

GUIDE PRATIQUE POUR L'OPTIMISATION DES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES DES PLANS D'EAU URBAINS.

Ce document est accompagné d'un outil d'aide à la décision téléchargeable sur :
<https://campus.hesge.ch/conforto/>

Autrices et Auteurs :

Decrey Marine¹, Beytrison Ulysse¹, Bourgeois Jean-Pascal³,
Camponovo Reto² Consuegra David⁴, Demierre Eliane¹,
Gallinelli Peter², Hornung Jules¹, Sordet Adrienne¹,
Vecsernyés Zsolt^{1,2}, Oertli Beat¹

2022

¹ inTNE, HEPIA
² inPACT, HEPIA
³ ChemTech, HEIA-FR
⁴ insit, HEIG-VD

CRÉDITS PHOTOS ET ILLUSTRATIONS

La majorité des clichés ont été pris par les auteurs et les autrices du projet et proviennent du site d'étude (Canton de Genève et Vaud).

Les images issues d'autres sources sont listées ci-après :

- > p. 11 : Berge en pente douce. Source : Mares et étangs, Oertli & Frossard, 2013.
- > p.13 : Bassin de traitement. Source : Freshwater Habitats Trust. s.d.
- > p. 18 : Îlot flottant. Source : Biomatrix Water, s.d.
- > p.25 : Nourrissage de canards. Source : Tom Tirabosco, 2006.
- > p.29 : Arrachage de Jussie, Etang de Cavoitane. Source : Alain Demierre, GREN, 2004.
- > p.35 : Journée d'inauguration, mai 2022. Source : Nicolas Schopfer, 2022.

PRÉAMBULE

Ce guide est destiné à toute personne en charge de la création et de la gestion de mares ou d'étangs urbains; il s'adresse autant aux professionnel-le-s qu'aux personnes privées. Il est accompagné d'un outil d'aide à la décision et des mesures personnalisées permettant l'optimisation des services écosystémiques offerts par les étangs urbains.

Le présent document se divise en plusieurs parties comportant une explication pour l'utilisation de l'outil d'aide à la décision, des fiches mesures ainsi qu'un exemple d'un cas concret d'application de l'outil.

AUTRICES ET AUTEURS

Marine Decrey

Collaboratrice scientifique HEPIA (GE), coordinatrice du projet

Ulysse Beytrison

Assistant HEPIA (GE)

Jean-Pascal Bourgeois

Professeur EIA (FR)

Reto Camponovo

Professeur HEPIA (GE)

David Consuegra

Professeur HEIG (VD)

Eliane Demierre

Laborantine HEPIA (GE)

Peter Gallinelli

Maître d'enseignement HEPIA (GE)

Jules Hornung

Assisant HEPIA (GE)

Adrienne Sordet

Assistante HEPIA (GE)

Zsolt Vecseryés

Professeur HEPIA (GE)

Beat Oertli

Professeur HEPIA (GE), responsable du projet

SOUTIEN

Ce guide a été réalisé dans le cadre du projet [CONFORTO](#) (2019-2022) avec les soutiens du programme RaD «Nature et Ville» de la HES-SO et du Canton de Genève.

DÉFINITIONS

> Etang

L'étang est une surface d'eau stagnante, d'origine naturelle ou artificielle, avec une profondeur inférieure à 8 m offrant la possibilité aux plantes aquatiques supérieures de se développer sur toute la surface des fonds. Sa superficie est généralement comprise entre 5000 m² et 5 hectares. La présence d'eau peut être temporaire (quelques mois) ou permanente.

> Mare

La mare se distingue de l'étang par sa superficie plus petite, comprise entre 1 m² et 5000 m². Sa profondeur est souvent inférieure à 2 m.

> Lac

Le lac se distingue des mares et des étangs par sa superficie, plus grande, dépassant 5 hectares. Sa profondeur maximale est aussi supérieure à 8 m, ce qui délimite une zone profonde sans lumière que les végétaux ne peuvent pas coloniser.

> Plan d'eau

Le plan d'eau peut être une mare, un étang ou un lac.

> Services écosystémiques

Les services écosystémiques sont généralement considérés comme les contributions directes ou indirectes des écosystèmes (forêts, milieux aquatiques, prairies, etc.) à la survie humaine ainsi qu'à sa qualité de vie.¹

> Dis-services

Les dis-services sont des contributions rendues par les écosystèmes qui sont, ou sont perçues comme, négatives pour le bien-être humain.²

> Eutrophisation

L'eutrophisation est le processus naturel par lequel les nutriments s'accumulent dans un plan d'eau. Ce processus peut être grandement accéléré par les activités humaines, et en particulier par l'apport excessif direct (cf. nourrissage de poissons ou de canards) ou indirect (cf. épandage d'engrais apportés par le ruissellement) d'éléments nutritifs. Cet apport excessif dans les eaux entraîne une prolifération végétale (algues ou plantes supérieures), un appauvrissement en oxygène, un déséquilibre de l'écosystème et une forte production de gaz nocifs (cf. méthane).

¹ [Millenium Ecosystem Assessment](#)

² Jacobs S., Dendoncker N. et Keune H. (2014), Ecosystem Services, Global Issues, Local Practices, Elsevier, 421 p., p.228

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION	1
2. DÉMARCHE PROPOSÉE POUR L'OPTIMISATION D'UN PLAN D'EAU	3
Démarche globale	3
Etape 1. Choix des services écosystémiques visés	4
Etape 2. Mise en action de l'outil d'aide à la décision	4
Etape 3. Lecture critique de la liste des mesures	6
Etape 4. Finalisation du set de mesures et du projet	6
Etape 5. Réalisation du projet	6
3. DESCRIPTION DES MESURES D'OPTIMISATION	7
3.1 Présentation globale	7
3.2 Design	9
Surface optimisée	9
Grande profondeur	10
Berge en pente douce ou étagée	11
Linéaire des rives découpé (cf. avec anses et presqu'îles)	12
Construction d'un pré-bassin de traitement (roselière filtrante)	13
3.3 Aménagement	14
Mise en place d'un substrat naturel	14
Large ceinture de plantes émergentes (cf. roseaux, massettes, joncs, laïche, iris)	15
Grands herbiers de végétation submergée ou à feuilles flottantes	16
Aménagement d'une arrivée d'eau	17
Structure végétalisée flottante (îlot)	18
Aménagement d'habitats terrestres	19
Exutoire permettant de réguler le niveau de l'eau (et le débit sortant)	20
Jet d'eau, cascade, fontaine	21
Possibilité de passer «sur» l'étang (pas japonais, passerelle,...)	22
Berges ombragées (présence d'arbres)	23
Pose d'une barrière	24
3.4 Gestion	25
Maintien d'une bonne qualité de l'eau (limiter l'apport en nutriments)	25
Limitation de la densité des poissons	26
Assèchement du plan d'eau	27
Faucardage et évacuation d'une partie de la végétation submergée ou flottante	28
Arrachage des plantes exotiques invasives	29
4. EXEMPLE D'APPLICATION DE L'OUTIL	30
Cas concret	30
Réalisation de l'étang André Venturi à HEPIA (rue de la Prairie à Genève), 2021-2022	30
Etape 1. Choix des services écosystémiques visés	30
Etape 2. Mise en action de l'outil d'aide à la décision	31
Etape 3. Lecture critique de la liste des mesures	32
Etape 4. Finalisation du set de mesures et du projet	33
Etape 5. Réalisation du projet	35
5. LITTÉRATURE UTILE	37
ANNEXE 1. FICHE TECHNIQUE DE L'ÉTANG ANDRÉ VENTURI	39

1. INTRODUCTION

L'objectif de ce guide est de favoriser la création, la restauration et la gestion de plans d'eau urbains (mares et étangs) qui promeuvent les services écosystémiques. Pour ceci, il propose des mesures d'optimisation, avec également une grande souplesse de leur application en fonction des objectifs des gestionnaires ou propriétaires de ces milieux.

Ce guide est destiné à toute personne ou entité publique ou privée souhaitant créer un nouveau plan d'eau ou restaurer et gérer un plan d'eau existant. Il s'applique donc à des projets de création de nouveaux plans d'eau urbains ou alors à l'optimisation de plans d'eau existants.

Les cinq services écosystémiques sélectionnés dans ce guide sont ceux qui sont le plus souvent attendus d'un plan d'eau en contexte urbain. Il s'agit de : (i) la rétention d'eau, (ii) l'épuration de l'eau, (iii) l'apport en habitats pour la biodiversité, (iv) le rafraîchissement du climat local, (v) l'agrément (sans dis-services). Relevons que le service écosystémique « piégeage de carbone » (prévu initialement dans le projet d'aide à la décision [CONFORTO](#)) n'a volontairement pas été intégré, en raison du manque de connaissances scientifiques sur les facteurs permettant de l'optimiser dans un plan d'eau.

L'utilisation de l'outil associé à ce guide permet de produire une liste de mesures unique à chaque situation rencontrée, qui seront potentiellement à mettre en action pour optimiser le plan d'eau ciblé et les services écosystémiques qui y sont liés. La liste est hiérarchisée en fonction de l'importance prise par chaque mesure pour chaque situation concrète. Chaque mesure est accompagnée de la description de son impact attendu. Cette liste est produite et sélectionnée grâce à l'outil parmi une série de 252 listes potentielles possibles.

L'outil d'aide à la décision permet aussi de simuler plusieurs situations fictives (parmi les 252 potentielles), et de finalement choisir la situation la plus appropriée.

Ce guide permet ainsi de réaliser les choix préliminaires à la mise en place d'un projet de création ou de restauration d'un plan d'eau. L'outil d'aide à la décision reste toutefois un outil synthétique qui ne détaille pas les mesures. Ces dernières doivent impérativement être mises en place avec l'appui d'une expertise dans le domaine de la gestion des milieux aquatiques (cf. bureau d'étude compétant ou expert-e).

D'autres ouvrages complètent et développent plus amplement chacune des mesures présentées, en exposant des aspects techniques détaillés, adaptés aux différentes situations que l'on peut potentiellement rencontrer (voir la liste présentée dans le chapitre 4 « Littérature utile »).

LES MULTIPLES SERVICES ECOSYSTEMIQUES DES ETANGS URBAINS

Les étangs urbains fournissent de nombreux services écosystémiques et jouent un rôle essentiel dans les milieux urbains. Leur contribution paysagère est souvent prioritaire, en apportant une touche bleu et verte dans un contexte uniformément gris. Ils contribuent aussi au rétablissement d'un cycle de l'eau naturel et réduisent les risques d'inondations en agissant comme bassin de rétention lors de fortes pluies. Leur rôle dans l'épuration des eaux peut aussi être particulièrement utile grâce à la phyto-épuration notamment. De plus, ils représentent un fort enjeu pour la biodiversité, puisqu'ils permettent de renforcer le maillage de la nature en ville en fournissant des habitats pour les espèces. Enfin, ils permettent d'améliorer la qualité de vie des habitant-e-s en luttant contre les îlots de chaleurs et renforçant la cohésion sociale avec leur rôle de lieu de détente et de loisirs.

CRÉER SON PROPRE ÉTANG : UN PROJET PAS SI COMPLEXE...

Quelle que soit sa taille, un étang est toujours utile ! Les possibilités techniques (terrassement, étanchéité, sécurité) sont multiples et ajustables à toutes les situations. Avec le soutien des bureaux spécialisés, il est aisé de réaliser un projet adapté à chaque contexte local et pour un coût raisonnable.



