrôle du travail de pose doit être effectué.

En cas de maçonnerie, une étude génie civil peut être nécessaire. Le paysagiste doit donc faire intervenir un ingénieur génie civil ou disposer des compétences en interne.

Point de contrôle contradictoire

Une mise en eau est un essai d'étanchéité efficace.

Il est préférable de la faire constater par le client.

3.5.6. Pose des réseaux

L'entreprise se conformera au Fascicule 70 des marchés publics et à la règle professionnelle C.C.2-R0 « Travaux de réalisation des réseaux dans le cadre d'un aménagement paysager ».

Point de contrôle contradictoire

Vérification de l'étanchéité des réseaux hydrauliques.

3.5.7. Les installations électriques

La norme C 15-100 section 702, publiée par l'Union Technique de l'Électricité (UTE), décrit les prescriptions relatives aux installations électriques des piscines, bassins, pédiluves et aux volumes qui les entourent. Cette norme est également applicable aux baignades. L'habilitation électrique est nécessaire pour intervenir sur des installations électriques (à partir de 230 V) ou à proximité.

3.5.8. Filtration

Une attention particulière doit être portée sur le remplissage des filtres pour ne pas apporter de nutriments au système.

Les matériaux utilisés doivent être lavés avant mise en œuvre pour ne pas polluer le système lors du remplissage.

Une fois le matériau sélectionné, il est important d'organiser le stockage en cas de reprise pour ne pas générer de pollution des matériaux stockés sur site.

Le cahier des charges doit être respecté, notamment :

- la granulométrie/surface spécifique ;
- la nature physico-chimique.

Les produits suivants sont proscrits (liste non exhaustive):

- phosphorite ;
- craie.

3.5.9. Plantation

La plantation des végétaux est effectuée selon les pratiques décrites dans la règle professionnelle P.C.3-R0 « Travaux de plantation des massifs ».

Aucun apport nutritif qui puisse se diffuser dans l'eau ne doit être effectué. Les substrats chargés en nutriments sont interdits.

Point de contrôle contradictoire

Le procès-verbal de réception du bassin, avant mise en eau, est obligatoire et doit contenir :

- les cotes du/des bassin(s) ;
- la localisation des systèmes de vidange ;
- les dimensions de chaque zone ;
- des analyses d'eau ;
- les éléments permettant de vérifier la conformité de la construction par rapport aux points de contrôle correspondant.

Une notice d'entretien, les notices techniques des différents appareils utilisés ainsi que la durée de garantie et les conditions de garantie de chacun de ces appareils doivent être fournies au client.

3.6. Exploitation

Le bon fonctionnement d'une baignade biologique dépend de la bonne exploitation de l'équipement et du respect des préconisations du paysagiste et du constructeur. L'élaboration de recommandations relatives à l'exploitation et à l'entretien des baignades biologiques est donc indispensable.

Ces recommandations ne sont pas exhaustives, il s'agit des principes de bases :

- règles d'utilisation des ouvrages ;
- entretien des installations ;
- maintenance des équipements ;
- fourniture à l'exploitant d'un guide ;
- formation du personnel d'exploitation et d'entretien.

La bonne exploitation est indissociable du bon fonctionnement de l'installation.

Les prescriptions d'exploitation sont propres au système mis en œuvre. Il est important de se référer au document d'exploitation rédigé par l'entrepreneur du paysage.

Toutefois, les principes généraux sont indiqués dans les chapitres suivants.

3.6.1. Entretien général

L'entretien d'une baignade biologique consiste à maintenir la zone de baignade la plus propre possible et cela consiste en deux actions liées mais néanmoins différentes.

- Retirer l'ensemble des éléments solides présents à la surface de l'eau et en dépôt en fond du bassin.
- Limiter la prolifération des algues quelles qu'elles soient en limitant la présence de phosphore. Pour ce faire, l'absorption par les plantes dans le filtre biologique de ce phosphore ne suffit pas, et une bonne part de l'efficacité du système en matière de rétention du phosphore passe par la phase d'entretien de la baignade.

Un bon entretien de la baignade passe donc par la réalisation impérative des actions suivantes.

- Les flottants sont récupérés par les skimmers (si présents) et exportés par nettoyage régulier des paniers et des regards de collecte lorsqu'ils sont présents.
- Les matières en sédimentation et le biofilm bactérien sont récupérés au fond du bassin par aspiration manuelle (prise balais, etc.) ou automatique (robot). Le système utilisé doit être muni de filtres plus ou moins grossiers permettant de récupérer et d'exporter les matières organiques. Parfois, il peut même être conseillé d'évacuer l'eau aspirée en même temps (voir le point « mode opératoire »).

