

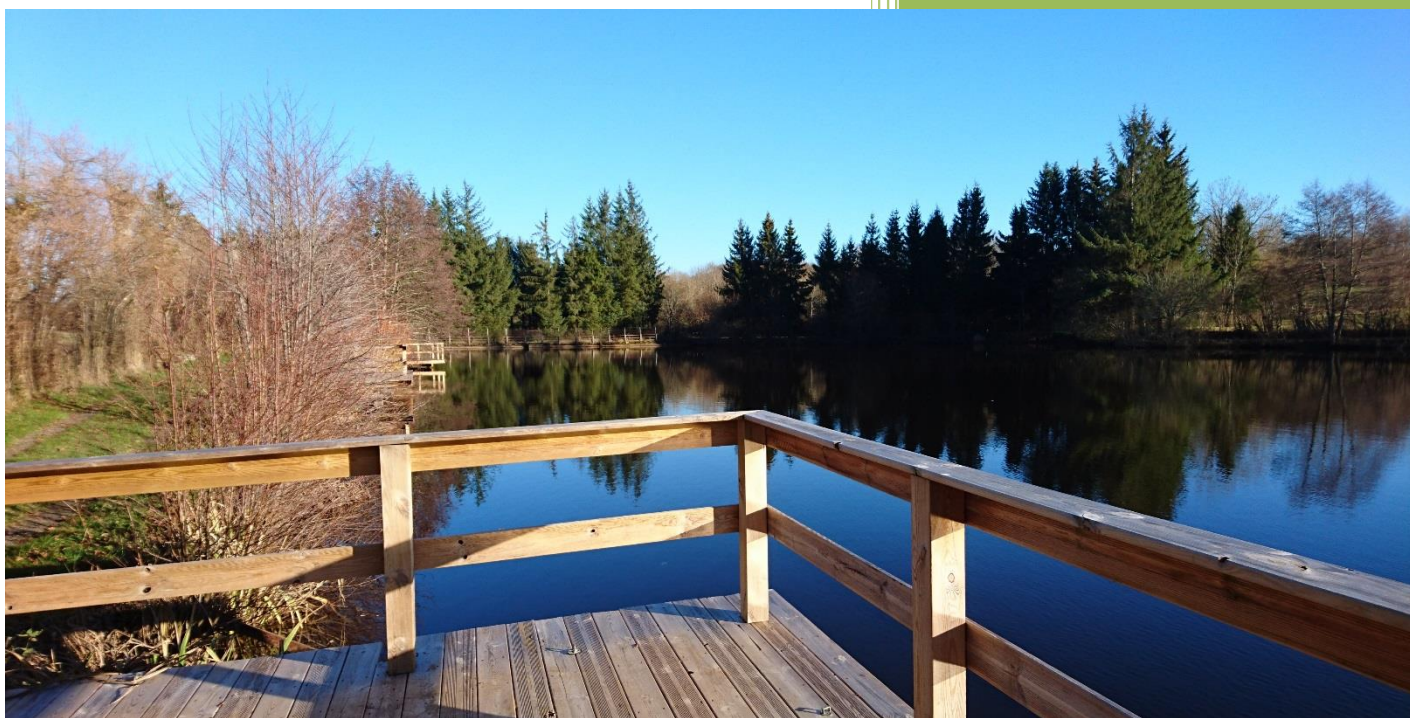
ETUDE HYDRAULIQUE

Note de dimensionnement

Commune de GELLES

Lieu-dit « Les Commeaux »

Etang des Madras



GEOVAL S.E.L.A.R.L.
de GEOMETRES-EXPERTS
B.E.T. VRD

38 Rue de Sarliève - CS10012
63808 COURNON D'AUVERGNE Cedex
TEL:04-73-37-91-01 FAX:04-73-30-91-15
Email: cournon@geoval.info



Dossier : C16507

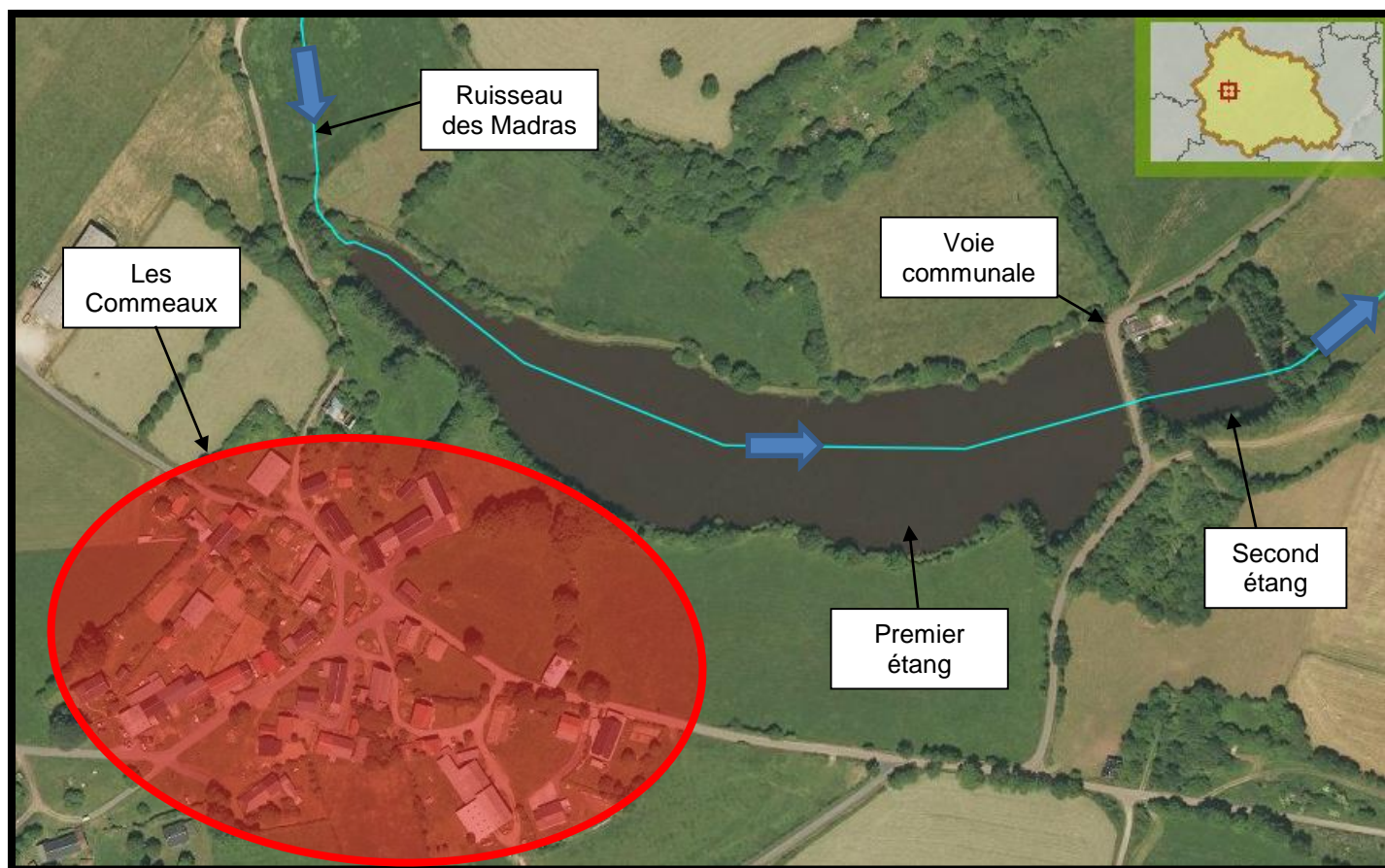
Indice	Date	Désignation
A	12/01/2017	Initial

