

Aménagement du lac de Viremont Etude hydraulique



A.LIMANDAT

Novembre 2018

Table des matières

1-CADRE DE L'ETUDE :	2
2- HYDROLOGIE :	4
2-1-Bassins versants:	4
2-2-Evaluation des débits en crue :	5
2-3-Evaluation des débits en eau « normale » et en « basses eaux » :	5
3-ETUDE DES NIVEAUX DU LAC :	6
3-1-En crue :	6
3-2- Eaux « normales » et « basses eaux » :	8
4-INCIDENCES DE L'AMENAGEMENT :	9
5-ANNEXES :	10

Liste des figures

Figure 1 : Lac de Viremont et marais.....	2
Figure 2 : Détail du marais.....	3
Figure 3 : Bassins versants.....	4
Figure 4 : Zone inondée en 2016.....	6
Figure 5 : Zones inondables.....	7
Figure 6 : Lac en très basses eaux.....	8

Liste des tableaux

Tableau 1 : Débits de crue et temps de concentration.....	5
Tableau 2 : Volumes et niveaux du lac.....	7

1-CADRE DE L'ETUDE :

Le lac de Viremont est situé dans une cuvette endoréique, dont le seul exutoire est constitué de pertes karstiques (voir la figure 1 ci-dessous). En fait ces pertes sont situées au sud du lac, dans une zone de marais alimentée par l'exutoire du lac, hors crues débordantes, ou directement par l'inondation, en cas de crue débordantes.

Dans la suite de l'étude, par souci de simplification, on distinguera deux zones :

- Le lac proprement dit, dans son extension habituelle, ou majorée quelque peu, lors des crues.
- Le « marais », situé en aval et au sud du lac, inondé lors des crues.