- Les pompes et les autres éléments électromécaniques doivent être contrôlés.
- Les nutriments absorbés par les plantes subaquatiques sont exportés en les faucardant lorsqu'elles sont encore « vertes », c'est-à-dire avant le début du jaunissement automnal.
- De manière générale, l'entretien des végétaux est effectué selon les prescriptions de l'entreprise à l'origine du système. Les espèces à fort développement sont à surveiller étroitement (les phragmites par exemple), l'entretien des végétaux permettra de contrôler voire supprimer leur présence.
- Certains filtres à matériaux réactifs nécessitent un remplacement du substrat lorsque ce dernier est saturé et/ou un retrolavage avec exportation du biofilm (notamment les baignades de type IV ou V).
- Il sera aussi nécessaire que des animaux ne viennent pas altérer la qualité des eaux, et pour ce faire un effarouchage sera à mettre en place notamment si des canards et autres oiseaux d'eau sont identifiés sur l'espace aquatique.
- Il faudra veiller à ce que les pertes d'eau, par évaporation et usage des baigneurs, soient compensées par de l'eau neuve conforme aux critères de qualité détaillés dans le chapitre 3.4.1.1.

Un guide d'exploitation doit être remis au propriétaire par le paysagiste à la réception de la baignade. Le contenu du guide est spécifique au type de baignade.

Dans tous les cas, il est fortement recommandé que l'entreprise du paysage passe un contrat d'assistance à l'exploitation avec le propriétaire, afin que l'entrepreneur du paysage assure un suivi de sa réalisation et qu'il puisse intervenir en connaissance de cause en cas de problème. L'entreprise peut aussi proposer elle-même un contrat d'exploitation ou d'entretien spécifique à son client.

3.6.2. Entretien spécifique

Le mode opératoire d'entretien diffère selon l'époque de l'année. Selon les différentes techniques il sera question d'un hivernage ou non du système. Dans les grandes lignes toutefois le principe reste celui développé ci-dessous.

Entretien spécifique pour la période indicative du 15 novembre(*) au 15 mars :

(*) Cette date est donnée à titre indicatif et est susceptible d'être modifiée d'année en année. À cette date, selon les régions et les années, les conditions météorologiques peuvent être encore relativement chaudes et ensoleillées (l'entretien spécifique devrait alors débuter plus tard). Dans ce cas de figure où l'hivernage est mis en place trop tôt, on observe alors un développement algal qui peut rapidement encrasser le bassin si les pompes ne fonctionnent plus et si l'entretien est définitivement stoppé. La détermination de la date d'arrêt des pompes et de l'entretien est donc soumise à l'appréciation du maître d'ouvrage.

- Cette période correspond à l'hivernage du bassin, durant laquelle l'activité biologique du système est ralentie. On peut donc selon le procédé effectuer ou non la vidange de l'installation (les tuyaux seront purgés en point bas) et la préparation du bassin notamment contre les risques éventuels de gel (exemple : mise en place d'une ligne de flotteurs, etc.) permettant une certaine dilatation en cas de gel de la surface pour éviter les pressions périphériques pouvant endommager l'ouvrage. Cette disposition n'est indispensable que lorsque les parois du bassin sont verticales.
- Dans la mesure du possible, il faut également limiter au maximum la présence de feuilles au fond du bassin due

à la chute de ces dernières en automne. Elles sont une réserve de matière organique et donc une source de nutriments importante favorisant le développement algal lors de l'apparition des premiers rayons de soleil printanier. Pour les petites surfaces, la mise en place de simples filets d'ombrière avec système de tendeur peut être une bonne solution, malheureusement pas très esthétique. Pour les autres, il s'agit de ne pas tarder à retirer ces matières organiques dès le redémarrage de l'installation. Une autre solution consiste à positionner un filet vertical sous les vents dominants afin d'éviter que les feuilles ne soient poussées jusque dans le bassin. Le choix de l'une ou de l'autre des solutions dépendra du cas de figure précis.