SOMMAIRE

1. Préambule	1
2. Détermination des débits.....	2
2.1. Débit réservé	2
2.2. Débit maximum autorisé	2
2.3. Débit de crue.....	2
3. Etat des lieux de l'existant.....	3
3.1. Prise d'eau.....	3
3.1.1. Dispositif garantissant le débit réservé	4
3.1.2. Dispositif garantissant le débit maximum autorisé	4
3.1.3. Moyen de contrôle des débits	4
3.2. Evacuateur de crue.....	4
3.2.1. Premier étang	4
3.2.2. Deuxième étang.....	6
4. Travaux à réaliser.....	8
4.1. Prise d'eau.....	8
4.2. Dérivation	9
4.2.1. Caractéristique	9
4.2.2. Dimensionnement.....	9

1. Préambule

La présente étude intervient dans le cadre de l'instruction du dossier de demande d'autorisation concernant la régularisation des plans d'eau du ruisseau des Madras, lieu-dit « Les Commeaux », commune de Gelles par le service police de l'eau de la direction départementale des territoires du Puy de Dôme.



Plan de situation

Pour pouvoir déclarer la régularité des étangs, le service police de l'eau demande :

- une étude sur la dérivation permettant d'assurer la continuité hydraulique du cours d'eau.
- le dimensionnement de la prise d'eau permettant l'alimentation des étangs.
- La vérification pour chaque déversoir de leur capacité à évacuer une pluie centennale avec une revanche suffisante.

L'étude va se dérouler en 3 phases. La première phase sera la détermination des débits : débit réservé, débit maximum autorisé, débit de crue. La deuxième phase consistera en un état des lieux des équipements existants. La troisième phase elle sera la définition des ouvrages à réaliser pour que ces dispositifs (dérivation, évacuateur de crue et prise d'eau) se conforment à la réglementation en vigueur.

2. Détermination des débits

2.1. Débit réservé

En règle générale, le débit réservé pris en compte est la valeur la plus grande entre :

- La valeur du QMNA₅ du ruisseau
- Le dixième du module du ruisseau

Ce ruisseau ne faisant pas l'objet d'un suivi, le module et le QMNA₅ seront estimés.

L'estimation de ces débits a été réalisée par la DREAL Auvergne (voir annexe n°1) en déterminant les caractéristiques du bassin versant au droit du site à partir d'un modèle numérique de terrain (MNT), la BD Altimétrique de l'IGN.

Le bassin versant au droit du site présente les caractéristiques suivantes :

- Surface = 2.8 km²
- Plus long cheminement = 3.4 km
- Altitude de l'exutoire = 873 m
- Altitude moyenne du BV = 899 m
- Pluviométrie annuelle moyenne = 1065 mm

L'estimation des débits est le résultat du croisement de 2 méthodes :

- L'une basée sur l'analyse directe des données hydrométriques existantes (stations hydrométriques).
- L'autre sur une modélisation pluie-débit calée sur des données hydrologiques.

Les débits estimés sont donc 36 l/s pour le module et 4 l/s pour le QMNA₅

Le QMNA₅ étant supérieur au dixième du module le débit réservé sera le débit du QMNA₅, soit 4 l/s.

2.2. Débit maximum autorisé

Le service police de l'eau propose de retenir un débit maximum de 10 l/s/ha d'étang, qui correspond au débit compensant l'évaporation en période estivale.

Avec une surface en eau d'environ 31100 m² pour le premier étang et 3300 m² pour le second, le débit maximum autorisé retenu est arrondi à 34 l/s.

2.3. Débit de crue

Le bassin versant du ruisseau des Madras n'étant pas jaugé, le débit de crue centennale est estimé.

L'estimation du débit de crue repose sur des méthodes empiriques, prend en compte les statistiques de pluviométrie et les caractéristiques du bassin versant.

