

_____ THONON
agglomération

Restauration du rôle de rétention du Grand marais et du Pré de la Mare

AVANT-PROJET
Rapport d'études

mai 18



SAGE Environnement
12 avenue du Pré de Challes
Parc des Glaisins
Annecy-le-Vieux
74940 Annecy

Révisions du document :

4	18/05/2018	RF	Mise à jour suite aux remarques du 17/05/2018.
3	16/05/2018	RF	Mise à jour suite aux remarques du 16/05/2018.
2	17/01/2018	RF	Mise à jour suite aux remarques du 12/01/2018 (non diffusé)
1	22/12/2017	RF	Mise à jour suite à la restitution du Diagnostic écologique
0	21/11/2016	RF	Version initiale
Ind.	Date	CE	Evolutions / Motif

N° d'affaire :	16-203	N° de rapport	1
Phase :	AVP	Statut du document :	Final
Chargé d'études :	RF	Confidentialité :	Non

Préambule

Le SYNDICAT MIXTE DES AFFLUENTS DU SUD-OUEST LEMANIQUE assure la maîtrise d'ouvrage de l'opération de restauration du rôle de rétention du Grand Marais et du Pré de la Mare sur la commune d'Allinges (74).

Une étude hydraulique du secteur de Commelinges a été confiée en 2012 au cabinet NICOT qui définit le programme d'aménagement.

Les objectifs de l'opération touchent à deux aspects : protection contre les inondations et restauration des milieux aquatiques et se déclinent ainsi :

- Restaurer le rôle d'écrêtement des crues assuré par les zones humides du Grand Marais et du Pré de la Mare,
- Protéger le hameau de Commelinges contre les inondations du ruisseau amont ;
- Amélioration environnementale, restauration écologique des zones humides, pour retrouver une biodiversité inféodée ;
- Délester le réseau pluvial de la RD 233 (à créer) pour en limiter le dimensionnement.

SAGE ENVIRONNEMENT a été missionné pour la maîtrise d'œuvre de ces travaux qui se décomposent en 5 actions :

- renvoyer les eaux du chemin du Grand Clos vers la zone humide du Grand marais ;
- réhabiliter la zone humide du Grand marais ;
- renvoyer les eaux du chemin de Commelinges aux châteaux vers le Pré de la Mare ;
- réhabiliter la zone humide du Pré de la Mare ;
- créer un ouvrage d'entonnement sur le ruisseau issu du Pré de la Mare, avant son entrée dans le réseau d'eaux pluviales du hameau de Commelinges.

L'enveloppe prévisionnelle affectée à la réalisation des travaux est de 230 000 € HT.

Ce rapport constitue la restitution de la phase Avant-Projet.

Sommaire

PRESENTATION DU PROJET	10
I Situation géographique et contexte	10
II Présentation générale du projet (NICOT 2012).....	11
II.1.1 Restauration des zones humides.....	11
II.1.1.a Le Grand marais	11
II.1.1.b Le Pré de la Mare.....	11
II.1.2 Reprise des chemins.....	11
II.1.3 Entonnement du ruisseau du Pré de la Mare	12
III Données d'entrées	12
ETUDE HYDROLOGIQUE ET HYDRAULIQUE	13
I Contexte climatique du site.....	13
I.1 Précipitations moyennes.....	13
I.2 Pluies extrêmes	13
II Etude hydrologique.....	15
II.1 Hydrographie.....	15
II.2 Régime hydrologique	15
II.3 Délimitation des bassins versants	16
II.4 Occupation du sol.....	19
II.5 Estimation des débits de pointe.....	21
II.5.1 Estimation des paramètres morpho-climatiques.....	21
II.5.1.a Temps de concentration	21
II.5.1.b Intensité de pluie	22
II.5.2 Méthode utilisée	22
II.5.3 Résultats à l'état existant	22
II.5.1 Résultats à l'état aménagé	23
III Dimensionnement des ouvrages d'écroulement.....	23
III.1 Méthodologie	23
III.2 Définition des débits de fuite	24
III.3 Résultats	24
III.3.1 Régulation au niveau du Pré de la Mare	24
III.3.1 Régulation au niveau du Grand Marais.....	27
III.1 Dispositifs annexes	30
III.1.1 Evacuateur de crues - surverse	30
III.1.2 Ouvrage de régulation.....	30
SCHEMAS D'AMENAGEMENT	31
I Eléments de géotechnique et d'hydrogéologie	31
I.1 Géologie et hydrogéologie du secteur	31
I.1.1 à l'échelle régionale.....	31

I.1.2	A l'échelle locale.....	31
I.2	Pédologie-hydrogéologie à l'échelle des sites	32
I.2.1	A l'échelle du Bas-Chablais.....	32
I.2.2	A l'échelle du site	32
I.3	Géotechnique du site	34
I.3.1	Résultats des sondages	34
I.3.2	caracteristiques geotechniques retenues	35
I.3.3	Prescriptions géotechniques	35
II	Synthèse du diagnostic écologique des deux sites	36
II.1	Habitats – Flore	36
II.1.1	Le Grand Marais	36
II.1.2	Le Pré de la Mare.....	38
II.2	Faune.....	39
II.3	Espèces végétales exotiques envahissantes	41
II.4	Synthèse des enjeux écologique	41
III	Données nécessaires à la conception.....	42
III.1	Levé topographique complémentaire.....	42
III.2	Déclarations de Travaux.....	42
III.3	Compatibilité avec la maîtrise foncière.....	43
IV	Principes d'aménagements	44
IV.1	Rôle hydraulique	44
IV.1.1	Le Grand Marais	44
IV.1.2	Le Pré de la Mare.....	46
IV.1.2.a	<i>Solution retenue</i>	46
IV.1.2.b	<i>Solutions variantes écartées</i>	47
IV.1.3	Niveau de protection hydraulique retenu.....	48
IV.2	Objectifs de restauration hydroécologique	48
IV.2.1	Le Grand Marais	48
IV.2.2	Le Pré de la Mare.....	50
IV.2.3	Traitement de la végétation	50
IV.3	Option : Transplantation de la Fougère des marais	50
IV.4	Reprise des chemins.....	51
V	Investigations complémentaires.....	52
VI	Impacts du projet.....	52
VI.1	Impact hydrologique	52
VI.2	Impact sur les milieux.....	52
VI.2.1	Impact du projet.....	52
VI.2.2	Impact des travaux.....	53
VI.2.3	Pollution accidentelle en phase travaux	53
VII	Dispositions particulières liées aux travaux en zones humides	54
VIII	Entretien des zones d'écroulement	54
IX	Estimation prévisionnelle des travaux	55
IX.1	Base d'évaluation des prix.....	55

IX.2 Estimation financière	55
PRE-CADRAGE REGLEMENTAIRE.....	57
I Situation du projet dans la nomenclature « Loi sur l'eau ».....	57
II Défrichement.....	58
III Etude d'impact environnementale	58
IV Réglementation des ouvrages hydrauliques	59
V Espèces protégées.....	59
VI Sites classés et inscrits, Monuments classés et inscrits & archéologie préventive	59
VI.1 Monuments	59
VI.2 Sites	60
VII Dossier unique.....	61
PLANNING PREVISIONNEL	62
I En cas de déclaration loi sur l'eau.....	62
II En cas de demande d'autorisation environnementale	63
CONCLUSION	64
ANNEXES	65
I Estimation du temps de concentration	67
I.1 Formule de Passini	67
I.2 Formule de Ventura	67
I.3 Formule de Kirpich	67
I.4 Formule de Giandotti	67
I.5 Formule « SOGREAH ».....	68
I.6 Formule de Richards.....	68
I.7 Formule du SETRA pour l'assainissement routier	68
I.8 Estimation du temps de concentration centennal.....	69
II Détermination du débit décennal naturel.....	69
II.1 Méthode Rationnelle.....	69
II.2 Méthode CRUPEDIX.....	69
II.3 Formule de transition	70
II.4 Méthode SOCOSE.....	71
III Détermination du débit centennal	71
III.1 Méthode du Gradex	71
III.2 Formule Rationnelle (fréquence centennale)	72
IV Formules d'extrapolation de Myer	73
V Estimation de la débitance des ouvrages.....	73
VI Dimensionnement des ouvrages de rétention	74

Annexes

Annexe 1 : Méthodes de calcul utilisées	66
Annexe 2 : Calcul des débits - bassins versants naturels interceptés.....	75
Annexe 3 : Caractéristiques hydrauliques des zones humides.....	76
Annexe 4 : Planches photographiques des sites.....	77
Annexe 5 : Etude géotechnique.....	85
Annexe 6 : Plans et coupes des aménagements proposés.....	86

Figures

Figure 1 : Vue aérienne de la zone d'étude.....	10
Figure 2 : Bassin versant hydrographique du Grand Marais à l'état existant	16
Figure 3 : Bassin versant hydrographique du Grand Marais à l'état aménagé	17
Figure 4 : Bassin versant hydrographique du Pré de la Mare à l'état existant	18
Figure 5 : Bassin versant hydrographique du Pré de la Mare à l'état aménagé	19
Figure 6 : Evaluation du temps de concertation pour le bassin versant du Grand Marais	21
Figure 7 : Evaluation du temps de concertation pour le bassin versant du Pré de la Mare	21
Figure 8 : Graphique explicatif de la méthode des pluies (source : www.economie.grandlyon.com)	23
Figure 9 : Hydrogramme de fonctionnement centennal de la zone d'écrêtement du Pré de la Mare – solution 2.....	25
Figure 10 : Hydrogramme de fonctionnement décennal de la zone d'écrêtement du Pré de la Mare – solution 3.....	26
Figure 11 : Hydrogramme de fonctionnement centennal de la zone d'écrêtement du Pré de la Mare – solution 3.....	27
Figure 12 : Hydrogramme de fonctionnement décennal de la zone d'écrêtement du Grands Marais.....	28
Figure 13 : Hydrogramme de fonctionnement trentennal de la zone d'écrêtement du Grands Marais.....	28
Figure 14 : Hydrogramme de fonctionnement centennal de la zone d'écrêtement du Grands Marais.....	29
Figure 15 : Localisation des sondages pédologiques (ASTERS 2018)	33
Figure 16 : Plan de localisation des zones humides du secteur	36
Figure 17 : Illustration Tella botanica 2011	37
Figure 18 : Carte des habitats du secteur Grand marais.....	38
Figure 19 : Carte des habitats du secteur Pré de la Mare	39
Figure 20 : Extrait du plan du réseau d'eau potable	42
Figure 21 : Plan parcellaire du Grand marais	43
Figure 22 : Plan parcellaire du Pré de la Mare	44
Figure 23 : Délimitation de la surface utile proposée (en vert habitats à préserver, en bleu surface utile) ..	45
Figure 24 : Profil topographique Sud-Nord du Pré de la Mare.....	46
Figure 25 : Coupe type de l'aménagement du Pré de la Mare.....	46
Figure 26 : Variantes d'aménagements pour le Pré de la Mare.....	47
Figure 27 : Châteaux des Allinges	60

Tableaux

Tableau 1 : Précipitations normales mensuelles à Genève-Cointrin (source : MétéoSuisse)	13
Tableau 2 : Coefficients de Montana (source : météo Suisse)	14
Tableau 3 : Coefficients de Montana utilisés pour l'étude (source : CCG, 2011)	14
Tableau 4 : Coefficients de ruissellement élémentaires (source : SDEP - Allinges, 2010)	20
Tableau 5 : Occupations du sol du bassin versant intercepté	20
Tableau 6 : Coefficient de ruissellement global moyen de chaque bassin versant	20
Tableau 7 : coefficient de Montana retenus	22
Tableau 8 : Débits de référence des bassins versants interceptés par le projet à l'état existant.....	22
Tableau 9 : Débits de référence des bassins versants interceptés par le projet à l'état aménagé.....	23
Tableau 10 : Caractéristiques principales de la zone d'écêtement du Pré de la Mare – solution 1	24
Tableau 11 : Débits de référence du bassin versant en aval du Pré de la Mare	24
Tableau 12 : Caractéristiques principales de la zone d'écêtement du Pré de la Mare – solution 2.....	25
Tableau 13 : Caractéristiques principales de la zone d'écêtement du Pré de la Mare – solution 3.....	26
Tableau 14 : Caractéristiques principales de la zone d'écêtement du Grand Marais	27
Tableau 15 : Caractéristiques des dispositifs de régulation hydraulique.....	30
Tableau 16 : Caractéristiques géotechniques des sols :	35
Tableau 17 : Tableau récapitulatif des espèces animales protégées ou remarquables contactées :.....	40
Tableau 18 : Caractéristiques principales de la zone d'écêtement du Pré de la Mare pour T 30 ans	47
Tableau 19 : Niveau de protection hydraulique retenu :	48
Tableau 20 : Estimation du coût des travaux :	55
Tableau 21 : Rubriques de la nomenclature visées (art. R214-1 du Code de l'Environnement)	57

PRESENTATION DU PROJET

I SITUATION GEOGRAPHIQUE ET CONTEXTE

Le secteur d'étude se situe à l'ouest du bassin versant du Pamphiot, en amont du hameau de Commelinges sur la commune d'Allinges.

Ce secteur, situé en milieu rural avec des pentes importantes, se compose de plusieurs zones humides sur l'amont du bassin versant concerné, notamment le Grand marais et le Pré de la Mare. Le ruisseau du Pré de la Mare s'écoule également sur ce bassin.

La canalisation unitaire (DN 300) parcourant la route RD233 recueille l'essentiel des eaux ruisselantes de la colline d'Allinges par le biais de deux ruisseaux. Cette situation provoque de fréquents débordements dû à une insuffisance du réseau et aux aménagements visant à drainer les zones humides et à concentrer les écoulements.

Ce collecteur doit être remplacé par un réseau séparatif dans le cadre d'un programme pluriannuel de travaux (2016-2019). Le Schéma Directeur des Eaux Pluviales (2010), complété par l'étude hydraulique de 2012 a défini un programme d'aménagement permettant d'améliorer la situation actuelle qui consiste à réaliser un réseau redimensionné et à restaurer le rôle d'écrêtement hydraulique aux deux zones humides identifiées.

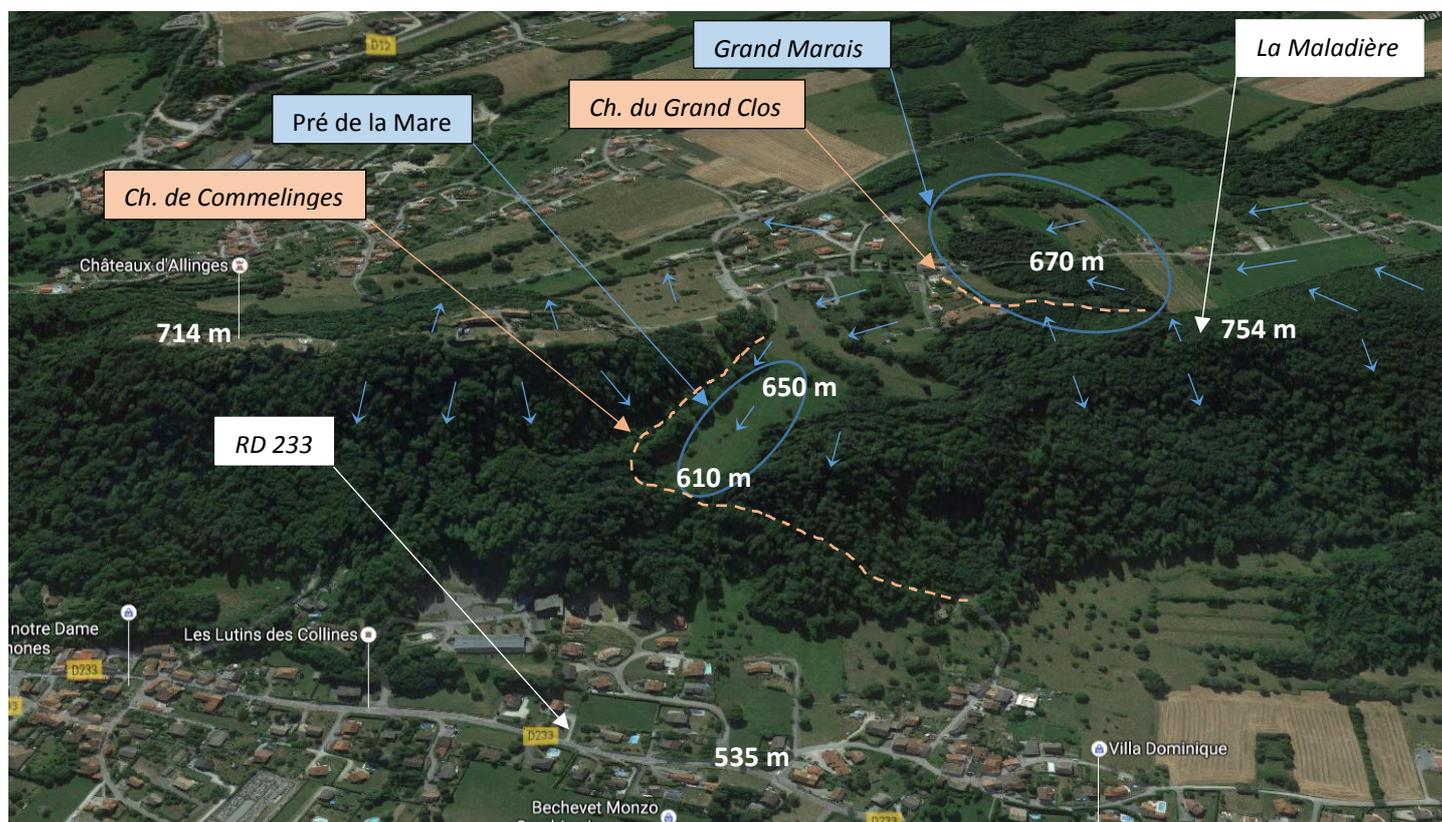


Figure 1 : Vue aérienne de la zone d'étude

II PRESENTATION GENERALE DU PROJET (NICOT 2012)

II.1.1 RESTAURATION DES ZONES HUMIDES

II.1.1.a Le Grand marais

La zone humide du Grand Marais située à proximité du lieudit « Les Crêtés » constitue une zone d'écêtement des débits de crue de première importance. Elle possède une surface effective de 24 000 m² et représente une dépression d'une profondeur moyenne de 50 à 70 cm. Toutefois, aujourd'hui un exutoire a été aménagé afin d'évacuer les eaux stagnantes de la zone. Cet aménagement a pour conséquence un atterrissement de la zone associé au développement d'espèces végétales.

Le bassin versant situé à l'amont de Commelinges a été en partie court-circuité du fait de l'aménagement d'un nouvel exutoire pour la zone humide du Grand Marais au lieudit les Crêtés. Cette partie du bassin versant était auparavant dirigée vers les champs du Pré de la Mare et est depuis quelques années dirigée vers le réseau d'eaux pluviales de Châteaux-Vieux. Ce réseau est à l'heure actuelle déjà saturé. Il convient donc de réhabiliter la zone humide de manière à ce que celle-ci retrouve sa capacité d'écêtement des crues.

La réhabilitation de cette zone humide nécessite les travaux suivants :

- Déboisement
- Curage
- Rehaussement du niveau de l'exutoire
- Rehaussement de la buse connectant les deux parties de la zone humide
- Maintien d'une ceinture arborée en périphérie de la zone

II.1.1.b Le Pré de la Mare

Le lieudit dénommé « Pré de la Mare » constitue une zone de prairie dont la topographie est caractérisée par plusieurs dépressions à l'origine de zones humides. A l'heure actuelle, ces secteurs hydromorphes sont partiellement drainés par un fossé. Le potentiel d'écêtement hydraulique est donc amoindri. Les eaux provenant de l'amont ne sont plus stockées mais dirigées directement vers le ruisseau qui s'écoule en direction de Commelinges. Des venues d'eau par le sol sont également constatées.

Une zone humide persiste dans le secteur le plus aval des champs pâturés. Cette zone peut servir d'ouvrage d'écêtements des débits circulants au niveau de l'axe d'écoulement préférentiel du Pré de la mare. Cette zone humide est actuellement partiellement enherbée. Son aménagement en zone de rétention hydraulique nécessite le terrassement d'un volume de stockage avec la mise en place d'un ouvrage de régulation au niveau du point exutoire.

La surface actuelle de la zone est d'environ 2000 m². Un volume utile de 2 000 m³ est potentiellement identifié lors de l'étude de 2012.

II.1.2 REPRISE DES CHEMINS

Les chemins de Commelinges et du Grand Clos participent par la concentration des écoulements et, s'agissant du chemin des Commelinges, à l'accélération des écoulements de par sa forte pente.

En effet, le chemin rural du Grand Clos parcourt le versant Sud-Est de la Maladière et intercepte donc les ruissellements en provenance du versant. Ces écoulements sont dirigés de manière concentrée vers le lieudit les Crêtés.

Le chemin de Commelings au Châteaux longe les champs du lieudit le Pré de la Mare et recueille les ruissellements issus des terrains situés dans la pente en contre bas du site des châteaux d'Allinges. Ces ruissellements sont canalisés sur le chemin et dirigés vers le hameau de Commelings.

Des renvois d'eau vont être mis en place régulièrement le long des chemins de manière à renvoyer l'eau dans les deux zones humides. Les chemins seront préservés des phénomènes d'érosion par ruissellement. Le volume collecté sera ainsi dans sa majorité écrêté. L'eau drainée par le chemin du Grand Clos (versant Est de la Maladière) sera également déconnectée du hameau de Commelings et du réseau de la RD233 puisqu'elle alimentera alors la zone du Grand marais et donc in-fine le réseau d'eaux pluviales de Châteaux-Vieux.

Le Chemin de Commelings aux Vouardes devra également être reprofilé afin de stopper la concentration des écoulements et de permettre une évacuation diffuse des eaux ruisselées.

II.1.3 ENTONNEMENT DU RUISSEAU DU PRE DE LA MARE

Le ruisseau du Pré de la Mare est busé et dirigé vers le réseau d'eaux pluviales du hameau de Commelings puis vers le réseau unitaire présent sous la RD 233.

L'ouvrage d'entonnement du ruisseau dans le réseau d'eaux pluviales est constitué d'un fossé en enrochement débouchant sur une grille circulaire horizontale. Cet ouvrage n'est pas adapté et est à l'origine de débordements du fait d'une mauvaise conception.

L'ouvrage doit être modifié et dimensionné selon le débit de fuite fixé.

III DONNEES D'ENTREES

Ce rapport s'appuie sur des données et travaux existants dont :

- SYMASOL - Etude du schéma directeur des eaux pluviales du sud-ouest lémanique (BURGEAP 08/2010)
- Commune d'ALLINGES - Etude hydraulique du secteur de Commelings (NICOT 08/2012)
- Etude hydraulique et géomorphologique (HYDRETUDES 2004)
- CCTP aménagement et assainissement de la RD 233 et des routes de Valère et de Commelings 2016
- Fiche Zone humide 74 : Les Crêts Sud / 125 m WSW du point 659 m / Chez Lagrange Nord-Est
- Cadastre communal
- Orthophotoplan de 2012
- Nos visites de sites (voir Annexe 4 :).

ETUDE HYDROLOGIQUE ET HYDRAULIQUE

Cette première partie de l'étude a pour objectif de vérifier l'hydrologie définie en 2012 avec notamment la confirmation du débit de pointe décennal en sortie du ruisseau de la Mare. Ceci dans le but de confirmer le dimensionnement du collecteur projeté sous le RD 233. Une approche en crue centennale est également réalisée afin de définir les volumes d'écrêtement nécessaires et d'évaluer les impacts des aménagements.

I CONTEXTE CLIMATIQUE DU SITE

La présence du lac Léman joue un rôle important sur les variations climatiques de ce secteur. La masse importante des eaux du lac est, d'une part, une réserve inépuisable d'humidité et, d'autre part, un régulateur thermique. Ainsi, les hivers sont relativement doux et humides avec peu de neige, et les étés chauds et humides.

Les précipitations du secteur du Bas-Chablais sont parmi les plus faibles de Haute-Savoie.

Elles atteignent, en moyenne, 1000 mm par an.

Les températures moyennes sont, en revanche, parmi les plus élevées du département. On y enregistre les valeurs minimales les plus douces (7°C de moyenne) et des températures maximales un peu plus basses que dans les autres régions de plaine (14,2°C).

I.1 PRECIPITATIONS MOYENNES

Les précipitations normales mensuelles sur la période 1981-2010 ont été déterminées à partir du suivi continu des précipitations par MétéoSuisse à la station de Genève-Cointrin.

Ces données sont présentées dans le tableau suivant :

Mois	Janv.	Févr.	Mars	Avril	mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Cumul mensuel Précipitations (mm)	76	68	70	72	84	92	79	82	100	105	88	90	1005

Tableau 1 : Précipitations normales mensuelles à Genève-Cointrin (source : MétéoSuisse)

Même si les précipitations semblent être assez homogènes sur l'année, on remarque une légère augmentation durant les mois de septembre, octobre et au printemps. Les précipitations annuelles moyennes atteignent 1005 mm pour 109 jours de pluie/an (une « journée pluie » représente a minima 1 mm de précipitations).

I.2 PLUIES EXTREMES

En ce qui concerne les événements de pluviométrie exceptionnelle, à Genève Cointrin, la pluie journalière d'occurrence décennale P_{10} est estimée à une hauteur de 67 mm, et la pluie journalière centennale P_{100} atteint une hauteur de 93 mm.

Pour estimer l'intensité des précipitations pour des temps inférieurs à 24h, il convient de se référer à la régression établie par la formule de Montana (averse de plus de 30 minutes) :

$$I(t) = \alpha t^{-\beta}$$

Avec :

I : Intensité de pluie (mm/h)

t : durée de l'épisode pluvieux (minutes)

α et β : coefficients de Montana. Ces coefficients dépendent du secteur et du temps de retour de la pluie considérée.

L'étude NICOT de 2012 se basait sur les coefficients MONTANA de la station de Genève-Cointrin pour une durée de pluie de 10 minutes à 1 heure. Ces valeurs sont issues du SDEP qui mentionne les coefficients pour deux pas de temps (10 minutes à 1 heure et 1 heure à 6 heures) et propose une modélisation hydrologique de 5 heures avec une durée de la période de pluie intense de 30 minutes. HYDRETUDES (2004), dans son étude hydrologique défini par ailleurs un temps de montée de crue de 55 minutes pour le Pamphiot.

Pour mémoire les coefficients calculés sur la période de 1981-2007 sont les suivants :

Période de retour	α	β
Pluies de durée de 10 minutes à 1 heure		
10 ans	10.246	0.754
30 ans	12.629	0.709
Pluies de durée de 1 heure à 6 heures		
10 ans	12.147	0.795
30 ans	31.68	0.934

Tableau 2 : Coefficients de Montana (source : météo Suisse)

De ce fait, nous proposons de baser le dimensionnement hydrologique sur une durée de pluie supérieure à 1 heure (durée jugée faible) et comparable au scénario retenu au SDEP. Nous retenons donc pour l'étude les coefficients suivants valables pour des pluies de 15 minutes à 6 heures :

Période de retour	α	β
10 ans	8.407	0,679
100 ans	11.267	0,676

Tableau 3 : Coefficients de Montana utilisés pour l'étude (source : CCG, 2011)

L'estimation des intensités de pluie utilisées pour les calculs hydrologiques est détaillée plus loin dans l'étude.

II ETUDE HYDROLOGIQUE

II.1 HYDROGRAPHIE

L'ensemble du bassin versant du sud-ouest lémanique s'étend du massif des Voirons (1480 m) au Mont Forchat (1539 m) qui dominant le bassin lémanique. Les cours d'eau principaux du Bas-Chablais sont tous des affluents du lac Léman (de nombreux petits écoulements ne sont pas considérés comme ruisseaux).

Le projet concerne donc deux zones humides logées dans des dépressions alimentées par les précipitations et les eaux de ruissellement des terres avoisinantes et du versant Est de la Maladière pour le Grand Marais.

Au niveau du Grand Marais, cette zone humide est numérotée « 74ASTERS0008 » à l'inventaire départemental (ASTERS). Elle n'a pas fait l'objet d'investigations poussées et nécessiterait d'être étudiée afin d'en définir la délimitation exacte et les sensibilités écologiques.