- Enfin, il s'agit de la période où l'exploitant dispose de plus de temps, il peut donc être judicieux de vérifier la qualité des équipements d'information des baignades publiques. Les panneaux d'information situés à l'entrée du site ainsi qu'à proximité de la baignade sont mis en place afin de sensibiliser les baigneurs et d'améliorer leur comportement au sujet des règles d'hygiène avant l'accès à l'eau. Ils doivent rester dans un parfait état de lisibilité ainsi que l'ensemble des indicateurs de changement de profondeur présents en périphérie de la baignade.

Remise en service avant la nouvelle saison de baignade

- Si l'hivernage de l'installation est effectué, il est nécessaire d'opérer la remise en route de l'installation hydraulique au printemps. Elle doit être effectuée conformément aux prescriptions techniques et aux préconisations du paysagiste.
- Pour le premier nettoyage, l'usage du robot n'est pas recommandé si les quantités de matière organique sont trop importantes en fond de bassin. Un nettoyage manuel avec le balai relié à une pompe indépendante est recommandé.
- L'aspect et la surface de caillebotis en bois (s'ils font partie du projet) devront être vérifiés afin de s'assurer qu'ils ne présentent pas de risques d'échardes pour les baigneurs.

Dans le cas d'une baignade publique, l'entretien des espaces verts, le ramassage des déchets ou encore l'entretien des locaux peuvent être prévus au contrat d'entretien.

Le matériel électromécanique (robot, pompes, etc.) doit faire l'objet de révisions périodiques. Il est conseillé de la faire en hiver avant la réouverture de la baignade.

3.6.3. Analyses de contrôle

Pour les baignades ouvertes au public, la réglementation impose des analyses régulières. Il peut être indiqué de suivre des paramètres de la qualité de l'eau autres que sanitaires selon les exigences du paysagiste.

Pour les baignades privées, il n'y a pas d'obligation d'analyses mais il est possible d'en réaliser afin de mieux comprendre le fonctionnement de la baignade.

Les références de qualité sont données dans les chapitres 3.3.1.4 et 3.3.1.5.

Il existe des systèmes d'autosurveillance pour assurer un meilleur service d'assistance et d'exploitation dans le cas de baignades publiques. Ils consistent en une base de données recensant l'évolution de différents paramètres de la baignade pour constituer un historique de son fonctionnement. Elle peut être exploitée en cas de problème pour cerner rapidement la solution à apporter.

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

	Description	Qui effectue le point de contrôle ?	Matérialisation du point de contrôle
Point de contrôle interne	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. Il permet de prendre du recul sur le chantier avant de passer à l'étape suivante.	Le chef d'équipe, le chef de chantier ou le conducteur de travaux. Le maître d'œuvre peut être impliqué s'il en a manifesté le souhait.	Consignation facultative sur un document interne et spécifique au chantier ou sur une fiche de journée. → Ce type de point de contrôle ne débouche pas systématiquement sur une preuve mobilisable en cas d'expertise judiciaire / de litige.
Point de contrôle contradictoire	Il correspond : - 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. <i>Chaque règle professionnelle ne doit pas comporter plus de 5 points de contrôle contradictoires pour une même réalisation d'ouvrage.</i>	- 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).	- 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. → Ce type de point de contrôle doit déboucher sur une preuve mobilisable en cas d'expertise judiciaire / de litige.

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 doivent 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

- AFSSET 2009 : Risques sanitaires liés aux baignades artificielles. Avis et rapport d'expertise collective. 180 pages.
- Avis du 30 mai 2016 révisé le 23 janvier 2017 de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif à un projet de décret et trois projets d'arrêtés relatifs à la gestion de la qualité des eaux de baignade artificielle.
- Bruns, S. et Wunderlich, A. 2010 : Herleitung einer neuen Berechnungsmethode zur Ermittlung der Nennbesucherzahl, Archiv des Badewesens Ausgabe 05/2010 pp. 279 bis 289.
- Eydelier, I. et Spieker, J., 2010 : Wasserreinigung in Schwimm- und Badeteichanlagen Archiv des Badewesens Ausgabe 03/2010, pp. 167 bis 175.
- Grunertl A.; Arndt, C. Bartel, H., Dizer, H. Kockl M., Kubs, M. López-Pilal, J.M., 2009 : Entfernung von Mikroorganismen durch Bodenfilter für Kleinbadeteiche. Bundesgesundheitsbl - Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz 2, pp. 228-237.
- IOB, 2013 : Performance of Public Swimming Ponds. 48 pages.
- Kunst, S. 2007 : Untersuchung und Evaluation der Hygienestabilität in Naturfreibädern. Abschlussbericht. Leibniz Universität Hannover.
- Pellerin, H., Dorioz, J.-M., and Morel, C. (2011). Bilan environnemental du phosphore. In "Sols et environnements" (M.-C. Girard, C. Walter, J.-C. Rémy, J. Bertheluin and J.-L. Morel, eds.), pp. 358-377. Dunod, Paris, France.
- Scholz I. et Frehse, H., 2004 : Laboruntersuchungen zur Eliminierungsleistung und Betriebssicherheit von Bodenfiltern zur Wasseraufbereitung in Schwimm- und Badeteichanlagen, Der Schwimmteich, 3-2004, pp 122 -127.