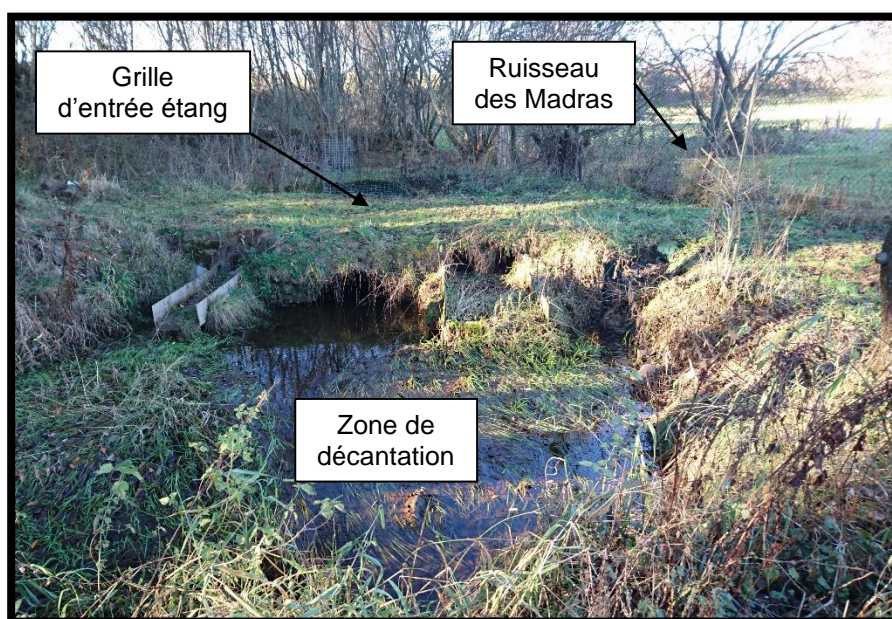
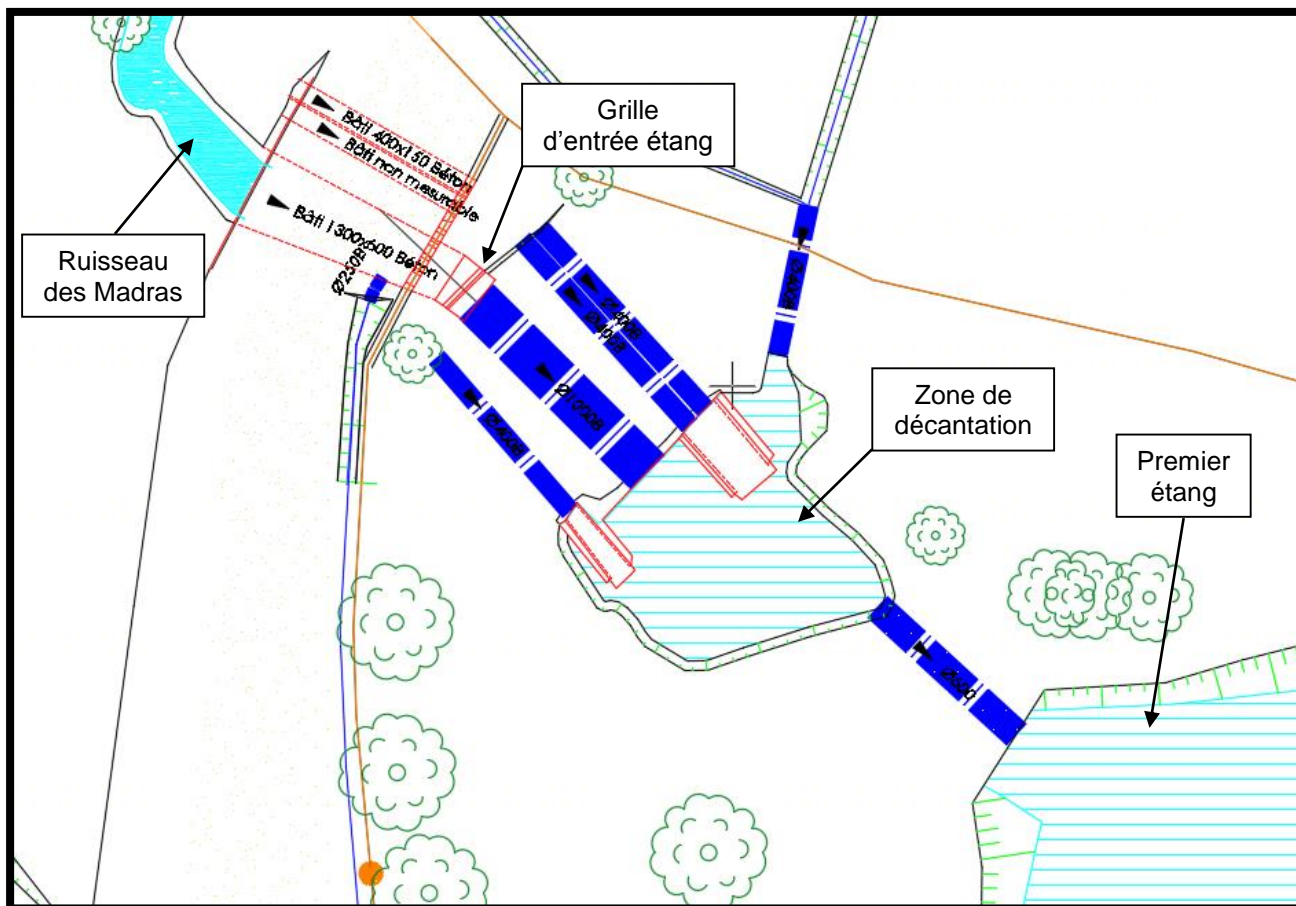
Cette estimation a été réalisée par la DREAL Auvergne (voir annexe n°1).