L'image de gauche présente un nouvel étang de 130 m² tout fraîchement construit en contexte urbanisé. Sur l'image de droite, le plan d'eau, âgé de seulement 2 ans, offre déjà de multiples services à la population, avec une végétation qui s'est pleinement exprimée (nénuphars, roseaux, joncs et autres espèces submergées).

2

DÉMARCHE PROPOSÉE POUR L'OPTIMISATION D'UN PLAN D'EAU

Démarche globale

La démarche globale, proposée dans ce guide pratique, pour l'optimisation d'un plan d'eau en fonction des services écosystémiques visés, comprend 5 étapes (Figure 1).

- > Les étapes 1 à 2 permettent le choix des mesures d'optimisation en fonction du type de plan d'eau et des services écosystémiques visés. Elles s'appuient sur la mise en œuvre de l'outil d'aide à la décision ([CONFORTO](#)).
- > Les trois étapes de finalisation (3 à 5) conduisent à la réalisation du projet et elles doivent s'appuyer sur une expertise externe (cf. bureau d'étude compétant ou expert-e).

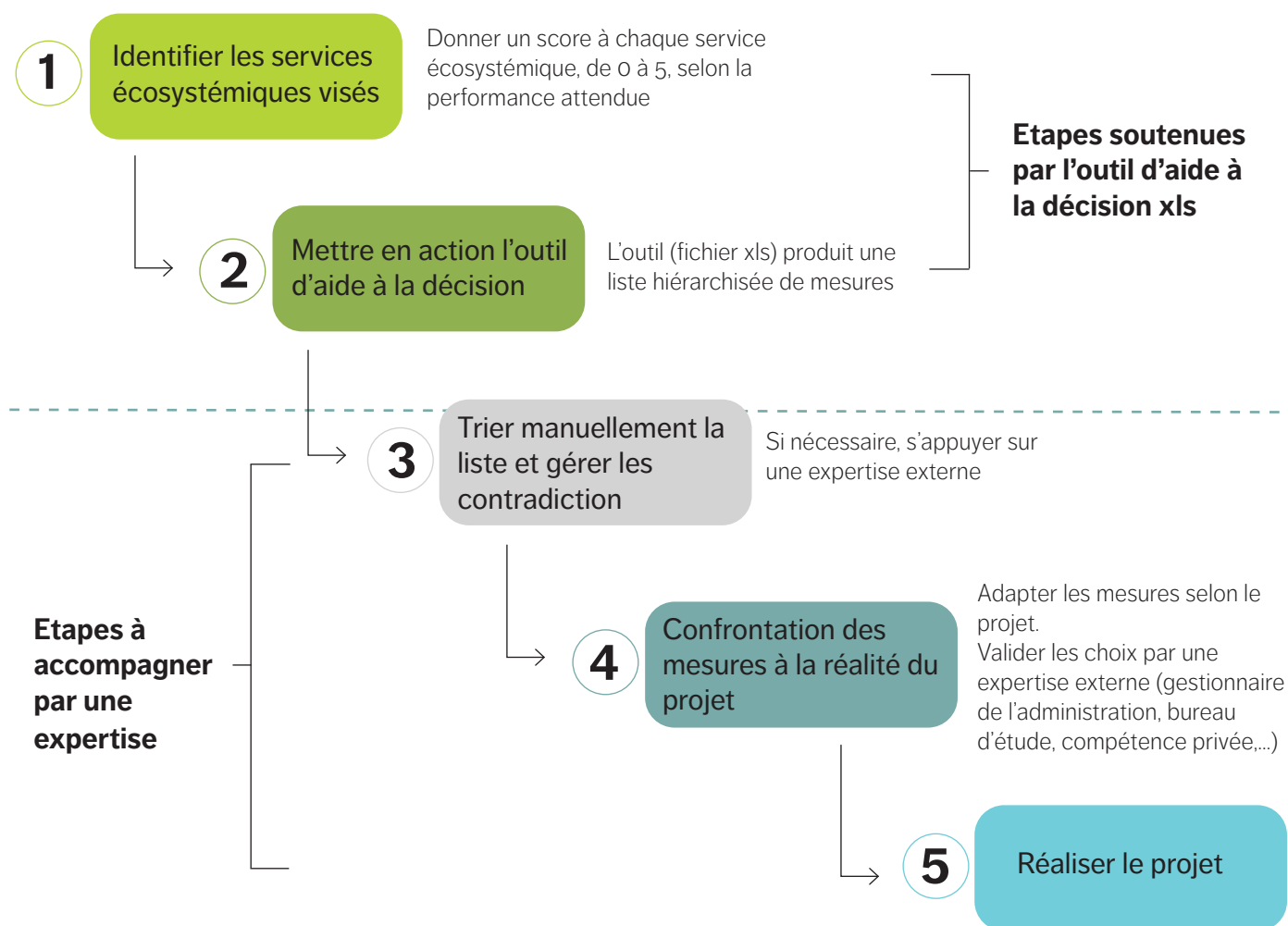


Figure 1. Démarche proposée pour le choix de mesures d'optimisation d'un plan d'eau en fonction des services écosystémiques visés. Cette démarche peut concerner : (i) la création d'un nouveau plan d'eau, (ii) la restauration d'un plan d'eau existant, (iii) la gestion d'un plan d'eau existant.

Etape 1. Choix des services écosystémiques visés

- > Identifier les services écosystémiques que l'on attend du plan d'eau urbain, parmi les cinq proposés : (i) rétention d'eau, (ii) épuration de l'eau, (iii) biodiversité, (iv) rafraîchissement du climat local, (v) agrément (et sans dis-services). Ce choix dépendra directement du type de plan d'eau souhaité.
- > Hiérarchiser les services écosystémiques souhaités en leur donnant une note d'importance, de 5 (service fortement attendu) à 0 (service non attendu). Ci-après trois exemples de sélection (Figure 2).

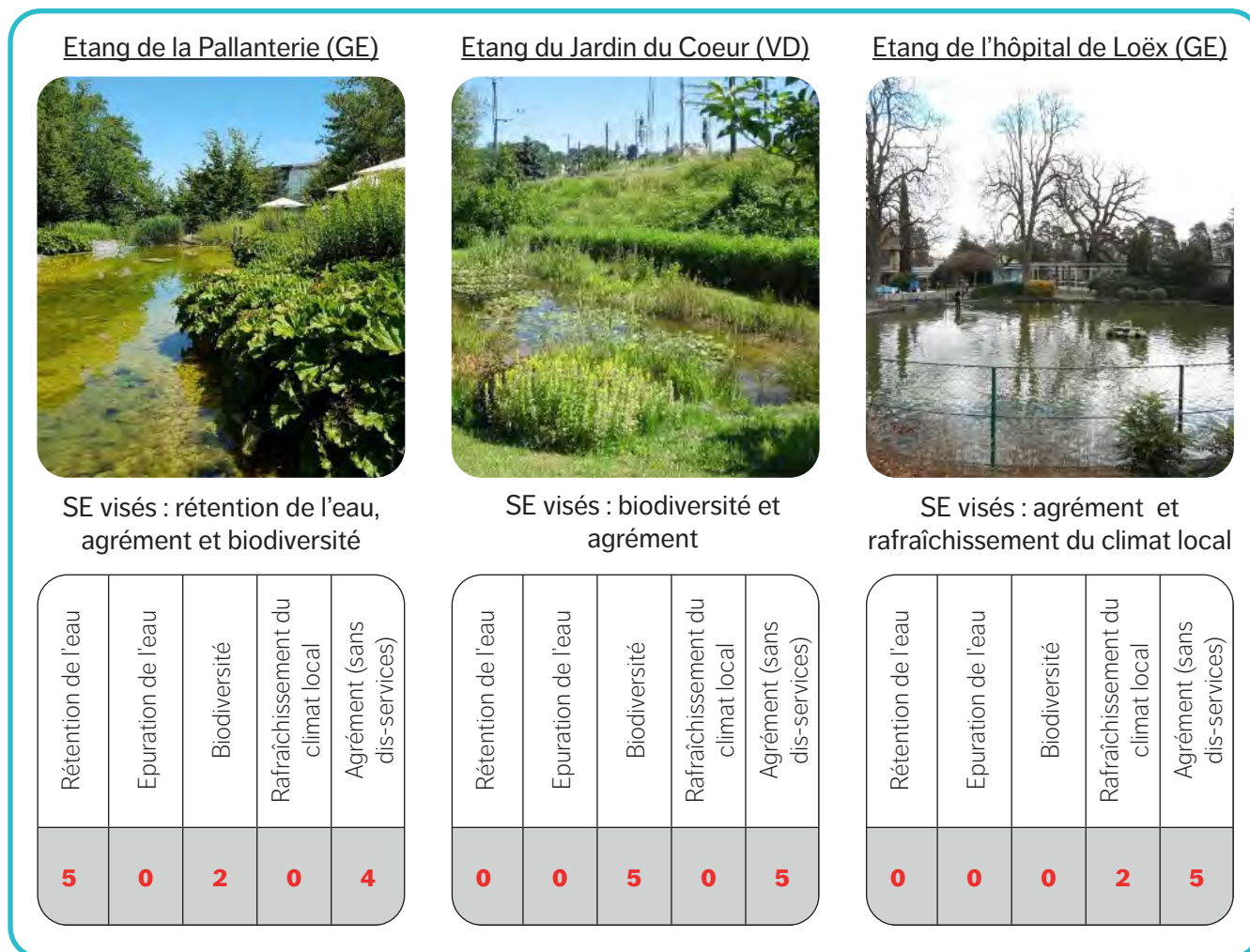


Figure 2. Trois exemples de plans d'eau et des notes saisies (score de 0 à 5) dans l'outil xls, pour trois étangs urbains qui diffèrent par les objectifs fixés par les gestionnaires en termes des services écosystémiques (SE) visés.

Etape 2. Mise en action de l'outil d'aide à la décision

La mise en action de l'outil d'aide à la décision consiste à appuyer sur le bouton « GO », se situant à gauche de la sélection des services, sur l'outil d'aide à la décision ([CONFORTO](#)).

En réponse à cette action, une liste de mesures est produite dans ce fichier xls, ordonnées de la plus pertinente à la moins pertinente, en vue de l'optimisation du plan d'eau par rapport aux services écosystémiques sélectionnés dans l'étape 1 (voir l'exemple en Figure 3).

Cette liste de mesures est unique à la situation sélectionnée à l'étape 1. L'outil sélectionne cette liste parmi 252 listes possibles, correspondant aux 252 combinaisons des 21 mesures (avec l'importance accordée à chacune, selon le score de 0 à 5).



Figure 3. Cet exemple de liste de mesures d'optimisation a été produit par l'outil d'aide à la décision (CONFORTO), en réponse aux attentes d'un gestionnaire fictif (scores saisis : 5, 5, 4, 0, 0). Les mesures adaptées à ces attentes sont listées par ordre d'importance (de haut en bas).

L'importance des mesures est indiquée par les barres horizontales de la colonne de gauche, par un score (-250 à +250). Une barre bleue indique une mesure positive, une barre rouge, une mesure négative (qui ne doit pas être mise en œuvre). L'impact de la mesure est décrit dans les cases concernées, en bleu et vert si l'impact est positif et en orange si l'impact est négatif. La case jaune indique un impact relativement faible. La case sans couleur (blanche) exprime un impact insignifiant.