De manière générale : suivre les recommandations de l'Anses (anciennement Afsset) et de l'IOB (2011).

Principaux documents juridiques et normatifs

- Équipements et sols d'aires de jeux - Partie 10 : exigences de sécurité et méthodes d'essai complémentaires spécifiques aux équipements de jeu totalement fermés.
- NF EN 1069-1 Novembre 2010 : Toboggans aquatiques - Partie 1 : exigences de sécurité et méthodes d'essai.
- NF EN 1069-2 Novembre 2010 : Toboggans aquatiques - Partie 2 : instructions.
- NF EN 1176-10 Septembre 2008.
- NF EN 13451-1 Équipement de piscine.

Clôture de la baignade

- Article L128-1 de la loi n°2003-9 du 3 janvier 2003.
- Décret n° 2004-499 du 7 juin 2004 modifiant le décret n° 2003-1389 du 31 décembre 2003 relatif à la sécurité des piscines et modifiant le Code de la construction et de l'habitation.

Normes de sécurité

- Décret n° 2003-1389 du 31 décembre 2003 relatif à la sécurité des piscines.
- GA S52-410 Juin 2009 : Piscines - Guide d'application de la norme.
- NF EN 15288-1 : 2008 - Exigences de sécurité pour la conception.
- NF EN 15288-1+A1 Novembre 2010 : Piscines - Partie 1 : exigences de sécurité pour la conception.
- NF EN 15288-1/IN1 Novembre 2010 : Piscines - Partie 1 : exigences de sécurité pour la conception.
- NF EN 15288-2 Novembre 2008 : Piscines - Partie 2 : exigences de sécurité pour le fonctionnement.
- NF P90-306 Octobre 2007 : Éléments 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 P90-307-1 Avril 2009 : Éléments de protection pour piscines enterrées non closes privatives à usage individuel ou collectif - Systèmes d'alarmes - Partie 1 : exigences de sécurité et méthodes d'essai pour les systèmes de détection périmétrique par faisceaux optiques, les systèmes de détection d'immersion, et les systèmes de détection périmétrique par faisceaux optiques solidaires d'un obstacle.
- NF P90-307-2 Novembre 2005 : Éléments de protection pour piscines enterrées non closes privatives à usage individuel ou collectif - Systèmes d'alarmes - Partie 2 : exigences de sécurité et méthodes d'essai pour les systèmes de détection à balayage par faisceaux optiques.
- NF P90-308/A1 Avril 2009 : Éléments de protection pour piscines enterrées non closes privatives à usage individuel ou collectif - Couvertures de sécurité et dispositifs d'accrochage - Exigences de sécurité et méthodes d'essai.
- NF P90-317 Février 2011 : Piscines privées à usage familial - Moyens d'accès - Exigences générales de sécurité et méthodes d'essai.

Electricité – réseaux d'eau

- NF C 15-100 : Installations électriques à basse tension. Comprend NF C 15-100 de 1981 + projet définitif de mars 1990. Partie n°7, section 702 concerne tout particulièrement les piscines et donc les baignades biologiques.
- NF EN 60529 : Degrés de protection procurés par les enveloppes (code IP) (indice de classement : C 20-010).
- NF P 41-213 - DTU 60.33 : Travaux de bâtiment - Canalisations en polychlorure de vinyle non plastifié - Evacuation d'eaux usées et d'eaux de vannes - Cahier des charges.
- NF P 98-331 : Chaussée et dépendances - Tranchées : ouverture, remblayage, réfection.
- NF P 98-332 : Chaussée et dépendances - Règles de distance entre les réseaux enterrés et règles de voisinage entre les réseaux et les végétaux.