On note également la présence d'une zone d'eau stagnante entre les deux sites, aux abords de la zone boisée des Rasses.

La zone humide du Pré de la Mare, alimentée par ruissellement sur son bassin hydrographique direct est également alimentée par résurgence des eaux infiltrées en amont (possiblement des Rasses).

Peu de vecteurs sont identifiés au sein de ces zones humides.

Seul le talweg du Pré de la Mare est visible et concentre les écoulements en un ruisseau intermittent dessiné. Le ruisseau traverse ensuite le chemin de Commelinges aux Châteaux et rejoint le hameau de Commelinges pour s'engouffrer dans le réseau actuel unitaire par une grille fonte peu adaptée. A terme ce réseau rejoint le ruisseau le Redon.

Le Grand marais est drainé par son exutoire au niveau du hameau, un réseau gravitaire qui alimente le réseau d'eau pluviale de Châteaux-Vieux. Son exutoire est la rivière de Mâcheron.

Au regard de la notion de « cours d'eau » telle que définie dans les textes réglementaires, ces vecteurs ne sont pas considérés comme tels.

II.2 REGIME HYDROLOGIQUE

Les régimes des cours d'eau du Bas-Chablais sont de type pluvial, avec un fort contraste entre les hautes eaux de l'automne-hiver et les étiages de l'été (juillet à septembre). Toutefois les grands bassins prenant leur source dans les chaînes de Voirons aux monts d'Hermone sont aussi alimentés par la fonte des neiges durant une partie du printemps.

II.3 DELIMITATION DES BASSINS VERSANTS

En se basant sur les cartes IGN 1/25000^{ème}, les orthophotoplans, les informations du SDEP de la commune d'Allinges et en ajustant par une visite de terrain, il a été possible de tracer les bassins versants interceptés par le projet.

Le bassin versant intercepté par le Grand Marais s'étend à l'Ouest du versant Est de la Maladière au plateau de Chez Lagrange avec une forme allongée vers le Nord-Est et une surface totale d'approximativement 31 hectares. L'altitude varie de 754 m à environ 665 m, au lieu-dit « les Crêtes ».

A l'état actuel, le versant de la Maladière est peu collecté par le grand marais puisque l'eau ruisselle en direction du Nord par le chemin rural du Grand Clos. La surface du bassin versant actuel est d'approximativement de 24 hectares. L'altitude varie de 700 m à environ 665 m.

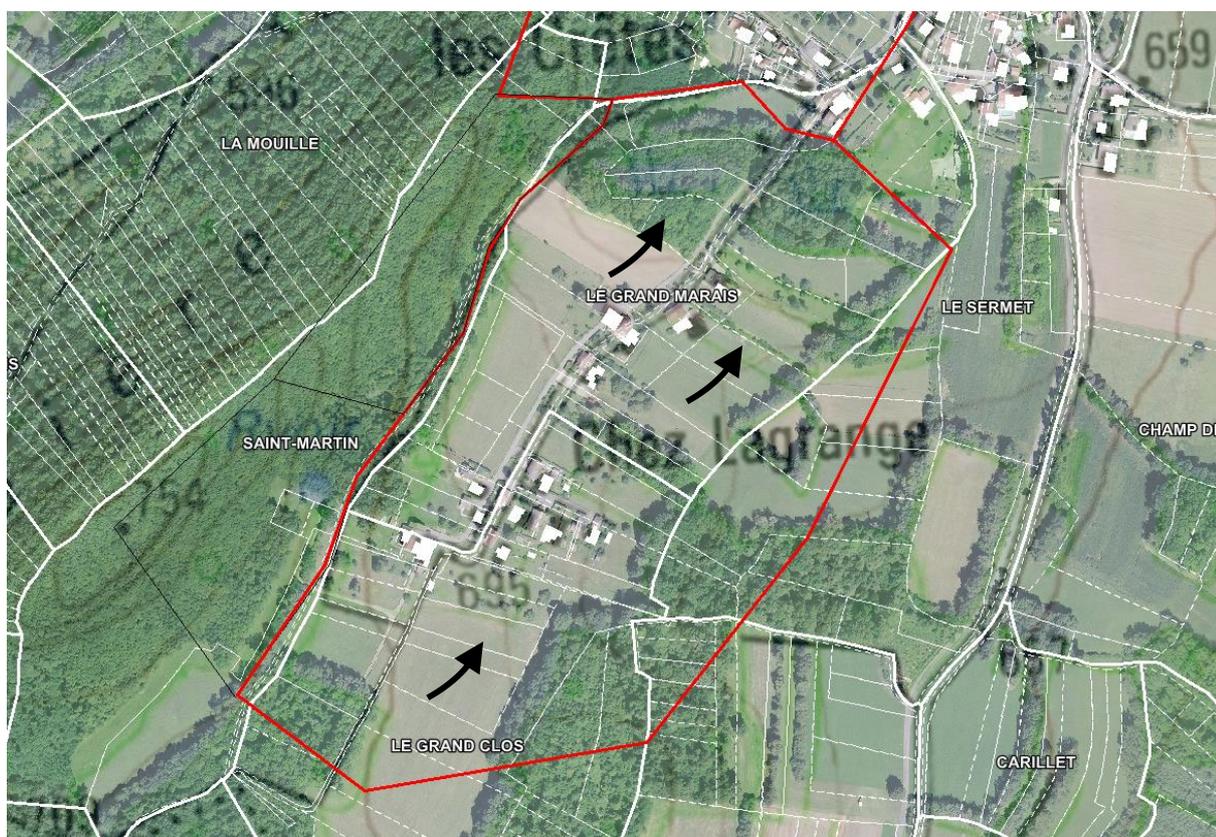


Figure 2 : Bassin versant hydrographique du Grand Marais à l'état existant

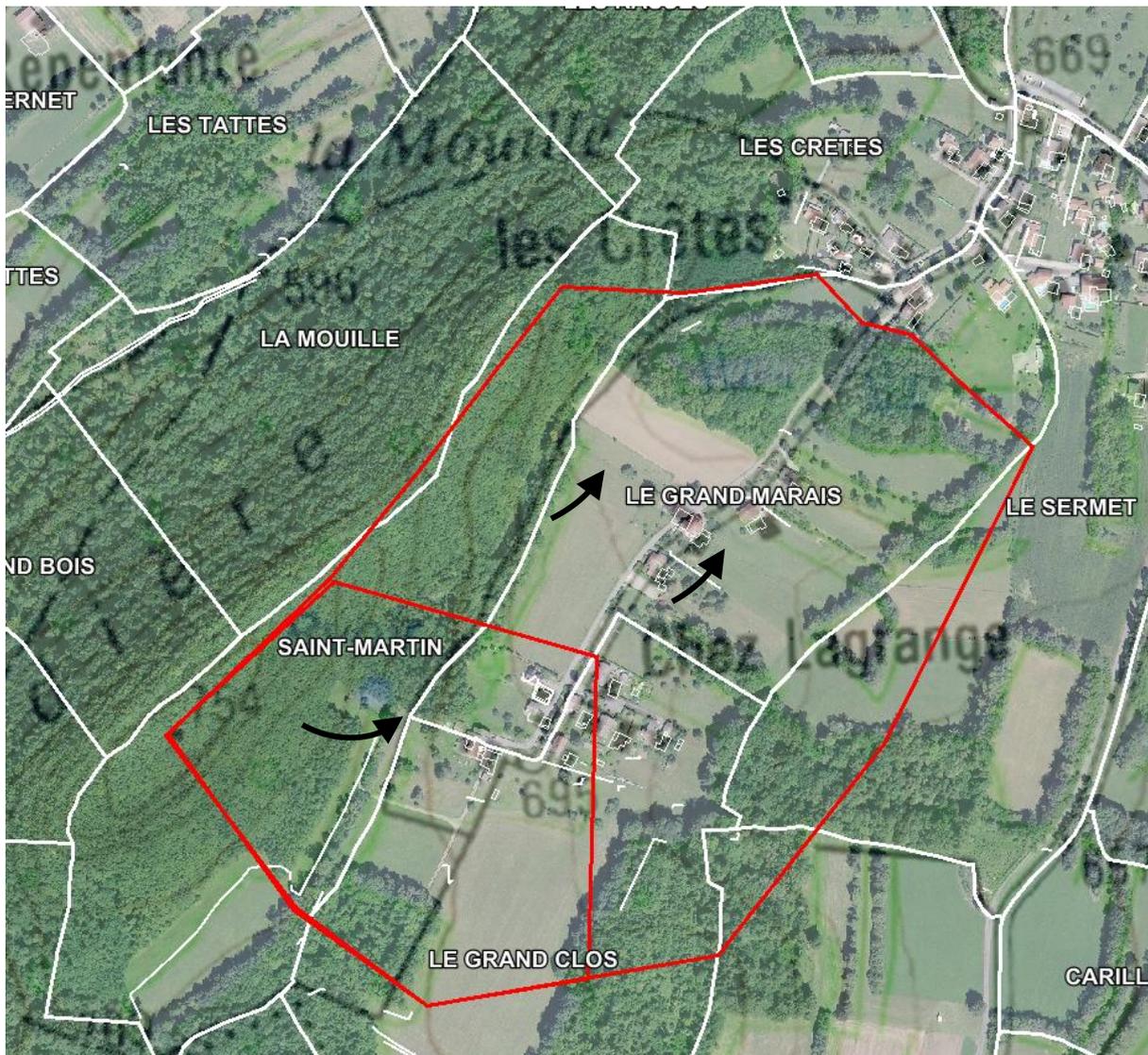


Figure 3 : Bassin versant hydrographique du Grand Marais à l'état aménagé

Le bassin versant intercepté par le Pré de la Mare est de taille équivalente au bassin drainé par le Grand Marais à l'état actuel. Il était historiquement bien plus important, le Grand marais lui a été déconnecté. Il s'étend aujourd'hui sur une surface de 23 hectares (hypothèse maximaliste) à partir du lieu-dit « Saint-Martin - Le Grand Clos » jusqu'à l'entrée Sud de Commelinges dans le creux séparant la Maladière de la butte des Chateaux d'Allinges. L'altitude varie de 754 m à environ 550 m.

A l'état aménagé le versant de la Maladière sera également déconnecté du Pré de la Mare. Le nouveau bassin versant sera plus modeste et s'étendra sur une surface de 16 hectares à partir du hameau « les Crêtes ». L'altitude varie dans ce cas de 714 m à environ 550 m.



Figure 4 : Bassin versant hydrographique du Pré de la Mare à l'état existant

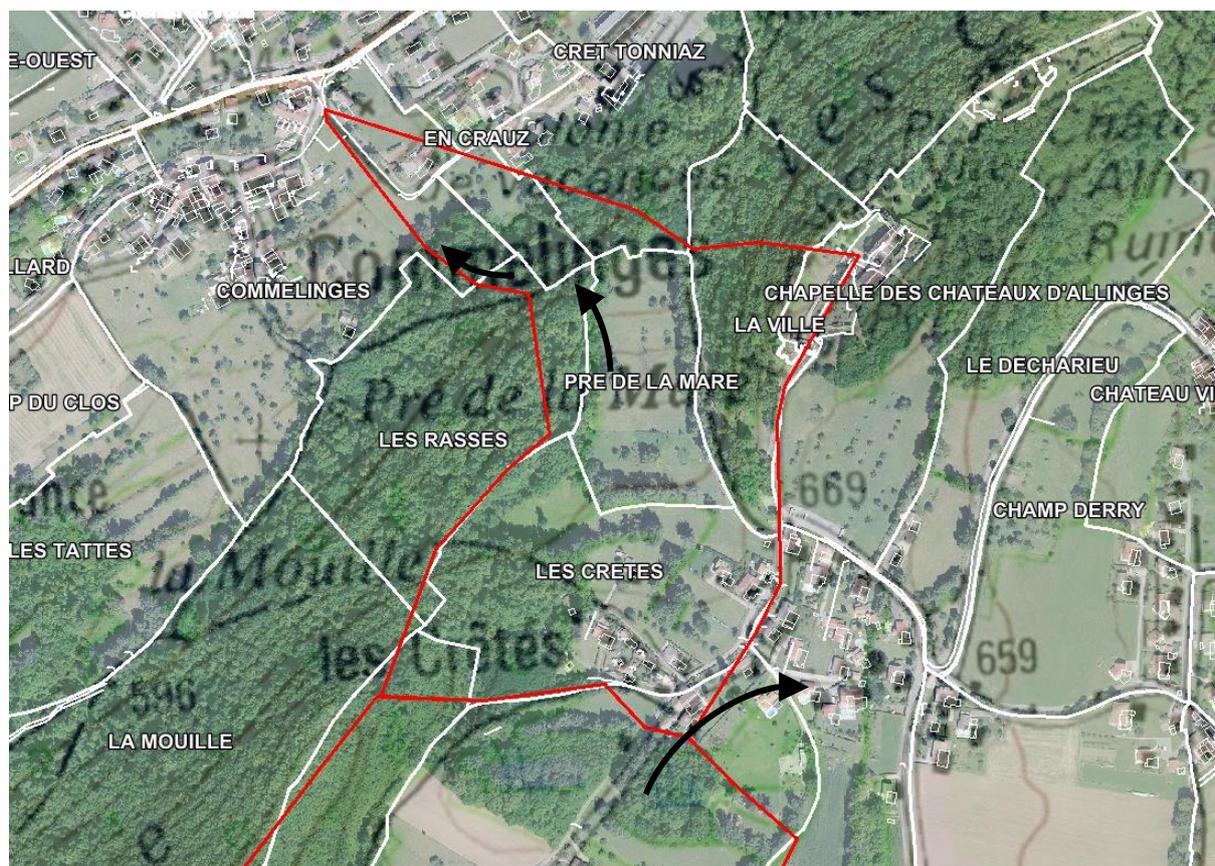


Figure 5 : Bassin versant hydrographique du Pré de la Mare à l'état aménagé

II.4 OCCUPATION DU SOL

La connaissance de l'occupation du sol est un paramètre indispensable pour l'estimation du débit de pointe d'un bassin versant. En effet, en fonction de la nature de la surface réceptrice des précipitations (habitations, forêts, champs, roches...), la quantité d'eau ruisselée est variable et dépend notamment des phénomènes d'évaporation, de rétention et d'infiltration.

Cette information déterminée par photo-interprétation et visite de site, permet alors d'attribuer un coefficient de ruissellement (Cr) moyen de la zone considérée.

Les coefficients de ruissellement par type d'occupation du sol peuvent varier selon la bibliographie et la perméabilité des sols. Pour cette étude, les coefficients utilisés sont ceux fixés dans le Schéma Directeur des Eaux Pluviales de la commune d'Allinges (BURGEAP, 2010). Ainsi, les différents types d'occupation du sol et leurs coefficients respectifs sont présentés dans le tableau suivant :

Occupation du sol Type :	Coefficients de ruissellement élémentaires	
	Pente du terrain < 10%	Pente du terrain > 10%
1 - Cultures, carrières et terrains nus	0.23	0.35
2 - Prés et pâturages	0.10	0,15
3 - Forêt	0.13	
4 - Centre urbain	0.8	

Occupation du sol	Coefficients de ruissellement élémentaires
5 - Zone disposant de bassins de tamponnement	0.2
6 - Zone résidentielle	$Cr = 3,8 \times S \text{ bâtie} / S \text{ totale}$, avec $Cr \geq 0,2$
7 - Zone industrielle et commerciale	0,9

Tableau 4 : Coefficients de ruissellement élémentaires (source : SDEP - Allinges, 2010)

Les coefficients élémentaires retenus par type d'occupation du sol observé sur la zone d'étude sont les suivants :

Bassins versants	Coefficients de ruissellement
Bois du Pré de la Mare	0.13
Versant de la Maladière	0.13
Zones loties	0,20
Prés et cultures	0.15
Terrains nus à fortes pentes	0.35
Voirie	1

Tableau 5 : Occupations du sol du bassin versant intercepté

Les coefficients moyens pondérés par les surfaces respectives sont les suivants :

Bassins versants	Coefficients de ruissellement	Coefficients de ruissellement décennal	Coefficients de ruissellement centennal
BV du Pré de la Mare	0.150	0.166	0.343
BV du Grand Marais	0.168	0.185	0.357

Tableau 6 : Coefficient de ruissellement global moyen de chaque bassin versant

Les valeurs des coefficients augmentent avec la période de retour considérée (prise en compte de la saturation des sols, théorie du Gradex). La détermination des coefficients de ruissellement centennaux est décrite en annexe.

II.5 ESTIMATION DES DEBITS DE POINTE

II.5.1 ESTIMATION DES PARAMETRES MORPHO-CLIMATIQUES

II.5.1.a Temps de concentration

Le temps de concentration est le temps maximal mis par une goutte d'eau pour traverser la totalité du bassin versant du point haut jusqu'à l'exutoire. Concrètement, cette donnée renseigne sur la durée d'atteinte du débit de pointe à l'exutoire après le début des précipitations.

Plusieurs formules sont utilisées pour déterminer ce paramètre : Ventura, Passini, Giandotti, Kirpich, SOGREAH (*3), Dujardin, Desbordes, SPEED, rectangle équivalent, Turraza, et issue du « Guide Technique de l'Assainissement Routier ». Chacune d'entre elles s'appuie sur les caractéristiques morphologiques des bassins versants et possède un domaine de validité propre. Aussi, en se basant uniquement sur celles dont le domaine de validité est conforme aux caractéristiques de l'étude, il a été défini le temps de concentration de chaque bassin versant. Conformément aux coefficients de Montana utilisés, le temps de concentration minimum est fixé à 15 minutes.

Le détail des formules de l'estimation des temps de concentration est présenté en annexe.

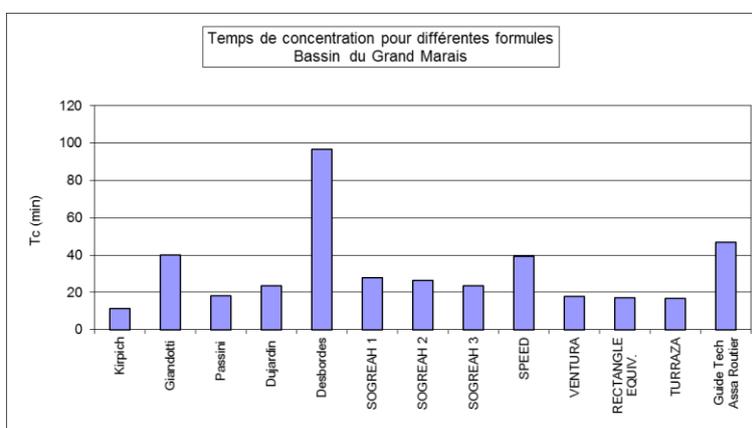


Figure 6 : Evaluation du temps de concertation pour le bassin versant du Grand Marais

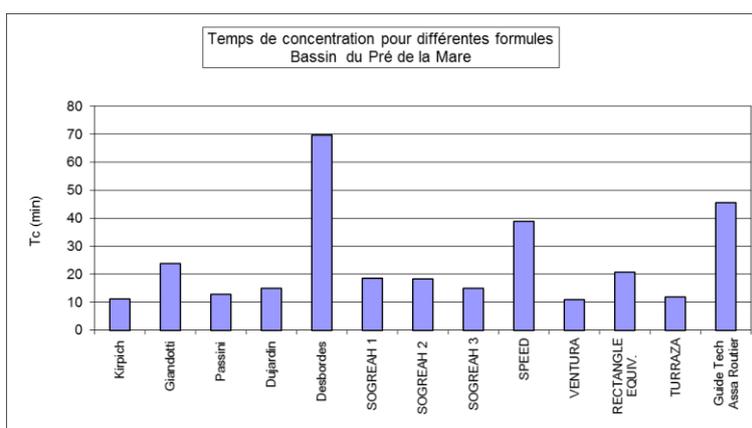


Figure 7 : Evaluation du temps de concertation pour le bassin versant du Pré de la Mare

II.5.1.b Intensité de pluie

A partir du temps de concentration il est possible de définir l'intensité de pluie la plus pénalisante pour chaque bassin versant, en se basant sur les coefficients de Montana du secteur. Ce paramètre renseigne sur la hauteur d'eau précipité par unité de temps (mm/h) en fonction des différents événements pluvieux (pluie décennale, centennale...).

L'intensité de pluie est déterminée par la formule suivante :

$$I(t) = \alpha t^{-\beta}$$

Avec :

I : Intensité de pluie (mm/h)

t : durée de l'épisode pluvieux (minute)

α et β : coefficient de Montana. Ces coefficients dépendent du secteur et du temps de retour de la pluie considérée. De ce fait, les coefficients utilisés pour l'étude sont ceux cités au § I.2, page 13 :

Période de retour	α	β
10 ans	8.407	0,679
100 ans	11.267	0,676

Tableau 7 : coefficient de Montana retenus

II.5.2 METHODE UTILISEE

L'estimation du débit de pointe à l'exutoire de chaque bassin versant est approchée par différentes méthodes. Leur utilisation dépend de leur domaine de validité qui, en général, est lié à la superficie des bassins versants. Ainsi, en fonction des bassins versants étudiés, les méthodes utilisées pour l'estimation du débit décennal peuvent être notamment : la formule Rationnelle, Crupedix, Socose, EDF, de Myer, etc. Le détail de ces formules d'estimation du débit de pointe est présenté en annexe.

La méthode de calcul retenue pour ces deux bassins versant est la méthode Rationnelle qui a une validité affirmée pour les petits bassins versants (inférieur à 1 km²).

Pour le débit centennal, la méthode Rationnelle a été utilisée en adaptant les coefficients de ruissellement (Cr_{100}) et le calcul du temps de concentration centennal (Tc_{100}). Ces formulations sont données en annexe.

II.5.3 RESULTATS A L'ETAT EXISTANT

Les débits de pointe des bassins versants sont résumés dans le tableau suivant (calcul détaillé en annexe) :

Bassins versants	Aire bassins versant (ha)	Débit de pointe (m ³ /s)	
		Décennal	Centennal
BV du Pré de la Mare (jusqu'à Commelinges)	23 ha	0.90 m ³ /s	2.20 m ³ /s
BV du Grand Marais	24 ha	0.75 m ³ /s	2.00 m ³ /s

Tableau 8 : Débits de référence des bassins versants interceptés par le projet à l'état existant

II.5.1 RESULTATS A L'ETAT AMENAGE

Les débits de pointe des bassins versants sont résumés dans le tableau suivant (calcul détaillé en annexe) :

Bassins versants	Aire bassins versant (ha)	Débit de pointe (m ³ /s)	
		Décennal	Centennal
BV du Pré de la Mare (jusqu'à Commelinges)	16 ha	0.80 m ³ /s	1.90 m ³ /s
BV du Grand Marais	31 ha	1.15 m ³ /s	3.30 m ³ /s

Tableau 9 : Débits de référence des bassins versants interceptés par le projet à l'état aménagé

III DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES D'ECRETEMENT

III.1 METHODOLOGIE

Les volumes des zones de stockage sont déterminés par la méthode des pluies qui tient compte de la pluviométrie locale de la zone d'étude.

Cette méthode est basée sur l'étude de la différence (Δh) entre la hauteur d'eau précipitée (H) pour un évènement d'occurrence choisie (T) et la hauteur d'eau évacuée par l'exutoire du bassin (h), pour différents temps de pluie (t). De cette manière il est possible de cibler la durée de précipitation (D_p) la plus « pénalisante » par rapport à la quantité d'eau à stocker qu'elle implique.

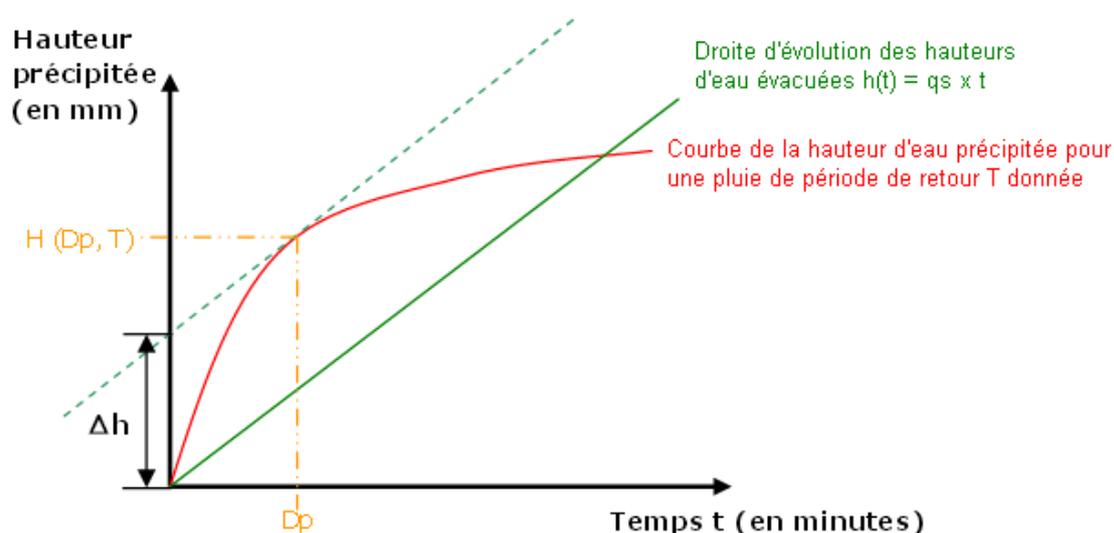


Figure 8 : Graphique explicatif de la méthode des pluies (source : www.economie.grandlyon.com)

III.2 DEFINITION DES DEBITS DE FUITE

Les hypothèses proposées lors de l'étude de 2012 sont :

- Rejet de 2.5 l/s en sortie du Pré de la Mare (soit un débit spécifique de rejet de 0.20 l/s/ha).
- Régulation non connue pour le Grand marais.

Les prescriptions du Schéma Directeur de gestion des Eaux Pluviales d'Allinges impose un rejet à 6 l/s/ha pour un projet d'urbanisation d'une surface d'assiette supérieure à 1 hectare.

III.3 RESULTATS

Les caractéristiques de volumes et surfaces obtenues pour les zones d'écrêtement sont reprises dans le tableau suivant.

III.3.1 REGULATION AU NIVEAU DU PRE DE LA MARE

Selon les hypothèses précédentes, les volumes de rétention définis par occurrence sont :

	Surface du bassin versant	Débit de fuite	Durée de la pluie critique	Temps de vidange	Volume minimum	Volume retenu	Surface minimum
Crue décennale	13 ha	2.5 l/s	108 h	228 h	2 048 m ³	2 250 m ³	3 200 m ²
Crue centennale			516 h	45 J	9 700 m ³	11 000 m ³	17 500 m ²

Tableau 10 : Caractéristiques principales de la zone d'écrêtement du Pré de la Mare – solution 1

Avec une régulation fixée à 2.5 l/s, l'aménagement selon les principes définis dans l'étude de 2012 est envisageable pour la pluie dimensionnante, à savoir T=10 ans. Il n'est par contre pas possible d'obtenir une régulation efficace pour la pluie centennale. L'impact d'une zone de rétention d'une capacité de 2 250 m³ (dimensionnée pour T=10 ans donc) sur l'évènement centennal est modeste (20% du volume régulé). Il se traduira par un léger abaissement du débit de pointe et un allongement dans le temps de l'hydrogramme injecté au réseau de Commelinges.