Etape 3. Lecture critique de la liste des mesures

La liste produite à l'étape 2 doit être relue. Ce premier « screening » permet, si nécessaire, de réordonner les mesures selon les souhaits des gestionnaires. Des mesures peuvent aussi être retirées ou adaptées. D'un point de vue pratique, il est préférable de copier les résultats listés sur la feuille XLS sur un nouveau fichier séparé.

Cette étape devrait être réalisée conjointement avec une expertise externe (cf. bureau d'étude spécialisé dans l'aménagement de milieux aquatiques urbains ou expert-e).

Etape 4. Finalisation du set de mesures et du projet

Chaque projet de plan d'eau urbain (ou chaque restauration) est unique. Il est notamment caractérisé par des contraintes qui ne peuvent pas être connues et intégrées dans l'outil d'aide à la décision. De ce fait, la liste des mesures de l'étape précédente doit être examinée avec précaution, et, comme pour l'étape 3, l'ordre peut être reconsidéré, tout comme le retrait de mesures, leurs adaptations, ou l'ajout d'une nouvelle mesure.

Cette étape 4 doit impérativement être réalisée par une expertise externe (cf. bureau d'étude spécialisé dans l'aménagement de milieux aquatiques urbains ou expert-e) pouvant évaluer le poids des contraintes en jeu. Cette étape est logiquement suivie par une proposition de mise en œuvre du set de mesures.

Etape 5. Réalisation du projet

Le projet peut maintenant être réalisé...

3

DESCRIPTION DES MESURES D'OPTIMISATION

3.1 Présentation globale

Les 21 mesures sélectionnées dans ce guide sont de trois types :

- > Design du plan d'eau (surface, volume, forme, ...) (5 mesures)
- > Aménagements (zones de végétation, fontaine, exutoire, ...) (11 mesures)
- > Gestion (faucardage de la végétation, contrôle de la qualité de l'eau, ...) (5 mesures).

Elles sont présentées dans le tableau 1 (page suivante), avec le degré d'importance pour leur performance à promouvoir chacun des cinq services écosystémiques. Les mesures pouvant potentiellement avoir le plus grand impact positif pour les cinq services écosystémiques, considérés séparément, sont les suivantes :

La rétention d'eau

**Design**

- > surface optimisée
- > grande profondeur

Aménagement

- > exutoire permettant de réguler le niveau de l'eau (et le débit sortant)
- > aménagement d'une arrivée d'eau

Gestion

- > pas de mesures nécessaire

L'épuration de l'eau

**Design**

- > grande profondeur
- > construction d'un pré-bassin de traitement (roselière filtrante)

Aménagement

- > grands herbiers de végétation submergée ou à feuilles flottantes
- > large ceinture de plantes émergentes

Gestion

- > faucardage et évacuation d'une partie de la végétation submergée ou flottante

La biodiversité

**Design**

- > surface optimisée
- > berges en pente douce ou étagée

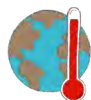
Aménagement

- > large ceinture de plantes émergentes
- > grands herbiers de végétation submergée ou à feuilles flottantes

Gestion

- > maintien d'une bonne qualité de l'eau
- > limitation de la densité de poissons

Le rafraîchissement du climat local

**Design**

- > surface optimisée

Aménagement

- > berges ombragées (présence d'arbres)
- > jet d'eau, cascade, fontaine
- > possibilité de passer «sur» l'étang (passerelle, pas japonais, ...)

Gestion

- > maintien d'une bonne qualité de l'eau

L'agrément (et sans dis-services)

**Design**

- > surface optimisée
- > berge en pente douce ou étagée

Aménagement

- > large ceinture de plantes émergentes
- > aménagement d'une arrivée d'eau
- > jet d'eau, cascade, fontaine

Gestion






- > maintien d'une bonne qualité de l'eau

Tableau 1. Les 21 mesures, sélectionnées dans l'outil d'aide à la décision, potentiellement applicables aux mares et étangs urbains pour une optimisation de cinq services écosystémiques.

Les symboles (- ou +) indiquent la performance potentielle de la mesure pour promouvoir le service écosystémique.

Code des couleurs (impact):

positif important positif modéré insignifiant négatif modéré négatif

		SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES				
		Rétention de l'eau 	Epuration de l'eau 	Biodiversité 	Rafraîchissement du climat local 	Agrément (sans dis-service) 
DESIGN	01. Surface optimisée	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++
	02. Grande profondeur	+++++	+++++	0	+	-
	03. Berge en pente douce ou étagée	0	++	+++++	++	+++++
	04. Linéaire des rives découpé (cf. avec anses et presqu'îles)	0	+	+++	0	++
	05. Construction d'un pré-bassin de traitement (roselière filtrante)	-	++++	++	0	++
AMÉNAGEMENT	06. Mise en place d'un substrat naturel	0	---	+++	0	+
	07. Large ceinture de plantes émergentes (cf. roseaux, massettes, joncs, laïches, iris)	0	++++	+++++	++	+++++
	08. Grands herbiers de végétation submergée ou à feuilles flottantes	0	++++	+++++	0	+
	09. Aménagement d'une arrivée d'eau	++++	--	+	++	++++
	10. Structure végétalisée flottante (îlot)	0	+	+++	+	++
	11. Aménagement d'habitats terrestres	0	0	++	0	+
	12. Exutoire permettant de réguler le niveau de l'eau (et le débit sortant)	++	0	0	0	0
	13. Jet d'eau, cascade, fontaine	0	-	+	++++	++++
	14. Possibilité de passer «sur l'étang» (passerelle, pas japonais, ...)	0	0	0	++++	+++
	15. Berges ombragées (présence d'arbres)	0	---	----	++++	++++
16. Pose d'une barrière	0	0	-	---	+++++	
GESTION	17. Maintenir une bonne qualité de l'eau (limiter l'apport en nutriments)	0	++	++++	++++	++++
	18. Limitation de la densité des poissons	0	++	++++	0	++
	19. Assèchement du plan d'eau	++	--	0	0	-
	20. Faucardage et évacuation d'une partie de la végétation submergée ou flottante	0	++++	--	0	-
	21. Arrachage des plantes exotiques invasives	0	+	++	0	0



Cette surface en eau, bien que modeste (400 m²), est suffisante pour ce cas concret, où le volume de la mare parvient à capter la totalité de l'eau de ruissellement provenant du bâtiment voisin.
Étang de la Pallanterie, GE.



La surface de cet étang urbain (145 m²) a été optimisée par rapport aux contraintes locales (terrain étroit, de taille limitée). Il offre pourtant une très grande diversité d'habitats accueillant une riche biodiversité.
Étang Jardin du Cœur, VD.


	+++++	<ul style="list-style-type: none"> > Optimisée, la surface assure un volume suffisant pour tamponner les eaux de pluies provenant par ruissellement du bassin versant (y compris des toitures connectées). > Assure un grand volume de rétention et permet d'atténuer la crue en aval (laminage du pic de crue). > Effet de cette mesure augmenté lorsqu'elle est couplée avec une grande profondeur.
	+++++	<ul style="list-style-type: none"> > Une surface optimisée, la plus grande possible, favorise l'intensité de la sédimentation des matières en suspension (et d'une partie des polluants). > Une grande surface favorise le temps de résidence de l'eau (= temps d'action des processus physiques, biologiques et chimiques d'épuration).
	+++++	<ul style="list-style-type: none"> > Une surface optimisée, c'est ici une surface la plus importante possible par rapport à la surface à disposition (et par rapport aux contraintes locales). Une grande surface permet : (i) la diversification des habitats, (ii) des populations animales et végétales plus importantes et plus résilientes aux perturbations, (iii) une plus grande richesse en espèces (faune-flore), (iv) une plus grande probabilité d'accueillir des espèces rares et/ou menacées. > Relevons qu'une petite surface peut aussi avoir un intérêt, d'autant plus si elle fait partie d'un réseau de mares connectées où les espèces peuvent se déplacer d'un point d'eau à un autre.
	+++++	<ul style="list-style-type: none"> > Une plus grande capacité d'évapotranspiration et d'avantage de fraîcheur par réflexion du ciel qui est une 'source de fraîcheur'. > Un rafraîchissement de la température de l'air en journée. L'impact est important s'il est couplé à une grande profondeur.
	+++++	<ul style="list-style-type: none"> > Les grands étangs sont généralement appréciés par le public. > Les moustiques y sont rares (car beaucoup de prédateurs).

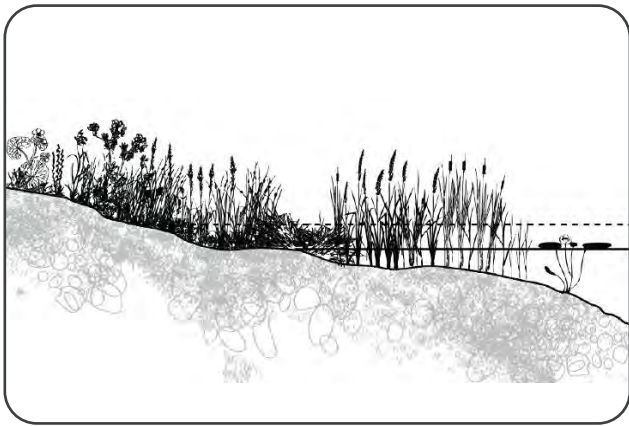


Construite chez un privé, cette mare de jardin démontre qu'il est possible d'avoir un volume de rétention conséquent, même si la surface est restreinte. En effet, la profondeur atteint 2 m pour une surface de 38 m², et donc un volume de 76 m³.
Etang Loutan, GE



Pour ce deuxième cas concret, le volume de rétention est nettement plus grand, puisque le plan d'eau a une grande profondeur (1.70 mètre) pour une grande surface (400 m²).
Etang urbain de la Ferme du Lignon, GE.

	+++++	<ul style="list-style-type: none"> > Augmente le volume de rétention (réduction et étalement dans le temps du pic de crue). > Impact particulièrement bénéfique si la mesure est couplée à une grande surface.
	+++++	<ul style="list-style-type: none"> > Favorise la sédimentation des matières en suspension (et d'une partie des polluants). > Favorise le temps de résidence de l'eau (et le temps d'action des processus physiques, biologiques et chimiques d'épuration). > Impact particulièrement bénéfique si la mesure est couplée à une grande surface.
	0	<ul style="list-style-type: none"> > Réduit la probabilité d'un assèchement. Une grande profondeur est favorable aux espèces aquatiques.
	+	<ul style="list-style-type: none"> > Ra fraîchissement de la température de l'air en journée sur les plans d'eau les plus grands. > Impact appréciable uniquement si la mesure est couplée à une grande surface.
	-	<ul style="list-style-type: none"> > Augmente le danger de noyade si l'étang n'est pas sécurisé.



Les berges en pentes douces favorisent la présence de la végétation typique des rivages (roseaux, joncs, massettes, laïches, iris...).



Dans cet étang urbain, les plantes émergentes des rives contribuent à l'épuration des eaux (=phytoépuration), et apportent un aspect naturel « vert » apprécié par le public. De plus, elles offrent une multitude d'habitats à la biodiversité. Etang des Franchises, GE.