Etudes géotechniques

- NFP 11-300 de 1992 : Exécution des terrassements - Classification des matériaux utilisables dans la construction des remblais et des couches de formes d'infrastructures routières.
- NFP 94-500 : classification des missions géotechniques

Terrassements

- AC P90-322 Février 2009 - Piscines privées à usage familial – Terrassement.
- Guide des terrassements routier/GTR/SETRA.

Étanchéité

- NF EN 13254+A1 (juillet 2015) : Géotextiles et produits apparentés - Caractéristiques requises pour l'utilisation dans la construction de réservoirs et de barrages.
- NF EN 13361 (novembre 2013) : Géomembranes, géosynthétiques bentonitiques - Caractéristiques requises pour l'utilisation dans la construction des réservoirs et des barrages.
- NF EN 15836-1 Août 2010 Plastiques - Membranes en polychlorure de vinyle plastifié (PVC-P) pour piscines enterrées - Partie 1 : membranes homogènes d'épaisseur nominale supérieure ou égale à 0,75 mm
- NF EN 15836-2 Août 2010 Plastiques - Membranes en polychlorure de vinyle plastifié (PVC-P) pour piscines enterrées - Partie 2 : membranes armées d'épaisseur nominale supérieure ou égale à 1,5 mm
- NF P 84500 (avril 2013) Géomembranes – Terminologie (cf. NF EN ISO 10318).
- NF T54-802 Avril 2010 Plastiques - Liners pour piscines enterrées confectionnés à partir de membranes en polychlorure de vinyle) plastifié (PVC-P) - Guide pour la pose, le remplacement, l'exploitation et l'entretien.
- Recommandations générales pour la réalisation d'étanchéité par géomembranes - Comité Français des Géotextiles et Géomembranes – 1991.

Travaux

d'aménagement
et d'entretien
des constructions
paysagères

Règles professionnelles

Conception et réalisation de baignades artificielles avec filtration biologique

ANNEXE • questions-réponses
• accessibilité et réglementation

N°: **C.C.9-R0** | Création : avril 2017




chaque
jardin
compte
LES ENTREPRISES DU PAYSAGE

AITF
ASSOCIATION DES INGÉNIEURS
TERRITORIAUX DE FRANCE


FFP


Hortis
Les responsables
d'espaces nature en ville

Annexe 1 : questions-réponses

- **Gère-t-on une baignade biologique comme une piscine ?**
Non, car l'eau d'une baignade biologique contient des organismes vivants, contrairement à celle d'une piscine.
- **Comment s'assurer de la qualité de l'eau dans une baignade biologique? Comment la contrôler ?**
En concevant des systèmes biologiquement stables, ce qui nécessite une bonne compréhension des écosystèmes aquatiques. Les processus mis en œuvre peuvent varier selon les baignades. La qualité est contrôlée grâce à des analyses.
- **Est-il vrai qu'il y a des bactéries dans une baignade biologique ?**
Oui, et elles sont même indispensables au bon fonctionnement de la baignade pour réaliser un travail de nettoyage et de décomposition de la pollution.
- **Doit-on absolument faire circuler l'eau d'une baignade biologique ?**
Non, cela dépend du type de baignade. Dans le cas des baignades ouvertes au public, la réglementation l'impose.
- **Peut-on chauffer l'eau d'une baignade biologique ?**
Oui, en veillant à ce que la température ne devienne pas excessive et qu'elle garantisse le bon fonctionnement du système (notamment en avant-saison).
- **L'utilisation d'un stérilisateur à U.V. est-elle nécessaire dans une baignade biologique ?**
Non.
- **Faut-il une cascade pour oxygéner l'eau dans toutes les baignades biologiques ?**
Non.
- **Quelle faune est susceptible d'être présente dans une baignade ? Et qu'en est-il des moustiques ?**
La vie microscopique est toujours présente et nécessaire, la faune macroscopique n'est souvent pas désirée (sauf éventuellement quelques batraciens, des libellules, etc.) Le bon équilibre biologique et le fort taux de filtration limite la présence de moustiques.
- **Existe-t-il des animaux néfastes pour une baignade et pourquoi ?**
Des animaux peuvent polluer la baignade par un apport de germes et de parasites, de nutriments (canards, ragondins, etc.) Certains peuvent même endommager l'étanchéité.
- **Concernant mon animal domestique, l'eau de la baignade présente-t-elle un danger pour lui (peut-il la boire, se baigner, etc.) ? Au contraire, représente-t-il une source de problème pour l'eau de la baignade ?**
En baignade publique, la présence d'animaux est strictement interdite. En baignade privée, la présence d'animal domestique dans l'eau est déconseillée car il peut apporter des parasites.
- **Peut-on considérer une baignade comme un jardin aquatique ? Y retrouve-t-on les mêmes végétaux ?**
La baignade peut être aménagée comme un jardin aquatique, on y retrouve alors souvent les mêmes végétaux. Cependant, il faut se référer aux prescriptions du paysagiste. Le client ne doit pas utiliser cette zone comme espace d'expérimentation.