Le débit de crue centennale est estimé à 4.7 m³/s.

3. Etat des lieux de l'existant

3.1. Prise d'eau

A ce jour, aucune prise d'eau n'est réellement présente car l'étang se trouve sur le ruisseau.



3.1.1. Dispositif garantissant le débit réservé

Aucun dispositif ne permet de garantir un débit réservé dans le ruisseau à ce jour.

3.1.2. Dispositif garantissant le débit maximum autorisé

Aucun dispositif ne permet de garantir le débit maximum prélevé dans le ruisseau à ce jour.

3.1.3. Moyen de contrôle des débits

Aucun élément de contrôle n'est existant.

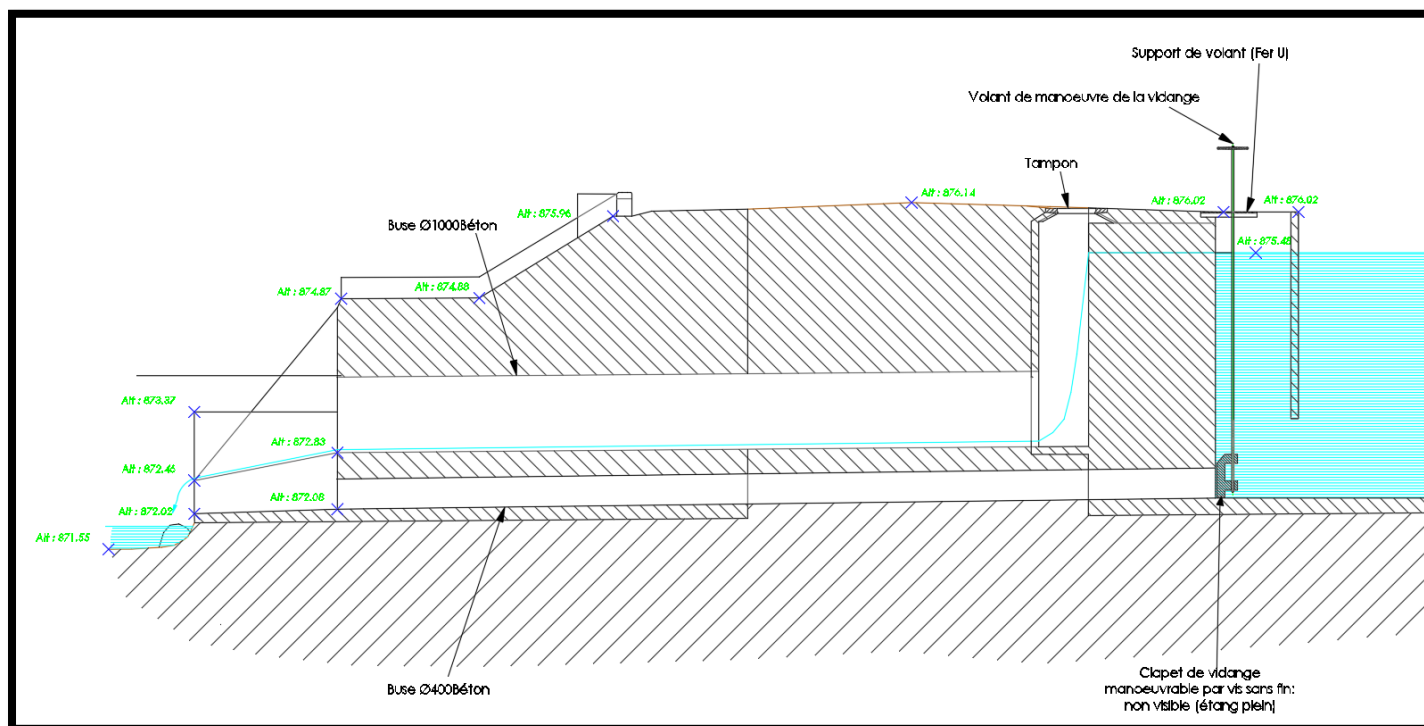
Au vu de ces différents éléments nous pouvons voir qu'aucuns dispositifs n'est conforme. La prise d'eau et la dérivation des étangs seront donc à créer.

3.2. Evacuateur de crue

3.2.1. Premier étang

A ce jour, l'évacuateur de crue est l'ouvrage de rejet de l'étang (côte d'eau normal de l'étang = seuil du déversoir = 875.48 m). Cet ouvrage est constitué par une canalisation Ø1000 présente en pied de digue.

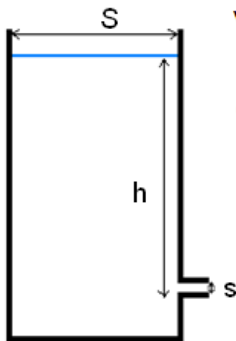
Cet évacuateur de crue doit être en mesure d'évacuer la pluie d'occurrence 100 ans, soit 4.7 m³/s (cf. point 2.3).



Pour vérifier que cet ouvrage est suffisamment dimensionné, nous allons calculer la revanche résultante lors d'une pluie d'occurrence 100 ans.

En prenant un coefficient k de 0.82 (orifice cylindrique extérieur) et une section de 0.785 m² (Ø1000), le débit de 4.7 m³/s est atteint pour une hauteur d'eau de 2.72 m par rapport au centre de l'orifice (voir calcul ci-dessous).