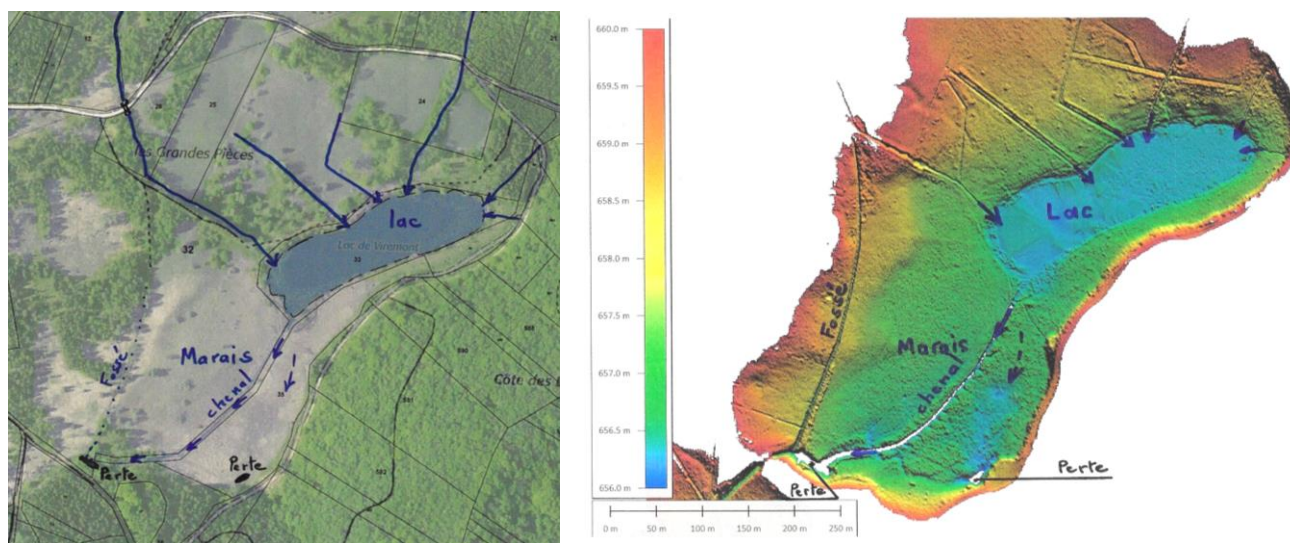
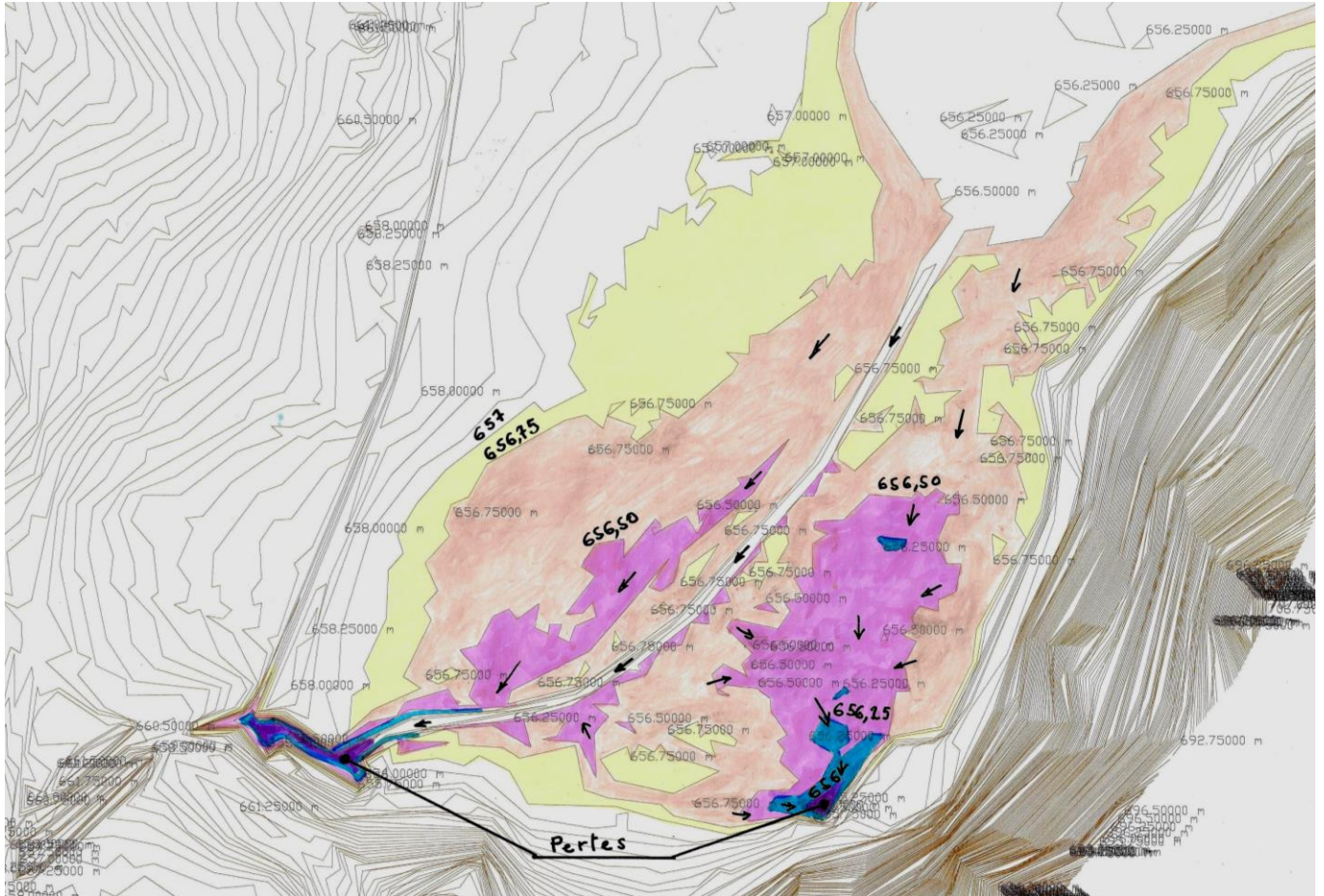


Figure 1 : Lac de Viremont et marais

Le levé lidar permet de préciser la topographie de cette zone de marais (voir la figure 2 page suivante) : chenal actuel artificiel, dépressions, levées, pertes, canalisation ancienne du ruisseau de l'Etang, qui n'est plus alimentée par l'amont aujourd'hui (voir les annexes 1 à 3).

L'objet de l'étude est de déterminer l'incidence de l'aménagement projeté (suppression du chenal de fuite, et du vannage associé notamment) sur les niveaux du lac, et du marais, en crue, comme en eaux normales, ou basses.