Annexe 2 : accessibilité et réglementation

• Accessibilité pour ERP

Dans le cas d'une baignade ouverte au public, elle devra être conforme à la réglementation des ERP et IOP (accès, sécurité, etc.)

La commission consultative départementale de sécurité et d'accessibilité (CCDSA) est consultée par le préfet de département sur la sécurité (notamment contre les risques d'incendie et de panique) et sur l'accessibilité aux personnes handicapées des établissements recevant du public. Elle se prononce aussi lors des demandes de dérogation aux règles d'accessibilité relatives à la voirie, aux bâtiments d'habitation collectifs, aux lieux de travail et aux établissements recevant du public. Elle émet un avis sur les demandes d'autorisation ou de dérogation. Les associations de personnes handicapées sont représentées par quatre membres qui participent à cette commission.

• Accessibilité pour PMR (Personnes à Mobilité Réduite)

Les règles de conception pour la prise en compte des PMR dans les ERP

L'annexe 8 de la circulaire interministérielle (n°DGUHC 2007-53) du 30 novembre 2007 concerne spécifiquement les règles de conception à prendre en compte dans les ERP et installations ouvertes au public.

On aborde notamment la conception des cheminements extérieurs, du stationnement, de l'accès aux bâtiments d'accueil, des escaliers, etc.

Les règles de conception pour une rampe d'accès à la zone de baignade

L'accessibilité est régie par les lois 75-534 du 30 juin 1975 (loi d'orientation en faveur des personnes handicapées) et 91-663 du 13 juillet 1991 (loi cadre). Il est ainsi établi que la voirie publique ou privée ouverte à la circulation publique doit être aménagée pour permettre l'accessibilité des personnes handicapées selon des prescriptions techniques fixées par décret.

La loi du 11 février 2005 (n°2005-102) vient en complément et prend en compte tous les types de handicaps. On distinguera les utilisateurs de fauteuils roulants (UFR) et les personnes à mobilité réduite (PMR), pour qui ces prescriptions sont obligatoires. Les revêtements de sols doivent, d'une part, se différencier des autres aménagements (par un revêtement contrasté, par des marquages ou guidages au sol, visuels ou tactiles, et par une signalétique adaptée) et d'autre part, ils ne doivent pas comporter d'obstacles à la circulation. Les surfaces doivent être non meubles, non glissantes (par temps de pluie), non réfléchissantes et ne doivent pas comporter de trous ou de fentes d'un diamètre ou d'une largeur supérieure à 2 cm. La norme NF EN 15288-1 novembre 2008 indique la nature du revêtement de sol (classement groupe 24°).

La dimension des cheminements (largeur, longueur, pente et ressauts) pour les UFR et PMR est réglementée selon la nature du lieu et sa fréquentation. Leur largeur se détermine entre les bordures, mains-courantes ou garde-corps. Ces largeurs correspondent à deux unités de passage et sont à adapter à la fréquentation de l'espace.

Remarque : La largeur minimale pour le croisement de deux fauteuils roulants est 1 m 60.

Il n'existe pas pour l'heure de réponse claire concernant la pente maximale pour les baignades, on se base donc sur la réglementation générale : elle ne doit pas être supérieure à 5 % (sauf en cas d'impossibilité technique ou de contrainte de travaux, elle est dans ce cas comprise entre 10 et 12 % maximum selon la nature du lieu). D'une façon générale, une pente ne doit pas excéder 10 m de long sans comporter de palier de repos. Ces paliers doivent se trouver sur les points hauts et bas de chaque pente, ainsi qu'aux aires de retournement. Leur dimensionnement est également réglementé.