	0	> Pas d'impact significatif.
	++	> Permet la présence de végétation sur les berges et le traitement des nutriments et polluants, notamment par phytoépuration.
	+++++	> Diversification des habitats (par le développement de la végétation).
	++	> Augmente la surface d'évaporation. Evite le besoin d'une barrière et favorise la possibilité d'un contact direct avec l'eau.
	+++++	> Réduit le risque de noyade si l'aménagement de petits paliers (< 20 cm de hauteur) est réalisé. > Aspect naturel apprécié par la population.








La presqu'île et les rives découpées de cet étang urbain ont permis un important développement de la végétation typique des rives (laïches, iris et joncs). Cette dernière offre alors une grande diversité d'habitats pour la biodiversité. De plus, elle peut contribuer à une amélioration de la qualité de l'eau (par phytoépuration).

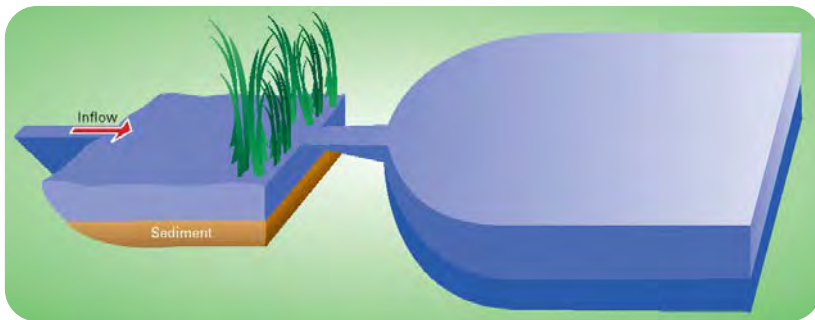
Etang de la Pierre Grise, GE.



L'île et l'anse (en arrière-plan) permettent de promouvoir la végétation et de diversifier les habitats. Les autres berges étant peu diversifiées, cette mesure est particulièrement favorable à la biodiversité, en diversifiant les habitats.






Etang Zulian, GE.

	0	> Pas d'impact significatif.
	+	> Permet la présence de végétation et le traitement des nutriments et polluants, par phytoépuration.
	+++	> Diversification des habitats (et microhabitats).
	0	> Pas d'impacts significatifs
	++	> L'aspect esthétique peut être apprécié par le public.



L'aménagement d'un pré-bassin de traitement permet de filtrer les polluants qui sont apportés par l'eau de ruissellement provenant du bassin versant (ou des toitures, si elles sont raccordées). Le principe est illustré sur la figure ci-dessus et il a été mis en action dans cet étang situé au cœur de Genève (Etang André Venturi, GE). Le pré-bassin permet la sédimentation des particules les plus lourdes, alors que la végétation aquatique contribue à l'épuration de l'eau (par phytoépuration).



	--	> Ce type de bassin est généralement peu profond et le volume de stockage est alors faible (plus faible qu'un bassin de même surface, mais plus profond).
	++++	> Sédimentation des matières en suspension. > Traitement des nutriments et de certains polluants par phyto-épuration.
	++	> Une bonne qualité de l'eau est favorable à la biodiversité. > La roselière constitue un habitat pour la biodiversité.
	0	> Pas d'impacts significatifs
	++	> Une eau de qualité est mieux appréciée du public. > Défavorable aux cyanobactéries (indésirables). > La roselière, selon sa surface et son emprise, peut toutefois affecter l'aspect esthétique de l'ensemble et constituer un obstacle visuel. > Microhabitats favorables à la colonisation par les moustiques.



Mise en place d'un substrat naturel (couche de 30 cm de gravats à dominance minérale, faiblement organique). Ce type de substrat pourra être végétalisé, pour accélérer la colonisation par les plantes, qui contribueront à l'aspect «nature en ville» (photo de droite).

Etang André Venturi, HEPIA-Prairie, GE.







Cette rive présente une situation mixte : au premier plan, le substrat artificiel ne laisse pas la possibilité aux plantes des rives de se développer, alors qu'en arrière plan, la présence d'un substrat naturel permet à celle-ci de s'exprimer pleinement et de former un large herbier.

Etang CFPNe de Lullier, GE.

	0	> Pas d'impact significatif..
	+++++	> Apporte des nutriments dans l'étang. Une trop grande quantité peut être très préjudiciable et va annuler tout le potentiel d'épuration de l'étang. > Ce substrat est toutefois favorable au développement de végétation aquatique, et à leur activité de phytoépuration.
	++	> Favorable au développement de plantes aquatiques. > Peut toutefois altérer la qualité de l'eau (s'il contient de la matière organique).
	0	> Pas d'impacts significatifs
	++	> Cet aspect esthétique «naturel» peut être apprécié par le public.



Les larges ceintures de végétation (cf. roseaux, massettes, joncs, laïche, iris) offrent une multitude d'habitats à la biodiversité. Elles apportent aussi une plus-value esthétique pour le public, tout en empêchant l'accès à l'eau pour les enfants. Ces plantes participent aussi à l'épuration des eaux (phytoépuration). De gauche à droite, plans d'eau des Eaux-vives et des Vernes, GE.






	-	> Réduction du volume de rétention si les herbiers sont grands et denses.
	+++++	> Traitement des nutriments et de certains polluants par phytoépuration
	+++++	> Diversification des habitats pour la faune.
	++	> Augmente l'évapotranspiration; peut réduire la température à proximité, mais de manière négligeable.
	+++++	> Réduit le risque de noyade (« barrière » naturelle). > Leur aspect esthétique est apprécié (surtout les iris), mais les espèces les plus grandes (cf. roseaux) doivent être situées dans des secteurs n'obstruant pas la vue sur l'étang.



Un grand herbier de végétation à feuilles flottantes (ici : *Nymphaea alba* L., Nénuphars blancs) s'est développé dans l'étang du Jardin du Cœur, VD. Les libellules y sont abondantes et utilisent ces plantes comme sites de repos et de reproduction. Certaines espèces y pondent leurs œufs (en les insérant dans les feuilles flottantes).








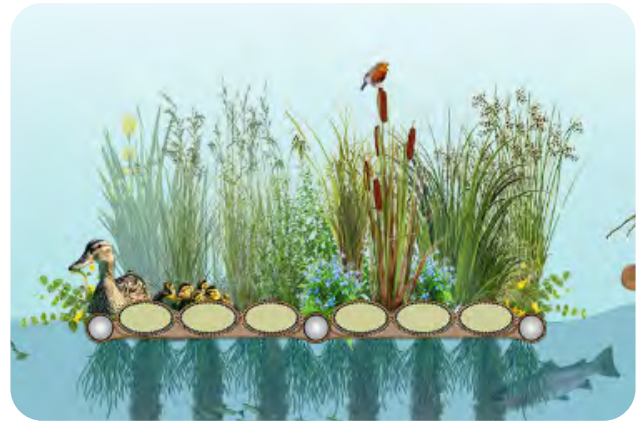
Ici, à l'étang des Franchises, GE, les herbiers submergés ont une vocation esthétique. De plus, ils ont aussi une fonction de phytoépuration et de diversification des habitats pour la faune, comme sur l'image par exemple, pour la Naïade au corps vert (couple en tandem, avec ponte des œufs insérés dans les tissus des Myriophylles).

	-	> Réduction du volume de rétention si les herbiers sont grands et denses.
	+++++	> Traitement des nutriments et de certains polluants par phytoépuration
	+++++	> Diversification des habitats pour la faune.
	0	> Pas d'impact significatif.
	+++++	> Les herbiers de nénuphars sont appréciés par le public. > Ils offrent toutefois des habitats aux grenouilles rieuses (indésirables). > Les herbiers de plantes submergées sont parfois mal perçus et faussement assimilés aux algues.



En milieu urbain, une arrivée d'eau peut être aménagée en récupérant les eaux de ruissellement de toitures ou d'autres surfaces imperméables. Cette mesure est souhaitable en milieu urbain, car elle contribue à réduire la surcharge des réseaux d'évacuation des eaux en cas d'orage, et réduit ainsi les risques d'inondation. On devrait toutefois éviter d'utiliser l'eau du réseau pour ce type d'aménagement. Etang du Jardin de la Paix, GE et Etang du Jardin botanique (CJB), GE.

	++++	<ul style="list-style-type: none"> > La récupération des eaux de ruissellement en amont de l'étang (surfaces imperméabilisées, cf. toits, routes, ...) diminue par effet tampon les risques de crue sur le milieu récepteur en aval de l'étang.
	---	<ul style="list-style-type: none"> > Un apport d'eau diminue le temps de résidence de l'eau (et le temps d'action des processus physiques, biologiques et chimiques d'épuration) si le volume de rétention est insuffisant par rapport à l'arrivée d'eau. > Le renouvellement de l'eau améliore toutefois la qualité de l'eau de l'étang (en évacuant les polluants vers les milieux récepteurs, en aval).
	+	<ul style="list-style-type: none"> > Améliore la qualité de l'eau (renouvellement de l'eau), mais le ruissellement peut apporter des polluants typiques du milieu urbain. > Permet d'éviter un assèchement ou une trop forte diminution du niveau de l'eau (notamment en été), qui serait néfaste pour beaucoup d'espèces végétales et animales. > Si l'arrivée d'eau est trop importante, le système d'eaux stagnantes pourrait se transformer en un système d'eaux courantes (cf. ruisseau), ce qui n'est pas forcément l'objectif visé par le gestionnaire/propriétaire.
	++	<ul style="list-style-type: none"> > Débit de l'arrivée d'eau intéressant s'il est aménagé en fontaine ou cascade (par pression dans le système d'adduction ou par pompe alimentée par un panneau solaire).
	++++	<ul style="list-style-type: none"> > Le renouvellement de l'eau contribue au maintien d'une bonne qualité de l'eau, appréciée du public. > Le renouvellement de l'eau (et la faible concentration de nutriments) est défavorable aux cyanobactéries potentiellement toxiques



Les îles flottantes permettent le développement de la végétation dans une situation hydrique favorable, c'est-à-dire insensible aux variations de niveau d'eau. Ces aménagements permettent d'assurer la présence de végétation même dans des conditions extrêmes où le niveau d'eau fluctue énormément, ce qui est assez fréquent en situation urbaine ; leur présence permet ainsi de compenser l'absence de végétation sur les rives. Etang André Venturi, GE.

	0	> Pas d'impact significatif.
	+	> Traitement des nutriments par phytoépuration (la végétation utilisant les nutriments présents dans l'eau). La structure doit toutefois être assez grande pour avoir une certaine efficacité.
	+++	> Diversification des habitats pour la faune.
	+	> Augmente l'évapotranspiration et réduit légèrement la température de l'air; impacte toutefois de manière négligeable la température à proximité.
	++	<ul style="list-style-type: none"> > Aspect esthétique. > Contribue au maintien d'une bonne qualité de l'eau, appréciée du public. > Une bonne qualité de l'eau (et une faible concentration de nutriments) est défavorable aux cyanobactéries, potentiellement toxiques. > Toutefois l'offre en habitats pour la grenouille rieuse (indésirable) est accrue.








Ces habitats terrestres, tas de branches et tas de pierre, aménagés à proximité des plans d'eau, favorisent la faune comme les amphibiens ou les insectes (dont des abeilles sauvages polinisatrices). Mares pédagogiques de la Grande Cariçaie (VD).