Débit de vidange d'un réservoir



Vu que la section de s est largement inférieure à S on peut admettre que l'on se trouve en hydrostatique d'où, la charge hydraulique est égale à la hauteur d'eau se trouvant au centre de l'orifice.

$$Q = s \cdot k \cdot \sqrt{2gh}$$

s = section de l'orifice (en m²)

g = vitesse de la pesanteur (en m.s⁻²)

h = hauteur hydraulique en amont de l'orifice (en m)

k = coefficient de débit (voir tableau)

$$s = 0,785 \text{ m}^2$$

$$h = 2,72 \text{ m}$$

$$g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$$

$$k = 0,82$$

$$Q = 4,702 \text{ m}^3.\text{s}$$

Type d'orifice	k
Petit orifice, orifice rectangulaire, orifice noyé	0,62
Orifice ayant exactement la forme de la veine liquide	1,00
Orifice conique divergent	1,00
Orifice conique convergent	0,94
Orifice cylindrique rentrant dans le réservoir	0,50
Orifice cylindrique extérieur	0,82

Avec un niveau de rejet de 872.83, nous avons un centre d'orifice à 873.33 m et un niveau des plus hautes eaux (NPHE) à 876.05 m.

La digue se trouve à une altitude variant de 876.61 à 876.27 m, hormis un passage d'environ 8 m de large (au droit de l'évacuateur) qui a été légèrement décaissé, ce passage présente un point bas à 876.14 m.

La revanche pour une crue centennale varie entre 56 cm et 22 cm pour la partie « classique » de la digue. Pour la partie décaissée, la revanche est seulement de 9 cm. Il faut noter que le décaissement a été réalisé lors de la création de la voie publique pour permettre une éventuelle surverse dans le deuxième étang.

Nous pouvons voir que la canalisation Ø1000 constituant l'évacuateur de crue est en capacité d'évacuer une pluie d'occurrence 100 ans tout en maintenant une revanche suffisante pour ne pas mettre en péril la stabilité de la digue et la sécurité des personnes et des biens.

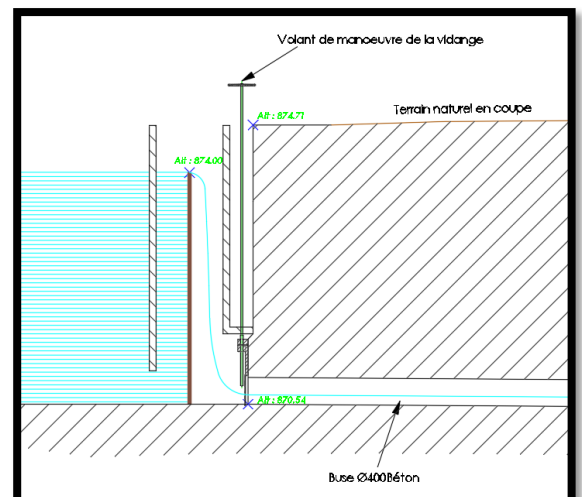
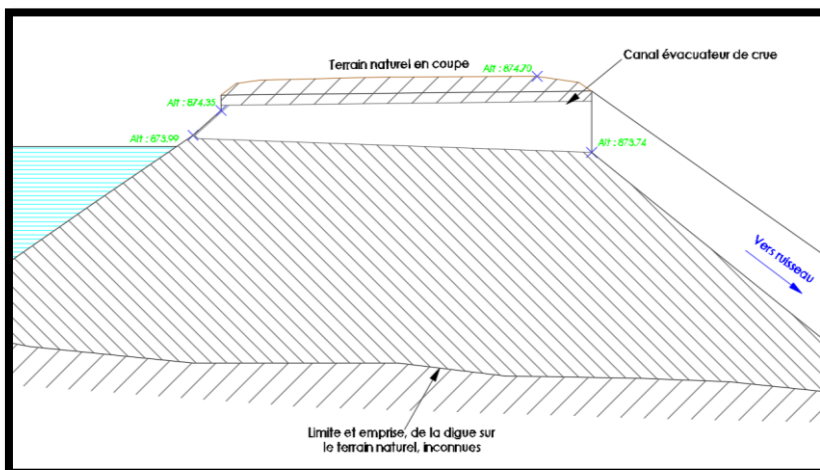
De plus, le premier étang se rejetant dans le second, la création d'un moine n'est pas obligatoire. De ce fait, le niveau d'eau régulier de l'étang sera à 875.48 m (revanche de 66 cm à 1.13 m) et le NPHE pour une pluie d'occurrence 100 ans sera à 876.05 m (revanche de 9 cm à 56 cm).

Le dispositif d'évacuateur de crue peut donc être déclaré régulier.

3.2.2. Deuxième étang

A ce jour, les équipements servant à évacuer les crues sont :

- Le moine de l'étang
- Le déversoir de crue de type canal béton

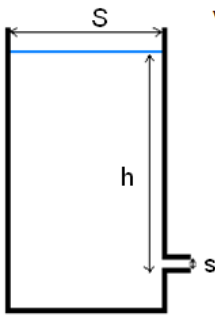


Ces équipements doivent être en mesure d'évacuer la pluie d'occurrence 100 ans, soit $4.7 \text{ m}^3/\text{s}$ (cf. point 2.3).

Pour vérifier que ces ouvrages sont suffisamment dimensionnés, nous allons calculer leur capacité d'évacuation tout en gardant une revanche optimale de 40 cm.

Pour la buse Ø400 du moine, nous prendrons, un coefficient k de 0.82 (orifice cylindrique extérieur), une section de 0.125 m² (Ø400), et une hauteur hydraulique de 3.56 m (874.70-0.4 m de revanche -870.54 m du niveau de fond -0.2 m pour être au centre de l'orifice). La capacité maximale d'évacuation du moine est donc de 857 l/s (voir fiche calcul ci-dessous).