Afin de confirmer les hypothèses de dimensionnement du futur réseau sous la RD233, le débit de pointe du sous bassin versant en aval du Pré de la Mare a été confirmé pour T=10 ans, selon la méthodologie décrite précédemment. Il a également été évalué pour T=100 ans. Les débits de crues obtenus sont les suivants :

BV en aval du Pré de la Mare jusqu'à Commelinges	Aire bassins versant (ha)	Débit de pointe (m ³ /s)	
		Décennal	Centennal
Résultat SAGE Evt 2016	3.3 ha	0.20 m ³ /s	0.38 m ³ /s
Rapport NICOT 2012	?	0.25 m ³ /s	? m ³ /s

Tableau 11 : Débits de référence du bassin versant en aval du Pré de la Mare

Si le réseau à construire sous la RD233 est en capacité, dans une hypothèse de crue centennale, d'accepter un débit de rejet de 10 l/s/ha de surface active (norme usuelle), soit 45 l/s à cumuler au 380 l/s générés par le sous bassin versant aval, le dimensionnement de la zone d'écêtement serait alors :

	Surface du bassin versant	Débit de fuite	Durée de la pluie critique	Temps de vidange	Volume minimum	Volume retenu	Surface minimum
Crue décennale	13 ha	45 l/s	2 h	3.5 h	525 m ³	580 m ³	830 m ²
Crue centennale			7 h	15 h	2 425 m ³	2 700 m ³	3 900 m ²

Tableau 12 : Caractéristiques principales de la zone d'écêtement du Pré de la Mare – solution 2

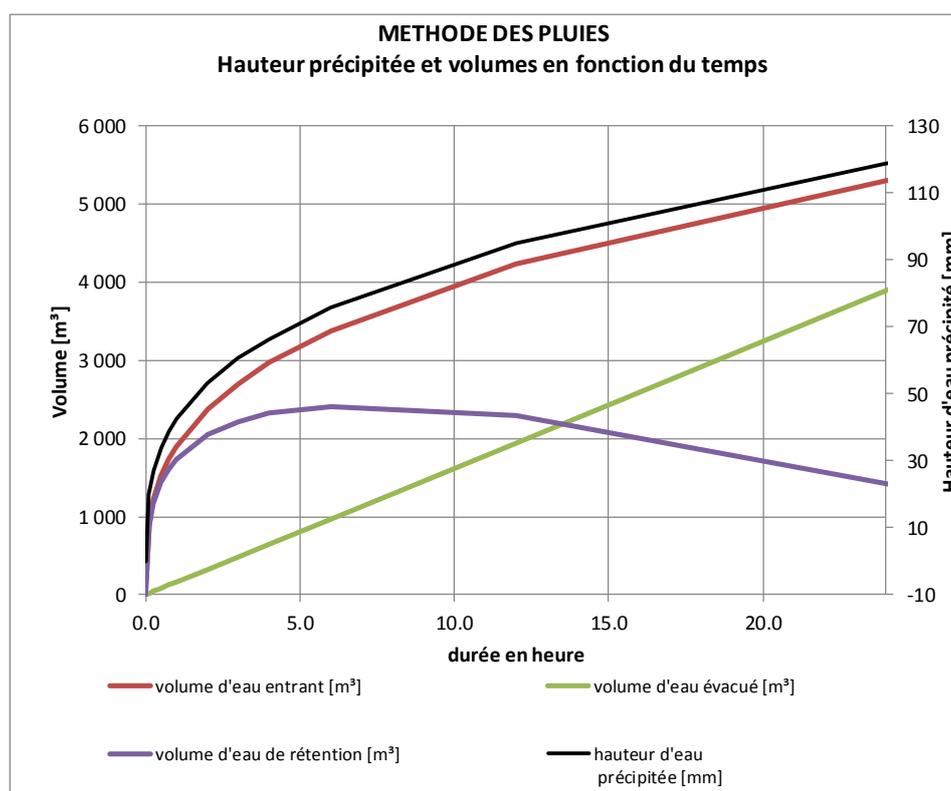


Figure 9 : Hydrogramme de fonctionnement centennal de la zone d'écêtement du Pré de la Mare – solution 2

A noter que ce débit de rejet respecte le SDEP d'Allinges fixant à 6 l/s/ha de surface d'assiette le rejet maximal, soit 78 l/s dans notre cas.

D'autres scénarios de rejet peuvent être étudiés mais, après échange avec le cabinet MONTAMSSON et THONON Agglomération, il n'apparaît pas envisageable de restituer un débit supérieur à 250 l/s au réseau pour la crue dimensionnante. Sachant que ce réseau est dimensionné pour la crue décennale.

Ainsi, compte-tenu du fait que :

- l'on ne peut pas écêter le débit de pointe à l'entonnement du réseau pour la crue centennale à un débit inférieur ou égal à 250 l/s avec un débit de fuite = 2.5 l/s (compte-tenu de la topographie et du volume théorique à stocker) ;
- le débit de pointe décennal du bassin versant naturel en aval du Pré de la Mare est évalué à environ 200 l/s.

- nous préconisons de redimensionner le débit de fuite au niveau du Pré de la Mare (2.5 l/s peu réaliste et ouvrage difficile à entretenir)

le débit de fuite retenu doit être une valeur intermédiaire comprise entre : $2.5 \text{ l/s} < Q_f < 50 \text{ l/s}$.

Cette valeur doit permettre d'améliorer l'écrêtement pour une crue centennale (en fonction du foncier disponible, de la topographie et des résultats de calculs) tout en se limitant à un débit de 250 l/s pour Q_{10} à l'entonnement du réseau. Le débit de pointe à l'entonnement du réseau pour Q_{100} sera ainsi fortement abaissé.

Nous proposons de retenir un débit de 30 l/s comme débit de fuite à la sortie du Pré de la Mare. Cela correspond à un débit spécifique de 2.3 l/s/ha, ce qui est très faible. Ainsi, les volumes de rétention définis par occurrence sont les suivants :

	Surface du bassin versant	Débit de fuite	Durée de la pluie critique	Temps de vidange	Volume minimum	Volume retenu	Surface minimum
Crue décennale	13 ha	30 l/s	3 h	6 h	633 m ³	700 m ³	1 000 m ²
Crue centennale			13 h	27 h	2 945 m ³	3 240 m ³	4 700 m ²

Tableau 13 : Caractéristiques principales de la zone d'écrêtement du Pré de la Mare – solution 3

On verra dans la suite du rapport que la topographie ne permet pas (comme énoncé plus haut) de stocker l'intégralité du volume calculé pour la crue centennale dans cette zone humide.

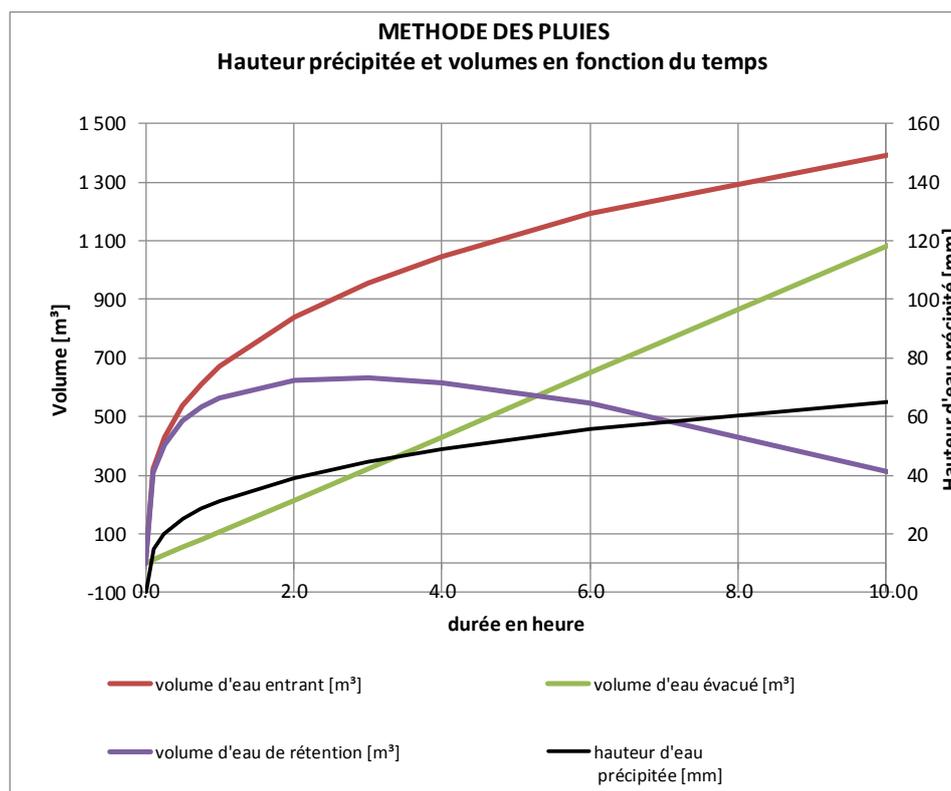


Figure 10 : Hydrogramme de fonctionnement décennal de la zone d'écrêtement du Pré de la Mare – solution 3

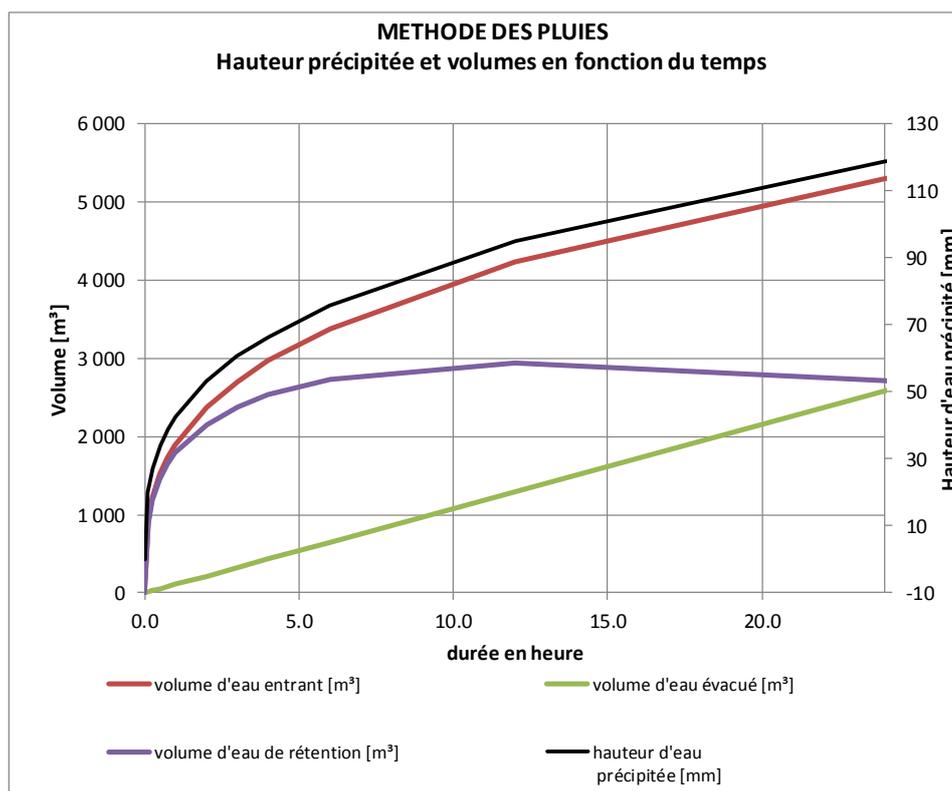


Figure 11 : Hydrogramme de fonctionnement centennal de la zone d'écêtement du Pré de la Mare – solution 3

III.3.1 REGULATION AU NIVEAU DU GRAND MARAIS

En se basant sur l'hypothèse d'un débit de rejet de 10 l/s/ha de surface active (ouvrage existant à adapter), les volumes de rétention à identifier au sein du Grand Marais sont pour réguler les évènements décennaux, trentennaux et centennaux :

	Surface du bassin versant	Débit de fuite	Durée de la pluie critique	Temps de vidange	Volume minimum	Volume retenu	Surface minimum ¹
Crue décennale	31 ha	53 l/s	5 h	10 h	1 875 m ³	2 000 m ³	4 000 m ²
Crue trentennale			4 h	18 h	3 732 m ³	4 000 m ³	10 000 m ²
Crue centennale			21 h	43 h	8 270 m ³	9 000 m ³	18 000 m ²

Tableau 14 : Caractéristiques principales de la zone d'écêtement du Grand Marais

L'écêtement des trois évènements est envisageable dans l'emprise actuelle de la zone humide. La topographie réalisée le confirme.

¹ La surface minimum est une variable qui sera ensuite ajustée en fonction des hauteurs d'eau (et des terrassements) admissibles et de la surface remaniée acceptable pour le milieu.

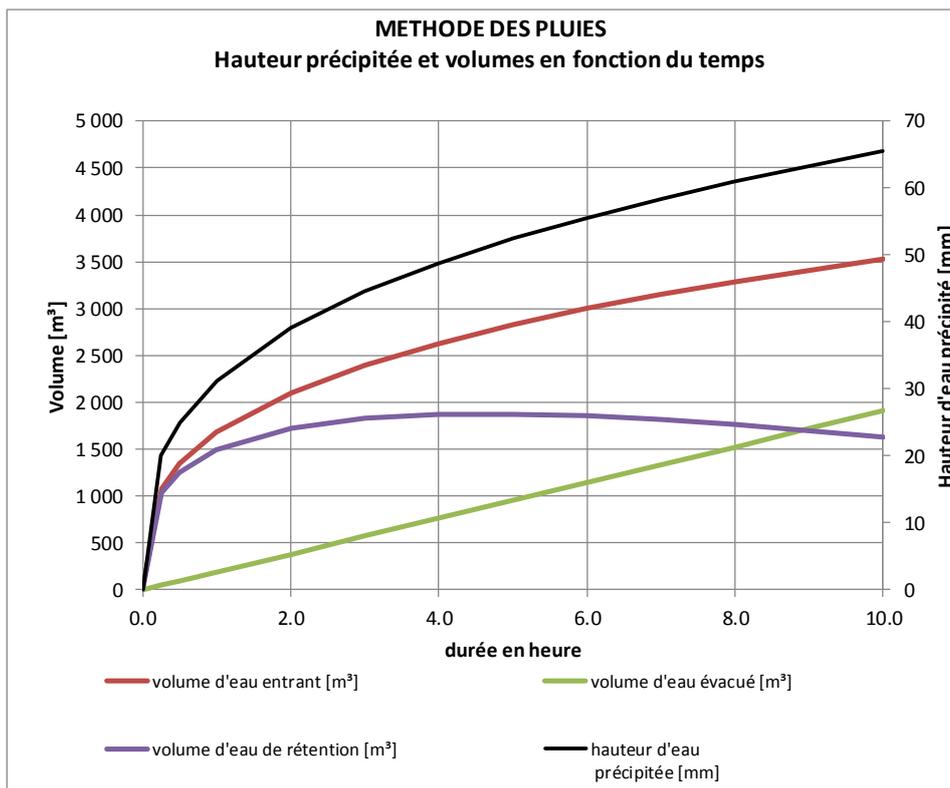


Figure 12 : Hydrogramme de fonctionnement décennal de la zone d'écrêtement du Grands Marais

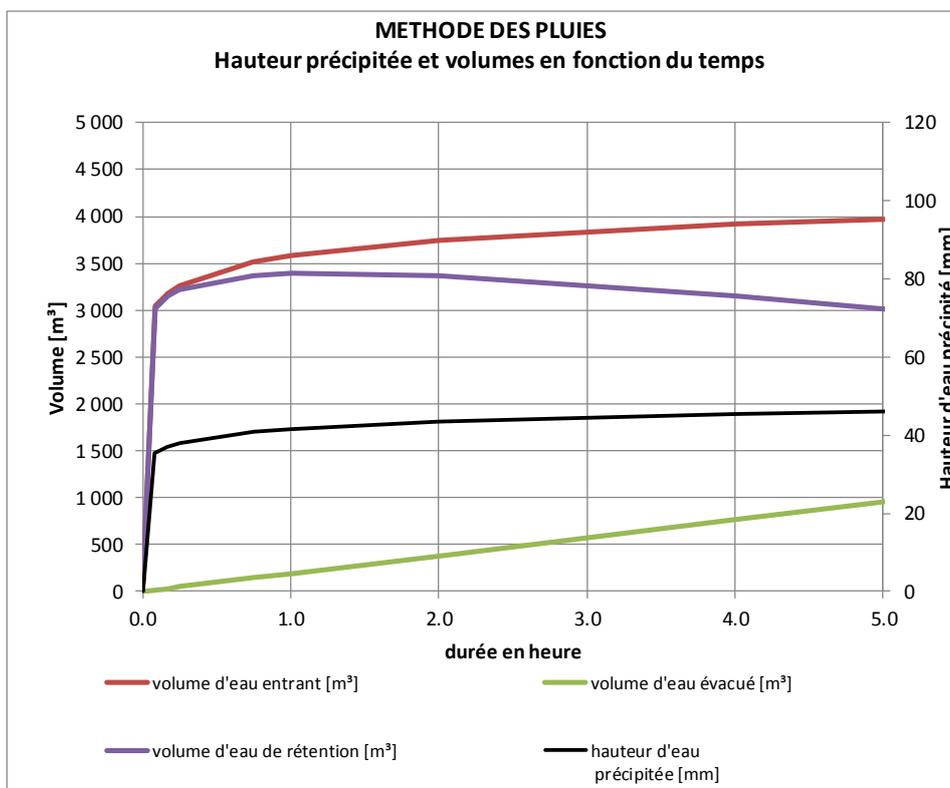


Figure 13 : Hydrogramme de fonctionnement trentennal de la zone d'écrêtement du Grands Marais

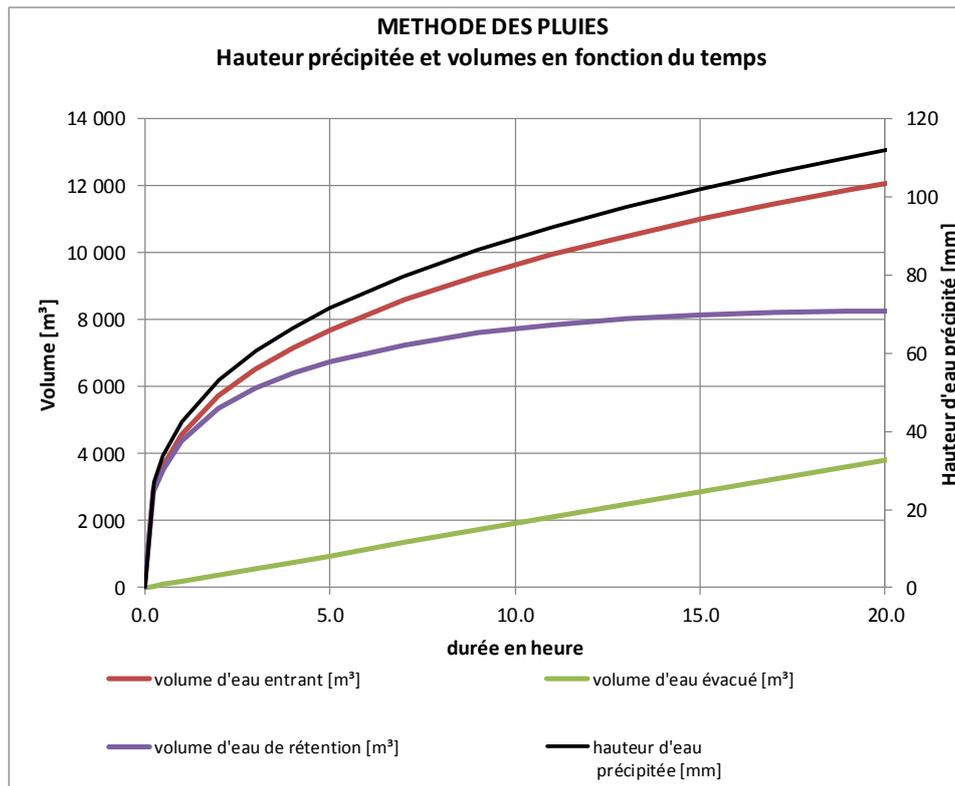


Figure 14 : Hydrogramme de fonctionnement centennal de la zone d'écêtement du Grands Marais

III.1 DISPOSITIFS ANNEXES

Il est possible d'utiliser du bois prélevé dans les marais afin de réaliser les ouvrages à créer.

III.1.1 EVACUATEUR DE CRUES - SURVERSE

Un déversoir de sécurité, sous forme d'une échancrure réalisée côté « aval » du bassin, est prévu sur le Pré de la Mare, permettant d'évacuer des débits d'occurrence supérieure, sans débordement anarchique qui pourrait entraîner des dommages. Il est dimensionné de manière à évacuer un évènement centennal. La largeur ainsi obtenue est de 9 m. La topographie permet « naturellement » de canaliser cette surverse.

Au niveau de la liaison entre les deux parties du Grand marais, la route adopte une forme de cuvette avec un point bas proche de la buse (664.09 m). Le dimensionnement pour une crue centennale permet de confirmer la compatibilité avec le profil actuel de la route. La lame d'eau s'étalerait sur une trentaine de mètres linéaires.

Au niveau de l'exutoire du marais, l'entonnement de la buse pourra être recalé pour assurer le marnage et permettre la surverse qui sera calée à 664.00 m.

III.1.2 OUVRAGE DE REGULATION

Le débit restitué en aval des bassins sera régulé par un ouvrage équipé d'un orifice « mince » ; aussi ce débit sera variable selon le niveau de remplissage du bassin ; les orifices ont été dimensionnés pour restituer le débit de fuite autorisé par le schéma directeur d'assainissement pour leur remplissage maximal. Les caractéristiques calculées sont les suivantes :

	Débit de fuite ciblé	Charge maximale	Diamètre orifice
Pré de la Mare	30 l/s	1 m	115 mm
Grand Marais	53 l/s	1 m	152 mm

Tableau 15 : Caractéristiques des dispositifs de régulation hydraulique

SCHEMAS D'AMENAGEMENT

I ELEMENTS DE GEOTECHNIQUE ET D'HYDROGEOLOGIE

I.1 GEOLOGIE ET HYDROGEOLOGIE DU SECTEUR

Le secteur d'étude s'inscrit dans la plaine molassique du Bas-Chablais formant un plateau en pente douce vers le lac Léman. Les Voirons (nappe ultrahelvétique des Préalpes externes) marquent la limite au sud. Deux collines percent ce plateau : le Mont de Boisy et la colline des Allinges.

Le substratum est recouvert sur 75% du Bas-Chablais de dépôts du quaternaire, restes morainiques du glacier rhodanien datant du Würm.

I.1.1 A L'ECHELLE REGIONALE

La géologie du Bas-Chablais est constituée par un empilement de nappes de charriage chevauchant du Sud vers le Nord un autochtone de molasse Miocène (VIAL, 1976). Ces nappes sont du Sud vers le Nord:

- la nappe des Préalpes médianes, qui constitue Les Monts des Hermones,
- la nappe du Flysch Ultrahelvétique, qui affleure à la colline des Allinges (Maladière),
- la nappe Parautochtone molassique affleurant sur la colline de Ballaison (Mont de Boisy).

Sur le secteur d'étude, ces nappes n'affleurent guère qu'au niveau de reliefs, mais elles constituent le substratum des formations plus récentes du Quaternaire.

Les deux dernières nappes qui reposent sur la molasse autochtone forment le bassin lémanique.

Au quaternaire, le glacier du Rhône recouvre la totalité de la zone, les écoulements fluviaux sont bloqués. Malgré le recul progressif du glacier, les accumulations de sédiments demeurent et forment les différentes terrasses visibles du lac Léman, dans la région de Thonon, aux premiers contreforts des Alpes. Sur le Bas-Chablais, ces formations récentes recouvrent la quasi-totalité des anciennes couches de charriages.

Les matériaux quaternaires sont très hétérogènes, tant par leurs natures que par leurs épaisseurs.

Deux types de formations glaciaires sont majoritaires : la moraine et le fluvio-glaciaire.

Ils se distinguent par leurs caractéristiques hydrogéologiques :

- La moraine, plus argileuse, est faiblement perméable,
- Le fluvio-glaciaire, sableux et graveleux, est plus perméable et généralement aquifère.

Ces nombreux dépôts sont de bons filtres pour l'eau, ils sont à l'origine de deux activités importantes sur le secteur : les eaux de Thonon et le thermalisme

I.1.2 A L'ECHELLE LOCALE

La nappe du Flysch Ultrahelvétique (Flysch du Vouan, Nappe du Gurnigel, Ultrahelvétique) est une structure aquifère décrite en 2002 dans l'étude globale de la ressource en eau (GE463 / ESA – 2002).

C'est une épaisse série (de l'ordre de 300m) constituée à la base par un conglomérat à galets cristallins nombreux passant vers le haut à des grès. Cette formation affleure au SE de Brenthonne-Fessy, en 2-3 affleurements entre Fessy et Brecorens, dans la colline d'Allinges et dans le lit de la Drance en amont de Thonon. Les plans de stratification et les fractures permettent des circulations d'eau souterraine pouvant

aboutir dans des éboulis ou d'autres formations quaternaires. Certains ruisseaux prennent d'ailleurs leurs sources dans cette formation (p. ex. Foron) et quelques captages saisissent les eaux au pied des affleurements ou dans les éboulis (sources captées près de Dugny-Brenthonne p.ex.).

I.2 PEDOLOGIE-HYDROGEOLOGIE A L'ECHELLE DES SITES

I.2.1 A L'ECHELLE DU BAS-CHABLAIS

Schématiquement, on peut regrouper les grands traits de l'organisation pédologique du Bas-Chablais en trois ensembles :

- Au nord du secteur, une couche pédologique relativement imperméable. Les sols sont peu caillouteux. Leur texture est à dominante limono-sableuse sur les crêtes et limono-argileuse en bas de pente.
- Au sud du secteur, au niveau du Pays de la Côte, les sols sont plus perméables. Les sols sont légers avec une charge caillouteuse, leur texture est limono-sableuse.
- La zone centrale est relativement imperméable. Les sols ont une texture argilo-limoneuse liée à la proximité de la molasse.

I.2.2 A L'ECHELLE DU SITE

Au niveau du Grand Marais, le sol est tourbeux avec une forte teneur en humus sur les 40-60 premiers centimètres. Couche qui joue relativement son rôle d'éponge en période de pluie mais qui est devenue de plus en plus imperméable avec l'atterrissage de la zone. Cette couche est assise sur des argiles brune-beige avec de nombreuses inclusions végétales et coquilles. On observe des traces d'oxydo-réductions entre -0.6 m et -1 m de la surface. Les profondeurs d'apparition de ces indices d'oxydation et/ou de réduction de l'élément Fer contenu dans le sol selon sa teneur en eau, permettent généralement de déterminer si le sol est humide ou non.

Au Pré de la Mare, le sol est composé d'une terre végétale de nature terro-argileuse sur 30-40 centimètres de profondeur. Cette couche repose sur une assise hétérogène et premièrement sur une couche limono-terro-caillouto-blocailleuse (plus argileuse en amont dans la pente). Pas de trace d'oxydo-réduction.

Les sols sont saturés en eau à faible profondeur avec des niveaux d'arrivées autour de 60 cm de profondeur (teneur de 18 à 26% lors des essais de novembre 2016). La partie fine des sols, prépondérante dans les caractéristiques de ces sols, entraîne une très faible capacité à faire de la rétention d'eau sur les deux sites.

Au niveau du Pré de la Mare, on retiendra la présence de chenaux gravolo-caillouteux présents à différentes profondeurs (dès la couverture) et qui sont les seuls vecteurs de circulation d'eau. En cas de création d'ouvrage de rétention, une couche imperméable devra être mise en œuvre afin d'éviter tout renardage.

Sans classer ces sols selon le tableau du GEPPA (Groupe d'Etude des Problèmes de Pédologie Appliquée), on peut affirmer que la morphologie du sol du Grand Marais correspond à une zone humide (au sens de l'arrêté du 24 juin 2008, modifié par l'arrêté du 1^{er} octobre 2009 et circulaire du 18 janvier 2010, fixant les critères de définition et de délimitation des zones humides). Pour le Pré de la Mare c'est moins clair, malgré la végétation observée en partie basse en dessous du chemin qui coupe la parcelle sur l'affleurement rocheux et les arrivées d'eau quasi permanentes par ce talus.

ASTERS a réalisé des sondages pédologiques au niveau du Grand marais dans le cadre de l'actualisation de l'inventaire des zones humides (2016) : 2 sondages négatifs en dehors du périmètre de la zone humide concluant en l'absence de nécessité d'étendre la délimitation de la zone humide.

ASTERS a réalisé en mai 2018 trois sondages pédologiques au niveau du Grand marais.