Pour atteindre cet objectif une **modélisation sommaire de la retenue**, constituée par cet ensemble, est réalisée à partir des données disponibles : bonnes pour la topographie (lidar), approximatives quant aux entrées (hydrologie), et **très approximatives** quant aux sorties (pertes). Pour celles-ci on dispose de mesures de débit au niveau des sources du Valsin (Etude de vulnérabilité-SRAE de Franche-Comté-1990).



2- HYDROLOGIE :

2-1-Bassins versants:

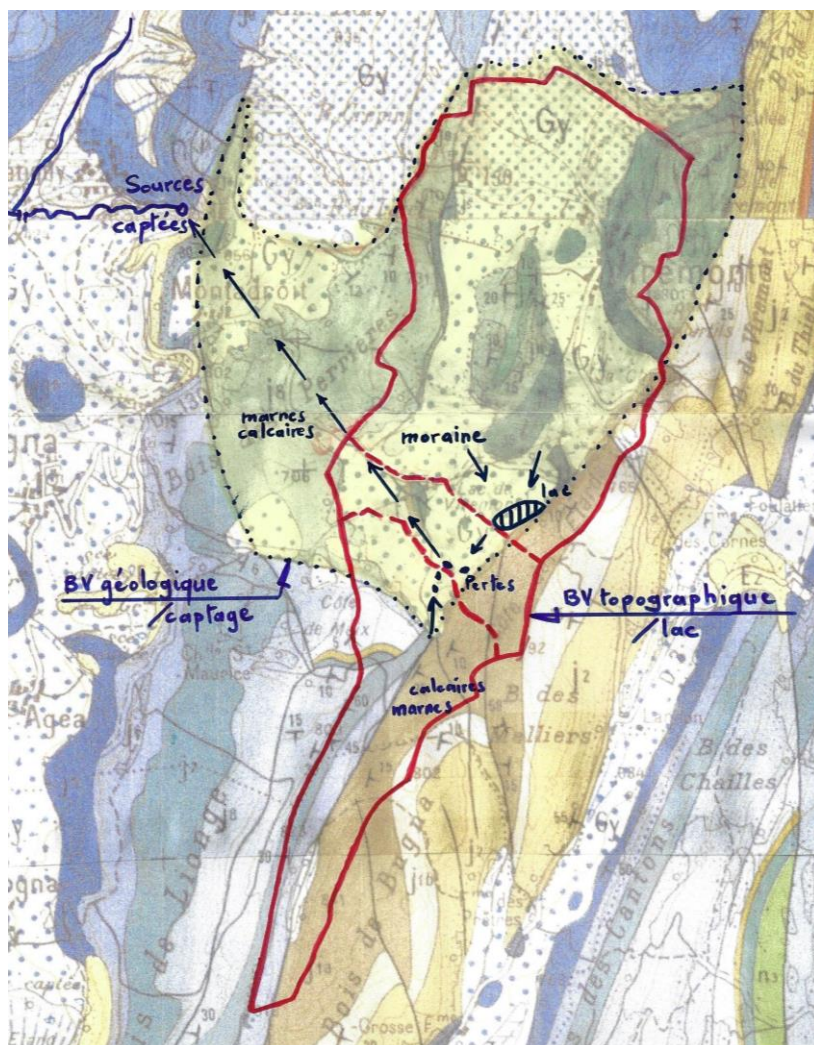


Figure 3: Bassins versants

Le bassin versant concernant le lac de Viremont est fourni par la figure 3 ci-contre, et par les annexes 4 et 5.

Pour les bassins versants topographiques on a distingué les bassins versants suivants :

- Sous-bassin du lac: **2.65 km²**
- Sous-bassin lac+marais: **3.10 km²** (dont 0.2 km² isolés par l'ancien cours du ruisseau de l'Etang)
- Sous-bassin Sud: **1.05 km²**

NB : l'exutoire de ce bassin versant est également constitué de pertes, distinctes, ou non, de celles relatives au lac et au marais.

D'autre part, l'étude de vulnérabilité des sources du Valsin, citée précédemment, distingue une aire géologique d'alimentation des sources, d'environ 5 km² (voir la figure 3 ci-dessus et l'annexe 5).

On observe que le bassin versant de l'ensemble lac+marais, soit 3.1 km², ne recouvre que 60 % environ de ce bassin versant. Il en sera tenu compte pour définir les débits à l'exutoire du lac et du lac+ marais.