	0	> Pas d'impact significatif.
	0	> Pas d'impact significatif.
	++	> Favorable à la faune, notamment aux amphibiens et aux reptiles.
	0	> Pas d'impact significatif.
	++	> Cet aspect esthétique «naturel» peut être apprécié par le public.



L'exutoire est une pièce maîtresse des étangs urbains. En effet, il permet une relative souplesse dans le choix des volumes d'eau à stocker et permet aussi la maîtrise de l'évacuation de l'eau (en évitant les débordements). A droite, l'exutoire de l'étang André Venturi qui évacue l'eau vers un réseau de collecte des eaux claires (= eaux pluviales) situé en aval. Il permet potentiellement de faire varier le niveau d'eau d'une quinzaine de centimètres (et le volume de l'étang de 15 m³). A droite, un autre exemple d'exutoire, Etang à Meyrin, GE.

	++++	> Permet une souplesse dans le choix des volumes d'eau à stocker. Notamment utile en prévision des événements pluvieux.
	0	> Pas d'impact significatif.
	0	> Pas d'impact significatif.
	0	> Pas d'impact significatif.
	0	> Pas d'impact significatif.



Même un petit jet d'eau solaire peut apporter des bénéfices... Celui-ci, d'une hauteur de 1 m et alimenté par une pompe solaire, permet de créer une onde sur l'eau, défavorable aux moustiques et aux grenouilles rieuses. De plus, le discret bruit de l'eau procure un sentiment de fraîcheur aux promeneurs. Une faible oxygénation de l'eau est aussi bénéfique à certaines espèces aquatiques exigeantes... Etang André Venturi, GE.



Cette grande fontaine (2 à 3 m) a, en plus des bénéfices évoqués précédemment, un effet de brumisateur, et elle peut légèrement diminuer la température à proximité. L'effet sur les promeneurs est surtout un ressenti psychologique lié à la vision de l'eau et au bruit de la fontaine.


Etang du centre hospitalier de Loex, GE.

	0	> Pas d'impact significatif.
	-	> Entraîne, selon leur abondance et leurs débits, la re-suspension des sédiments et des nutriments/polluants.
	+	> Diversification des habitats > Oxygénation de l'eau
	++++	> Effet rafraîchissant, augmenté lorsque l'eau est évaporée ou brumisée. > Cet effet est particulièrement prononcé si le public peut s'approcher de ces aménagements et même être en contact physique avec les gouttellettes d'eau.
	++++	> Diminue les densités de moustiques et de grenouilles rieuses. > Aspect esthétique apprécié par le public

AMÉNAGEMENT : POSSIBILITÉ DE PASSER «SUR» L'ÉTANG (PAS JAPONAIS, PASSERELLE,...)








Laisser la possibilité de s'approcher de l'eau permet à la population de profiter pleinement de l'effet de rafraîchissement créé par les étangs (cf. étang de la Paix, GE; photo de droite). De plus, cela peut même ajouter un côté ludique (cf. étang de Préjins, GE ; photo de gauche) et favorise l'appropriation du plan d'eau par le public.

	0	> Pas d'impact significatif.
	0	> Pas d'impact significatif.
	0	> Pas d'impact significatif.
	++++	> Le déplacement «sur» le miroir d'eau permet au public de bénéficier du rayonnement du ciel, source de fraîcheur.
	+++	> La proximité avec l'eau est appréciée du public








Les îlots de chaleurs en ville représentent un gros enjeu pour les années à venir. L'ombrage apporté par des arbres est efficace pour apporter un rafraîchissement et est alors particulièrement bienvenu sur les rives d'un étang. Ces deux exemples de plans d'eau urbains (étang de Préjins, GE ; étang de la Paix, GE) montrent une rive en partie ombragée, avec également la présence de bancs publics.

Cette mesure ne devrait toutefois concerner qu'une partie des rives, et s'en écarter le plus possible, pour ne pas impacter négativement la biodiversité. En effet, l'ombre limite le développement de la végétation aquatique. De plus, les accumulations de feuilles mortes dans l'étang, si elles ne sont pas évacuées, peuvent dégrader la qualité de l'eau.

	0	> Pas d'impact significatif.
	---	> Limite le développement de la végétation aquatique (qui est active dans la phytoépuration). > Apport de nutriments (par la décomposition des feuilles mortes) qui vont dégrader la qualité de l'eau.
	---	> Limite le développement de la végétation aquatique. > Souvent apport trop important de feuilles mortes, qui vont altérer la qualité des eaux et des habitats. > Toutefois, si la mesure est ponctuelle (quelques arbres implantés sur une portion des berges), on gagne une diversification des habitats terrestres et aquatiques.
	+++++	> Augmentation du confort climatique (généralement plus élevé que celui apporté par le plan d'eau).
	+++++	> L'ombrage est apprécié par le public, s'il n'est pas total et s'il préserve l'accès de la lumière à une partie de l'étang.



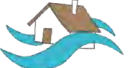

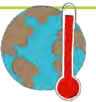
Des clôtures de sécurité sont installées aux abords d'étangs et respectent les recommandations du BPA (Bureau de Prévention des Accidents). Notamment, la hauteur est $> 1\text{m}$. De plus les ouvertures situées à moins de 75cm ont un maillage $\leq 4\text{cm}$, et l'espacement entre traverses horizontales est $\leq 2\text{cm}$. D'autre part la distance au sol est comprise entre 10 et 12cm pour que la clôture ne se transforme pas en obstacle pour les animaux. De petits animaux comme les hérissons peuvent ainsi avoir accès à l'eau. De gauche à droite, Etang des Tritons et Etang des Franchises, GE.

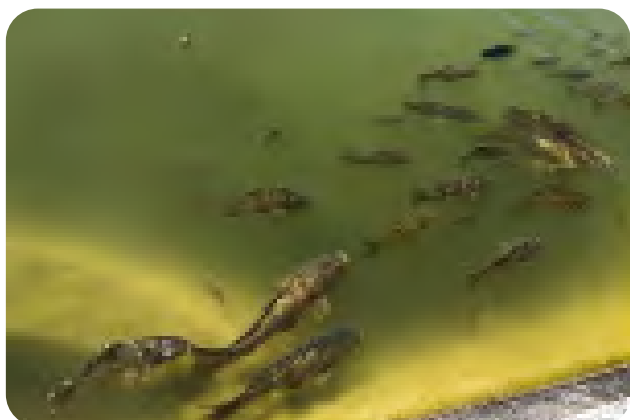
	0	> Pas d'impact significatif.
	0	> Pas d'impact significatif.
	-	> Entrave potentielle à la migration de la faune (cf. hérisson, batraciens)
	---	> Empêche le public de s'approcher de l'eau et de profiter de son effet rafraîchissant. Idéalement il faudrait rendre possible le contact direct avec l'eau.
	+++++	> Réduction du risque de noyade. > Mais dérangement potentiel si la barrière est trop haute ou trop éloignée de l'eau.

3.4 GESTION : MAINTIEN D'UNE BONNE QUALITÉ DE L'EAU (LIMITER L'APPORT EN NUTRIMENTS)








Pour pouvoir maintenir une bonne qualité de l'eau, il est important de faire de la sensibilisation auprès du public. En effet, l'apport naturel en nutriment est souvent grandement accru par des apports excessifs liés au nourrissage des canards ou des poissons. Une sensibilisation peut être réalisée par l'installation de panneaux appropriés. Lac Léman, GE.

	0	> Pas d'impact significatif.
	++	> La capacité d'épuration d'un étang reste limitée. Il est alors important de ne pas surcharger le système en polluants
	++++	> Favorable à la biodiversité.
	++++	> Permet une utilisation rafraîchissante saine de l'eau (fontaine, cascade, pas japonais...) et un contact direct potentiel.
	++++	> Appréciation du public. > Défavorable aux cyanobactéries toxiques (pouvant se développer dans une eau trop riche en nutriments).








Des poissons sont présents dans l'étang de Loex, GE (à gauche) et dans l'étang de la Paix, GE (à droite). Bien qu'ils soient appréciés par le public, il est nécessaire de limiter leur densité. La densité de poissons ne devrait pas dépasser 2 kg pour 100 m² (cf. 2 carpes ou 10 plus petits poissons). Un nombre plus important nuirait à la qualité de l'eau et au fonctionnement de l'étang (et à une partie de la biodiversité).

	0	> Pas d'impact significatif.
	++	> Evite la re-suspension des sédiments (bioturbation) et des nutriments.
	++++	> Favorable à la faune, notamment aux amphibiens et coléoptères. > Permet de préserver les herbiers de végétation. > Permet de limiter les excès en nutriments.
	0	> Pas d'impact significatif.
	++	> Amélioration de la qualité de l'eau et réduction de cyanobactéries toxiques. > Toutefois la présence piscicole est appréciée par le public visitant les étangs urbains. Il n'est donc pas forcément nécessaire de totalement les exclure. Réduire la densité peut être suffisant.








Ces deux plans d'eau sont asséchés pour des raisons liées à l'entretien. Un curage peut ainsi être effectué, permettant d'exporter la matière organique sédimentée et assurant par la suite une bonne qualité de l'eau. Cette action, qui doit être effectuée en automne, permet de limiter la présence de grenouilles rieuses ou des poissons, mais elle impacte négativement beaucoup d'espèces végétales et animales. Etang Parc des Croupettes, GE et Etang CFPNe de Lullier, GE.

	++	> Augmente le volume de rétention de l'étang (ce qui est profitable en prévision de fortes pluies).
	--	> Diminue le temps de séjour et le temps de traitement de l'eau. > Un assèchement ponctuel (par exemple tous les 5 ans, sur quelques semaines) peut toutefois être bénéfique, car il permet d'oxyder les sédiments. La qualité de l'eau s'en trouve généralement améliorée.
	0	> Améliore la qualité de l'eau (renouvellement; oxydation des sédiments). > Influence la biodiversité. Un assèchement automnal favorise les espèces d'amphibiens indigènes (par éradication des poissons), mais défavorise beaucoup d'autres groupes (cf. insectes aquatiques).
	--	> L'effet rafraîchissant nul durant la période d'assèchement (notamment si c'est durant l'été...).
	+	> Limite la présence de grenouilles rieuses et leurs nuisances sonores . > Pas apprécié par le public (surtout s'il s'étend sur une durée trop longue). > Entraîne l'éradication des poissons (appréciés du public).








Le faucardage et l'évacuation d'une partie de la végétation, à effectuer en automne, constituent une mesure d'entretien très courante dans les étangs urbains. La partie émergente des plantes peut être sectionnée avec un taille-haie avant son évacuation. Cette opération doit toutefois être effectuée avec précaution, éventuellement de manière fractionnée, pour éviter de porter une atteinte trop forte sur ces habitats essentiels à la biodiversité (voir la mesure n°7 « Large ceinture de plantes émergentes »). Etang CFPNe de Lullier, GE.

	0	> Pas d'impact significatif.
	+++++	> Permet d'évacuer les polluants et le redémarrage du stockage des polluants (dans la végétation renouvelée).
	--	> Suppression d'habitats essentiels à la biodiversité. > Toutefois bénéfique, si le faucardage n'affecte qu'une partie des herbiers.
	0	> Pas d'impact significatif.
	+	> L'évacuation des nénuphars réduit le nombre d'habitats des grenouilles rieuses (indésirables). > Permet de rouvrir un milieu qui s'est totalement refermé, envahi par la végétation des rives (cf. massettes ou roseaux). > L'aspect esthétique peut toutefois en souffrir temporairement, avant la repousse des plantes.