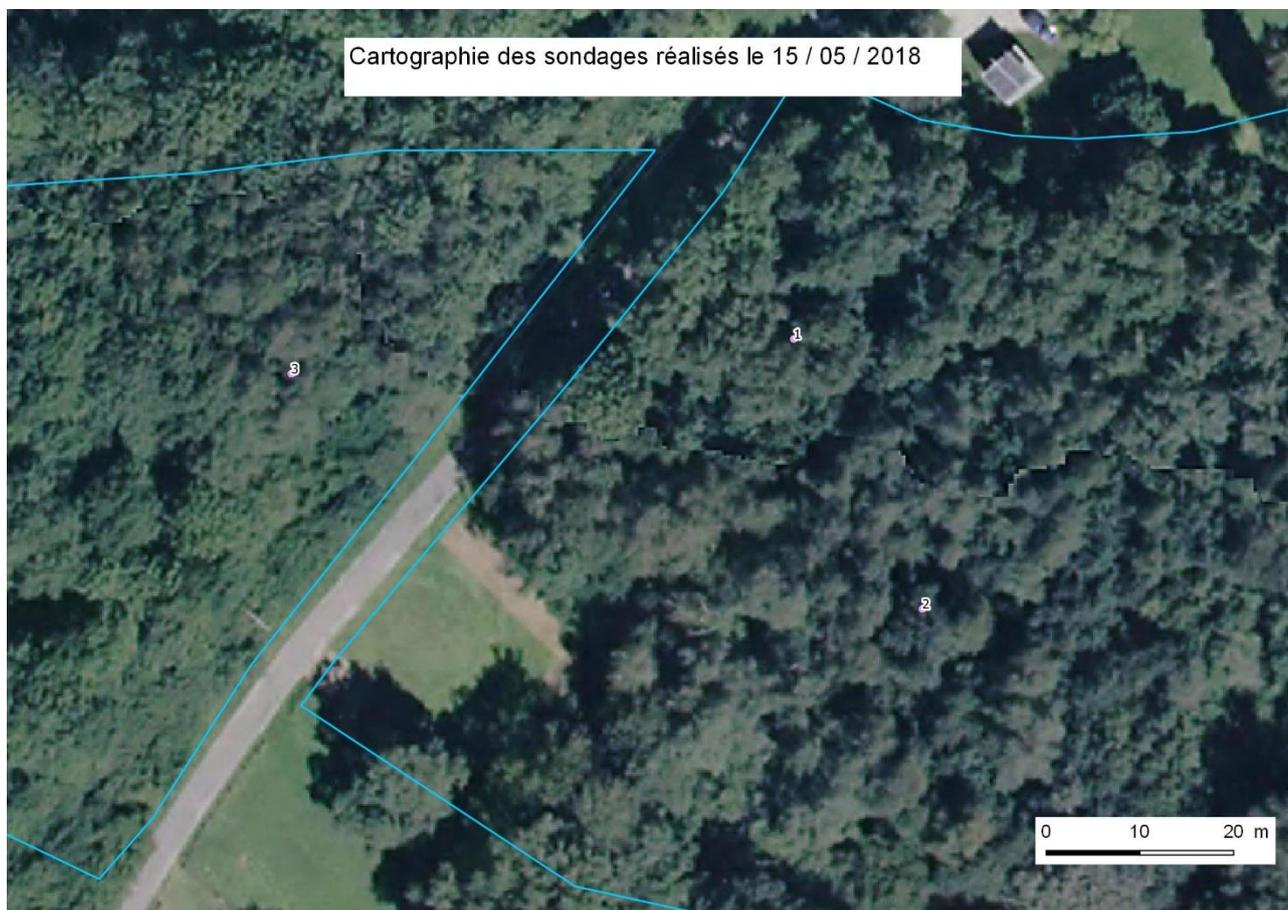


Figure 15 : Localisation des sondages pédologiques (ASTERS 2018)

Les sondages 1 et 2 étaient similaires :

- 0 à 60 cm : tourbe saprique, matière organique très décomposée
- 60 à 70 cm : zone de transition entre le premier horizon et un horizon réduit.
- 70 à 100cm : reductisol (argileux) avec présence très faible de matière organique non décomposée + présence de coquillages.

Le sondage 3 :

- 0 à 60 : tourbe saprique, matière organique très décomposée
- 60 à 100 cm : reductisol (argileux) avec présence très faible de matière organique non décomposée

ASTERS conclut qu'il n'y a pas d'habitats de tourbière sur le Grand marais. La dégradation de la tourbe dans les 60 premiers centimètres est dû soit à un abaissement de la nappe en période estivale, soit à une modification du système hydraulique, soit le marais sèche juste en été ce qui permet à la matière organique de se décomposer. ASTERS recommande de réaliser les travaux à l'automne.

I.3 GEOTECHNIQUE DU SITE

Suivant carte géologique DOUVAIN, le site est classé en zone de Marais pour le secteur du Grand marais et en zone Gy, moraine argileuse à blocs, pour le secteur du Pré de la Mare. Les affleurements rocheux visibles de la colline des Allinges sont issus de la Nappe du Flysch du Gurnigel: série du Vouan e5c-6. Alternance de bancs conglomératiques et de bancs gréseux de couleur beige. En pied de pente, en particulier bien visible après le petit chemin menant à Commelinges, présence de nombreux éboulis de pente.

Des investigations réalisées par GEOCHABLAIS (rapport en Annexe 5 :), nous retenons :

I.3.1 RESULTATS DES SONDAGES

Secteur Grand Marais :

- Sol 1a : Couche tourbeuse, dont l'épaisseur varie entre 40 et 60 cm.
- Sol 2a : Sable limono-argileux ocre-beige : dépôts fins à passées sablonneuses beige ; les limons argileux étant ocres et gris. Sol assez friable, lâche. Uniquement détecté sur le sondage S1.
- Sol 2b : Argile brune-beige de type marais à nombreuses inclusions végétales et nombreuses coquilles : Sol tendre, friable. Base de la couche : 0.8 à 1.4 m.
- Sol 2c : Argile grise en feuillets avec lits fins sablonneux : Il s'agit de l'horizon typique. Sol tendre, plastique. La part argileuse est > 90%, la part sableuse autour de 10% rencontré sur les trois sondages. Base de la couche : au-delà de 3 m.

Secteur Pré de la Mare :

- Sol 1b : Terre végétale, épaisseur : 30 à 40 cm.
- Sol 1c : Limon terro-caillouteux : dépôts de pente colluvionnaire mélangée aux moraines déstructurées. Base de la couche à 0.60 m dans la pente ; à 1.2 m en pied de pente. La part limoneuse est d'environ 50%. Sol assez friable, lâche.
- Sol 3a : Cailloux, graviers et fragments grésocalcaire dans matrice limono-argileuse beige-grise-ocre : Forte hétérogénéité du faciès, surtout remarqué sur le sondage S4. La part argilo-limoneuse est variable, 25 à 35%, la part en cailloux est autour de 30 - 35%, la part graveleuse de 15 à 20%, la part sableuse de 10 à 15%. Base de la couche : au-delà de 2.5 m.
- Sol 4 : Toit rocheux : il n'a pas été identifié par les sondages mais se retrouve à l'aval du chemin. Un toit rocheux autour de 4 m apparaît vraisemblable.

1.3.2 CARACTERISTIQUES GEOTECHNIQUES RETENUES

Les matériaux meubles extraits sont classés A1, A2, C1A1 et C1B5, C2A1, C2B5 selon le GTR, ils peuvent être réutilisés en remblai (sous conditions).

Les caractéristiques géotechniques présentées par GEOCHABLAIS sont des estimations, basées sur l'expérience et leur connaissance du site.

Tableau 16 : Caractéristiques géotechniques des sols :

Quaternaire	Critères	γ	Φ'	C'
	Unité	KN/m ³	°	KN/m ²
Sol 2a: Sable limono-argileux ocre-beige		19	25	0 à 3
Sol 2b: Argile brune-beige de type marais à nombreuses inclusions végétales et nombreuses coquilles		19	15	2 à 5
Sol 2c: Argile grise en feuillets avec lits fins sablonneux		19	15	2 à 8
Sol 3a: Cailloux, graviers et fragments grésocalcaire dans matrice limono-argileuse beige-grise-ocre		20	28	0 à 5

Légende du tableau:

γ	Poids volumique apparent du sol
Φ'	Angle de frottement interne effectif
C'	Cohésion effective

1.3.3 PRESCRIPTIONS GEOTECHNIQUES

La zone du Grand Marais est soumise à un risque de tassement ou de fluage (déformation sous l'effort du propre poids du sol ou d'une charge appliquée). Le projet ne contenant pas de création d'ouvrage, ce risque peut être écarté. Le tassement lié à la rétention d'eau restera localisé au droit des parcelles en eau (pas d'enjeu proche impacté).

La zone du Pré de la Mare est soumise à un risque de glissement de couche au niveau du toit du rocher (-3 à -6 m, risque variable selon le pendage du rocher). Les fortes circulations d'eau sont un élément défavorable. Le projet se concentre sur la partie aval de la zone (replat), la pente γ est trop faible pour engendrer un tel phénomène. Ce secteur est également soumis à un risque d'érosion régressive de par la sensibilité des sols mis à nu au ruissellement. Des prescriptions pour la phase travaux et dans la conception de l'aménagement doivent être intégrées (protections à prévoir face à l'érosion, drainages des eaux superficielles). Le fond du bassin devra être étanchéifié car tout bassin enterré se remplira par les eaux souterraines. Le projet prévoit également dans cette optique de limiter la profondeur d'excavation afin de ne pas entrer en interférence avec la zone saturée. On pourra réutiliser les argiles brune-beige terrassées au Grand Marais pour imperméabiliser sur une trentaine de centimètres de fond sur-creusé de la zone de rétention du Pré de la Mare.

Les matériaux du site possèdent une teneur en eau éloignée de leur optimum proctor. Ils nécessiteront au mieux d'être traités ou asséchés afin d'être réutilisés et / ou stabilisés en fond de forme (si création d'un ouvrage). Les matériaux à l'état hydrique th ne pourront en aucun cas être réutilisés en remblai (selon guide GTR). Leur réemploi nécessitera de les traiter à la chaux puis et une mise en œuvre par couches minces.

II SYNTHÈSE DU DIAGNOSTIC ÉCOLOGIQUE DES DEUX SITES

SAGE Environnement a été missionné pour réaliser un diagnostic écologique des deux secteurs. Il a été entrepris une synthèse bibliographique et 3 visites de terrain réalisées par un écologue expérimenté. Le diagnostic avait pour objectif de définir les enjeux écologiques portés par ces deux zones (présence d'espèces protégées ou remarquables) afin de les prendre en compte dans les aménagements futurs. Ce diagnostic a fait l'objet d'un rapport daté de décembre 2017. Nous rappelons dans cette partie les principales conclusions.

II.1 HABITATS – FLORE

II.1.1 LE GRAND MARAIS

Le Grand marais est composé de plusieurs formations herbacées entrecoupées par des boisements plus ou moins âgés et humides.

Les formations buissonnantes sont caractérisées par une strate dominée par les ligneux à feuilles caduques. Elles occupent naturellement des stations trop humides (saulaies marécageuses ou pré-bois de bouleaux) pour permettre le développement rapide de la forêt. Elles forment une lisère forestière et composent avec les milieux ouverts une mosaïque d'une grande richesse biologique.

La zone du Grand marais est inventoriée comme zone humide dans l'inventaire départemental. Le code hydrographique est 74ASTERS0008 sous le nom *Les Crêtes Sud / 125 m WSW du point 659 m / Chez Lagrange Nord-Est*.

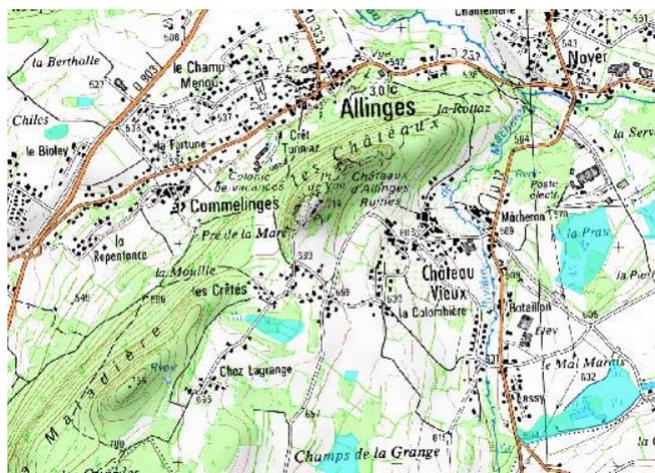


Figure 16 : Plan de localisation des zones humides du secteur

Les types de milieux Corine Biotope rencontrés dans la zone humide du Grand Marais sont :

- Groupements à Reine Des Prés et communautés associées
- Forêts et fourrés alluviaux ou très humides
- Formations riveraines de saules
- Tourbières boisées

Les intérêts patrimoniaux identifiés sont :

- Espèce végétale d'intérêt : *Thelypteris palustris* (PR)
- Espèces d'intérêt local : *Salix repens*, *Ribes rubrum*, *Ribes nigrum*, *Schoenus nigricans*
- Mammifères : chevreuil
- Oiseaux : 9 espèces
- Invertébrés : mollusques

La **Fougère des marais** (*Thelypteris palustris*) est inscrite à l'arrêté interministériel du 4 décembre 1990 relatif à la liste des espèces végétales protégées en région Rhône-Alpes complétant la liste nationale (Article 1) et est considérée NT (quasi menacée) sur la liste rouge de la flore vasculaire de Rhône-Alpes.

Sont interdits la destruction, la coupe, la mutilation, l'arrachage, la cueillette ou l'enlèvement, le colportage, l'utilisation, la mise en vente, la vente ou l'achat de tout ou partie des spécimens sauvages des espèces ci-après énumérées. Toutefois, les interdictions de destruction, de coupe, de mutilation et d'arrachage ne sont pas applicables aux opérations d'exploitation courante des fonds ruraux sur les parcelles habituellement cultivées.



Figure 17 : Illustration Tella botanica 2011

Son milieu de développement est assez large. On l'a trouvera dans les milieux type marais, fossés humides, queues d'étang, bordures alluvionnaires de cours d'eau, prés et bois humides (sur sol alcalin ou à acidité modérée), parfois en sous-bois d'Aulne de Saule ou de Bouleau. Elle s'implantera en pleine lumière ou à mi-ombre.

Notons que l'observation est relativement ancienne, la fiche ayant été établie en 1995. ASTERS a mis à jour en 2016 l'inventaire départemental des zones humides. La présence de la fougère n'a pas été confirmée.

La recherche d'information auprès du Pôle d'Informations Flore-Habitats (2017) nous a permis de mettre en évidence la présence de **l'écuelle d'eau** (*Hydrocotyle vulgaris*), espèce végétale protégée en Rhône-Alpes et considérée EN (en danger d'extinction) sur la liste rouge de la flore vasculaire de Rhône-Alpes. La donnée d'observation relativement ancienne (1996) ne permet pas de confirmer la présence actuelle de l'espèce sur la zone d'étude, mais y souligne néanmoins sa potentialité de présence.

Les investigations de terrain réalisées par SAGE Environnement (2017) ont mis en évidence les enjeux écologiques suivants pour le Grand marais :

- Boisement feuillu mésophile
- Boisement humide de Bouleaux
- Mégaphorbiaie et communautés associées
- Jonchaie
- Gouilles temporaires
- Fossé
- Prairie mésophile



Figure 18 : Carte des habitats du secteur Grand marais

II.1.2 LE PRÉ DE LA MARE

Le Pré de la Mare est une prairie humide, ennoyée en hiver et exposée à des périodes de sécheresse momentanée. Ces prairies occupent des biotopes à végétation potentiellement forestière et tendent donc naturellement à être envahies par des buissons, notamment des ligneux de la saulaie cendrée.

Les investigations de terrain réalisées par SAGE Environnement (2017) ont mis en évidence les enjeux écologiques suivants pour le Pré de la Mare :

- Boisement feuillu mésophile
- Boisement humide de Bouleaux
- Mégaphorbiaie et communautés associées
- Prairie mésophile
- Lisière à Fougère aigle
- Massif d'Ortie dioïque



Figure 19 : Carte des habitats du secteur Pré de la Mare

II.2 FAUNE

La diversité des milieux naturels du site d'étude en fait un secteur favorable à un certain nombre de taxons animaux, notamment les Amphibiens et les Oiseaux.

Sur le site d'étude, les enjeux faunistiques réglementaires ont donc trait essentiellement :

- aux Oiseaux : avec la présence d'un cortège d'Oiseaux communs mais protégés nichant au sein du Grand marais
- aux Amphibiens : avec la présence d'habitats favorables, de deux espèces communes mais protégées (Crapaud commun et Grenouille agile) et d'une espèce non protégée mais de statut NT (=quasi menacée).

Bien que ce taxon n'ait pas fait l'objet d'investigations poussées, on notera des potentialités pour les Chiroptères, tant sur le secteur du Grand marais (gîte arboré temporaire potentiel en période d'activité, territoire de chasse et corridor de déplacement) que sur celui du Pré de la mare (territoire de chasse uniquement).

Le tableau page suivante récapitule les différentes espèces animales protégées ou remarquables contactées avec leurs statuts de protection et de conservation respectifs :

Tableau 17 : Tableau récapitulatif des espèces animales protégées ou remarquables contactées :

Nom latin	Nom vernaculaire	Liste rouge	Protection communautaire	Protection nationale	Secteur Grand marais	Secteur Pré de la mare
Mammifères						
<i>Vulpes vulpes</i>	Renard roux	LC			x	
<i>Sus scrofa</i>	Sanglier	LC			x	
Oiseaux						
<i>Certhia brachydactyla</i>	Grimpereau des jardins	LC		Article 3	nidification	
<i>Columba palumbus</i>	Pigeon ramier	LC			nidification	
<i>Corvus corone</i>	Corneille noire	LC			vol	
<i>Cuculus canorus</i>	Coucou gris	LC		Article 3	vol	
<i>Dendrocopos major</i>	Pic épeiche	LC		Article 3	nidification	
<i>Erithacus rubecula</i>	Rouge-gorge familier	LC		Article 3	nidification	
<i>Fringilla coelebs</i>	Pinson des arbres	LC		Article 3	nidification	nidification hors zone
<i>Garrulus glandarius</i>	Geai des chênes	LC				nidification hors zone
<i>Milvus milvus</i>	Milan royal	LC		Article 3	vol	
<i>Parus ater</i>	Mésange noire	LC		Article 3	nidification	
<i>Parus caeruleus</i>	Mésange bleue	LC		Article 3	nidification	nidification hors zone
<i>Parus major</i>	Mésange charbonnière	LC		Article 3	nidification	
<i>Phylloscopus collybita</i>	Pouillot véloce	LC		Article 3	nidification	nidification hors zone
<i>Sitta europaea</i>	Sittelle torchepot	LC		Article 3	nidification	
<i>Sylvia atricapilla</i>	Fauvette à tête noire	LC		Article 3	nidification	
<i>Turdus merula</i>	Merle noir	LC			nidification	nidification hors zone
Amphibiens						
<i>Bufo bufo</i>	Crapaud commun	LC		Article 3	x	
<i>Rana dalmatina</i>	Grenouille agile	LC		Article 2	x	
<i>Rana temporaria</i>	Grenouille rousse	NT			x	
Lépidoptères						
<i>Aporia crataegi</i>	Gazé	LC			x	
<i>Coenonympha pamphilus</i>	Procris	LC			x	x
<i>Pararge aegeria</i>	Tircis	LC			x	
<i>Celastrina argiolus</i>	Azuré des nerpruns	LC			x	
<i>Gonepteryx rhamni</i>	Citron	LC			x	
<i>Maniola jurtina</i>	Myrtil	LC			x	x
<i>Pieris rapae</i>	Piérde de la rave	LC			x	
<i>Aglais io</i>	Paon du jour	LC				x
<i>Pieris sp.</i>	Piérde sp.	LC				x
<i>Melanargia galathea</i>	Demi-deuil	LC				x
<i>Cyaniris semiargus</i>	Azuré des Anthyllides	LC				x
Odonates						
<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	Nymphe à corps de feu	LC			x	
<i>Coenagrion puella</i>	Agrion jovencelle	LC			x	
<i>Sympetrum sanguineum</i>	Sympétrum sanguin	LC			x	

S'agissant du Grand marais, l'Agence Française de la Biodiversité précise (en réunion du 12/04/2018) la présence potentielle :

- Du Gobemouche noir (oiseau protégé et au statut VUlnérable sur la liste rouge régionale des vertébrés de Rhône-Alpes) au niveau de la mégaphorbiaie (nidification possible). SAGE ne l'a pas contacté (pas de protocole IPA de prévu).
- Du Milan noir, rapace protégé (directive européenne et protection nationale) et au statut LC (préoccupation mineure) sur la liste rouge régionale des vertébrés de Rhône-Alpes, contacté en tant que nicheur sur le site. L'abattage des arbres devra être hivernal afin d'éviter les impacts sur les potentiels individus de cette espèce migratrice, non présente sur notre territoire à cette période.
- Du Muscardin, mammifère protégé et au statut LC (préoccupation mineure). SAGE n'a pas observé d'indices de présence de l'espèce (noisette rongée, nids...), sans investigations spécifiques passives dédiées à l'espèce (type pièges à poils).
- Du Cassissier (*Ribes nigrum*) non répertorié au relevé floristique, contrairement au Groseiller (*Ribes rubrum*) également présent, espèce non protégée et non référencée à la liste rouge de la flore vasculaire de Rhône-Alpes.

II.3 ESPECES VEGETALES EXOTIQUES ENVAHISSANTES

Les relevés floristiques effectués ont également mis en évidence la présence de 3 espèces végétales exotiques envahissantes sur les zones d'étude. Pour le secteur du Grand marais, il s'agit de :

- la Vergerette annuelle (*Erigeron annuus*), qui occupe une surface conséquente au Sud du secteur de mégaphorbiaie à tendance prairiale. Elle a également été retrouvée à raison de quelques individus au sein de la prairie
- le Solidage géant (*Solidago gigantea*), qui a été contacté à raison de quelques pieds disséminés dans le boisement côté Sud-Est de la route.

Pour le secteur du Pré de la mare, il s'agit :

- du Robinier faux-acacia (*Robinia pseudoacacia*), présent à raison de quelques jeunes individus situés en bordure de strate arborée du boisement entourant la zone d'étude.

En cas d'aménagement des secteurs concernés par la présence de ces espèces, une vigilance particulière devra être portée afin d'en éliminer les individus d'ainsi éviter la propagation de l'espèce.

II.4 SYNTHÈSE DES ENJEUX ÉCOLOGIQUE

La zone d'étude au sens strict ne présente pas d'enjeu en termes d'espèce végétale protégée ou remarquable (espèce végétale figurant sur liste rouge nationale ou régionale).

En revanche, un habitat de la zone d'étude est qualifié d'intérêt communautaire au titre de la Directive « Habitats-fauneflore » : il s'agit de la **mégaphorbiaie** qui constitue également un habitat caractéristique de zone humide, tout comme la **jonchaie** et le **boisement humide de Bouleaux**.

La présence de quelques **espèces exotiques envahissantes** au niveau du Grand marais et du Pré de la mare doit être prise en compte.

Il faudra également tenir compte au niveau des Grands marais de :

- La nidification d'un **cortège d'oiseaux** communs mais néanmoins protégés au sein des boisements.
- La présence d'habitats terrestres et aquatiques fréquentés par les **Amphibiens**.
- Les potentialités de territoire de chasse pour les **Chiroptères** au sein des deux secteurs, et de corridor de déplacement et de gîte temporaire.

III DONNEES NECESSAIRES A LA CONCEPTION

III.1 LEVE TOPOGRAPHIQUE COMPLEMENTAIRE

Un levé topographique de la zone d'étude a été réalisé en septembre 2016.

Une vue en plan dwg a été réalisée sur fond de plan cadastral, rattaché au système planimétrique LAMBERT 93 et au système altimétrique NGF IGN 69.

Celui-ci reporte l'emplacement des profils et ouvrages relevés, à savoir :

- Levé d'ouvrages (buse, exutoire de la zone, chemins)
- Profils en travers et cheminement pour caractériser les zones.

III.2 DECLARATIONS DE TRAVAUX

Les Déclarations de Travaux ont permis d'identifier la présence des réseaux existants suivants :

- Enedis HAUTE SAVOIE A.R.E. (Lignes électriques et éclairage public hors très basse tension) - catégorie sensible.
- SIEM – (Canalisations d'eau potable) catégorie non sensible forcé sensible.
- Commune de Thonon-les-Bains (Canalisations d'eau potable) - catégorie non sensible forcé sensible.

Aucun réseau n'est dévié. Des attentions particulières devront être prises au niveau des voiries et chemin bordant le Grand marais puisque le réseau d'eau potable est présent Conduite FD Ø200 puis FD Ø150 sous le chemin forestier du Grand Clos et conduite FD Ø100 sous la route communale du Grand Clos.

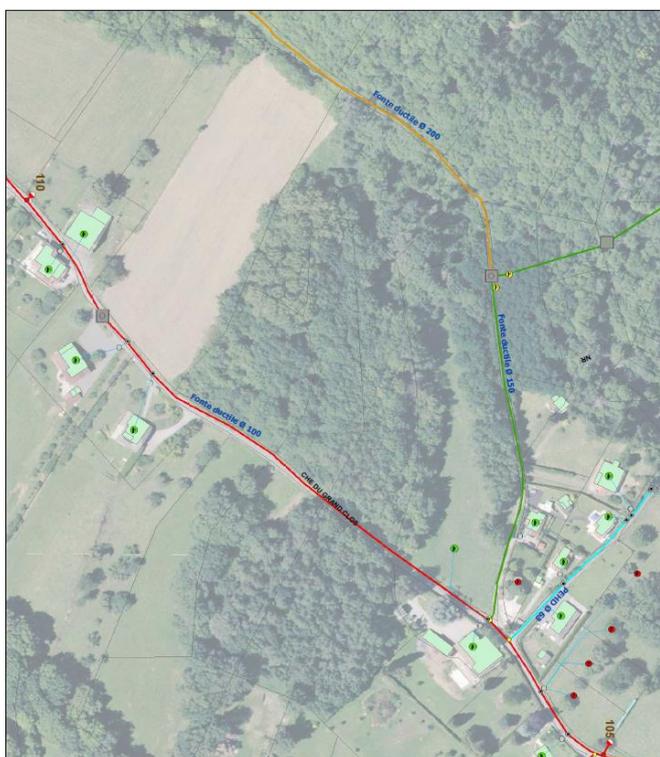


Figure 20 : Extrait du plan du réseau d'eau potable

Concernant les réseaux existants la réglementation a évolué au 01/07/2012.

L'arrêté d'application du décret « DT-DICT », daté du 15 février 2012, a été publié au Journal officiel du 22 février 2012. Il est entré à partir du 1er juillet 2012.

A partir de cette date, la consultation du téléservice reseaux-et-canalizations.gouv.fr devient une étape préalable obligatoire. Les Demandes de Renseignements sont remplacées par les Déclaration de Travaux (DT).

Dans le Dossier de Consultation des Entreprises, le Maître d'Ouvrage (via son Maître d'œuvre) a obligation de joindre les DT (de moins de 3 mois), les récépissés des concessionnaires et les résultats des investigations complémentaires. Les Déclarations de Travaux émises pour l'Avant-Projet devront donc être réitérées.

Ces investigations deviendront obligatoires si les plans fournis par les concessionnaires sont d'une précision de type B et C.

Suivant l'évolution du projet et les décisions prises à l'issue de cette phase d'Avant-Projet, il devra éventuellement être réalisé des investigations afin de garantir la faisabilité technique de ce projet ou de prévoir le cas échéant les déviements nécessaires.

III.3 COMPATIBILITE AVEC LA MAITRISE FONCIERE

THONON Agglomération est en charge de la maîtrise foncière du projet. Ceci concerne l'emprise des parcelles directement impactées.

Il devra être entrepris une démarche auprès des riverains : Déclaration d'Intérêt Général, conventionnement pour les travaux et l'entretien ou acquisition. Il n'est pas prévu de réaliser de Déclaration d'Utilité Publique.

Le projet se limitera aux emprises validées en concertation avec THONON Agglomération et on cherchera à limiter le morcellage des parcelles et à ne pas enclaver de parcelle.