Pour l'évaluation des débits fournis par les bassins versants topographiques nous distinguerons :

- En crue, noyant l'ensemble lac+marais : le bassin versant de 3.1 km²
- En dehors des crues, l'évacuation du lac s'effectuant par le chenal : le bassin versant de 2.65 km²

2-2-Evaluation des débits en crue :

Les débits de temps de retour 10 et 100 ans sont évalués à l'aide de la méthodologie proposée par le Setra pour l'évaluation des petits bassins versants non jaugés (Guide technique-Assainissement routier-octobre 2006). Le détail des calculs constitue l'annexe 6.

Les débits de temps de retour 2 et 5 ans sont évalués sommairement, en admettant qu'ils s'insèrent dans la loi de Gumbel ajustée aux débits de temps de retour 10 et 100 ans.

Les résultats sont les suivants :

Temps de retour (années)	Débit de pointe (m ³ /s)	Temps de concentration (mn)
2	5.2	85
5	6.6	80
10	7.6	75
100	16.3	66

Tableau 1: Débits de crue et temps de concentration

2-3-Evaluation des débits en eau « normale » et en « basses eaux » :

Ces débits sont sommairement évalués à partir des débits spécifiques suivants (issus de la station de jaugeage de Chaléa contrôlant le bassin versant de la Valouze) :

- Module : 27.6 l/s/km² : soit un débit de $2.65 \times 27.6 = 73.14 \approx 73$ l/s
- Q_{MNA5} : 2.2 l/s/ km² : soit un débit de $2.65 \times 2.2 = 5.83 \approx 6$ l/s

NB : d'après l'étude sur la vulnérabilité des sources du Valsin, des valeurs plus basses, d'environ moitié, sont possibles. La valeur probable de ce débit serait ainsi comprise entre 3 et 6 l/s.

3-ETUDE DES NIVEAUX DU LAC :

NB : cette étude concerne la situation actuelle, avant aménagement.

3-1-En crue :

Lors des crues on considère que l'ensemble lac+marais est inondé, sous une cote unique, avec submersion des pertes, alors alimentées directement par la masse d'eau.

Cette hypothèse est étayée par l'ensemble de nos observations de terrain et par des images satellites (voir l'annexe 7) prises à priori en dehors de la période estivale (la plus représentée sur les photographies aériennes du site « remonter le temps » de l'IGN).

Ainsi le niveau d'eau correspondant à l'image de 2016 a été évalué à 657 NGF (voir la figure 4 ci-dessous et l'annexe 8). Ce niveau est quasiment le même que celui dont nous avons repéré la trace sur le vannage en sortie de lac, lors de notre reconnaissance du 22/06/2018.

Ces données topographiques et limnimétriques, complétées par les débits fournis par l'étude de vulnérabilité des sources du Valsin, ont permis de construire les courbes de l'annexe 9, soit des relations entre le niveau d'eau et :

- La superficie inondée (fiable)
- Le débit des pertes (très approximatif car basé sur des données fragmentaires interprétées et des hypothèses).

Ces deux relations ont permis de mettre en œuvre un **calcul d'écrêtement** sommaire où le lac est assimilé à un bassin dont les sorties sont les pertes (l'évaporation est négligée).

Les entrées dans le bassin sont représentées par les hydrogrammes de chacune des crues étudiées (temps de montée et de décrue pris égaux au temps de concentration théorique).