Débit de vidange d'un réservoir



Vu que la section de s est largement inférieure à S on peut admettre que l'on se trouve en hydrostatique d'où, la charge hydraulique est égale à la hauteur d'eau se trouvant au centre de l'orifice.

s = section de l'orifice (en m²)

h = hauteur hydraulique en amont de l'orifice (en m)

$$Q = s \cdot k \cdot \sqrt{2gh}$$

g = vitesse de la pesanteur (en m.s⁻²)

k = coefficient de débit (voir tableau)

Type d'orifice	k
Petit orifice, orifice rectangulaire, orifice noyé	0,62
Orifice ayant exactement la forme de la veine liquide	1,00
Orifice conique divergent	1,00
Orifice conique convergent	0,94
Orifice cylindrique rentrant dans le réservoir	0,50
Orifice cylindrique extérieur	0,82

s = 0,125 m² h = 3,56 m

g = 9,81 m.s⁻² k = 0,82

Q = 0,857 m³.s

Pour le canal béton, nous prendrons, un coefficient k de 50, une largeur de 3.2 m, une pente de 4 % (25 cm sur 6m), et une hauteur d'eau de 31 cm (874.70-0.4 m de revanche-873.99 m de niveau de déversement). La capacité maximale du canal de déversement est de 4.038 m³/s (voir fiche de calcul ci-dessous).

DEBIT POUR CANAL RECTANGULAIRE

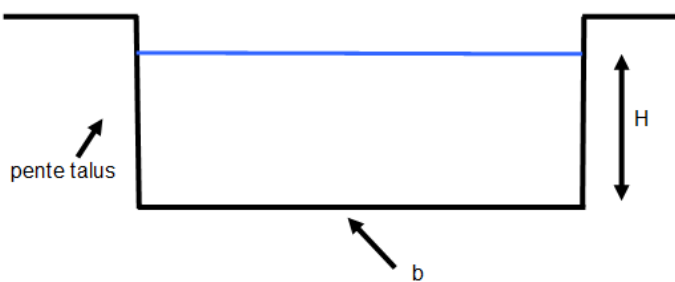
b = 3,2

I = 0,04

H = 0,31

k = 50

$Q = k \times R^{2/3} \times I^{1/2} \times S$
 Q = débit en m³/s
 k = coefficient de rugosité
 R = rayon Hydraulique en m
 I = pente du canal en m/m
 b = base du canal en m
 H = hauteur d'eau en m



type de berges	ciment, bois raboté	Planches, briques, pierres de taille	moellons	talus dressés ou perreyés	talus ordinaires	talus très rugueux (galets, herbes)
k	95	80	60	50	40	30

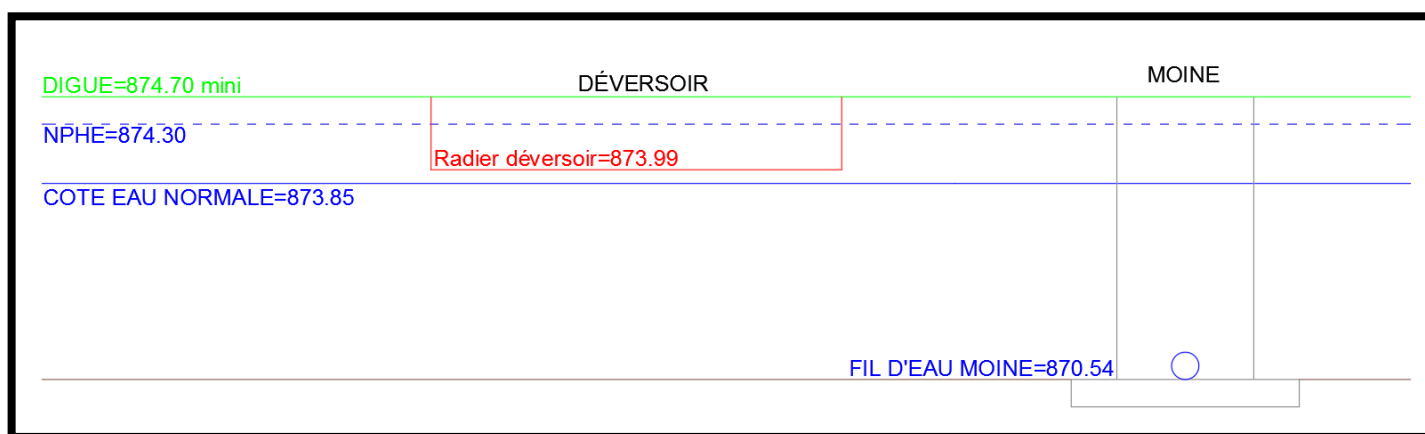
Q = 4,038 m³/s

En additionnant le débit du moine et le débit du canal, nous obtenons un débit de 4.895 m³/s pour une revanche de 40 cm.

Nous pouvons donc conclure que les dispositifs évacuateurs de crue sont suffisamment dimensionnés pour ne pas mettre en péril la stabilité de la digue et la sécurité des personnes et des biens.

Par contre, de légères modifications doivent être apportées pour régulariser cet étang :

- La modification du niveau d'eau normal (environ 15 cm sous le niveau de déversement)
- La suppression des grilles du canal de déversement
- La mise en place d'une grille d'entrefer 10 mm maximum au niveau du moine pour éviter toute migration de poisson.



4. Travaux à réaliser

Suite à la description et au dimensionnement des dispositifs existants, nous pouvons voir que les travaux à réaliser sont :

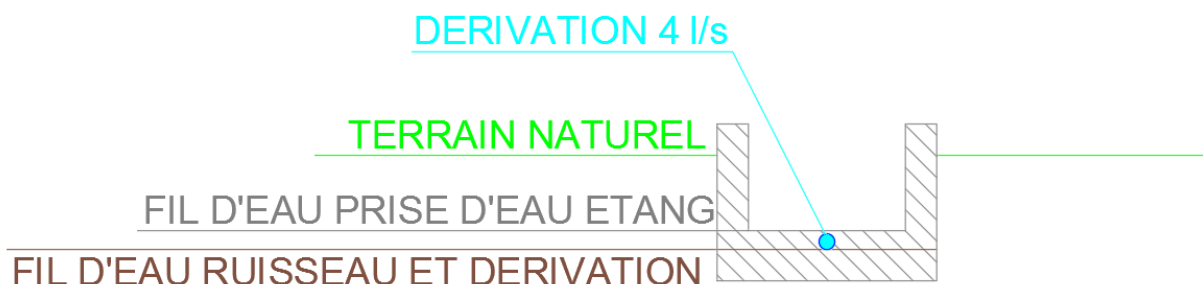
- Création d'une prise d'eau
- Création d'une dérivation
- Petits travaux pour régularisation second étang (voir paragraphe précédent)

4.1. Prise d'eau

Une prise d'eau double sera mise en place pour permettre à la fois de maintenir le débit réservé dans le ruisseau mais aussi l'alimentation de l'étang.