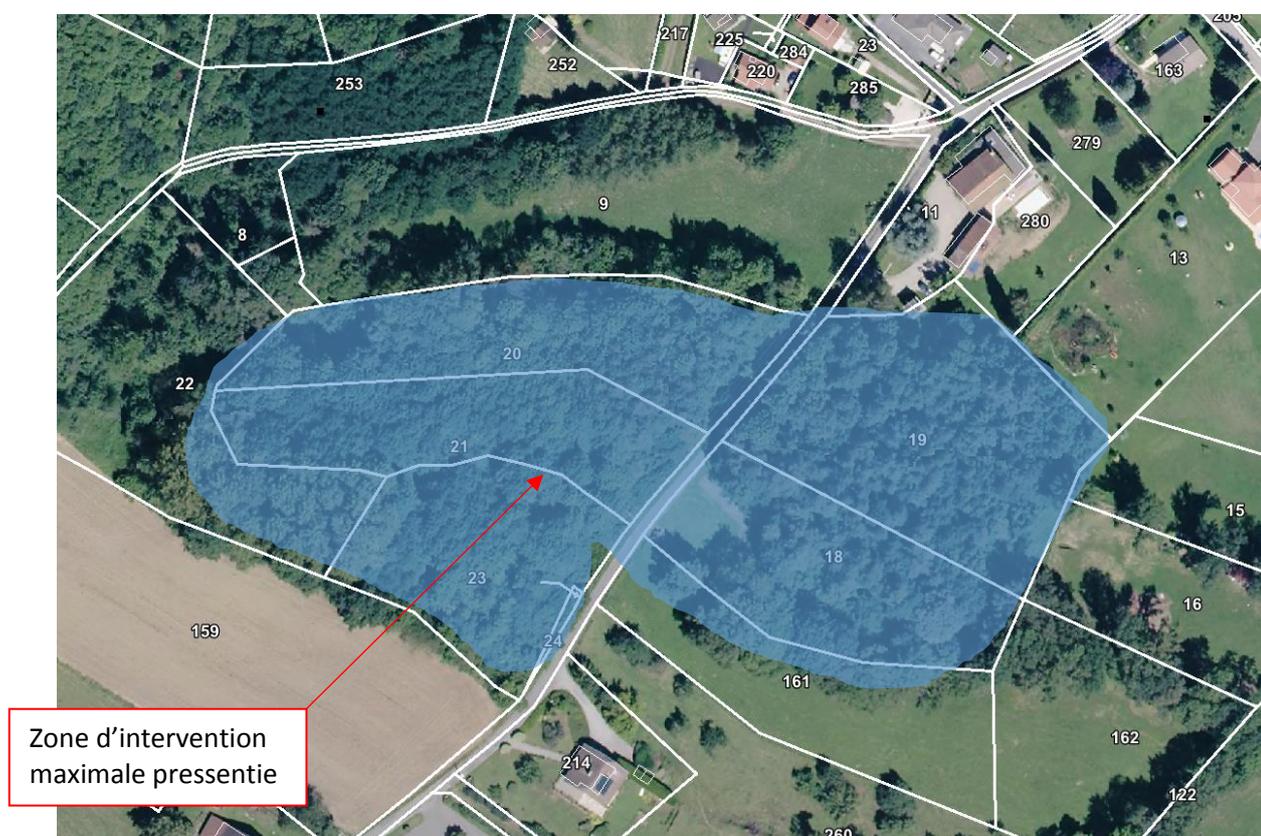


Figure 21 : Plan parcellaire du Grand marais

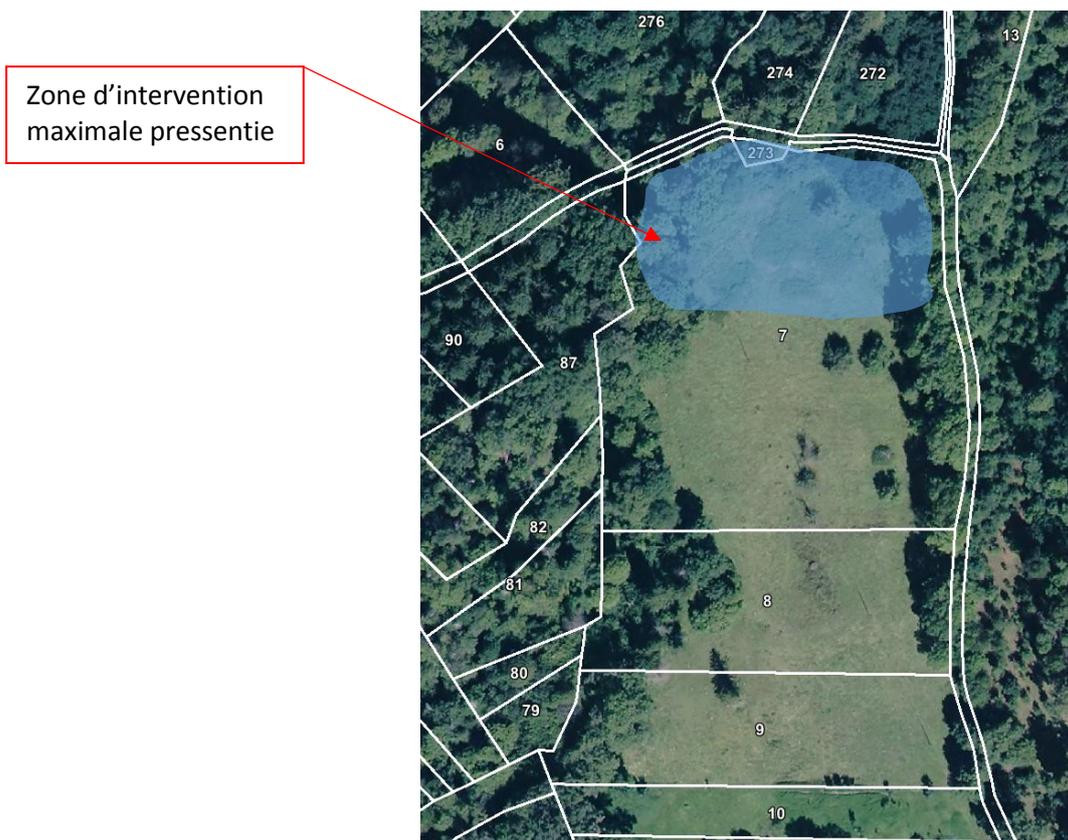


Figure 22 : Plan parcellaire du Pré de la Mare

IV PRINCIPES D'AMENAGEMENTS

IV.1 ROLE HYDRAULIQUE

IV.1.1 LE GRAND MARAIS

Afin de restituer son rôle de rétention hydraulique au Grand Marais, il sera nécessaire de curer une partie de sa surface. Le volume utile pourra être réparti des deux côtés de la route séparant la zone humide. La liaison étant d'ores et déjà assurée par une buse $\varnothing 300$.

La surface à curer dépend de l'objectif hydraulique retenu (niveau de protection hydraulique), puisqu'on ne peut pas aller chercher du volume utile en profondeur. On privilégie les parcelles en dépression qui constituent la zone humide en cours d'atterrissement. Par exemple pour stocker la pluie centennale, 70% de la surface boisée actuellement serait impactée.

Compte-tenu de la topographie du site et des enjeux écologiques identifiés qui doivent être préservés des terrassements et travaux à réaliser, une surface utile pour l'écrêtement est estimée à 6 500 m².



Figure 23 : Délimitation de la surface utile proposée (en vert habitats à préserver, en bleu surface utile)

Un marnage hydraulique maximal de 50 cm à 1 m est visé (suivant les zones). Le décaissement du terrain sera de 40 cm afin de préserver une couche de tourbe de 10 cm à 20 cm qui constitue le biotope de ce marais. Le talutage s'effectuera à pente douce sur une largeur de 5 mètres (variable de 10% à 25%).

La partie Ouest représente un volume utile de 1 200 m³ pour une surface maximale en eau de 3 800 m². La partie Est représente un volume utile de 1 500 m³ pour une surface maximale en eau de 4 500 m².

Compte-tenu de la topographie du site et des possibilités techniques réalisables, il est donc possible de réaliser une rétention efficace soit pour la pluie décennale, soit pour 67% de la pluie trentennale. Les plans sont présentés en Annexe 6 :

Pour stocker efficacement la pluie trentennale sans décaisser davantage le terrain, une surface complémentaire de 3 250 m² est nécessaire, ce qui n'est pas possible. On doit cependant considérer les surfaces préservées que sont les Mégaphorbiaie, prairies à Jonc et boisements humides de Bouleaux participant à la rétention d'eau en temps de pluie. Ces habitats représentent une surface supérieure à 5 000 m². Aussi, bien qu'ils ne génèrent pas un volume utile comparable (hauteur de stockage moindre, porosité), on peut admettre que l'écrêtement de la zone humide du Grand marais sera proche de la pluie trentennale puisque cela équivaut à une lame d'eau de 26 cm sur les habitats à préserver, ce qui est envisageable pour un tel évènement.

On admet donc que le volume généré par les travaux de 2 700 m³ (1 200 m³ + 1 500 m³) additionné à l'écrêtement dans la zone humide préservée sur environ 26 cm (5 000 m² x 0.26 m) permet d'obtenir l'écrêtement trentennale de 4 000 m³.

En terme d'emprise, la surface de l'assiette du projet au niveau du Grand marais est de 9 500 m², soit 8 300 m² terrassés et environ 1 200 m² d'ouvrages annexes et de réalisation d'accès chantier. Cette surface de 9 500 m² est celle correspondant au défrichement retenu.

IV.1.2 LE PRE DE LA MARE

IV.1.2.a Solution retenue

Le Pré de la Mare se situe sur un creux alimenté par un versant assez penté (30% puis 7%). La zone identifiée (extrémité Nord, zone humide actuelle) est la zone la plus plane.

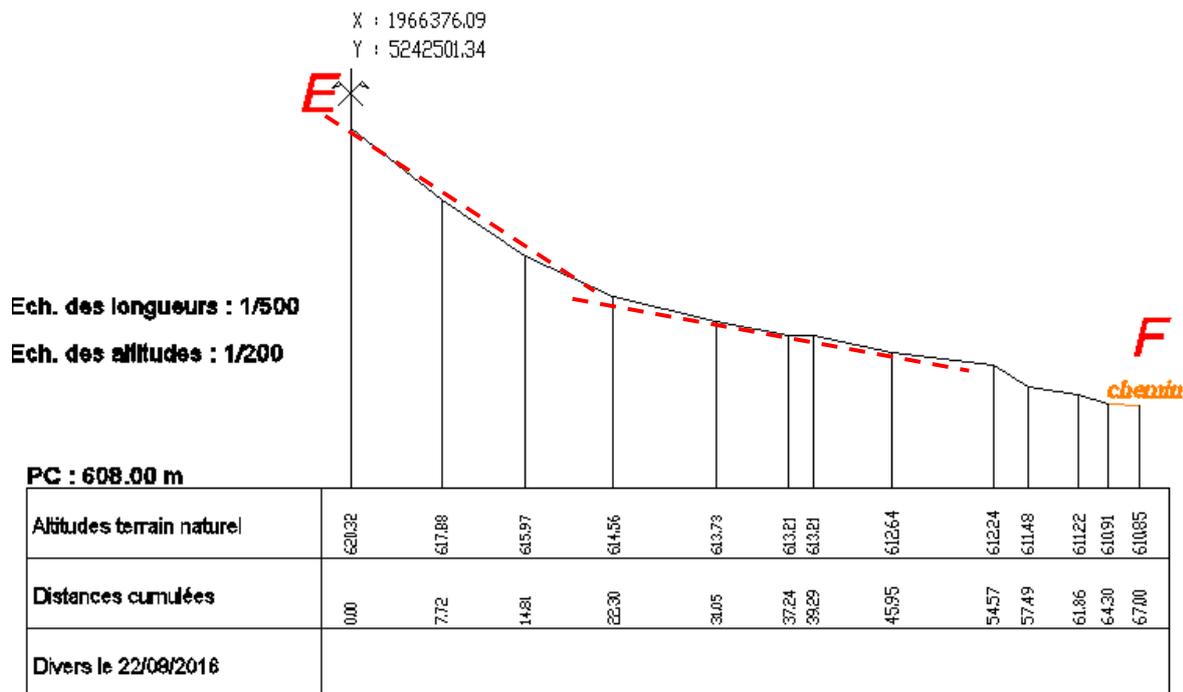


Figure 24 : Profil topographique Sud-Nord du Pré de la Mare

Le talweg existant quant à lui présente une pente de 20 % avant de s’entonner au droit du pylône pour passer sous le chemin avec un cadre 0.6 m X 0.5 m.

Afin d’obtenir un volume d’écêtement hydraulique sans drainer le versant supérieur, il est nécessaire de ne pas trop s’approfondir dans le terrain naturel. Nous préconisons la réalisation de petits bassins en série, en déblai/remblai à partir des matériaux du site, qui a l’intérêt de proposer des milieux différenciés pour la végétation (plus ou moins humides et plus ou moins noyés).

Un décaissement de 50 cm du terrain paraît compatible au vu des résultats des investigations géotechniques réalisées. S’approfondir davantage n’est pas pertinent au regard de la forte présence d’eau dans le sol surtout en période hivernale.

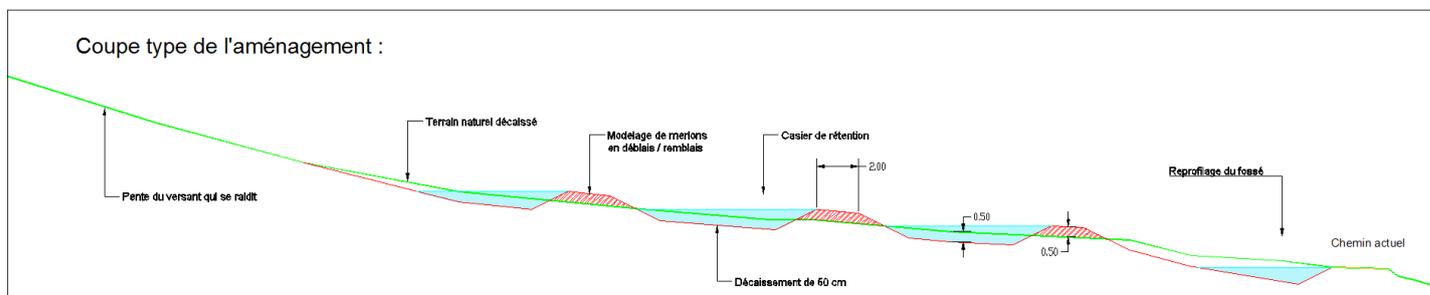


Figure 25 : Coupe type de l’aménagement du Pré de la Mare

Compte-tenu de la topographie du site et des possibilités techniques réalisables, le volume utile qui peut être dégagé au niveau du Pré de la Mare se situe autour de 1600 – 1800 m³.

On notera que sur la base de ce projet et des hypothèses hydrologiques retenues, l'ouvrage permet de réguler efficacement pour la pluie trentennale et 50% du volume calculé pour la pluie centennale.

	Surface du bassin versant	Débit de fuite	Durée de la pluie critique	Temps de vidange	Volume minimum	Volume retenu	Surface minimum
Crue trentennale	13 ha	30 l/s	1 h	12 h	1 335 m ³	1 500 m ³	2 200 m ²

Tableau 18 : Caractéristiques principales de la zone d'écêtement du Pré de la Mare pour T 30 ans

Les plans sont présentés en Annexe 6 .:

IV.1.2.b Solutions variantes écartées

Des variantes ont été étudiées en maintenant un faible décaissement du terrain et en réalisant une seule petite digue (et non des casiers) en bordure du replat, en limite basse de la parcelle, sur une hauteur de 1.0 m puis de 1.50 m. Les volumes d'eau stockées permettent d'écêter la pluie décennale dans le second scénario :

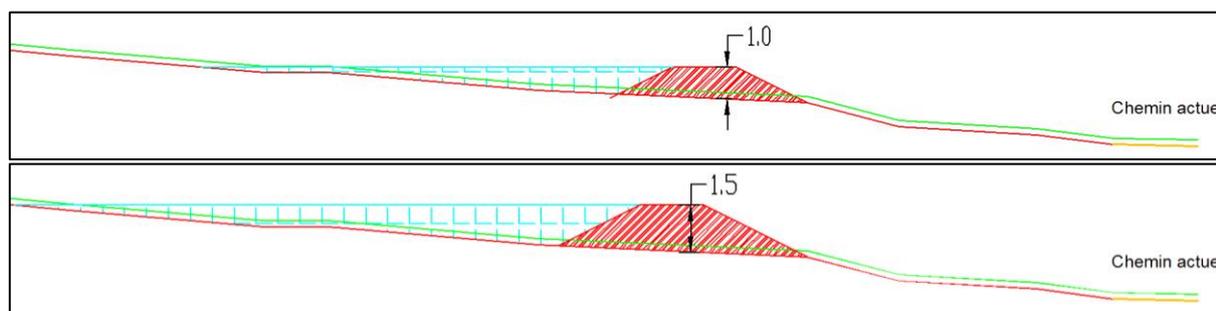


Figure 26 : Variantes d'aménagements pour le Pré de la Mare

Volumes stockés pour Q_{10} :

- H = 1.0 m → environ 300 m³
- H = 1.5 m → environ 1 600 m³

La réalisation d'une digue de 1.0 m ne permet pas d'obtenir un écêtement hydraulique suffisant, la solution n'est pas retenue.

La solution de réaliser une digue de pourtour de hauteur 1.50 m nécessite que l'ouvrage soit classé au sens du décret digue et barrage. De plus, cet ouvrage pour être autorisé nécessiterait une étude de danger et des dispositions constructives particulières compte-tenu des risques pointés par GEOCHABLAIS et des enjeux en aval. La réalisation d'une digue de 1.50 m n'est pas préconisée. **Ces variantes ne sont pas retenues.**

D'autres solutions qui intègreraient un décaissement plus important sont techniquement viables mais nécessiteraient un drainage amont (éperons ou masques drainant avec une tranchée drainante en pied) qui viendrait dénaturer le site, ne va pas dans le sens du projet et augmenterait fortement le cout des travaux.

Ces variantes ne sont pas retenues.

IV.1.3 NIVEAU DE PROTECTION HYDRAULIQUE RETENU

Après concertation et analyse par THONON Agglomération et ses partenaires des premiers résultats de l'étude hydraulique, il est retenu comme niveau de protection hydraulique les hypothèses suivantes :

Tableau 19 : Niveau de protection hydraulique retenu :

Bassin versant	Débit de fuite	Temps de retour	Volume à stocker
Pré de la Mare	30 l/s	30 ans	1 500 m ³
Grand Marais	53 l/s	30 ans	4 000 m ³

IV.2 OBJECTIFS DE RESTAURATION HYDROECOLOGIQUE

Le principe de l'aménagement de ces deux zones est la réouverture des milieux pour en améliorer les fonctionnalités hydrauliques et écologiques. Ces zones humides présentent un atterrissement avancé et un appauvrissement spécifique de milieux. Cette action passe par la suppression des ligneux et par l'élimination de la couverture de matière organique accumulée. La tourbe ne devra cependant pas être exportée en totalité afin de préserver le biotope du marais. Le résultat attendu est le blocage du processus d'atterrissement et l'amélioration de la diversité floristique et faunistique de ces deux zones humides.

IV.2.1 LE GRAND MARAIS

Le Grand marais est composé de plusieurs formations herbacées entrecoupées par des boisements plus ou moins âgés et humides. Ce secteur présente des habitats humides intéressants, mais relativement évolués (boisement peut-être désormais trop dense pour les espèces végétales remarquables qui colonisaient le milieu auparavant, à savoir l'Ecuelle d'eau (*Hydrocotyle vulgaris*) et la Fougère des marais (*Thelypteris palustris*) ; mégaphorbiaies progressivement colonisées par les saules).

Les zones humides présentent des fonctions essentielles pour la biodiversité (fonction d'habitat, d'alimentation, de reproduction, de refuge et de repos), la protection de notre ressource en eau (filtre physique et biologique) mais également pour la lutte contre les crues et les sécheresses. Lorsqu'elles ne sont pas saturées en eau, les zones humides retardent globalement le ruissellement des eaux de pluies et le transfert immédiat des eaux superficielles vers l'aval. Elles absorbent momentanément l'excès d'eau puis le restituent progressivement lors des périodes de sécheresse. Ce faisant, elles diminuent l'intensité des crues et soutiennent les débits des cours d'eau en période d'étiage. Certaines d'entre elles participent à l'alimentation en eau des nappes phréatiques superficielles.

Dans le cadre d'un réaménagement, il pourrait s'avérer intéressant de diversifier les habitats en créant des mosaïques à strate arborée et arbustive plus ou moins développées sur milieu humide, et ce de manière à permettre à un cortège d'espèces héliophiles à sciaphiles de s'y développer là où elles trouveront leur optimum. Une conservation d'individus arborés serait également intéressante pour alimenter cette diversité de strate y compris à court terme.

Il est également convenu que le projet devra générer des milieux qui seront favorables au développement de la Fougère des marais (gradations topographiques pour garantir la présence de zones qui passeront d'état exondé à inondé, forte humidité de sol, texture argileuse, ...).

Une bande de talutage de 5 mètres est laissée en bordure pour permettre d'obtenir des pentes douces et donc des milieux variés. Des gradations topographiques (dépressions) seront réalisées pour permettre la présence de zones qui passeront d'un état exondé à inondé et permettre la diffusion des écoulements au sein du marais.

Les pentages du terrain naturel seront maintenus. Ainsi on relève que l'extrémité Ouest remonte assez fortement (pratiquement de 2 mètres) et que la partie Ouest dans son ensemble est orientée vers le Nord-Nord-Est. La partie Est est plus plane.

On notera que la fougère des marais possède une bonne capacité de reprise (facilitée par son caractère rhizomateux) dans la mesure où les propriétés hydromorphes du sol demeurent. Le CBN Massif Centrale précise sur le sujet : *Thelypteris palustris est une fougère rhizomateuse (les rhizomes atteignent 50 cm) à populations généralement ± clonales, présentant un caractère souvent pionnier de colonisation et consolidation des tourbes alcalines en ambiance lumineuse légèrement atténuée ; outre les boisements tourbeux clairs, l'espèce profite de l'ombrage des phragmites ou encore des micro-ombrages topographiques (cas des fossés talutés). Elle se prête donc relativement bien aux opérations écologiques de déplacement dans la mesure où les conditions de tourbes alcalines humides sont maintenues.* Aussi, des préconisations dans ce sens seront prises en phase travaux.

Une gestion adaptée des secteurs occupés par la Vergerette annuelle (*Erigeron annuus*) et le Solidage géant (*Solidago gigantea*) devra être mise en œuvre afin d'éradiquer ces espèces sur le secteur à l'issue du réaménagement.

Concernant la phase de travaux, étant donné que la préservation de l'ensemble des boisements n'est pas compatible avec les réaménagements prévus, l'abattage d'arbres et d'arbustes devra intervenir :

- en dehors de la période de nidification des oiseaux, qui s'étend de mars à septembre
- lors de la période d'hibernation des chiroptères, qui s'étend de novembre à février

→ soit un abattage à effectuer de novembre à février pour respecter ces deux paramètres.

Il ne sera pas forcément nécessaire de conserver les arbres à cavités recensés, dans la mesure où leurs potentialités d'accueil pour les Chiroptères semblent tout de même assez limitées (cavités trop basses ou de diamètre trop important).

Néanmoins, la conservation d'au moins un linéaire arboré orienté Est-Ouest pourrait être intéressante et permettre le maintien d'un axe de déplacement pour différents taxons animaux (mammifères dont chiroptères notamment). Ce linéaire arboré pourra, à l'issue des travaux, se densifier sur le long terme avec la pousse de nouveaux arbres et arbustes.

L'enjeu concernant les Amphibiens est également important et devra être pris en compte. Les Amphibiens utilisant à la fois les milieux boisés et les zones en eau, les interventions sur le milieu doivent donc être planifiées de manière à limiter au maximum l'impact sur les individus. Cela peut se faire en :

- effectuant les premiers remaniements de terre au sein des zones non inondées en période de reproduction des taxons contactés (à savoir de mi-mars à mi-avril) – période à laquelle la plupart des individus seront dans ou autour des secteurs inondés
- effectuant les remaniements au sein des zones inondées en dehors de la présence d'individus adultes, de pontes, de larves ou de juvéniles de ces espèces, à savoir entre octobre et fin janvier.

Pour la phase projet, l'aménagement de secteurs plus humides, inondés durant une période plus importante sera à privilégier, et pourra également s'avérer favorable au taxon des Odonates. Pour ce faire, un recusement de certaines gouilles ou une création de nouveaux points d'eau pourra être envisagée. Cette dernière pourra avoir lieu de chaque côté de la route qui ne constitue a priori pas un obstacle majeur (sauf en cas d'aménagements futurs de nouvelles constructions d'un côté ou de l'autre de cet axe, susceptibles d'y générer une augmentation significative du trafic routier sur le long terme).

IV.2.2 LE PRE DE LA MARE

Pas de préconisation particulière au vu du peu d'enjeu présenté par les habitats présents. La gestion des eaux prévue est susceptible de favoriser le développement d'espèces hygrophiles à aquatiques, ce qui est plutôt positif en terme de diversification d'habitat.

La réalisation des merlons prévus en déblais/remblais à partir des matériaux du site, permettra de créer des dépressions assurant la diffusion des écoulements au sein de la zone et de créer des milieux différenciés.

Une gestion adaptée des individus de Robinier faux-acacia (*Robinia pseudoacacia*) contactés devra être mise en œuvre afin d'éradiquer cette espèce sur le secteur à l'issue du réaménagement.

Ce milieu ne présente pas d'enjeu faunistique particulier et ne demande pas de préconisation particulière.

Le rôle de territoire de chasse pour les Chiroptères probablement assuré par le milieu actuel ne pourra que bénéficier d'un nouveau caractère humide du secteur susceptible d'augmenter la biomasse des proies chassées par les Chiroptères (insectes, dont la phase larvaire est souvent aquatique).

De même, la création de milieux aquatique pourra s'avérer favorable à une colonisation par les Amphibiens, dont les habitats terrestres attenants sont déjà présents (boisements entourant la prairie).

IV.2.3 TRAITEMENT DE LA VEGETATION

Afin de réaliser les terrassements, il sera nécessaire de dé-végétaliser au préalable l'emprise du projet. Ceci se fera par des moyens mécaniques traditionnels sur les zones qui seront terrassées et qui permettent une bonne portance et manuellement sur les autres secteurs. Un broyage mécanique sera effectué avec un gros broyeur sur chenillette capable d'éliminer quelques arbres. Il s'agit de broyer la végétation herbacée et arbustive (jusqu'à 10 cm de diamètre). Autant que possible, le broyage sera réalisé de manière centrifuge, de manière à ce que la faune puisse s'échapper de la zone. Les arbres plus gros seront abattus mécaniquement ou manuellement, débités et les souches rognées. On s'attachera à conserver des arbres ou bosquets à des fins paysagères ou biologiques (arbres à cavités par exemple) dès lors que leur présence reste compatible avec le projet. Les broyats et autres rémanents seront exportés.

Des travaux de végétalisation pourront être réalisés. Un ensemencement manuel (10 à 30 g/m²) à partir d'un mélange composé d'espèces locales, autochtones et adaptées au milieu humide sera proposé sur les zones fortement remaniées ou approfondies (en complément de la banque de graines). Des plantations pourront venir compléter le projet, notamment pour restaurer la connectivité entre les milieux, valoriser l'ambiance paysagère, etc. Les essences devront être autochtones et adaptées aux zones humides (troènes, fusains, viornes, sureaux, noisetiers, épine noire, aubépine, églantier...).

Les végétaux prévus devront être indigènes : d'origine locale, issus de populations identifiées géographiquement.

IV.3 OPTION : TRANSPLANTATION DE LA FOUGERE DES MARAIS

La transplantation de la Fougère des marais (*Thelypteris palustris*) peut être envisagée depuis le marais de Bettenuche (géré par Thonon Agglomération).