Les plantes exotiques invasives doivent être éradiquée car leur propagation est rapide et leur prolifération impacte négativement les espèces indigènes. Cela concerne notamment plusieurs espèces aquatiques qui sont sur la liste noire de Suisse des espèces exotiques envahissantes, comme par exemple la Myriophylle du Brésil (photo de gauche, source : info-flora). Cette dernière est déjà présente dans des étangs urbains de Suisse romande. La photo à droite ci-dessus illustre la campagne d'éradication d'une autre espèce, la Ludwigie à grandes fleurs (espèce sur liste noire) menée avec succès dans les étangs du Canton de Genève entre 2003 et 2005.

	0	> Pas d'impact significatif.
	+	> Permet d'évacuer les polluants et le redémarrage du stockage des polluants (dans la végétation renouvelée).
	++	> Réduction de la concurrence des espèces exotiques invasives sur les espèces végétales indigènes. > Toutefois réduction de l'offre en habitats de la faune indigène.
	0	> Pas d'impact significatif.
	0	> L'évacuation des nénuphars réduit le nombre d'habitats des grenouilles rieuses (indésirables). > Permet de rouvrir un milieu qui s'est totalement refermé, envahi par la végétation des rives (cf. massettes ou roseaux). > L'aspect esthétique peut toutefois en souffrir temporairement, avant la repousse des plantes.

4. EXEMPLE D'APPLICATION DE L'OUTIL

Cas concret

Réalisation de l'étang André Venturi à HEPIA (rue de la Prairie à Genève), 2021-2022.

Cet étang a été réalisé en partie dans le cadre du projet HES-SO de recherche appliquée [CONFORTO](#) et a été présenté au grand public lors de l'évènement HES-SO//GE EXPLORE « Rêvons la ville de demain » du 5 au 7 mai 2022. Il a obtenu plusieurs soutiens de la part, notamment, de la HES-SO//GE et du programme G'innove de la ville de Genève.






Cet étang se veut un étang-pilote pédagogique, destiné à appuyer l'enseignement de HEPIA destiné aux étudiant-e-s et aux professionnel-le-s. Pour ceci, la vocation du plan d'eau est d'offrir tous les services écosystémiques possibles.

L'outil d'aide à la décision a été utilisé au cours du développement du projet, selon la démarche présentée dans le chapitre 2, structurée en 5 étapes (figure 1).

Etape 1. Choix des services écosystémiques visés

Définition des objectifs visés en termes des services écosystémiques (SE), puis saisie des notes (score de 0 à 5) dans l'outil ([CONFORTO](#)). Les cinq services écosystémiques revêtent une grande importance dans le cadre de ce projet. La problématique locale (liée à HEPIA) est exposée dans le tableau 2, ainsi que les objectifs visés par la création du nouveau plan d'eau. Le score maximal de « 5 » est alors attribué à chacun des 5 services.

Tableau 2. Les cinq services écosystémiques attendus par l'étang André Venturi à créer à HEPIA, avec pour chacun la problématique locale et l'objectif visé. La note attribuée (potentiellement entre 0 et 5) exprime la performance attendue vis-à-vis du service concerné ; c'est cette note qui sera saisie dans l'outil d'aide à la décision xls (fichier xls).

SE	Problématique locale	Objectif visé	Note (attente envers ce SE)
 Rétention de l'eau	Les eaux de ruissellement des toitures de HEPIA étaient raccordées au réseau des eaux pluviales. Lors de fortes pluies, ces eaux de ruissellement contribuaient à surcharger ce réseau.	Rétention des eaux pluviales provenant d'une partie des toitures de HEPIA. Réduction de la surcharge du réseau des eaux pluviales en cas d'orage.	5
 Epuración de l'eau	Les eaux de ruissellement sont toujours fortement polluées en milieu urbain, notamment sur les toitures. Elles contiennent des dépôts relargués lors des pluies. Ces effluents finissent en partie dans le Léman.	Epurar les eaux de ruissellement et restituer une eau de meilleure qualité en aval.	5
 Biodiversité	Genève veut promouvoir une infrastructure écologique en milieu urbain. Le réseau bleu, auquel participent les mares et les étangs, contribue à promouvoir la biodiversité en ville.	Promouvoir la biodiversité urbaine et contribuer à l'infrastructure écologique.	5
 Rafraîchissement du climat local	Les températures estivales sont de plus en plus élevées et la population locale, dont les étudiant-e-s de HEPIA, souffrent régulièrement de l'effet « îlot de chaleur ».	Créer une oasis, un espace où la population puisse ressentir de la fraîcheur.	5
 Agrément	HEPIA accueille près de 1000 étudiant-e-s et 250 collaborateurs et collaboratrices. Le contexte de HEPIA est totalement urbanisé, et traduit une mauvaise qualité de vie (ou de travail).	Créer un espace vert et bleu, améliorant la qualité de vie, le bien-être et la cohésion sociale.	5

Etape 2. Mise en action de l'outil d'aide à la décision

La mise en action de l'outil d'aide à la décision permet de produire une liste de mesures dans un fichier xls (Figure 4), ordonnées de la plus pertinente à la moins pertinente, en vue de l'optimisation du plan d'eau par rapport aux services écosystémiques sélectionnés dans l'étape 1.

Dans cet exemple, les 3 principaux éléments du design sont une surface optimisée (cf. la plus grande par rapport à l'espace à disposition) (mesure N°01), une grande profondeur (mesure N°02) et une berge en pente douce (mesure N°03). Les 3 principaux éléments liés à l'aménagement sont une large ceinture de plantes émergentes (mesure N° 07), un exutoire (mesure N° 12), la pose d'une barrière (mesure N° 16). Les principales mesures de gestion sont le maintien d'une bonne qualité de l'eau (mesure N°17), la limitation de la densité de poissons (mesure N°18) et le faucardage et l'évacuation de la végétation (mesure N°20).

Figure 4. Liste de mesures d'optimisation produite par l'outil d'aide à la décision (fichier xls), en réponse aux attentes pour la réalisation de l'Etang André Venturi à HEPIA (scores saisis : 5, 5, 4, 0, 0). Les mesures adaptées à ces attentes sont listées par ordre d'importance (de haut en bas) ; le score figurant sur la colonne gauche du tableau traduit l'importance de la mesure (note potentielle : entre -250 et +250).

250	Design	01. Surface optimisée
245	Design	02. Grande profondeur
245	Design	03. Berge en pente douce ou étagée
245	Aménagement	16. Pose d'une barrière
240	Aménagement	12. Exutoire permettant de réguler le niveau de l'eau (et le débit sortant)
240	Aménagement	07. Large ceinture de plantes émergentes (cf. roseaux, massettes, joncs, laïches, iris)
235	Aménagement	08. Grands herbiers de végétation submergée ou à feuilles flottantes
225	Aménagement	15. Berges ombragées (présence d'arbres)
215	Gestion	17. Maintien d'une bonne qualité de l'eau (limiter l'apport en nutriments)
210	Aménagement	13. Jet d'eau, cascade, fontaine
205	Design	05. Construction d'un pré-bassin de traitement (roselière filtrante)
205	Aménagement	09. Aménagement d'une arrivée d'eau
175	Gestion	20. Faucardage et évacuation d'une partie de la végétation submergée ou flottante
175	Gestion	18. Limitation de la densité des poissons
175	Aménagement	14. Possibilité de passer "sur" l'étang (passerelle, pas japonais,...)
155	Design	04. Linéaire des rives découpé (cf. avec anses et presqu'îles)
130	Aménagement	06. Mise en place d'un substrat naturel
125	Aménagement	10. Structure végétalisée flottante (îlot)
100	Gestion	19. Assèchement du plan d'eau
100	Aménagement	11. Aménagement d'habitats terrestres
75	Gestion	21. Arrachage des plantes exotiques invasives

Etape 3. Lecture critique de la liste des mesures

La liste produite à l'étape 2 est relue. Cette étape a été réalisée conjointement avec une expertise (les enseignant-e-s, les chercheurs et les chercheuses de HEPIA).

Ce premier « screening » a permis d'évaluer la pertinence des mesures en fonction du contexte local, et surtout, des mesures prioritaires qui peuvent parfois réduire les marges de manœuvre de mesures supplémentaires (Tableau 3). Aucune mesure n'a été retirée, mais plusieurs ont dû être adaptées ou considérées dans une version minimale (voir étape 4).

Tableau 3. Liste des mesures proposées par l'outil xls (classées dans l'ordre proposé, cf. étape 2), avec le bilan de la relecture critique (mesures finalement retenues et motivations/remarques).

Mesure proposée par l'outil xls	Mesure retenue?	Motivation/remarques
01. Surface optimisée	oui-mais	La surface à disposition du projet est limitée à 150 m ²
02. Grande profondeur	oui-mais	Le budget à disposition limite la profondeur (une profondeur importante augmenterait le coût)
03. Berge en pente douce ou étagée	oui-mais	Idem que la mesure 07, un équilibre devra être trouvé avec la mesure 01.
16. Pose d'une barrière	oui	Le contexte local (forte fréquentation par le public) impose la mise en place de cette mesure.
12. Exutoire permettant de réguler le niveau de l'eau (et le débit sortant)	oui	
07. Large ceinture de plantes émergentes (cf. roseaux, massettes, joncs, laïches, iris)	oui-mais	La mise en action de la mesure 01 limite la largeur de la ceinture.
08. Grands herbiers de végétation submergée ou à feuilles flottantes	oui	
15. Berges ombragées (présence d'arbres)	oui	
17. Maintien d'une bonne qualité de l'eau (limiter l'apport en nutriments)	oui	La mesure 09 permettra vraisemblablement d'atteindre cet objectif. Des mesures supplémentaires pourront être prises si nécessaire.
13. Jet d'eau, cascade, fontaine	oui	
05. Construction d'un pré-bassin de traitement (roselière filtrante)	oui	
09. Aménagement d'une arrivée d'eau	oui	
20. Faucardage et évacuation d'une partie de la végétation submergée ou flottante	oui-mais	Concerne le moyen terme (et pas les 2 premières années de développement de la végétation).
18. Limitation de la densité des poissons	oui	
14. Possibilité de passer «sur» l'étang (passerelle, pas japonais,...)	oui	
04. Linéaire des rives découpé (cf. avec anses et presqu'îles)	oui-mais	L'optimisation de la surface (mesure 01) réduit les possibilités liées à cette mesure.
06. Mise en place d'un substrat naturel	oui	
10. Structure végétalisée flottante (îlot)	oui	
19. Assèchement du plan d'eau	non	Cette mesure n'est pas prioritaire selon l'outil d'aide à la décision.
11. Aménagement d'habitats terrestres	oui-mais	L'optimisation de la surface (mesure 01) réduit les possibilités liées à cette mesure.
21. Arrachage des plantes exotiques invasives	oui	

Etape 4. Finalisation du set de mesures et du projet

La liste des mesures de l'étape précédente a été précisée et les mesures ont été adaptées au contexte local (financier, matériel, géographique, expertises et soutiens disponibles) (tableau 4).