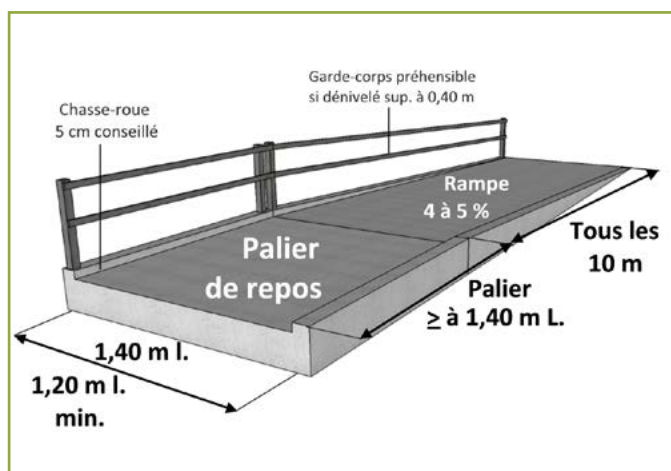


Figure A : Schéma synthétisant les contraintes dimensionnelles de l'aménagement de circulations accessibles aux personnes à mobilité réduite (Dessin : C. Houel)

Les ressauts ne doivent pas être supérieurs à 2 cm, avec les bords arrondis ou chanfreinés et jusqu'à 4 cm pour un ressaut avec chanfrein (dimensionné 1 pour 3). Les dévers ne doivent pas avoir une pente supérieure à 2 % (jusqu'à 3 % en cas de contrainte technique). En cas de rupture de niveau supérieure à 40 cm, un dispositif de protection doit être mis en place pour éviter les chutes. Il peut être constitué d'un garde-corps ou d'une bande de protection (végétalisée par exemple) de 90 cm de large. En cas de ressaut supérieur à 1 m de dénivelée, un garde-corps est obligatoire.

Depuis 2009, la loi impose de mettre en place un Plan de mise en accessibilité de la voirie et des espaces publics (PAVE) pour chaque commune ou établissement public de coopération intercommunale.

Les dispositions réglementaires sont consultables dans les documents législatifs suivants :

- Décrets n°2006-1657 et n°2006-1658 du 21 décembre 2006, relatifs à l'accessibilité de la voirie et des espaces publics, JO du 23 décembre 2006
- Décret 2006-1658 du 21 décembre 2006 relatif aux prescriptions techniques pour l'accessibilité de la voirie et des espaces publics
- Arrêté du 15 janvier 2007 portant application du décret n°2006-1658 du 21 décembre 2006, relatifs à l'accessibilité de la voirie et des espaces publics, JO du 3 février 2007
- Arrêté du 18 septembre 2012 modifiant l'arrêté du 15 janvier 2007 relatif aux prescriptions techniques pour l'accessibilité de la voirie et des espaces publics
- Directive du 13 avril 2006, relative à l'application de la loi n°2005-102 du 11 février 2005, pour l'accessibilité des services de transport public terrestre des personnes handicapées et à mobilité réduite, BO du ministère chargé de l'équipement n°2006/13

- Norme NF P 98-351 : Cheminements - Insertion des handicapés - Éveil de vigilance : Caractéristiques, essais et règles d'implantation des dispositifs podotactiles au sol d'éveil de vigilance à l'usage des personnes aveugles ou malvoyantes.

- Norme NF P 98-351 : Cheminements - Bandes de guidage tactile au sol, à l'usage des personnes aveugles et malvoyantes ou des personnes ayant des difficultés d'orientation

Il est conseillé de prendre contact avec la commission handicap susceptible de donner son avis et de proposer des solutions dans le cadre de la réalisation du projet adapté. Le maître d'ouvrage peut également être interrogé à ce sujet. Cette remarque concerne particulièrement les baignades biologiques publiques.

Particularité de la marque Tourisme et Handicap

Cette marque apporte une garantie pour un accueil efficace et adapté aux besoins indispensables des personnes handicapées.

Les conditions d'attribution du logo ont été formalisées par le ministère délégué au tourisme qui a confié à l'association « Tourisme et Handicap » la mission d'aider concrètement à sa mise en place.

Le cahier des charges et la grille d'évaluation spécifiques au type de structures (hébergement, restauration, sites, loisirs) précisent l'ensemble des critères d'accessibilité d'accueil et de prestations, certains indispensables et obligatoires, d'autres conseillés ou recommandés dans le cadre d'une démarche qualité. Ils sont disponibles sur le site de l'association. Des aides financières sont également possibles.

Notes

Notes

Notes

Edité par les Editions de Bionnay

SAS 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

Président : Erick Roizard

Directeur général : Martine Meunier

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.