On peut noter la précision donnée par le CBN Massif Centrale sur le sujet :

Thelypteris palustris est une fougère rhizomateuse (les rhizomes atteignent 50 cm) à populations généralement ± clonales, présentant un caractère souvent pionnier de colonisation et consolidation des tourbes alcalines en ambiance lumineuse légèrement atténuée ; outre les boisements tourbeux clairs, l'espèce profite de l'ombrage des phragmites ou encore des micro-ombrages topographiques (cas des fossés talutés). Elle se prête donc relativement bien aux opérations écologiques de déplacement dans la mesure où les conditions de tourbes alcalines humides sont maintenues.

Pour cela les travaux se dérouleront de la manière suivante sur ce secteur :

- Décapage de la terre végétale sur tout le linéaire d'emprise des travaux sur 50 cm de profondeur de manière à récupérer les rhizomes (opération réalisée à la pelle mécanique).
- Dépose et conservation de cette terre végétale sans la tasser.
- Constitution d'un cordon de terre à l'avancement.
- Arrosage éventuel des volumes décapés 1 à 2 fois par semaine en fonction des conditions climatiques et du temps des travaux, un ombrage pourra également être mis en œuvre si besoin.
- Finalisation des travaux de préparation des sols au Grand marais.
- Régalage à la pelle mécanique de la terre végétale conservée avec les rhizomes sur le Grand marais.
- Tassement modéré et arrosage.



Figure 27 : Exemple d'une transplantation encadrée par SAGE Environnement : Individus de Fougère des marais observés en bord de contre-canal (gauche), balisage (haut droite) et transplantation de la terre végétale contenant les rhizomes (bas droite)

IV.4 REPRISE DES CHEMINS

Il est prévu de reprofiler les chemins suivants :

- le chemin rural du Grand Clos (versant Sud-Est de la Maladière) : Des renvois d'eau vont être mis en place régulièrement de manière à renvoyer l'eau dans la zone humide du Grand marais. Le merlon les séparant sera décapé afin d'obtenir une évacuation la plus diffuse possible (limiter la concentration des écoulements). Il s'agira de poutres bois rainurées (ou un assemblage de poutres) disposées tous les 20 mètres environ. Un reprofilage de surface est prévu sur 230 mètres linéaires.
- Le chemin de Commelinges au Châteaux longe les champs du lieudit le Pré de la Mare : Des renvois d'eau vont être mis en place régulièrement de manière à renvoyer l'eau dans la zone humide du Pré de la Mare. Il s'agira de poutres bois rainurées (ou un assemblage de poutres) disposées tous les 20 mètres environ. Un reprofilage de surface est prévu sur 210 mètres linéaires.

- Le Chemin de Commelings aux Vouardes (versant Ouest de la Maladière) sera également reprofilé sur environ 400 mètres linéaires afin de stopper la concentration des écoulements et de permettre une évacuation diffuse des eaux ruisselées.

L'eau drainée par le chemin du Grand Clos (versant Est de la Maladière) sera donc déconnectée du hameau de Commelings et du réseau de la RD233 puisqu'elle alimentera alors la zone du Grand marais et donc enfin le réseau d'eaux pluviales de Châteaux-Vieux.

V INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES

Compte-tenu des inventaires réalisés en 2017, il n'est pas envisagé d'acquérir d'autres données sur la sensibilité du milieu.

Aucune donnée topographique ou géotechnique complémentaire n'est identifiée aujourd'hui comme nécessaire. Des sondages géotechniques complémentaires pourraient permettre de mieux caractériser l'ouvrage à réaliser notamment en cas d'ouvrage conséquent au niveau du Pré de la Mare (phase PRO).

Compte-tenu des objectifs à atteindre, il n'est pas identifié pour l'heure la nécessité d'acquérir des données pédologique, sylvicole, hydrobiologiques complémentaires.

Des investigations pourront s'avérer également nécessaires pour préciser les emplacements des réseaux existants (selon le nouveau décret DT/DICT).

VI IMPACTS DU PROJET

VI.1 IMPACT HYDROLOGIQUE

La solution proposée permet de restaurer le rôle hydraulique des deux zones humides et de réguler les événements pluvieux extrêmes :

- Régulation de la pluie trentennale au niveau des Grands Marais ;
- Régulation de la pluie trentennale au niveau du Pré de la Mare ;
- Rejet limité à 250 l/s au niveau du réseau de Commelings pour une pluie décennale.

Au-delà de l'épisode dimensionnant considéré, l'impact hydrologique de l'aménagement disparaît progressivement, car pour des pluies plus intenses le sol gorgé d'eau devient imperméable. Pour un tel événement, les zones d'écrêtement fonctionneront normalement jusqu'à ce que le cumul de précipitations atteigne la lame d'eau de l'événement dimensionnant considéré et en stockeront donc une partie ; le surplus de pluie sera transmis ensuite de façon « transparente ». Le terrassement de zones plus ou moins profondes va entraîner un rééquilibrage des niveaux d'eau dans le sol (effet drainant) avec maintien périodique d'un niveau d'eau dans les zones les plus basses. Ainsi, au cours d'une pluie importante, la partie de la zone humide utile pour l'écrêtement se dessinera au-delà de l'emprise terrassée.

VI.2 IMPACT SUR LES MILIEUX

VI.2.1 IMPACT DU PROJET

Le principe de l'aménagement de ces deux zones est la réouverture des milieux pour en améliorer les fonctionnalités hydrauliques et écologiques. Le résultat attendu est le blocage du processus d'atterrissement

et l'amélioration de la diversité floristique et faunistique de ces deux zones humides. La création de variations topographiques va générer une circulation d'eau dans les premières couches de sols avec des zones à teneur en eau graduellement différenciées et des zones plus fréquemment en eau. Une adaptation du milieu et des espèces est attendue (diversification des espèces), plus en lien avec les espèces et le milieu recherchés.

VI.2.2 IMPACT DES TRAVAUX

Afin de réduire l'impact sur le sol rencontré, de conserver la banque de graines et de conserver les caractéristiques actuelles de couche superficielle après aménagement, les travaux se dérouleront de la manière suivante :

- Décapage de la tourbe et de l'humus sur toute l'emprise des travaux sur 40 cm de profondeur de manière à récupérer les rhizomes, la banque de graines... (opération réalisée à la pelle mécanique depuis les accès extérieurs).
- Dépose et conservation de la tourbe sans la tasser - Constitution d'un cordon de terre à l'avancement - Arrosage éventuel des volumes décapés 1 à 2 fois par semaine en fonction des conditions climatiques et du temps des travaux, un ombrage pourra également être mis en œuvre si besoin (fort ensoleillement).
- Terrassement aux cotes projet, réalisation des talus et des ouvrages annexes.
- Régilage à la pelle mécanique de la tourbe conservée sur les zones remaniées - Tassement modéré.
- L'excédent (correspondant à la majorité du volume) sera évacué ou valorisé.

Cette action ne sera pas réalisée sur les secteurs présentant une forte épaisseur de matières organiques.

VI.2.3 POLLUTION ACCIDENTELLE EN PHASE TRAVAUX

Il s'agit de la pollution liée à un déversement accidentel de matières toxiques lors de manipulations internes aux entreprises ou consécutif à un accident survenant sur les voiries de desserte et impliquant un transport de matières dangereuses. La gravité des conséquences est variable : elle dépend de la quantité et de la toxicité du produit déversé mais également de la sensibilité du milieu récepteur susceptible d'être affecté.

La plupart du temps, les flux polluants rejoignent le réseau de collecte des eaux pluviales.

Les principales pollutions observées sont dues majoritairement à des transports de liquides inflammables et surtout d'hydrocarbures légers dont le pouvoir polluant est très important : non miscible à l'eau, ils se répandent en surface. Le danger vient ensuite des matières toxiques et des matières corrosives. Solubles dans l'eau, elles sont irrécupérables excepté par pompage. Leur toxicité dépend de la concentration dans le milieu.

La concomitance d'une pollution accidentelle mettant en jeu des produits miscibles et d'un événement pluvieux constitue la situation la plus pénalisante pour le milieu récepteur.

Afin de préserver les eaux des zones humides, le cahier des charges imposés aux entreprises sera strict et définira les règles de préservation à respecter (éloignements, huiles biologiques, kit anti-pollution, norme du matériel, dispositif de confinement, etc.). Un plan d'intervention en cas d'accident sera à prévoir, mentionnant et situant tous les organes hydrauliques, les stocks de produits absorbants...

VII DISPOSITIONS PARTICULIERES LIEES AUX TRAVAUX EN ZONES HUMIDES

L'encadrement de travaux dans un milieu naturel sensible que sont les zones humides nécessite de mettre en place des protocoles spécifiques et clairs afin de :

- Respecter les dates d'intervention afin de préserver les enjeux écologiques (chiroptères, oiseaux, amphibiens, etc.).
- Garantir la bonne réalisation du projet tel que validé avec le Maître d'Ouvrage.
- S'assurer de l'utilisation de matériel et engins adaptés au sol rencontré (sensible au poinçonnement).
- S'assurer de la non création d'ornières en phase travaux (pour ne pas piéger d'amphibiens) en compléments de la mise en place éventuelle de filets.
- Garantir le respect de l'environnement (modalités d'entretien et de ravitaillement des engins, balisage de zones à préserver, garantie d'un chantier propre, remise en état du site après retrait du chantier...).
- Prévenir tout incident, presque-accident ou accident potentiel en relation avec les risques naturels en présence (crue, noyade, chute, etc.).
- Encadrer les entreprises et les accompagner face au risque d'inondation.
- Minimiser tous les risques de pollution accidentelle, de dégradation du site, (limitation des risques de départ de MES dans le cours d'eau et de pollution par les lubrifiants et carburants, les laitances de béton, etc.).
- Imposer aux entreprises les prescriptions qui s'imposent quant à la gestion de plantes envahissantes (notamment le solidage qui est présent) de milieux rivulaires, tout comme la gestion d'espèce rare ou protégée.
- Prévoir les dispositions nécessaires à la sauvegarde de la faune présente (pêche électrique de sauvegarde en cas d'eau piégée, déplacements d'espèces protégées, période d'abattage d'arbre en dehors de la période de reproduction de l'avifaune, ...).

C'est dans cet objectif que sera décrit au CCTP l'ensemble des prescriptions imposées aux entreprises et à leurs sous-traitants, liées aux contraintes environnementales et de travaux en zones humides. Il reprendra en outre les résultats des éventuels dossiers CNPN et loi sur l'eau. Un Plan d'Actions Environnementales sera notamment établi par l'entreprise retenue dans la trame du Schéma Organisationnel du Plan d'Actions Environnementales (S.O.P.A.E.) qu'elle aura dû remettre avec son offre.

VIII ENTRETIEN DES ZONES D'ECRETEMENT

Aucun suivi n'est pour l'instant demandé par le maître d'ouvrage et les financeurs.

Il devra être prévu par le maître d'ouvrage un entretien périodique. Celui-ci pourra se dérouler de manière régulière pour les opérations récurrentes (taille, surveillance) et également exceptionnelle (après chaque crue importante, etc.).

Afin de contrôler et de stimuler la végétation conservée, une à deux tailles par an seront nécessaires. Il sera également nécessaire de suivre durant les premières années les végétaux implantés afin de garantir le peuplement et leur reprise.

Des actions de gestion doivent permettre de contrôler l'envahissement par la végétation et l'amorce d'un processus d'atterrissement (surtout s'agissant du Grand marais). La végétation aura été débroussaillée voir bûcheronnée au cours des travaux, il s'agira ensuite d'organiser des fauches annuelles. On pourra réduire cette fréquence sur les zones les plus sensibles (tous les 2-3 ans par exemple). La matière fauchée sera exportée et mise en bottes. En cas de nécessité, un broyage d'entretien pourra être à réaliser tous les 2 ans avec un broyeur léger à pneus basse pression (type Carraro).

L'utilisation de produits phytosanitaires, limiteurs de croissance, est à proscrire du fait de la pollution qu'ils génèrent.

La mise en place d'un plan de gestion des sites serait intéressant afin d'adapter les objectifs et méthodes de gestion suivant les évolutions observées durant les premières années (végétaux émergeant de la banque de graines, végétation pionnière observée, espèces souhaitables à favoriser, espèces non souhaitables à limiter, ...).

IX ESTIMATION PREVISIONNELLE DES TRAVAUX

IX.1 BASE D'EVALUATION DES PRIX

Les hypothèses suivantes ont été retenues pour l'estimation :

- base des prix unitaires fondés sur des prix appliqués par des entreprises locales pour des travaux similaires ;
- pas de matériaux d'apport et évacuations des dalles béton recensées ;
- hors coût foncier (acquisition et négociation parcellaire + mesures compensatoires environnementales si besoin) ;
- hors dévoiement de réseaux existants ;
- hors suivi géotechnique détaillé ;
- hors aménagements paysagers ou de cheminement.

IX.2 ESTIMATION FINANCIERE

Les travaux sont estimés à **160 000 € HT**. Le détail du chiffrage est présenté ci-après :

Tableau 20 : Estimation du coût des travaux :

N° Prix	Série 1 - Travaux préparatoires	Unité	PU HT	Qtt	Total HT
1-1	Installation générale, piquetages et repliement de chantier	Ft	7 000.00 €	1	7 000.00 €
1-2	Etudes, PAQ - PPSPS - PAE et dossier de récolement	Ft	1 500.00 €	1	1 500.00 €
1-3	Prescriptions de sauvegarde et de suivi	Ft	2 250.00 €	1	2 250.00 €
1-4	Création de piste chantier de type sensible	m	40.00 €	140	5 600.00 €
1-5	Signalisation et balisage de chantier	Ft	1 000.00 €	1	1 000.00 €
1-6	Sauvegarde des réseaux existants	Ft	500.00 €	1	500.00 €
1-7	Sauvegarde des amphibiens et piquetage des habitats à préserver	Ft	1 500.00 €	1	1 500.00 €
1-8	Remise en état en fin de chantier	Ft	1 500.00 €	1	1 500.00 €
Sous total Série 1 :					20 850.00 €

N° Prix	Série 2 - Travaux de traitement de la végétation et de terrassement	Unité	PU HT	Qtt	Total HT
2-1	Abattage d'arbres $\varnothing > 0.3m$, rognage de souches et évacuation des rémanents	U	135.00 €	30	4 050.00 €
2-2	Abattage arbre $0.10m < \varnothing < 0.3m$, évacuation des rémanents	m2	1.50 €	9 188	13 782.00 €
2-3	Broyage mécanique végétation herbacée et arbustes $\varnothing < 0,1m$, évacuation des broyats	m2	0.70 €	10 880	7 616.00 €
2-4	Décapage de la tourbe en site sensible et évacuation	m3	15.00 €	4 230	63 450.00 €
2-5	Terrassement en déblais/remblais	m3	6.00 €	2 280	13 680.00 €
2-6	Confection d'ouvrages rustiques de régulation à partir du bois du site	Ft	2 500.00 €	2	5 000.00 €
2-7	Création des renvois d'eau sur les chemins et décapage du merlon	Ft	4 750.00 €	1	4 750.00 €
2-8	Réaménagement de l'ouvrage d'entonnement	Ft	4 000.00 €	1	4 000.00 €
2-9	Ensemencement (25% de la surface)	m2	2.50 €	3 615	9 037.50 €
2-10	Fourniture et plantation de jeunes plants forestiers 30/40 (0.45 u / m ²)	U	3.40 €	200	680.00 €
2-11	Reprofilage du Chemin de Commelinges aux Vouardes	m	12.00 €	415	4 980.00 €
Sous total Série 2 :					131 025.50 €

MONTANT TOTAL HT	151 875.50 €
TVA 20%	30 375.10 €
MONTANT TOTAL TTC	182 250.60 €

N° Prix	Option 1 - Transplantation de la Fougère des marais (Thelypteris palustris)	Unité	PU HT	Qtt	Total HT
3-1	Transplantation de la Fougère des marais depuis le marais de Bettenuche : décapage de terre végétale sur 50 cm de profondeur à la pelle mécanique, de manière à récupérer les rhizomes, dépôt et conservation provisoire de la terre végétale, régalage à la pelle mécanique de la terre végétale conservée avec les rhizomes sur le Grand marais, tassement modéré et arrosage.	Ft	5 000.00 €	1	5 000.00 €
Sous total option 1 :					5 000.00 €

MONTANT TOTAL HT	156 875.50 €
TVA 20%	31 375.10 €
MONTANT TOTAL TTC	188 250.60 €

PRE-CADRAGE REGLEMENTAIRE

I SITUATION DU PROJET DANS LA NOMENCLATURE « LOI SUR L'EAU »

Les projets d'installations, ouvrages, travaux ou activités (IOTA) ayant un impact sur les milieux naturels aquatiques engagent une procédure de déclaration ou d'autorisation au titre de la « Loi sur l'eau » (articles L214-1 à L214-6 du Code de l'Environnement).

Cette procédure est dépendante des caractéristiques du projet vis-à-vis des rubriques définies dans la nomenclature des opérations, visée à l'article R214-1 du Code de l'Environnement :

Rubrique	Intitulé	Régime	Caractéristiques de l'IOTA
	Plans d'eau permanents ou non :		
3.2.3.0	Dont la superficie est supérieure ou égale à 3 ha (A).	Déclaration	Création d'un plan d'eau au niveau du Pré de la Mare – Surface = 2 500 m ² .
	Dont la superficie est supérieure à 0,1 ha mais inférieure à 3 ha (D).		

Tableau 21 : Rubriques de la nomenclature visées (art. R214-1 du Code de l'Environnement)

Au vu des éléments détaillés ci-dessus, **le projet du Pré de la Mare est soumis à « Déclaration »** au titre du Code de l'Environnement compte tenu de la surface impactée inférieure à 3 hectares.

Le projet au niveau du Grand Marais consiste en la restauration d'une zone humide actuellement dégradée, l'assèchement n'est que provisoire et le projet a vocation à redonner une meilleure fonctionnalité au marais. Aussi, **l'opération visant à rouvrir le milieu au sein de la zone humide du Grand Marais** répartie de part et d'autre de la route communale **n'est donc pas soumise à une procédure au regard de la loi sur l'eau.**

II DEFRIQUEMENT

Le site projet n'est pas constitué de zone boisée classée (EBC) ou non classée.

A noter que d'après le code forestier, la réglementation sur le défrichage n'impose aucune demande d'autorisation pour une surface inférieure à 0,5 ha (forêts privées, pas de seuils pour les forêts des collectivités), si l'âge du peuplement à moins de 30 ans et en l'absence de changement de vocation.

Après discussion avec la DDT (février 2017), si les travaux d'entretiens futurs consistent à ce que la végétation ligneuse ne puisse se développer (ce qui sera donc le cas), la notion de défrichage est alors retenue et nécessitera une **demande d'autorisation** au préalable.

La demande d'autorisation nécessite le dépôt du formulaire Cerfa2015 avec l'étude d'impact ou l'avis de l'autorité environnementale. Pour savoir si le projet sera soumis ou non à étude d'impact, une demande d'examen au **cas par cas** sera alors nécessaire (délai de réponse de 35 jours). L'autorisation de défrichage est systématiquement assortie d'au moins une des conditions suivantes (article L341-6 du Code Forestier) :

- Exécution, sur d'autres terrains, de travaux de boisement / reboisement pour une surface correspondant à la surface défrichée, assortie d'un coefficient multiplicateur (1 et 5), déterminé en fonction du rôle économique, écologique et social des bois défrichés, ou d'autres travaux d'amélioration sylvicoles d'un montant équivalent. Possibilité d'acquittement de cette obligation en versant au Fonds Stratégique de la Forêt et du Bois une indemnité équivalente.
- Remise en état boisé du terrain après exploitation pour les carrières (non concerné).
- Exécution de travaux de génie civil ou biologique pour protéger contre l'érosion les sols défrichés.
- Exécution de travaux ou mesures visant à réduire les risques naturels.

En association avec les conditions ci-dessus, le Préfet peut également conditionner son autorisation à la conservation sur le terrain de réserves boisées suffisamment importantes pour remplir les rôles utilitaires définis à l'article L341-5 du CF qui définit les cas de refus.

L'instruction est soumise à un délai de 2 mois à compter de la réception du dossier complet. Le délai est porté à 4 mois si une reconnaissance des bois est nécessaire.

III ETUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTALE

Un arrêté, publié le 21 janvier 2017, fixe le nouveau formulaire de demande d'examen au cas par cas permettant, pour certains projets, de savoir s'ils sont soumis ou non à étude d'impact.

Ce formulaire, obligatoire depuis le 22 janvier 2017 pour les projets concernés, prend la forme du document Cerfa.

Le formulaire de demande d'examen au cas par cas concerne les projets figurant dans la troisième colonne de l'annexe de l'article R. 122-2 du code de l'environnement. Le formulaire complété doit être adressé par le maître d'ouvrage à l'autorité environnementale qui décidera ou non de la réalisation d'une évaluation environnementale.

La refonte du formulaire existant vise à prendre en compte la réforme de l'étude d'impact intervenue durant l'été 2016 et qui bascule un grand nombre de projets de l'évaluation environnementale systématique vers la procédure du cas par cas.

Sont notamment concernés par cette procédure certaines infrastructures de transport, certains aménagements dans les milieux aquatiques, certains travaux de forages et de mines, certaines installations de production d'énergie ou encore les installations classées (ICPE) soumises à enregistrement.

Concernant les travaux en milieux aquatiques, relèvent du cas par cas :

- Ouvrages de canalisation, de reprofilage et de régularisation des cours d'eau s'ils entraînent une artificialisation du milieu sous les conditions de respecter les critères et seuils suivants :
 - Installations, ouvrages, travaux ou activités conduisant à modifier le profil en long ou le profil en travers du lit mineur d'un cours d'eau sur une longueur de cours d'eau supérieure ou égale à 100 m ;
 - Consolidation ou protection des berges, par des techniques autres que végétales vivantes sur une longueur supérieure ou égale à 200 m ;
 - Installations, ouvrages, travaux ou activités, dans le lit mineur d'un cours d'eau, étant de nature à détruire les frayères, les zones de croissance ou les zones d'alimentation de la faune piscicole, des crustacés et des batraciens, ou dans le lit majeur d'un cours d'eau, étant de nature à détruire les frayères de brochet pour la destruction de plus de 200 m² de frayères ;
 - Installations, ouvrages, travaux ou activités conduisant à la dérivation d'un cours d'eau sur une longueur supérieure ou égale à 100 m.

La DDT de la Haute-Savoie et la DREAL devront le confirmer mais ce projet ne devrait pas être soumis à Etude d'Impact.

IV REGLEMENTATION DES OUVRAGES HYDRAULIQUES

D'après le Décret n°2015-526 du 12 mai 2015 relatif à la sécurité des ouvrages hydrauliques, le classement des ouvrages de protection contre les inondations est calculé sur la base de la population protégée et de la hauteur maximale de la digue par rapport au terrain naturel. Le projet ne devrait pas être assujettit à cette réglementation (suivant la définition de projet retenue au niveau du Pré de la Mare).

V ESPECES PROTEGEES

D'après la bibliographie et le diagnostic écologique réalisé, le projet n'impact pas d'espèce protégée inventoriée dans la bibliographie. Des mesures adaptées de conception de projet ou d'évitement sont prises dans l'élaboration du projet. Dans le cas contraire, une demande de dérogation à l'interdiction de destruction d'espèces protégées devra être formulée par THONON Agglomération.

VI SITES CLASSES ET INSCRITS, MONUMENTS CLASSES ET INSCRITS & ARCHEOLOGIE PREVENTIVE

VI.1 MONUMENTS

En raison de leur valeur patrimoniale, artistique ou historique, certains immeubles sont protégés par un classement (arrêté ministériel ou décret en Conseil d'État) ou une inscription (arrêté du préfet de région ou du ministre chargé de la culture) au titre des monuments historiques.

Les travaux aux abords d'un monument historique, sont soumis à une autorisation d'urbanisme dans certains cas. L'obligation d'obtenir une autorisation d'urbanisme concerne les travaux portant sur :

- un immeuble adossé à un immeuble classé,
- un immeuble qui forme un ensemble cohérent avec un monument historique ou qui contribue à sa conservation ou à sa mise en valeur,

- une partie non protégée d'un immeuble partiellement classé,
- un immeuble situé dans le champ de visibilité d'un édifice classé ou inscrit et situé à moins de 500 m du monument,
- un immeuble situé dans un périmètre de protection adapté ou modifié, devenu périmètres délimités des abords (PDA).

Des dérogations au périmètre protégé de 500 m peuvent être prises sur proposition de l'architecte des Bâtiments de France (ABF).

Le projet se situe dans le périmètre du *Domaine des châteaux d'Allinges ou des Allinges* qui est classé au titre des Monuments Historiques (2011/05/24). Le projet se situe à 400 m à vol d'oiseau mais ne sont pas visibles l'un par l'autre.

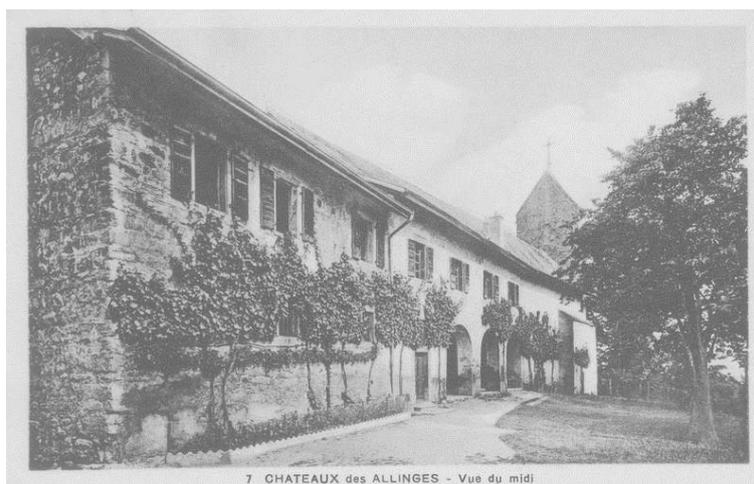


Figure 28 : Châteaux des Allinges

Avant d'engager une opération de travaux sur un immeuble classé, le maître d'ouvrage ou le propriétaire doit informer la conservation régionale des monuments historiques (CRMH) à la Drac. La procédure de demande auprès de la mairie est identique à celle qui s'applique aux autres constructions.

Cependant, la décision accordant le permis ou la décision de non-opposition à la déclaration préalable doit intervenir après l'accord de l'ABF.

Le projet n'entre pas dans les rubriques nécessitant une autorisation d'urbanisme car, bien qu'il soit à moins de 500 mètres d'un bâtiment classé, le projet ne consiste pas en la réalisation d'un ouvrage bâti.

VI.2 SITES

Les sites inscrits et classés sont basés sur les lois du 21 avril 1906 et du 2 mai 1930, ainsi que sur les articles L. 341-1 à L.341-22 ; R. 341-1 à R.341-31 du Code de l'environnement.

Il n'y a pas de Site inscrit ou Classé à proximité des zones de projet. Les sites inscrits et classés ont pour objectif la conservation ou la préservation d'espaces naturels ou bâtis présentant un intérêt certain au regard des critères prévus par la loi (artistique, historique, scientifique, légendaire ou pittoresque).

La loi prévoit deux niveaux de protection : l'inscription et le classement, celle relevant du classement étant la plus contraignante. Les sites classés et inscrits bénéficient d'une protection réglementaire. Si les décisions de protection ne comportent pas de règlement comme les réserves naturelles, elles ont en revanche pour effet de déclencher des procédures de contrôle spécifique sur les activités susceptibles d'affecter le bien.

Les sites classés naturels doivent être protégés au travers de zonages avec règlement restrictif (zonage N ou A) Les secteurs de sites classés partiellement urbanisés peuvent éventuellement être intégrés dans un zonage AU sous réserve d'un règlement approprié aux enjeux paysagers et architecturaux.

Dans les communes dotées d'un plan local d'urbanisme approuvé, le périmètre du site inscrit figure dans l'annexe de servitude d'utilité publique.