Cette étape se réalise avec le soutien d'une expertise (cf. bureau spécialisé, autres expert-e-s), qui proposera et formulera la solution technique adaptée. Rappelons que l'objectif de ce guide est d'offrir une aide à la décision; il ne se substitue pas aux ouvrages techniques existants qui devront être consultés. Ce guide ne propose pas une liste de mesures avec la description de leur mise en place.

Tableau 4. Formulation des mesures choisies. L'impact attendu par ces mesures est décrit en détails, pour chaque service écosystémique, dans le chapitre précédent (chapitre 3)

Mesure proposée par l'outil xls	Formulation de la mesure
01. Surface optimisée	La surface à disposition du projet est limitée à 150 m ² . La taille est maximisée et atteindra finalement 110 m ² .
02. Grande profondeur	Les finances à disposition pour la réalisation du projet ont constitué un frein à la mise en place de la mesure (une profondeur importante augmenterait le coût). Toutefois, la profondeur a été maximisée en fonction des possibilités, et elle atteint entre 60 et 80 cm.
03. Berge en pente douce ou étagée	La mise en place des mesures 07 et 02 a réduit la marge de manœuvre pour cette mesure. Toutefois, la pente des berges a été réduite au minimum là où c'était possible. Elle est en moyenne de 30% (ce qui reste élevé).
16. Pose d'une barrière	Cette mesure est fortement recommandée par l'outil d'aide à la décision (Fig. 4). Le contexte local (forte fréquentation par le public) impose la mise en place de cette mesure. La promenade est ainsi totalement sécurisée par une barrière. Les autres accès à l'eau sont aussi sécurisés (cf. grillage ou muret bétonné).
12. Exutoire permettant de réguler le niveau de l'eau (et le débit sortant)	Un exutoire simple a été installé. Il permet de maintenir un niveau d'eau maximal. Cet exutoire est réglable et permet de réguler le niveau à + ou - 15 cm. Un aménagement technique plus complexe ne se justifiait pas par rapport à la taille réduite du plan d'eau.
07. Large ceinture de plantes émergentes (cf. roseaux, massettes, joncs, laïches, iris)	La rive de l'étang a entièrement été végétalisée : plantations de diverses espèces indigènes d'hélophytes aquatiques (voir détails en annexe 1). La surface à disposition était toutefois limitée, ce qui a réduit la ceinture de végétation à une largeur d'environ 50 cm.
08. Grands herbiers de végétation submergée ou à feuilles flottantes	Diverses espèces de plantes aquatiques indigènes ont été plantées (voir détails en annexe 1), et les herbiers vont se développer durant les premières années.
15. Berges ombragées (présence d'arbres)	Les arbres en place avant l'aménagement du projet ont été conservés (Fig. 5,6.). Ils offrent ainsi de l'ombrage sur une des rives de l'étang.
13. Jet d'eau, cascade, fontaine	Une fontaine solaire a été installée à proximité de la passerelle.

Tableau 4. (Suite) Formulation des mesures choisies. L'impact attendu par ces mesures est décrit en détails, pour chaque SE, dans le chapitre précédent (chapitre 3)

Mesure proposée par l'outil xls	Formulation mesure
05. Construction d'un pré-bassin de traitement (roselière filtrante)	Une partie amont du plan d'eau est séparée de la partie aval (bute submergée). Une roselière destinée à filtrer et épurer l'eau a été créée (sur la droite de la photo ; Fig. 6) (les roseaux sont encore jeunes dans cette phase pionnière de l'étang et ne sont pas visibles).
09. Aménagement d'une arrivée d'eau	1205 m ² des toitures de HEPIA (375 m ² de la toiture de l'abri juxtaposant l'étang + 830 m ² de la toiture du bâtiment principal) sont raccordés physiquement à l'étang (par des conduites) et l'eau de ruissellement alimente le plan d'eau.
20. Faucardage et évacuation d'une partie de la végétation submergée ou flottante	Concernera le moyen terme, si la végétation est bien développée (et pas les 2 premières années de développement de la végétation).
18. Limitation de la densité des poissons	Des introductions (cf. poissons rouges) seront vraisemblablement effectuées par la population locale, comme c'est le cas dans la plupart des étangs urbains. Le monitoring mis en place inclut le suivi de la densité de poissons et la limitera (une densité supérieure à 2 carpes ou à 10 perches par 100 m ² est considérée comme excessive).
14. Possibilité de passer «sur» l'étang (passerelle, pas japonais,...)	Un cheminement a été créé, en partie ombragé par des arbres, se terminant par une passerelle (arrière-plan de la photo; Fig. 6). Des assises en bois ont été fixées sur le muret (premier plan de la photo; Fig. 6).
04. Linéaire des rives découpé (cf. avec anses et presqu'îles)	L'optimisation de la surface (mesure 01) a réduit les possibilités liées à cette mesure. La présence des îlots flottants (mesure 10) permet toutefois d'agrandir le linéaire des rives.
06. Mise en place d'un substrat naturel	Un substrat naturel a été mis en place au début du projet. D'une épaisseur réduite et faiblement organique, il ne devrait affecter que faiblement la qualité de l'eau.
10. Structure végétalisée flottante (îlot)	Quatre îlots flottants de 0.6 m ² ont été mis en place (Fig. 6). Ils ont été végétalisés avec des espèces indigènes (prélevées dans un site naturel du Canton de Genève).
11. Aménagement d'habitats terrestres	L'optimisation de la surface (mesure 01) a réduit les possibilités liées à cette mesure. Toutefois des souches ont été posées. De plus la rive est fortement minéralisée (cailloux, galets) et offre une multitude de microhabitats (notamment pour les hyménoptères et coléoptères). A moyen terme, des habitats terrestres additionnels pourront être installés (cf. accumulations de cailloux).
21. Arrachage des plantes exotiques invasives	Le monitoring surveillera la colonisation par la végétation, et des arrachages seront procédés si nécessaire.

Etape 5. Réalisation du projet

La réalisation du projet, entre novembre 2021 et avril 2022, à l'angle rue de Lyon- rue de la Prairie (HEPIA, Genève) est présentée dans la figure 5. L'annexe 1 présente la fiche descriptive de la réalisation, avec notamment les caractéristiques morphométriques et la biodiversité observée au printemps 2022.



Figure 5. Les différentes étapes de l'aménagement de l'étang André Venturi, rue de la Prairie (HEPIA, Genève).

Une sélection des mesures mises en place est représentée ci-dessous :

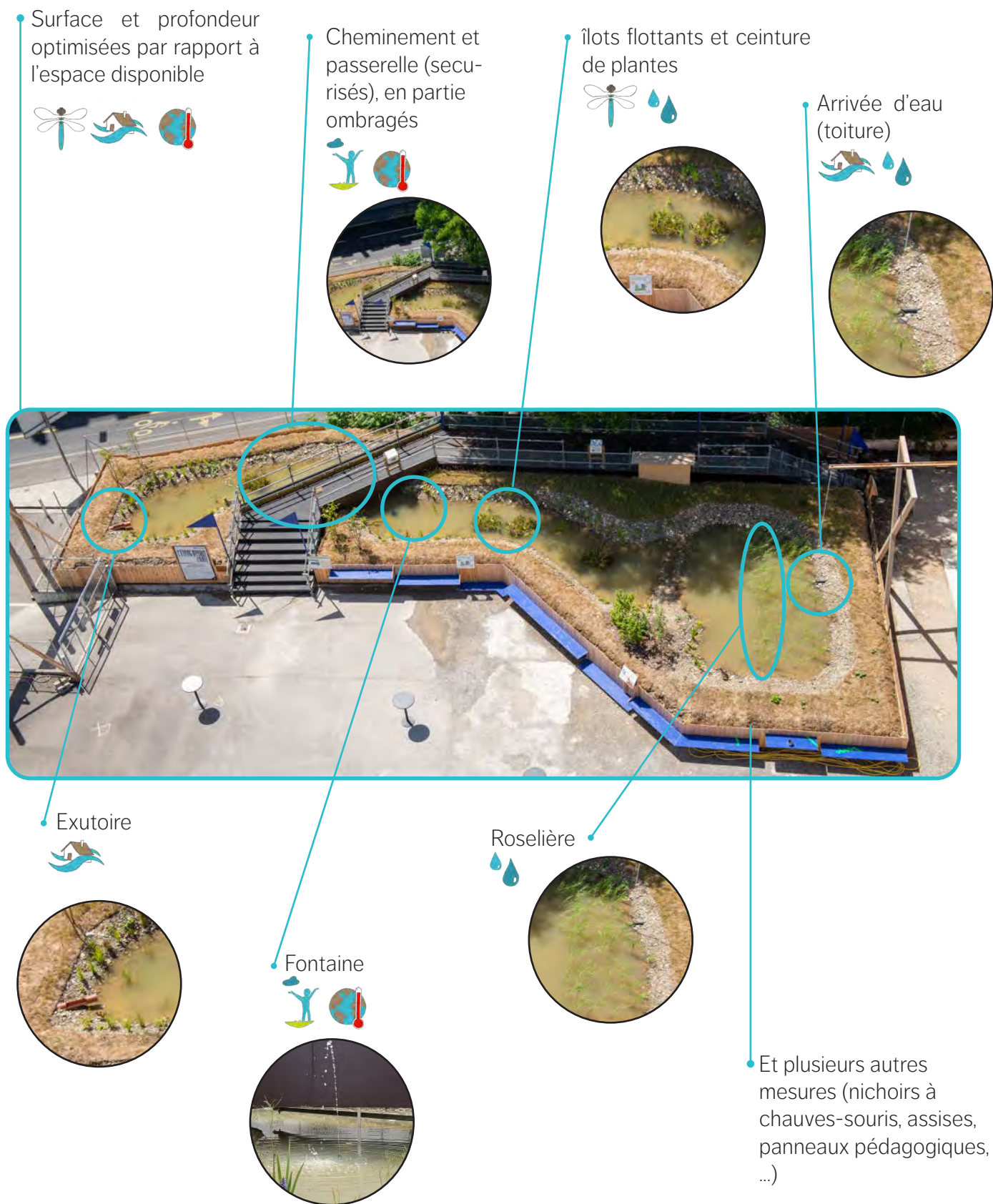


Figure 6. L'Etang André Venturi (HEPIA, GE) en avril 2022, 5 mois après sa création, avec l'illustration d'une sélection des mesures mises en place .