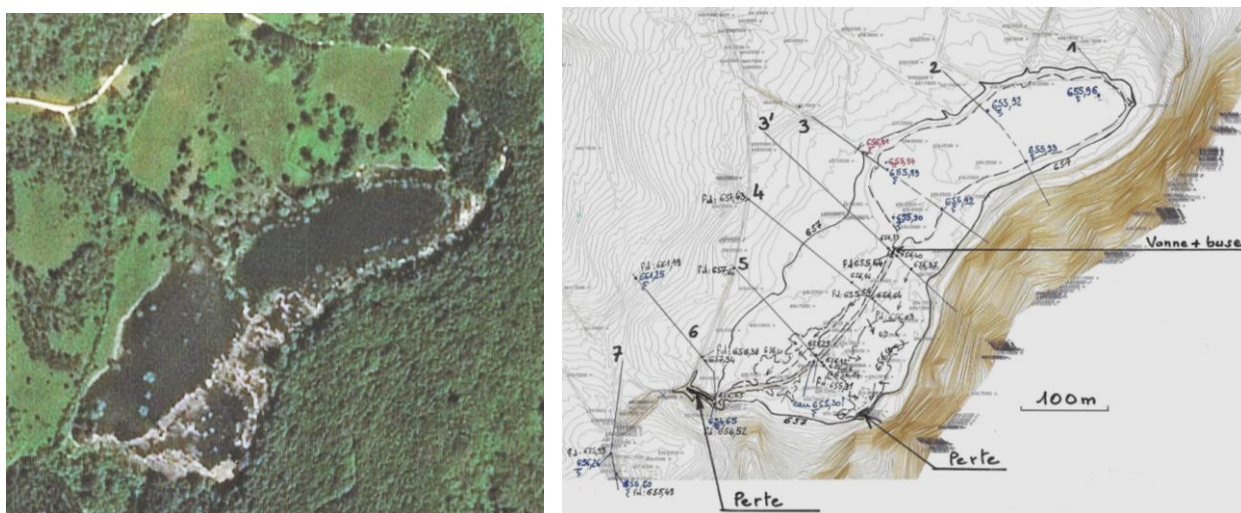


Figure 4: Zone inondée en 2016

Les calculs constituent l'annexe 10. On obtient les résultats suivants :

Temps de retour (années)	Volume (m ³)	Niveau d'eau (NGF)
2	24800	656.97
5	30000	657.04
10	32650	657.07
100	63100	657.42

Tableau 2: Volumes et niveaux du lac

On observe que, pour les temps de retour compris entre 2 et 10 ans, les niveaux du lac ne sont que peu différents, et qu'ils sont proches la cote 657, reconstituée empiriquement ; d'ailleurs les volumes maxi stockés sont également proches. Seul le niveau de la crue centennale s'élève notablement au-dessus de la cote 657 ; le volume stocké ayant alors doublé.

La figure 5 ci-dessous visualise les **zones inondables** pour ces crues.