Lorsque le projet se trouve à proximité d'un site (classé ou inscrit), la DRAC doit être consultée. Elle pourra commanditer la réalisation d'investigations archéologique. S'agissant de l'archéologie préventive, deux aspects sont à différencier :

1. Aspect financier : le maître d'ouvrage d'un projet impactant le sol ou le sous-sol doit selon certains critères s'acquitter d'une redevance archéologie préventive.
2. Aspect scientifique et technique : 3 types d'actions d'archéologie préventive sont possibles :
 - Diagnostic
 - Fouille directe
 - Modification de projet

Le projet pourrait également être soumis à une demande d'autorisation au titre des sites classés ou en instance de classement auprès de l'Architecte des Bâtiment de France.

VII DOSSIER UNIQUE

L'ordonnance du 12 juin 2014 et le décret du 1er juillet 2014 définissent les dispositions de l'expérimentation de l'autorisation environnementale unique pour les projets soumis à autorisation au titre de la législation sur l'eau.

Ainsi, lorsqu'un projet est soumis à autorisation au titre de l'article L214-3 du code de l'environnement (IOTA loi sur l'eau), les éventuelles procédures concernant :

- la dérogation à l'interdiction de destruction d'espèces protégées (4° de l'article L411-2 du code de l'environnement),
- l'autorisation au titre des sites classés ou en instance de classement (L341-7 et L341-10 du code de l'environnement),
- l'autorisation spéciale au titre des réserves naturelles nationales (L332-9 du code de l'environnement)
- l'autorisation de défrichement (L341-3 du code forestier),

seront instruites conjointement selon une procédure unique.

PLANNING PREVISIONNEL

Le respect des milieux et espèces présentes impose certaines contraintes pour le phasage des travaux. On retiendra :

- L'abattage d'arbres et d'arbustes devra intervenir :
 - en dehors de la période de nidification des oiseaux, qui s'étend de mars à septembre ;
 - lors de la période d'hibernation des chiroptères, qui s'étend de novembre à février.
- L'enjeu concernant les Amphibiens est également important. Les Amphibiens utilisant à la fois les milieux boisés et les zones en eau, les interventions sur le milieu doivent donc être planifiées de manière à limiter au maximum l'impact sur les individus. Cela peut se faire en :
 - effectuant les premiers remaniements de terre au sein des zones non inondées en période de reproduction des taxons contactés (à savoir de mi-mars à mi-avril) – période à laquelle la plupart des individus seront dans ou autour des secteurs inondés
 - effectuant les remaniements au sein des zones inondée en dehors de la présence d'individus adultes, de pontes, de larves ou de juvéniles de ces espèces, à savoir entre octobre et fin janvier.

Le planning prévisionnel de l'opération est entièrement conditionné à la procédure loi sur l'eau qui devra être menée : déclaration ou autorisation loi sur l'eau. Deux planning sont donc proposés :

I EN CAS DE DECLARATION LOI SUR L'EAU

ACTION	QUI	QUAND
Validation de l'AVP en commission	THONON Agglo	Fin mai
Dépôt du Cas par cas pour le défrichement du Grand marais (délai de réponse : 35J : Début juillet)	THONON Agglo	Fin mai
OS démarrage du DLE	THONON Agglo	Mi-mai
Restitution du DLE	SAGE	Mi-juin
Dépôt du Dossier de déclaration Loi sur l'Eau Pré de la Mare (délai de réponse : 2 mois)	THONON Agglo	Fin-Juin
Dépôt du Dossier de défrichement (délai de réponse : 2 mois)	THONON Agglo	Mi-juillet
OS démarrage du PRO-DCE	THONON Agglo	Fin-mai
Restitution du PROJET et DCE (pièces techniques)	SAGE	Fin juin

Restitution du DCE (Pièces administratives)	SAGE	Mi-juillet
Validation du DCE par TA pour lancement de la consultation (1 mois)	THONON Agglo	Début août
Obtention du récépissé « Défrichement »	DDT	Mi-septembre
Obtention du récépissé « Loi sur l'eau »	DDT	Fin août
Notification des entreprises	THONON Agglo	Mi-septembre
Période de préparation (1 mois)		Octobre 2018
Travaux d'abattage		Entre nov-18 à février-19
Travaux en zones inondées		Janvier 2019.
Travaux en zones non inondées		Mi-mars à mi-avril 2019

II EN CAS DE DEMANDE D'AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE

- Validation de l'AVP : Fin février 2018,
- Demande d'examen au Cas par cas pour le défrichement (T.A.) : Mars 2018,
(Réponse sous 35 jours : fin avril 2018, hypothèse retenue : pas d'étude d'impact)
- Concertation avec les riverains, conventionnement : Jusqu'à fin mars 2018,
- Elaboration du Dossier UNIQUE D'AUTORISATION pour dépôt : Fin mai 2018,
- Obtention de l'arrêté préfectoral d'autorisation (10 mois) : Mars-avril 2019,
- Restitution du PRO : Fin juin 2019,
- DCE, consultation pour notification : Fin octobre 2019,
- Travaux d'abattage (entre novembre à février) : Novembre-décembre 2019
- Travaux en zones inondées (entre octobre et fin janvier) : Janvier 2020
- Travaux en zones non inondées (de mi-mars à mi-avril) : Printemps 2020

CONCLUSION

Le projet de restauration du rôle hydraulique de ces deux zones est viable et pertinent compte-tenu de la nature des sites. Il permet d'atteindre des objectifs d'écrêtement louables eu-égard les investissements nécessaires, les possibilités topographiques/techniques et les capacités hydrauliques en aval :

- Ecrêtement trentennale pour le Pré de la Mare pour une capacité décennale du réseau qui recueille ces eaux.
- Ecrêtement trentennale pour le Grand Marais.

Cette action permettra également de restaurer la zone humide du Grand Marais en état avéré d'atterrissement et de créer un milieu plus ouvert. Les actions proposées sont en adéquation avec les milieux rencontrés (préservation des habitats intéressants et constitution de milieux propices au développement d'espèces patrimoniales) et permettront de valoriser écologiquement ces sites.

Les ouvrages préconisés sont simples (utilisation des ressources du site pour créer les ouvrages singuliers) et nécessiteront peu d'entretien.

Le coût des travaux est compatible avec l'enveloppe budgétée par THONON Agglomération.

Enfin, au vu de la nature et des volumes des travaux envisagés, le projet est soumis à une procédure de déclaration au titre de la Loi sur l'Eau et une demande d'autorisation préalable au défrichement précédé d'une demande d'examen au cas par cas.

ANNEXES

Annexe 1 : Méthodes de calcul utilisées	66
Annexe 2 : Calcul des débits - bassins versants naturels interceptés.....	75
Annexe 3 : Caractéristiques hydrauliques des zones humides.....	76
Annexe 4 : Planches photographiques des sites.....	77
Annexe 5 : Etude géotechnique.....	85
Annexe 6 : Plans et coupes des aménagements proposés.....	86

Annexe 1 : Méthodes de calcul utilisées

I ESTIMATION DU TEMPS DE CONCENTRATION

Le temps de concentration d'un bassin versant est le temps mis par une goutte d'eau précipitée à son sommet, pour en rejoindre l'exutoire. Ce temps est utilisé comme temps de base des épisodes pluvieux de référence pour l'étude des crues d'un bassin versant.

Plusieurs formules permettent de l'estimer, ayant chacune des domaines de validité propres et plus ou moins adapté à notre contexte. Ces différentes formules sont les suivantes :

I.1 FORMULE DE PASSINI

$$t_c = \frac{6,5}{\sqrt{P}} (L * S)^{\frac{1}{3}}$$

- t_c temps de concentration en minutes
- L longueur du plus long cheminement hydraulique en km
- S surface du bassin versant en km²
- P pente moyenne en m/m

I.2 FORMULE DE VENTURA

$$t_c = 7,63 \sqrt{\frac{S}{P}}$$

- t_c temps de concentration en minutes
- S surface du bassin versant en km²
- P pente moyenne en m/m

I.3 FORMULE DE KIRPICH

$$t_c = 0,01947 * (1000 * L)^{0,77} * P^{-0,385}$$

- t_c temps de concentration en minutes
- L longueur du plus long cheminement hydraulique en km
- P pente moyenne en m/m

I.4 FORMULE DE GIANDOTTI

$$t_c = \frac{4\sqrt{S} + 1,5 L}{0,8\sqrt{L * P}}$$

- t_c temps de concentration en minutes

- S surface du bassin versant en km²
- L longueur du plus long cheminement hydraulique en km
- P pente moyenne en m/m

I.5 FORMULE « SOGREAH »

$$t_c = \frac{0,9}{\sqrt{P}} \left(\frac{100 * S}{C_r} \right)^{0,35}$$

- t_c temps de concentration en minutes
- L longueur du plus long cheminement hydraulique en km
- S surface du bassin versant en km²
- P pente moyenne en m/m
- C_r coefficient de ruissellement moyen du bassin versant

I.6 FORMULE DE RICHARDS

$$\frac{t_c^3}{t_c + 1} = 9,81 \frac{m}{C.R.P.k} L^2 \quad \text{avec } m = \alpha(C.R)^\beta \text{ et } R = I.(t_c + 1)$$

- t_c temps de concentration en minutes
- L longueur du plus long cheminement hydraulique en km
- P pente moyenne en m/m
- k : abattement spatial de l'averse
- si 0 < C.R < 55 alors α = 0,112 et β = - 0,53
- si 55 < C.R < 200 alors α = 0,26 et β = - 0,72
- I : intensité de la pluie de durée t_c (mm/h)

I.7 FORMULE DU SETRA POUR L'ASSAINISSEMENT ROUTIER

Pour l'assainissement routier, une méthode spécifique existe, elle consiste à analyser les vitesses d'écoulement sur les différents secteurs « homogènes » d'un bassin versant :

$$t_c = \sum \frac{L_i}{V_i}$$

- t_c temps de concentration en secondes
- L_i longueur du cheminement hydraulique de pente constante, en mètres
- V_i vitesse de l'écoulement en m/s selon le type d'occupation du sol (cette donnée est tabulée).

I.8 ESTIMATION DU TEMPS DE CONCENTRATION CENTENAL

Le GTAR² présente également une formule pour l'estimation du temps de concentration pour une période de retour supérieure à la décennale :

$$t_c(T) = t_c(10) \cdot \left(\frac{P_{(T)} - P_0}{P_{(10)} - P_0} \right)^{-0,23}$$

- T : période de retour recherchée
- $t_c(10)$: temps de concentration décennal (minutes)
- $P_{(T)}$: pluie journalière de période de retour T (mm)
- P_0 : rétention initiale (mm)

II DETERMINATION DU DEBIT DECENNAL NATUREL

II.1 METHODE RATIONNELLE

Il s'agit de la méthode la plus ancienne, elle utilise un modèle simple de transformation de la pluie de projet (décrite par son intensité maximale I), supposée uniforme et constante dans le temps, en un débit instantané maximal lorsque l'ensemble de son bassin contribue à ce débit, selon la relation :

$$Q_T^i = C_r \cdot I_{(T)} \cdot \frac{S}{3,6}$$

avec :

- Q_T^i débit instantané (ou maximal) de pointe pour la période de retour choisie, en m³/s
- C_r est le coefficient de ruissellement
- $I_{(T)}$ est l'intensité maximale de pluie de période de retour T sur le temps de concentration t_c , en mm/h
- S est la surface du bassin versant en km²

La formule est particulièrement adaptée aux petits bassins versants, de taille inférieure à 10 km².

II.2 METHODE CRUPEDIX

Cette formule a été mise au point par l'étude de petits bassins versants du sud-est de la France, et par l'analyse statistique des données de 630 stations hydrométriques. Les bassins versants avaient tous une taille inférieure à 2 000 km².

$$Q_{10}^i = S^{0,8} \left(\frac{P_{10}}{80} \right)^2 \cdot C_r$$

avec :

² *Guide Technique pour l'Assainissement Routier, SETRA / LCPC, Octobre 2006*

- Q_{10}^i : débit maximal instantané décennal (m^3/s)
- S est la surface du bassin versant en km^2
- P_{10} : pluie locale journalière maximale de période de retour 10 ans
- C_r : coefficient d'ajustement régionalisé, pris égal à 1 pour notre site

L'incertitude de la méthode pour l'échantillon considéré est grande. L'intervalle de confiance à 70% est $[2/3Q, 3/2Q]$ et celui à 90% est $[Q/2, 2Q]$.

II.3 FORMULE DE TRANSITION

Cette formule est en fait une moyenne pondérée des formules Rationnelle et Crupédix. Les coefficients de pondération sont déterminés en fonction de la superficie de bassin versant :

- plus on se rapproche de 1 km^2 , plus la formule rationnelle a de « poids »
- plus on se rapproche de 10 km^2 , plus la formule Crupédix a de « poids ».

La formule est la suivante :

$$Q_{transition} = \alpha \times Q_{rationnelle} + \beta \times Q_{Crupédix}$$

avec :

- $Q_{transition}$: Débit instantané décennal donné par la formule de transition
- $Q_{Rationnelle}$: Débit instantané décennal donné par la formule Rationnelle
- $Q_{Crupédix}$: Débit instantané décennal donné par la formule Crupédix
- α et β coefficients de pondération
- α varie linéairement de 1 à 0 lorsque la superficie S croît de 1 à 10 km^2 , d'où :

$$\alpha = \frac{10 - S}{9} \qquad \beta = 1 - \alpha$$

(France sauf façade méditerranéenne)

- α varie linéairement de 1 à 0 lorsque la superficie S croît de 10 à 50 km^2 , d'où :

$$\alpha = \frac{50 - S}{40} \qquad \beta = 1 - \alpha$$

(Façade méditerranéenne)

Les plages d'utilisation de ces trois formules sont données par le SETRA dans le Guide Technique pour l'Assainissement Routier (Octobre 2006) :

Superficie du bassin versant (en km ²)	1	10	50	100
France sauf façade méditerranéenne	Formule rationnelle	Formule de transition	Formule Crupedix	Formule Crupedix
Façade méditerranéenne	Formule rationnelle	Formule rationnelle	Formule de transition	Formule Crupedix

II.4 METHODE SOCOSE

Cette méthode est le résultat d'une synthèse menée à partir de l'observation de 5000 crues sur 194 bassins versants de 2 à 200 km². Elle utilise un modèle simple de transformation de la pluie en débit. Elle est décrite dans le fascicule n°2 de la « Synthèse nationale sur les crues des petites bassins versants » (Ministère de l'Agriculture, SRAE, CTGREF, Janvier 1980).

Elle s'intéresse à deux variables pour décrire la crue: le débit instantané maximal annuel décennal et la durée caractéristique de crue D_s du bassin versant. Elle s'exprime ainsi :

Les données nécessaires sont les suivantes : la superficie S du bassin (km²), la longueur du chemin hydraulique le plus long (km), la pluie journalière maximale annuelle décennale (mm) et la pluie moyenne annuelle (mm). L'intervalle de confiance à 70% est $[Q/2, 2Q]$.

III DETERMINATION DU DEBIT CENTENNAL

III.1 METHODE DU GRADEX

Cette méthode permet d'estimer à partir du débit décennal moyen le débit centennal moyen sur le même « pas » de temps. Elle a été mise au point par la Direction Technique Générale des services d'EDF. On considère qu'au-delà d'un épisode décennal, toutes les précipitations ruissellent et que le débit suit une loi linéaire des précipitations, dans un référentiel bien choisi.

La formule est la suivante (pour des débits moyens calculés sur le temps de passage de crue estimé) :

$$Q_{100}^{moy} = Q_{10}^{moy} + 2,35 \frac{g_{mm/h}^{t_c} \cdot S}{3,6}$$

avec :

- Q_{100}^{moy} : débit centennal moyen (m³/s)
- Q_{10}^{moy} : débit décennal moyen (m³/s)
- 2,35 : variation de la variable de Gumbel entre les fréquences décennale et centennale.
- $g_{mm/h}^{t_c}$: gradex des pluies calculé en mm/h, pour le temps de concentration du bassin versant
- S : superficie du bassin versant (km²)

L'utilisation de la méthode suppose une connaissance du débit décennal moyen à partir d'un pas de temps caractéristique, obtenu par un coefficient de pointe $r = \frac{Q^i}{Q^{moy}}$, Q_{10}^i étant donné par les diverses formules présentées ci-avant. On peut alors en déduire Q_{100}^i , valeur utilisée pour le dimensionnement.

Une seconde méthode consiste à utiliser un graphe de Gumbel pour tracer la droite des pluies, puis des débits. On a alors accès par lecture directe aux débits moyens de période de retour jusqu'à 500 ou 1000 ans, donnée qu'il convient toutefois de relativiser compte tenu des imprécisions de prédétermination.

III.2 FORMULE RATIONNELLE (FREQUENCE CENTENNALE)

La formule « rationnelle », présentée précédemment peut être généralisée pour des périodes supérieures à la crue décennale, avec les adaptations suivantes. Cette formule est utilisable pour de petits bassins versants (surface < 10 km²), à fort coefficient de ruissellement ; elle surestime sinon les débits de façon importante (pas de prise en compte d'un facteur d'amortissement « temporel » des précipitations).

- Coefficient de ruissellement pour T (période de retour) > 10 ans :

Pour $C_{(10)} < 0,8$:

$$P_0 = \left(1 - \frac{C_{(10)}}{0,8}\right) \cdot P_{10}$$

$$C_{(T)} = 0,8 \cdot \left(1 - \frac{P_0}{P_{(T)}}\right)$$

Pour $C_{(10)} > 0,8$:

$$P_0 = 0$$

$$C_{(T)} = C_{(10)}$$

avec :

$P_{(T)}$: pluie journalière de période de retour T (mm)

P_0 : rétention initiale (mm)

P_{10} : pluie journalière décennale (mm)

$C_{(T)}$: coefficient de ruissellement recalculé pour la période de retour T cherchée (ici, centennale)

$C_{(10)}$: coefficient de ruissellement pour la fréquence décennale (valeur généralement tabulée dans la littérature de référence).

- Temps de concentration pour T (période de retour) > 10 ans :

$$t_c(T) = t_c(10) \cdot \left(\frac{P_{(T)} - P_0}{P_{(10)} - P_0}\right)^{-0,23}$$

T : période de retour recherchée – ici, centennale

$t_c(10)$: temps de concentration décennal (minutes)

$P_{(T)}$: pluie journalière de période de retour T (mm)

P_0 : rétention initiale (mm)

- Expression du débit instantané de pointe centennale :

La formule rationnelle s'écrit alors ainsi, pour la fréquence centennale :

$$Q_T^i = C_{(T)} \cdot I_{(T)} \cdot \frac{S}{3,6}$$

avec :

- Q_T^i débit instantané (ou maximal) de pointe pour la période de retour choisie, en m³/s
- $C_{(T)}$ est le coefficient de ruissellement recalculé pour la période de retour choisie
- $I_{(T)}$ est l'intensité maximale de pluie de période de retour T, calculée sur le temps de concentration $t_c(T)$, en mm/h
- S est la surface du bassin versant en km²

IV FORMULES D'EXTRAPOLATION DE MYER

La formule suivante, issue de la littérature, peut être utilisée pour extrapoler les valeurs des débits d'un bassin versant à un autre à partir des superficies drainées. La validité peut être affirmée à l'intérieur d'un même bassin versant ; lorsque l'extrapolation concerne des cours d'eau différents en revanche, il convient de rester prudent quant aux résultats obtenus.

$$Q_A = \left(\frac{S_A}{S_B} \right)^\alpha \cdot Q_B$$

avec :

Q_A et Q_B débits recherchés (débit de crue, débit moyen, débit d'étiage,...) respectifs sur les bassins versants A et B

S_A et S_B superficies respectives des bassins versants A et B

α coefficient de Myer, variant dans les intervalles suivants :

Débits de crue	α varie entre 0,5 et 1
Débits moyens	$\alpha = 1$
Débits d'étiage	α varie entre 1,1 et 1,4

V ESTIMATION DE LA DEBITANCE DES OUVRAGES

Pour évaluer le débit capable maximum des ouvrages, on utilise la formule de Manning-Strickler, qui suppose un écoulement « normal » à l'intérieur de celui-ci (on suppose alors qu'il est de longueur infinie) :

$$Q = k \cdot R_H^{2/3} \cdot \sqrt{i} \cdot S_m$$

avec les paramètres suivants :

- Q débit circulant dans l'ouvrage, en m³/s
- k, coefficient de rugosité des parois, sans unité (k = 70 pour des ouvrages en béton non rugueux, type béton vibré, k = 30 pour un fossé enherbé)

- R_H , rayon hydraulique, rapport entre la section mouillée (m^2) et le périmètre mouillé (m) :

$$R_H = \frac{\text{Section mouillée}}{\text{Périmètre mouillé}}$$

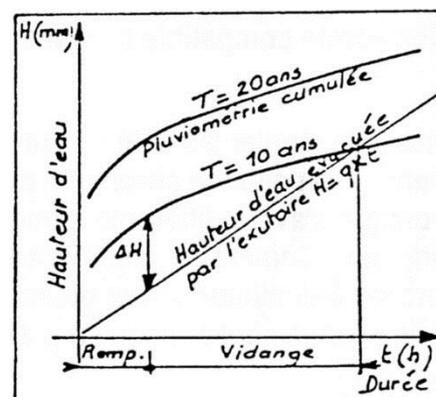
- i , pente longitudinale de l'ouvrage en m/m
- S_m , section mouillée, en m^2

Dans le cas d'une canalisation Béton Armé, pour évaluer son débit capable maximal, on considère un remplissage à 90% de la hauteur disponible et un coefficient de rugosité de 70. (hypothèses utilisées pour le dimensionnement).

VI DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES DE RETENTION

Sur un même graphe (lame d'eau en mm sur le bassin versant considéré en ordonnée, temps en abscisse), la courbe de pluviométrie cumulée pour la période de retour considérée est tracée ainsi que la droite représentant la lame d'eau évacuée par le débit de fuite (à débit constant, c'est une fonction linéaire du temps) :

L'écartement entre les deux courbes présente un maximum, qui représente la lame d'eau maximale qu'il faut pouvoir stocker dans l'ouvrage ; en multipliant cette hauteur par la superficie du bassin versant (surface active), on obtient le volume nécessaire.



La surface de l'ouvrage de régulation est ensuite déterminée à partir des vitesses d'écoulement que l'on souhaite obtenir ; plus les écoulements sont lents, meilleur est le traitement (décantation). Par ailleurs, les ouvrages trop profonds sont problématiques pour la construction (stabilité des terres), l'entretien et la sécurité des personnes. Ils sont de plus difficiles à intégrer dans un environnement naturel.

Le débit de fuite retenu pour le dimensionnement des ouvrages est ici de 5 l/s/ha desservi pour un événement décennal. Une telle valeur permet d'effacer totalement l'effet de l'imperméabilisation des sols vis à vis de la situation actuelle, et permet même une régulation plus importante.

Annexe 2 : Calcul des débits - bassins versants naturels interceptés

SYMASOL Commune d'Allinges

Zone humide du Grand Marais

Etat initial

DONNEES

AIRE DU BASSIN (Km²) : 0.24
PERIMETRE DU BASSIN (Km) : 1.98

ALTITUDES (m)		LONG	SURFACE	DENIVELLE	PENTE
max	min	(m)	(Km ²)	(m)	(m/m)
700	665	814	0.24	35	0.043
665	665	0	0.00		

TEMPS DE CONCENTRATION

Giandotti	Passini	Kirpich	Rect.Eq	Sogreah 3 <i>basé sur CR 10 ans</i>	GTAR	
40.2	18.1	11.4	17.0	23.7	46.7	Minutes
0.7	0.3	0.2	0.3	0.4	0.8	Heures
Moyenne	Ec.Type	Retenu	Tc 100			
26.2	12.9	24	19	Minutes		
0.4	0.2	0.4	0.3	Heures		

DIVERS

ALLONGEMENT DU BASSIN	:	1.67
COEFF. DE GRAVELIUS	:	1.15
LONGUEUR RECTANGLE Eq(km)	:	0.73
LARGEUR RECTANGLE Eq(Km)	:	0.42
P0 (mm)	:	67
P10 (mm)	:	67
P100 (mm)	:	93

INTENSITE DE LA PLUIE DURANT tc (i en mm/h - tc en min)

Temps retour	Giandotti	Passini	Kirpich	Rect.Eq	Sogreah 3	GTAR	
10	39	66	91	69	55	35	mm/h
100	52	90	122	94	75	47	mm/h
Temps retour	Fx (Tc100)	Moyenne	Ecart type	Fx (Tc10 retenu)			
10		59	19	55			mm/h
100	86	81	24	74			mm/h

DEBITS METHODE RATIONNELLE (m3/s)

Temps retour	C.RUISS.	Giandotti	Passini	Kirpich	Rect.Eq	Sogreah 3	
10	0.19	0.47	0.81	1.11	0.85	0.67	m3/s
100	0.36	1.23	2.11	2.88	2.20	1.76	m3/s
Temps retour	GTAR	Fx (Tc100)	Moyenne	Ecart type	Fx (Tc10 retenu)	Retenu	
10	0.42	0.00	0.72	0.23	0.67	0.75	m3/s
100	1.11	2.03	1.88	0.60	1.74	2.00	m3/s

SYMASOL Commune d'Allinges
Zone humide du Grand Marais
Etat aménagé
DONNEES

AIRE DU BASSIN (Km²) : 0.31
 PERIMETRE DU BASSIN (Km) : 2.30

ALTITUDES (m)		LONG	SURFACE	DENIVELLE	PENTE
max	min	(m)	(Km ²)	(m)	(m/m)
754	700	400	0.10	54	0.135
700	665	430	0.21	35	0.081

TEMPS DE CONCENTRATION

Giandotti	Passini	Kirpich	Rect.Eq	Sogreah 3	GTAR	
				<i>basé sur CR 10 ans</i>		
28.2	12.9	8.3	11.1	17.2	30.9	Minutes
0.5	0.2	0.1	0.2	0.3	0.5	Heures
Moyenne	Ec.Type	Retenu	Tc 100			
18.1	8.6	16	13	Minutes		
0.3	0.1	0.3	0.2	Heures		

DIVERS

ALLONGEMENT DU BASSIN	: 1.50
COEFF. DE GRAVELIUS	: 1.17
LONGUEUR RECTANGLE Eq(km)	: 0.73
LARGEUR RECTANGLE Eq(Km)	: 0.42
P0 (mm)	: 67
P10 (mm)	: 67
P100 (mm)	: 93

INTENSITE DE LA PLUIE DURANT tc (i en mm/h - tc en min)

Temps retour	Giandotti	Passini	Kirpich	Rect.Eq	Sogreah 3	GTAR	
10	49	83	112	92	68	46	mm/h
100	66	112	151	124	92	62	mm/h
Temps retour	Fx (Tc100)	Moyenne	Ecart type	Fx (Tc10 retenu)			
10		75	23	72			mm/h
100	114	103	29	97			mm/h

DEBITS METHODE RATIONNELLE (m3/s)

Temps retour	C.RUISS.	Giandotti	Passini	Kirpich	Rect.Eq	Sogreah 3	
10	0.17	0.73	1.24	1.67	1.37	1.02	m3/s
100	0.35	1.97	3.35	4.51	3.71	2.76	m3/s
Temps retour	GTAR	Fx (Tc100)	Moyenne	Ecart type	Fx (Tc10 retenu)	Retenu	
10	0.69	0.00	1.12	0.35	1.07	1.15	m3/s
100	1.86	3.39	3.03	0.94	2.90	3.30	m3/s

SYMASOL Commune d'Allinges

Zone humide du Pré de la Mare

Etat initial

DONNEES

AIRE DU BASSIN (Km²) : 0.23
 PERIMETRE DU BASSIN (Km) : 3.45

ALTITUDES (m)		LONG	SURFACE	DENIVELLE	PENTE
max	min	(m)	(Km ²)	(m)	(m/m)
754	714	623	0.07	40	0.064

TEMPS DE CONCENTRATION

Giandotti	Passini	Kirpich	Rect.Eq	Sogreah 3 <i>basé sur CR 10 ans</i>	GTAR	
23.8	12.9	11.2	20.6	15.0	45.5	Minutes
0.4	0.2	0.2	0.3	0.3	0.8	Heures
Moyenne	Ec.Type	Retenu	Tc 100			
21.5	11.6	17	13	Minutes		
0.4	0.2	0.3	0.2	Heures		