5. LITTÉRATURE UTILE

Référence	Domaines traités	Étangs urbains ?	Public cible	Description sommaire
ASSOCIATION SUISSE POUR LA PROTECTION DES OISEAUX (ASPO). 2003. Petits biotopes fiche pratique n°7 – Flaques et mares. (www.birdlife.ch).	Création, aménagement et gestion de flaques et de mares.	Non	public déjà averti (cf. étudiant-e-s, professionnel-le-s, naturalistes, etc.).	Cet ouvrage apporte de nombreux aspects pratiques et techniques pour une réalisation et une gestion concrète.
BRANQUART E. & RONVEAUX F. 1994. Créer une mare naturelle dans son jardin. Ministère de la Région Wallonne. 30 pp.	Création, aménagement et gestion d'une mare.	Non	large public	Cet ouvrage apporte de nombreux aspects pratiques et techniques pour une réalisation et une gestion concrète d'une mare dans un jardin.
BUREAU SUISSE DES PREVENTIONS DES ACCIDENTS (BPA). 2020. Pièces d'eau. (www.bfu.ch).	Guide pour la conception, la construction et l'entretien des pièces d'eau permettant d'éviter les noyades	Non	public déjà averti (cf. étudiant-e-s, professionnel-le-s, naturalistes, etc.).	Cet ouvrage apporte à la fois des éléments théoriques et techniques sur le concept de sécurité sur les pièces d'eau
DGAN. 2019. Mares et petits étangs urbains. Fiche conseil N° 10. Programme Nature en Ville. Canton de Genève. https://www.100sitesnatureenville.ch/creer-votre-site/conseils-techniques/	Création, aménagement et gestion d'un étang urbain.	Oui	public déjà averti (cf. étudiant-e-s, professionnel-le-s, naturalistes, etc.).	Cet ouvrage apporte des éléments techniques quant à la réalisation d'un plan d'eau, sa gestion et son coût.
ECOTEC ENVIRONNEMENT S.A. 2012. Mares et petits étangs urbains.	Création, aménagement et gestion d'un étang urbain.	Oui	public déjà averti (cf. étudiant-e-s, professionnel-le-s, naturalistes, etc.).	Cet ouvrage apporte des éléments techniques quant à la réalisation d'un plan d'eau, sa gestion et son coût. Il aborde aussi des informations importantes en lien avec la biodiversité.
FEDERATION DES CLUBS CPN. 1999. Gérer une mare. Dossier technique de la Gazette des Clubs CPN. 76 p	Gestion, entretien et restauration d'une mare.	Non	large public	Cet ouvrage apporte beaucoup de connaissances détaillées concernant la gestion, l'entretien et la restauration des mares. Il ne traite pas spécifiquement des milieux urbains.
FROSSARD P. A. & OERTLI B. 2015. Manuel de gestion. Recommandation pour la gestion des mares urbaines pour favoriser la biodiversité. Fiches techniques. HEPIA, HES-SO. 60 pp. http://campus.hesge.ch/mareurbaine/	Gestion, aménagement. Biodiversité des mares et étangs urbains.	Oui	large public	Cet ouvrage apporte beaucoup de connaissances détaillées concernant la création de ces étangs, leur aménagement et leur gestion. Le service écosystémique ciblé est la « biodiversité ». Les autres services ne sont pas développés dans cet ouvrage.

Référence	Domaines traités	Etangs urbains ?	Public cible	Description sommaire
LAFFITTE V., MOUGEY T., LE-MAIRE L. 2005. Guide technique de la mare en Caps et Marais d'Opale. PNR des Caps et Marais d'Opale. 36 pp. https://www.documentation.eauetbio-diversite.fr/notice/guide-technique-de-la-mare-en-caps-et-marais-d-opale	Ecologie, création, aménagement et gestion de mares.	Non	public déjà averti (cf. étudiant-e-s, professionnel-le-s, naturalistes, etc.).	Cet ouvrage apporte beaucoup de connaissances générales, mais va également jusqu'à des aspects pointus et locaux. Il traite aussi des différents services-écosystémiques (bétail, pédagogie, biodiversité).
OERTLI, B. & P.-A. FROSSARD. 2013. Les mares et étangs : écologie, conservation, gestion, valorisation. Presses Polytechniques. Universitaires Romandes, Lausanne. 480 pp..	Ecologie, gestion, aménagement	Non	public déjà averti (cf. étudiant-e-s, professionnel-le-s, naturalistes, etc.).	Cet ouvrage apporte beaucoup de connaissances générales, mais va également jusqu'à des aspects pointus et locaux.
POND CONSERVATION. 2009. The Pond Creation Toolkit. http://www.freshwaterhabitats.org.uk/projects/million-ponds/pond-creation-toolkit/	Ecologie, création, aménagement et gestion de plans d'eau.	Non	public déjà averti (cf. étudiant-e-s, professionnel-le-s, naturalistes, etc.).	Cet ouvrage est constitué en différentes fiches techniques, il apporte beaucoup de connaissances générales et technique. Le volet biodiversité et espèces associées est particulièrement fourni.
PRO NATURA. 2013. Réaliser des plans d'eau temporaires pour les amphibiens menacés. Guide pratique. http://www.pronatura.ch/tl_files/dokumente_fr/2_nos_themes/protection_des_especes/campagne_grenouilles_et_cites_deau/GP_Pro-Natura_Realiser_des_plans_deau_temporaires_pour_les_amphibiens_menaces.pdf	Ecologie, conception, création, aménagement et gestion de plans d'eau.	Non	public déjà averti (cf. étudiant-e-s, professionnel-le-s, naturalistes, etc.).	Cet ouvrage aborde en particulier l'aménagement et la gestion de plans d'eau en lien avec les batraciens.
SNPN & CAUE-IDF, Ecriture collective, 2016. À vos mares ! Prendre en compte les mares dans les projets d'aménagement communaux. Guide à l'usage des collectivités territoriales. 24 p.s.	Création, aménagement et gestion de mares.	Oui	public déjà averti (cf. étudiant-e-s, professionnel-le-s, naturalistes, etc.).	Cet ouvrage aborde les mares et leur insertion dans le territoire. Il décrit aussi les étapes clés pour un projet réussi.
WILKE H. 1995. Une mare naturelle dans votre jardin. Terre vivante. 86 pp.	Ecologie, conception, création, aménagement et gestion de mares.	En partie (jardins)	large public	Cet ouvrage apporte beaucoup de connaissances détaillées concernant l'écologie, la création et la gestion d'une mare.
WILLIAMS P., BIGGS J., WHITFIELD M., THORNE A., BRYANT S., FOX G., NICOLET P. 1999. The Pond Book, a guide to the management and creation of ponds. The Ponds Conservation Trust. 103 pp.	Ecologie, création, aménagement et gestion de plan d'eau.	Non	public déjà averti (cf. étudiant-e-s, professionnel-le-s, naturalistes, etc.).	Cet ouvrage fait une synthèse des informations anciennes et nouvelles au sujet des plans d'eau. Il informe et fournit les étapes clés pour la création, l'aménagement et la gestion de plans d'eau.

ANNEXE 1. FICHE TECHNIQUE DE L'ÉTANG ANDRÉ VENTURI





INFORMATIONS TECHNIQUES PRINCIPALES SUR L'ÉTANG ANDRÉ VENTURI

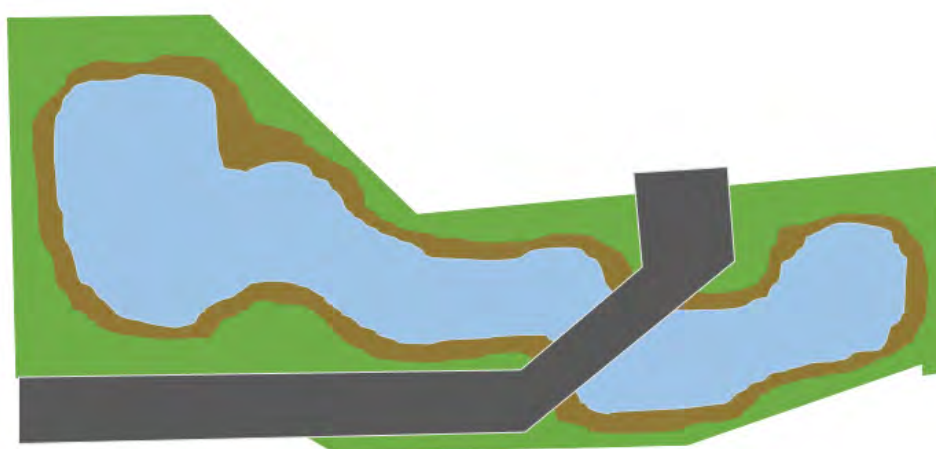
L'Étang André Venturi est un étang urbain construit par l'HEPIA (HES-SO//GE) dans le cadre du projet Conforto (« Des bassins aquatiques urbains multi-usages pour un meilleur confort de vie »). Il est situé en plein centre-ville genevois, juste à côté du bâtiment HEPIA Prairie.

Création : Novembre 2021

Commune : Genève, Rue de la Prairie 4.

Coordonnées : 6.1356157 ; 46.2086973

-  Ceinture de végétation
-  Enherbement
-  Passerelle
-  Surface en eau



10m



Mesures générales

Profondeur moy. [cm]	30-35
Profondeur max. [cm]	45-55
Longueur des rives (incluant les îlots) [m]	80
Surface enherbée [m ²]	95
Surface en eau [m ²]	90
Surface du bassin versant (toitures HEPIA) [m ²]	1205
Volume d'eau [m ³]	30
Pente moy. berge immergée [%]	21
Pente moy. berge terrestre [%]	30

Physico chimie de l'eau (2021-2022)

pH	7.5-8.5
Turbidité [NTU]	10-25
Conductivité [µS/cm]	150-250

ANNEXE 1. FICHE TECHNIQUE DE L'ÉTANG ANDRÉ VENTURI - SUITE

LISTE D'ESPÈCES VÉGÉTALES PRÉSENTES SUR LE SITE

Végétation aquatique

Espèces
<i>Alisma plantago-aquatica</i>
<i>Butomus umbellatus</i>
<i>Ceratophyllum demersum</i>
<i>Hippuris vulgaris</i>
<i>Lycopus europaeus</i>
<i>Myriophyllum spicatum</i>
<i>Nymphaea alba</i>
<i>Nuphar lutea</i>
<i>Potamogeton natans</i>
<i>Ranunculus flammula</i>
<i>Ranunculus lingua</i>
<i>Schoenoplectus lacustris</i>
<i>Sparganium erectum</i>
<i>Veronica beccabunga</i>

Roselière d'épuration

Espèce
<i>Phragmites australis</i>

Arbustes indigènes caducifoliés

Espèces
<i>Frangula alnus</i>
<i>Prunus padus</i>
<i>Salix purpurea</i>
<i>Sambucus nigra</i>
<i>Viburnum opulus</i>

Gazon

Mélange
OH-Gazon précultivé Miniflora

Végétation hygrophile et semi-aquatique

Espèces
<i>Caltha palustris</i>
<i>Carex acutiformis</i>
<i>Carex elata</i>
<i>Carex flacca</i>
<i>Carex pendula</i>
<i>Eupatorium cannabinum</i>
<i>Filipendula ulmaria</i>
<i>Geum rivale</i>
<i>Inula salicina</i>
<i>Iris pseudacorus</i>
<i>Juncus effusus</i>
<i>Juncus inflexus</i>
<i>Knautia dipsacifolia</i>
<i>Lysimachia vulgaris</i>
<i>Lythrum salicaria</i>
<i>Mentha aquatica</i>
<i>Phalaris arrundinacea</i>
<i>Typha angustifolia</i>
<i>Valeriana officinalis</i>

Végétation des îles flottantes

Espèces
<i>Alisma plantago-aquatica</i>
<i>Carex flacca</i>
<i>Carex flava</i>
<i>Carex vesicaria</i>
<i>Eleocharis palustris</i> aggr.
<i>Galium palustre</i>
<i>Juncus articulatus</i>
<i>Lemna minor</i> aggr.
<i>Lotus corniculatus</i>
<i>Lycopus europaeus</i>
<i>Lysimachia vulgaris</i>
<i>Lythrum salicaria</i>
<i>Mentha aquatica</i>
<i>Potamogeton nodosus</i>
<i>Schoenoplectus lacustris</i>
<i>Utricularia vulgaris</i> aggr.

Relevé effectué en juillet 2022 par Sarah Belaiba