Pour garantir le débit réservé (4 l/s), la prise d'eau de la dérivation se trouvera à la même altitude que le fil d'eau du ruisseau et la prise d'eau de l'étang se trouvera au-dessus de la dérivation.

Pour le débit maximum autorisé (34 l/s), il est impossible techniquement de réaliser une dérivation capable d'évacuer un débit de 4.666 m³/s (4.7-0.034). De ce fait il est demandé au service police de l'eau que la dérivation serve uniquement pour maintenir le débit réservé dans le ruisseau (dérivation hydraulique) et que le reste des eaux passe par l'étang.



4.2. Dérivation

4.2.1. Caractéristique

La dérivation étant uniquement hydraulique, elle sera réalisée avec une canalisation Ø100 mm en PEHD ou PVC, posée le long des berges de l'étang. Celle-ci aura une prise d'eau à environ 875.50 m et un rejet à 870.00 m. La longueur maximale de la dérivation sera de 620 m.

4.2.2. Dimensionnement

La dérivation doit être en capacité d'évacuer un débit de 4 l/s en tout temps.

De ce fait, nous allons vérifier qu'une canalisation Ø100 mm est capable d'évacuer ce débit lorsque celle-ci sera en charge mais aussi quand elle sera en écoulement à surface libre.

4.2.2.1. Fonctionnement en charge

La dérivation ayant une prise d'eau à 875.50 m et un rejet à 870.00 m, les pertes de charges totales maximum sont de 5.5 m (875.5-870.00).

En prenant les pertes de charges singulières à 10 % des pertes de charges linéaires (canalisation sans pièces spéciales), nous obtenons une perte de charge linéaire maximale de 4.95 m (5.5-5.5x0.1).

Ayant une longueur maximale de dérivation de 620 m et en prenant la formule de Lechapt et Calmon, nous obtenons un diamètre minimum de 82 mm (voir calcul ci-dessous).

La canalisation Ø100 est donc suffisante pour évacuer le débit de 4 l/s en fonctionnement en charge.

$$J = 1.01 \times Q^{1.84} \times D^{-4.88} \times L$$

Avec J = perte de charge en m

Q = débit en m³/s

D = diamètre en m

L = longueur en Km

$$4.95 = 1.01 \times 0.004^{1.84} \times D^{-4.88} \times 0.62$$

$$D = 0.082 \text{ m} = 82 \text{ mm}$$

4.2.2.1. Fonctionnement surface libre

Avec une dénivelée totale de 5.5 m (875.50-870.00) et une longueur de 620 m, nous obtenons une pente résultante de 0.887 %.

En prenant la formule de Manning et Strickler avec un coefficient k de 90, nous obtenons les débits suivants :

Débits transitant dans une conduite partiellement pleine

Pour déterminer le débit transitant dans une conduite partiellement pleine, il faut calculer le débit pleine section puis le multiplier par un coefficient de remplissage.

Détermination du débit pleine section :

$$Q = k * Rh^{(2/3)} * I^{(1/2)} * S$$

k = coefficient de rugosité (voir tableau)
I = pente en m/m

k = 90

diamètre = 0,1 m

I = 0,00887 m/m

$$V = k * Rh^{(2/3)} * I^{(1/2)}$$

Rh = rayon hydraulique = S/P en m
S = surface mouillée en m²

S = 0,008 m²

P = 0,314 m

Rh = 0,025 m

Q = 0,0057 m³.s⁻¹

V = 0,7247 ms⁻¹

Détermination du débit et de la vitesse réel :

$q = m \times Q$
 $v = p \times V$

m et p = coefficients en fonction du remplissage (voir tableau)
Q = débit pleine section en m³.s⁻¹

coefficient de remplissage			débit réel = q en l/s	vitesse réelle en m/s
% de rempliss	m	p		
10	0,021	0,401	0,1	0,3
15	0,049	0,517	0,3	0,4
20	0,088	0,615	0,5	0,4
25	0,137	0,700	0,8	0,5
30	0,196	0,776	1,1	0,6
35	0,263	0,843	1,5	0,6
40	0,337	0,902	1,9	0,7
45	0,416	0,954	2,4	0,7
50	0,500	1,000	2,8	0,7
55	0,586	1,039	3,3	0,8
60	0,672	1,072	3,8	0,8
65	0,756	1,099	4,3	0,8
70	0,837	1,120	4,8	0,8
75	0,912	1,133	5,2	0,8
80	0,977	1,140	5,6	0,8
85	1,030	1,137	5,9	0,8
90	1,066	1,124	6,1	0,8
95	1,075	1,095	6,1	0,8
100	1,000	1,000	5,7	0,7

Le débit maximum étant supérieur à 4 l/s, la canalisation Ø100 est donc suffisamment dimensionnée.