DIVERS

ALLONGEMENT DU BASSIN	:	2.68
COEFF. DE GRAVELIUS	:	2.01
LONGUEUR RECTANGLE Eq(km)	:	1.58
LARGEUR RECTANGLE Eq(Km)	:	0.15
P0 (mm)	:	67
P10 (mm)	:	67
P100 (mm)	:	93

INTENSITE DE LA PLUIE DURANT tc (i en mm/h - tc en min)

Temps retour	Giandotti	Passini	Kirpich	Rect.Eq	Sogreah 3	GTAR	
10	55	84	92	61	75	35	mm/h
100	74	113	124	82	102	48	mm/h
Temps retour	Fx (Tc100)	Moyenne	Ecart type	Fx (Tc10 retenu)			
10		67	19	69			mm/h
100	110	91	25	94			mm/h

DEBITS METHODE RATIONNELLE (m3/s)

Temps retour	C.RUISS.	Giandotti	Passini	Kirpich	Rect.Eq	Sogreah 3	
10	0.17	0.59	0.90	0.99	0.65	0.81	m3/s
100	0.34	1.65	2.51	2.76	1.83	2.26	m3/s
Temps retour	GTAR	Fx (Tc100)	Moyenne	Ecart type	Fx (Tc10 retenu)	Retenu	
10	0.38	0.00	0.72	0.20	0.74	0.90	m3/s
100	1.07	2.45	2.01	0.57	2.08	2.20	m3/s

SYMASOL Commune d'Allinges
Zone humide du Pré de la Mare
Etat aménagé
DONNEES

AIRE DU BASSIN (Km²) : 0.16
 PERIMETRE DU BASSIN (Km) : 1.8

ALTITUDES (m)		LONG	SURFACE	DENIVELLE	PENTE
max	min	(m)	(Km ²)	(m)	(m/m)
714	550	673	0.16	164	0.244

TEMPS DE CONCENTRATION

Giandotti	Passini	Kirpich	Rect.Eq	Sogreah 3 <i>basé sur CR 10 ans</i>	GTAR	
15.4	6.3	5.1	7.1	9.1	16.2	Minutes
0.3	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	Heures
Moyenne	Ec.Type	Retenu	Tc 100			
9.9	4.4	15	12	Minutes		
0.2	0.1	0.3	0.2	Heures		

DIVERS

ALLONGEMENT DU BASSIN	: 1.67
COEFF. DE GRAVELIUS	: 1.26
LONGUEUR RECTANGLE Eq(km)	: 0.65
LARGEUR RECTANGLE Eq(Km)	: 0.25
P0 (mm)	: 67
P10 (mm)	: 67
P100 (mm)	: 93

INTENSITE DE LA PLUIE DURANT tc (i en mm/h - tc en min)

Temps retour	Giandotti	Passini	Kirpich	Rect.Eq	Sogreah 3	GTAR	
10	75	137	159	126	107	72	mm/h
100	101	184	214	170	144	97	mm/h
Temps retour	Fx (Tc100)	Moyenne	Ecart type	Fx (Tc10 retenu)			
10		112	32	76			mm/h
100	121	152	43	102			mm/h

DEBITS METHODE RATIONNELLE (m3/s)

Temps retour	C.RUISS.	Giandotti	Passini	Kirpich	Rect.Eq	Sogreah 3	
10	0.17	0.56	1.02	1.19	0.94	0.80	m3/s
100	0.34	1.56	2.86	3.32	2.63	2.23	m3/s
Temps retour	GTAR	Fx (Tc100)	Moyenne	Ecart type	Fx (Tc10 retenu)	Retenu	
10	0.54	0.00	0.84	0.24	0.57	0.80	m3/s
100	1.51	1.87	2.35	0.66	1.59	1.90	m3/s

Annexe 3 : Caractéristiques hydrauliques des zones humides

Coefficient de Montana : A =

8.41 mm/min;

B = 0.679

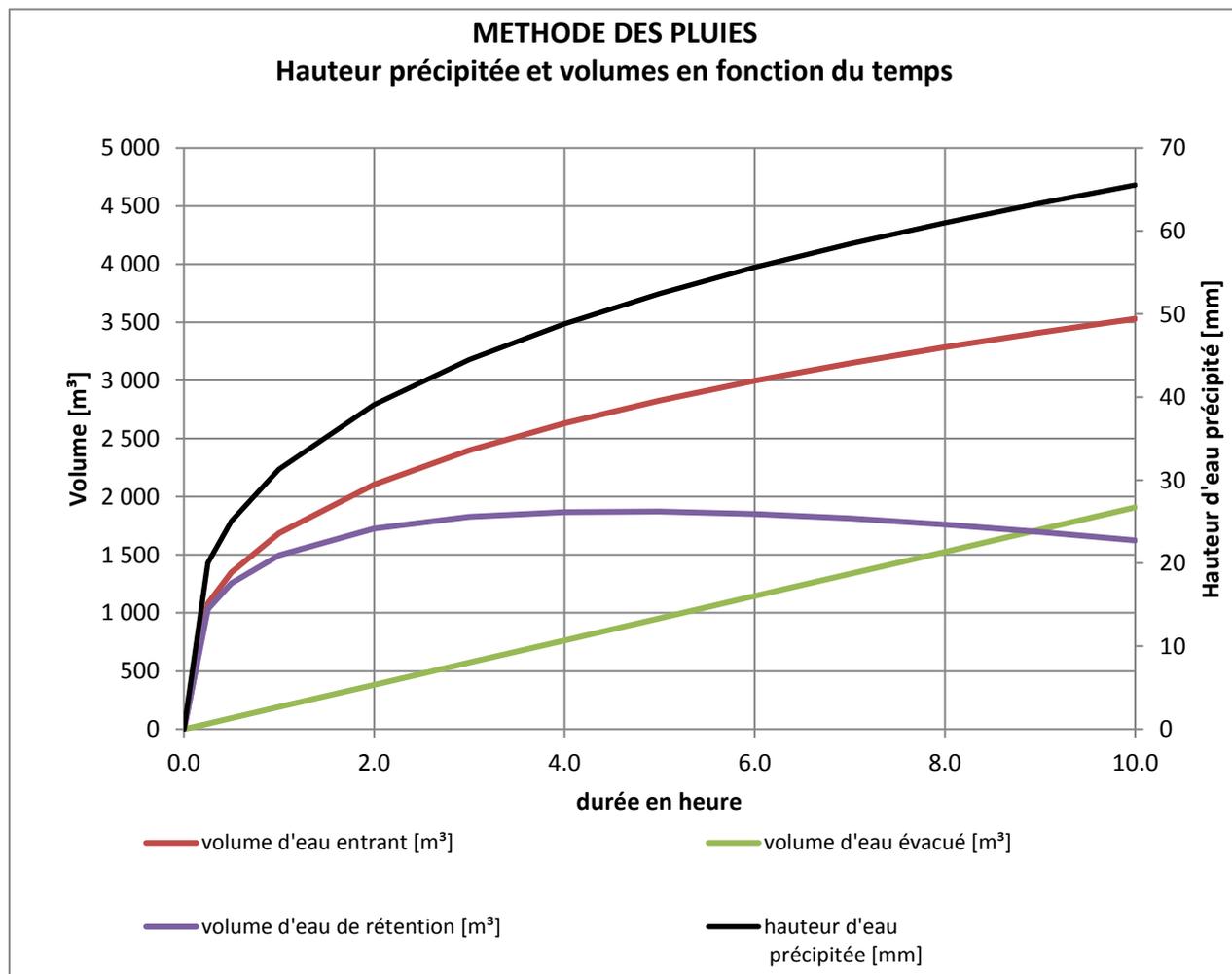
Surface active =

5.39 ha; Débit de fuite =

53.00 l/s

Durée de l'averse	hauteur d'eau précipitée [mm]	volume d'eau entrant [m ³]	volume d'eau évacué [m ³]	volume d'eau de rétention [m ³]
0 min	0.0	-	-	-
15 min	20.1	1 080	48	1 033
30 min	25.0	1 350	95	1 254
60 min	31.3	1 686	191	1 495
2 h	39.1	2 106	382	1 725
3 h	44.5	2 399	572	1 827
4 h	48.8	2 631	763	1 868
5 h	52.5	2 826	954	1 872
6 h	55.6	2 997	1 145	1 852
7 h	58.4	3 149	1 336	1 813
8 h	61.0	3 287	1 526	1 760
9 h	63.3	3 413	1 717	1 696
10 h	65.5	3 531	1 908	1 623
maximum =	65.5	3 531	1 908	1 872
Coefficient de sécurité = 1.10			volume de rétention retenu =	2 060

Zone humide du Grand Marais, T = 10 ans

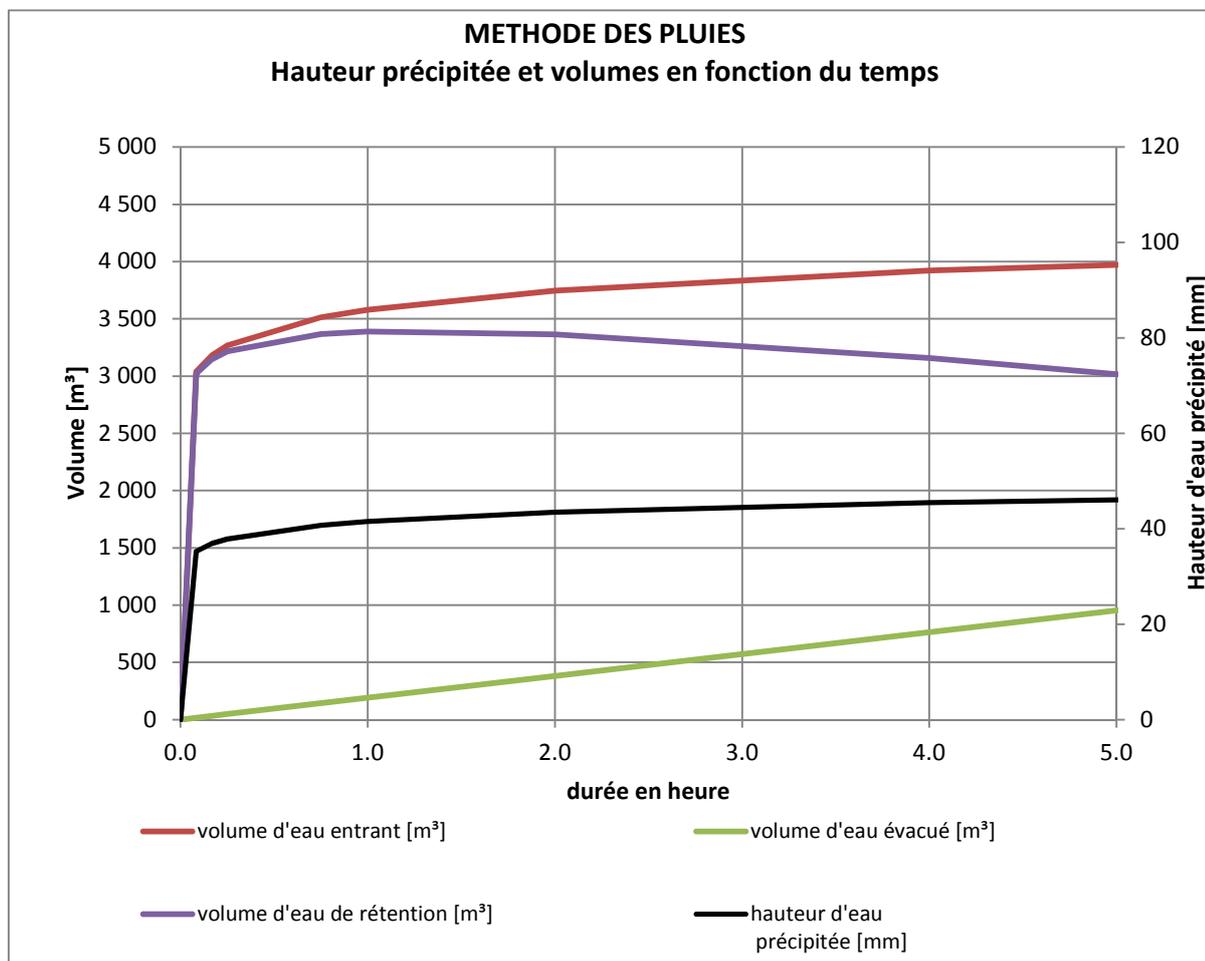


Coefficient de Montana : A = 31.68 mm/min; B = 0.934

Surface active = 8.62 ha; Débit de fuite = 53.00 l/s

Durée de l'averse	hauteur d'eau précipitée [mm]	volume d'eau entrant [m ³]	volume d'eau évacué [m ³]	volume d'eau de rétention [m ³]
0 min	0.0	-	-	-
15 min	35.2	3 037	16	3 021
30 min	36.9	3 179	32	3 148
60 min	37.9	3 266	48	3 218
2 h	40.7	3 511	143	3 368
3 h	41.5	3 579	191	3 388
4 h	43.5	3 746	382	3 364
5 h	45.5	3 921	763	3 158
7 h	47.2	4 069	1 336	2 733
9 h	48.0	4 137	1 717	2 420
11 h	48.6	4 192	2 099	2 093
13 h	49.2	4 239	2 480	1 758
15 h	49.6	4 279	2 862	1 417
17 h	50.0	4 314	3 244	1 071
19 h	50.4	4 346	3 625	721
21 h	50.7	4 375	4 007	368
maximum =	50.7	4 375	4 007	3 388
Coefficient de sécurité = 1.10		volume de rétention retenu =		3 730

Zone humide du Grand Marais, T = 30 ans



Coefficient de Montana : A =

11.27 mm/min;

B = 0.676

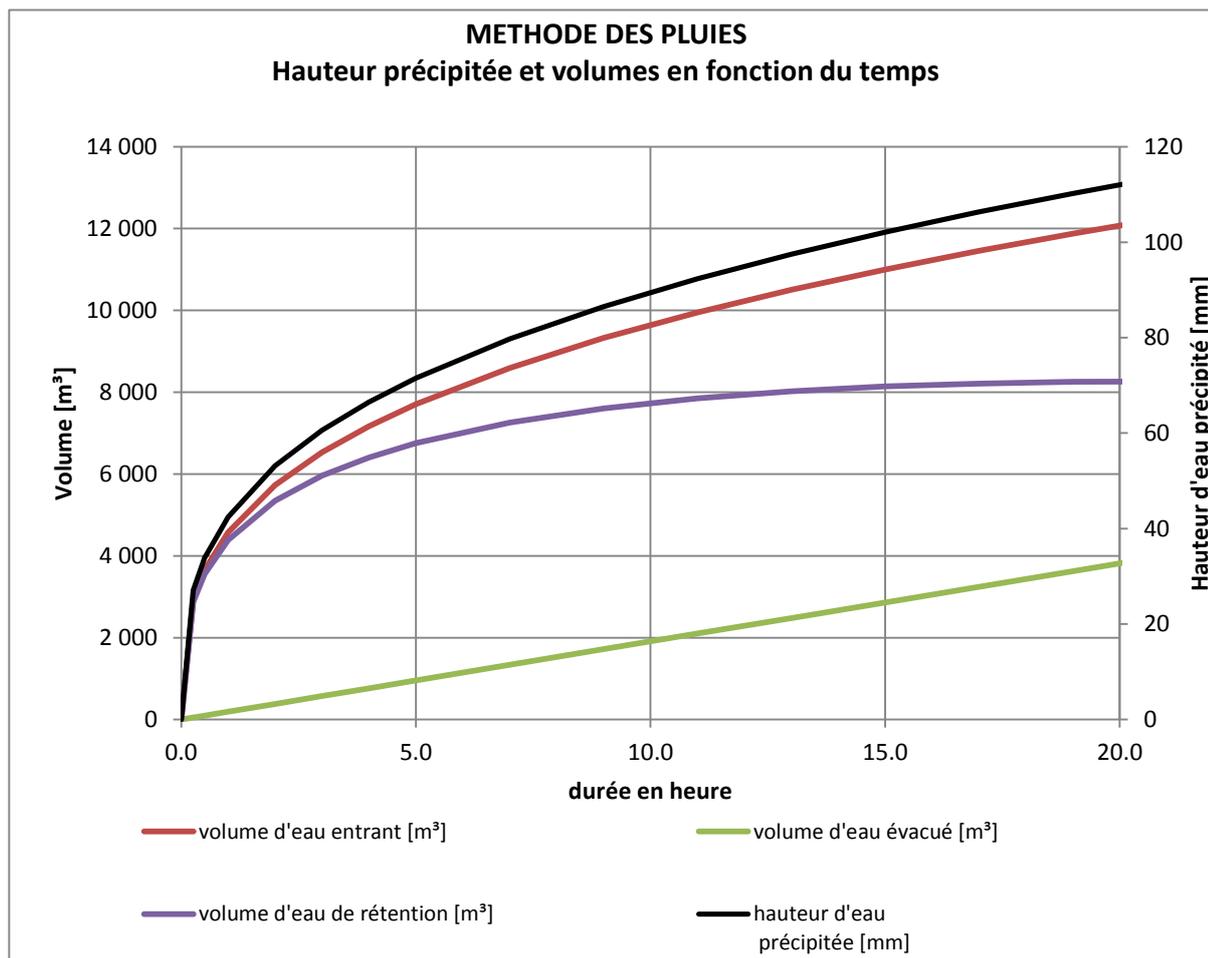
Surface active =

10.78 ha; Débit de fuite =

53.00 l/s

Durée de l'averse	hauteur d'eau précipitée [mm]	volume d'eau entrant [m ³]	volume d'eau évacué [m ³]	volume d'eau de rétention [m ³]
0 min	0.0	-	-	-
15 min	27.1	2 920	48	2 872
30 min	33.9	3 655	95	3 559
60 min	42.5	4 575	191	4 384
2 h	53.1	5 727	382	5 346
3 h	60.6	6 531	572	5 959
4 h	66.5	7 169	763	6 406
5 h	71.5	7 707	954	6 753
7 h	79.8	8 594	1 336	7 259
9 h	86.5	9 324	1 717	7 606
11 h	92.3	9 950	2 099	7 851
13 h	97.5	10 503	2 480	8 023
15 h	102.1	11 002	2 862	8 140
17 h	106.3	11 457	3 244	8 213
19 h	110.2	11 877	3 625	8 252
21 h	113.8	12 269	4 007	8 262
maximum =	113.8	12 269	4 007	8 262
Coefficient de sécurité =		1.10	volume de rétention retenu =	9 090

Zone humide du Grand Marais, T = 100 ans



Coefficient de Montana : A =

8.41 mm/min;

B = 0.679

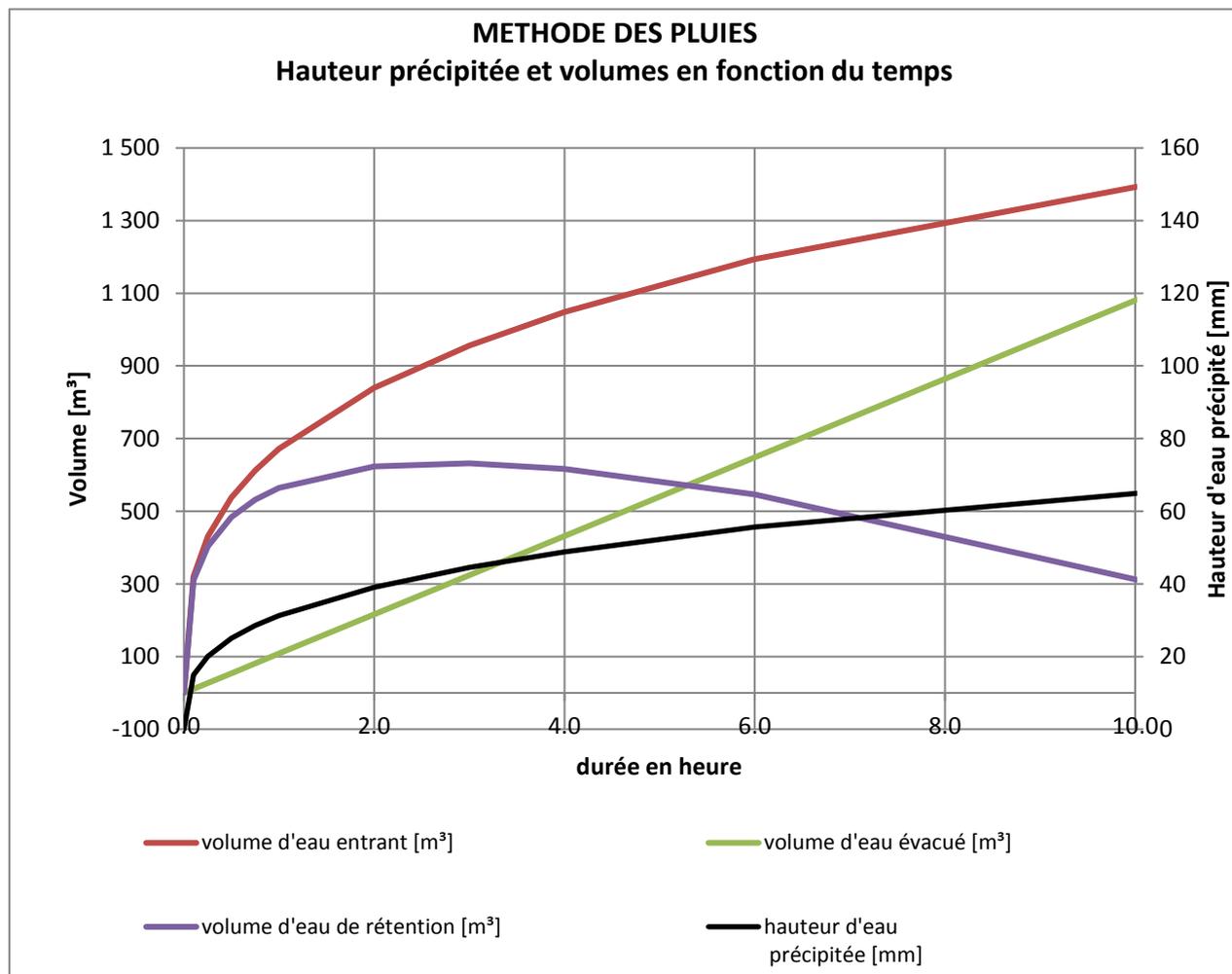
Surface active =

2.15 ha; Débit de fuite =

30.00 l/s

Durée de l'averse	hauteur d'eau précipitée [mm]	volume d'eau entrant [m ³]	volume d'eau évacué [m ³]	volume d'eau de rétention [m ³]
0 min	0.0	-	-	-
6 min	14.9	321	11	310
15 min	20.1	431	27	404
30 min	25.0	538	54	484
45 min	28.5	613	81	532
60 min	31.3	672	108	564
2 h	39.1	839	216	623
3 h	44.5	956	324	632
4 h	48.8	1 048	432	616
6 h	55.6	1 194	648	546
12 h	69.5	1 492	1 296	196
24 h	86.8	1 863	2 592	-
110 h	141.5	3 038	11 880	-
maximum =	141.5	3 038	11 880	632
Coefficient de sécurité = 1.10			volume de rétention retenu =	700

Zone humide du Pré de la Mare, T = 10 ans

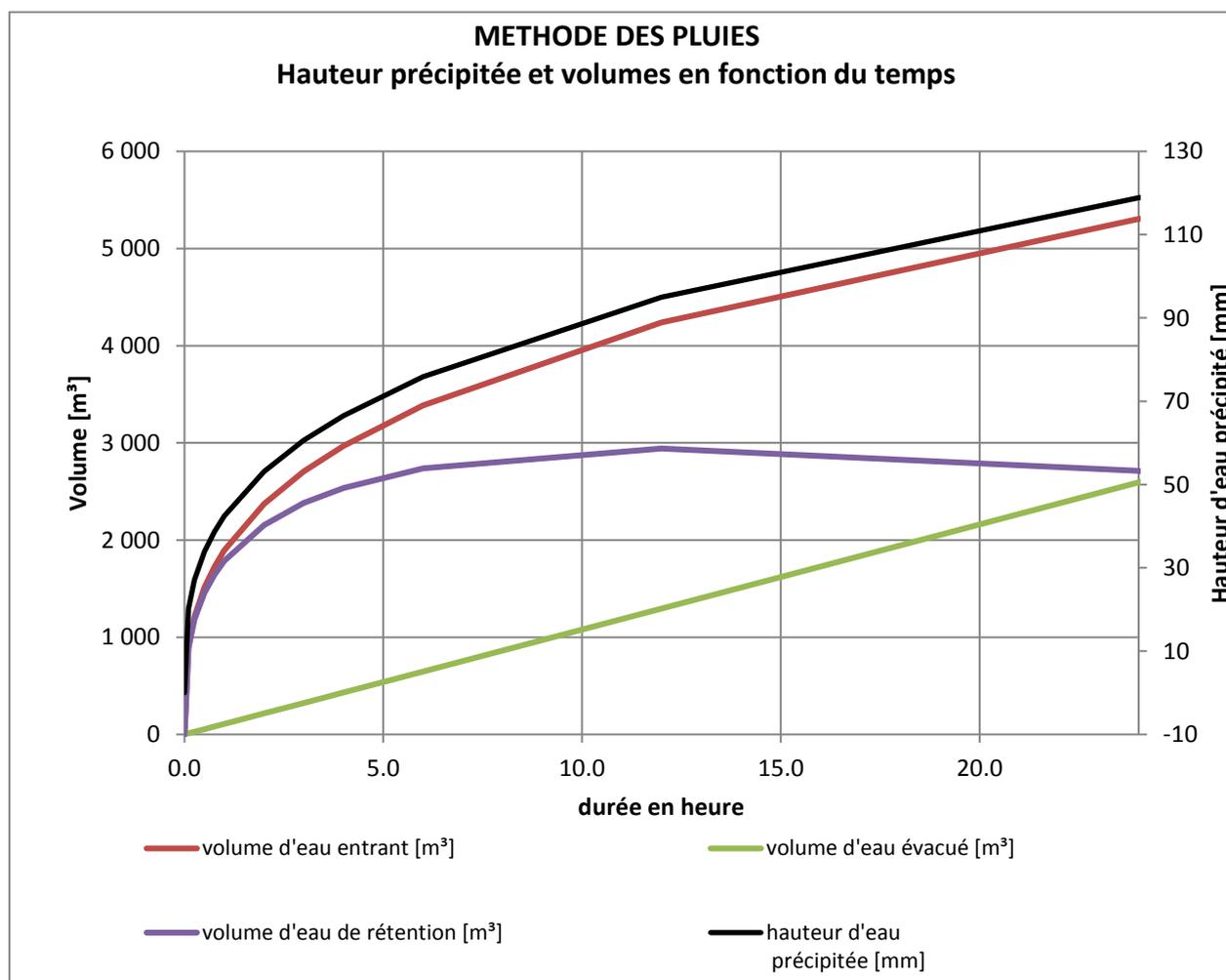


Coefficient de Montana : A = 11.27 mm/min; B = 0.676

Surface active = 4.46 ha; Débit de fuite = 30.00 l/s

Durée de l'averse	hauteur d'eau précipitée [mm]	volume d'eau entrant [m³]	volume d'eau évacué [m³]	volume d'eau de rétention [m³]
0 min	0.0	-	-	-
6 min	20.1	898	11	888
15 min	27.1	1 209	27	1 182
30 min	33.9	1 513	54	1 459
45 min	38.7	1 726	81	1 645
60 min	42.5	1 895	108	1 787
2 h	53.1	2 372	216	2 156
3 h	60.6	2 705	324	2 381
4 h	66.5	2 969	432	2 537
6 h	75.9	3 385	648	2 737
12 h	95.0	4 238	1 296	2 942
24 h	118.9	5 305	2 592	2 713
48 h	148.8	6 641	5 184	1 457
maximum =	148.8	6 641	5 184	2 942
Coefficient de sécurité = 1.10			volume de rétention retenu =	3 240

Zone humide du Pré de la Mare, T = 100 ans



Annexe 4 : Planches photographiques des sites

Le Grand Marais zone Ouest :







Le Grand Marais zone Est :





Le Pré de la Mare de l'amont vers l'aval :