ANNEXE n°1

ETUDE HYDRAULIQUE

Etang des Madras – Lieu-dit « Les Commeaux » - GELLES

De: "ROUDIER david (Chef d'unité adjoint) - DREAL Auvergne-Rhône-Alpes/PRNH/HPCA/HMA" <DAVID.ROUDIER@developpement-durable.gouv.fr>
Envoyé: mardi 29 novembre 2016 10:59
À: GEOVAL - OBRIER Damien
Cc: ROUZAIRE William (Chef de bureau) - DDT 63/SEEF/SPE; "SAUZE pascal (Chef d'unité) - DREAL Auvergne-Rhône-Alpes/PRNH/HPCA/HMA"; AUDOUY jean-nicolas - DREAL Auvergne-Rhône-Alpes/PRNH/HPCA; "CHEVRIER julie (Chef de pôle) - DREAL Auvergne-Rhône-Alpes/PRNH/HPCA"
Objet: Re: Demande de débit - Madras à Gelles (63)
Pièces jointes: Madras_Gelles_plan_BV_debits_crue.pdf

Bonjour,

Afin de répondre à votre demande concernant : le ruisseau de Madras à Gelles (63), la DREAL Auvergne Rhône-Alpes a procédé à une estimation des débits caractéristiques de ce cours d'eau au niveau du site indiqué (Prise d'eau de l'étang du "Commeaux").

Les caractéristiques du bassin versant au droit du site ont été déterminées (surface du bassin versant (BV), longueur de cheminement du cours d'eau, pente moyenne du cours d'eau, altitude de l'exutoire, altitude moyenne du BV...). L'estimation des caractéristiques du bassin versant est basée sur l'utilisation d'un modèle numérique de Terrain (MNT), la BD Alti de l'IGN. Pour le site, les données sont présentées ci-après et sur le plan annexé.

L'estimation classique du Module et du QMNA5 (débit de référence d'étiage) est le résultat du croisement de 2 méthodes :

- L'une basée sur l'analyse directe des données hydrométriques existantes (stations hydrométriques en service ou ayant existé à proximité). En comparant notamment les valeurs des données des débits spécifiques (débits ramenés à la surface de bassin versant)
- L'autre sur une modélisation pluie-débit calée sur des données hydrologiques. Le modèle utilisé est dérivé du modèle GR2M développé par IRSTEA (ex CEMAGREF). C'est un modèle conceptuel simple à 2 paramètres qui transforme la pluviométrie mensuelle en écoulement mensuel. Outre la pluviométrie mensuelle, le modèle nécessite la connaissance de l'évapotranspiration potentielle mensuelle moyenne.

Débits caractéristiques du cours d'eau, le ruisseau de Madras à Gelles (63) - Prise d'eau de l'étang du "Commeaux" :
Surface estimée du bassin versant topographique (d'après la BD Alti de l'IGN) : 2.8 km² environ
Longueur de cheminement : 3.4 km environ
Pente moyenne : 0.015 m/m environ
Altitude estimée de l'exutoire : 873 m environ
Coordonnées de l'exutoire : X: 682 950 m Y: 6 520 130 m (Lambert 93)
Altitude moyenne estimée du bassin versant : 899 m environ
Pluviométrie moyenne annuelle estimée sur le bassin versant (1970-2008) : 1 065 mm environ
Module estimé ajusté à une loi Normale sur la période 1970-2008 : 0.036 m³/s environ

QMNA5 estimé ajusté à une loi Log-Normale sur la période 1970-2008 : 0.004 m³/s environ

Attention, du fait de la petite taille de ce bassin versant, nous sommes en limite d'application du modèle pluie-débit. Cependant les résultats obtenus convergent tous, validant l'ordre de grandeur du module. L'obtention de valeurs plus précises nécessiterait la réalisation des jaugeages sur place.

L'estimation des débits de crue (Q10 et Q100) :

Le bassin du ruisseau des Madras n'étant pas jaugeé, l'estimation des débits de crue sur ce bassin a reposé sur des

ETUDE HYDRAULIQUE

Etang des Madras – Lieu-dit « Les Commeaux » - GELLES

méthodes empiriques adaptées à sa petite taille (2.83 km^2) et prenant en compte les statistiques de pluviométrie (Météo France) ainsi que les caractéristiques du bassin (taille et forme du bassin versant, longueur du plus long talweg, pente moyenne du cours d'eau, occupation du sol, altitude...).

Dans l'ordre, ont été estimés le Q10, puis Q100.

Pour le Q10, les différentes méthodes employées d'après la taille du bassin versant (Interpolation entre les méthodes Rationnelle et de Crupedix, Socose, SCS, abaque Sogreah, analyse régionale à partir des stations jaugées des bassins proches du bassin de la Sioule (Sioulet, Sioule, Saunade...)) conduisent à des valeurs comprises entre 0.8 et 2 m³/s, hormis pour la formule SCS qui se détache avec 6.1 m³/s.

La valeur retenue, qui correspond à une moyenne des différentes méthodes, à l'exception de la formule SCS trop éloignée des autres méthodes, et à un certain consensus de trois d'entre elles (Socose, Sogreah, synthèse Rationnelle/Crupedix) est:

Q10 = 1.5 m³/s

Pour Q100, partant du Q10 retenu, les 3 méthodes utilisées (SCS, Rationnelle et méthode du Gradex) donnent des résultats oscillant entre 4.0 m³/s (Rationnelle) et 5.2 m³/s (gradex), valeurs qui donnent une idée de l'incertitude minimale qui entoure le débit de crue centennale finalement retenu (moyenne des méthodes):

Q100 = 4.7 m³/s

Le ratio Q100/Q10 atteint 3.13, ce qui est un peu élevé, mais cependant courant pour un tout petit bassin versant.

Cordialement

David ROUDIER

Adjoint au Chef d'unité

Chargé des données hydrométriques

DREAL Auvergne Rhône-Alpes

Unité Hydrométrie-Maintenance Clermont-Ferrand

Tel : 04.73.43.17.00

Fax : 04.73.43.18.14