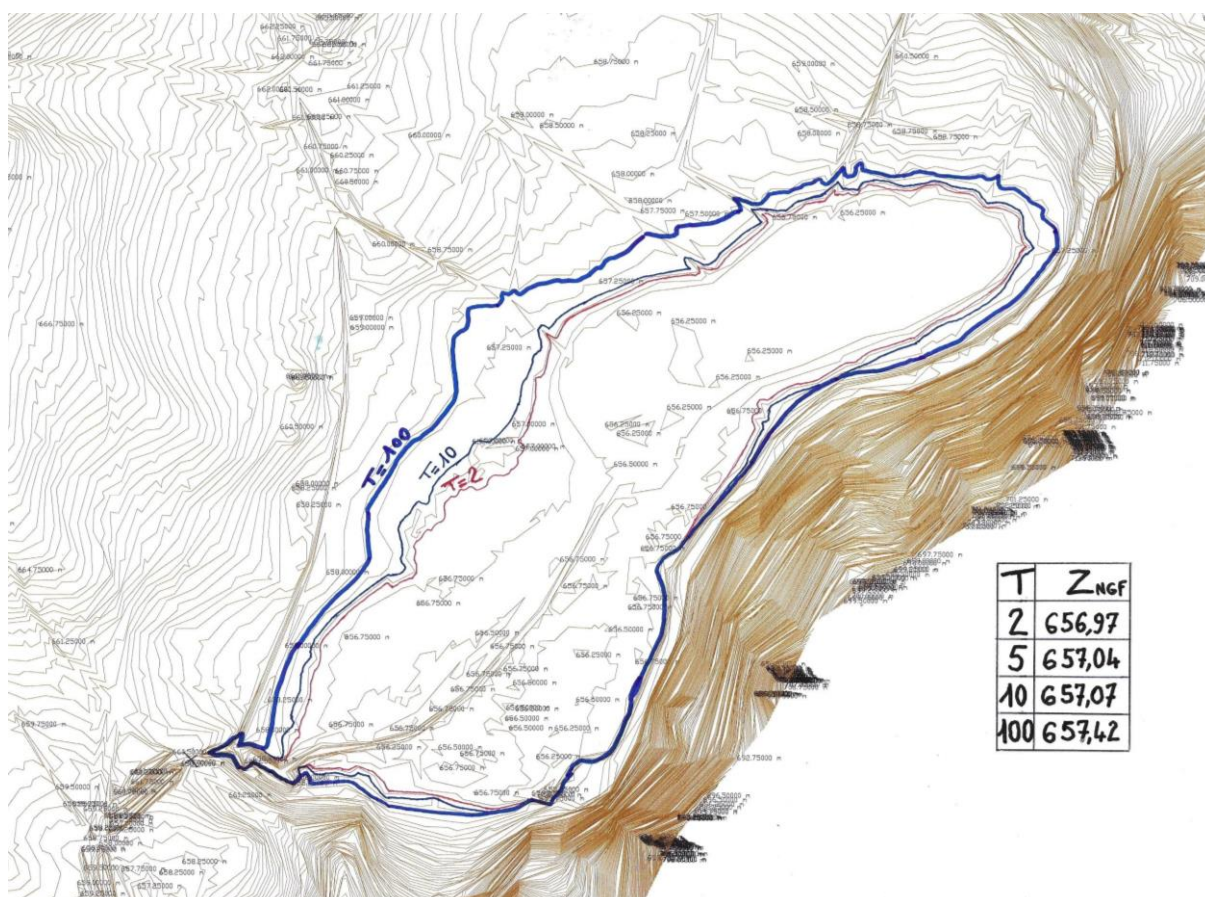


Figure 5: Zones inondables

3-2- Eaux « normales » et « basses eaux » :

Pour ces situations hydrologiques, l'évaluation précise du niveau du lac nécessiterait une modélisation basée sur un bilan hydrologique détaillé, et variable dans le temps. Les données disponibles ne permettent pas d'envisager une telle modélisation qui, d'ailleurs, sortirait du cadre de cette étude.

En pratique on limite le bilan hydrologique à une comparaison entre les entrées et l'évaporation, admise, arbitrairement, être égale à 100 mm par mois.

Ainsi sur un mois (30 jours) on obtiendrait :

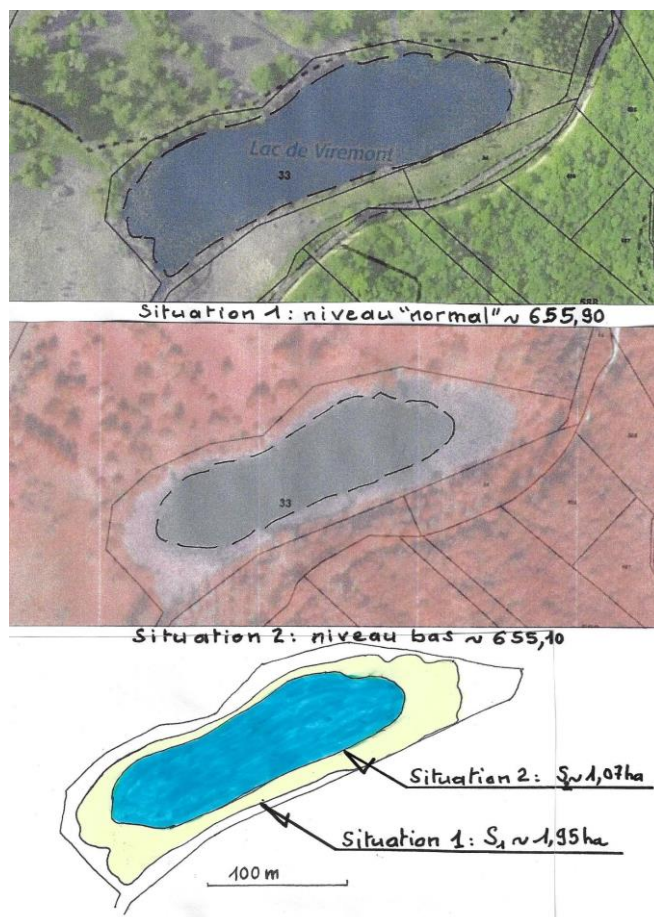
➤ Entrées :

- Module : 73 l/s soit $189216 \approx 189000 \text{ m}^3$ sur un mois.
- Q_{MNA5} : 3l/s (valeur basse de la fourchette estimée) soit $7776 \approx 7800 \text{ m}^3$ sur un mois.

➤ Evaporation : $0.1 \times 20000 = 2000 \text{ m}^3$ sur un mois (ordre de grandeur).

Malgré le caractère approximatif de cette évaluation, il apparaît que l'évaporation ne peut conduire à un abaissement du niveau du lac pour les deux types de débit considérés. Ainsi, le niveau du lac ne dépendrait que des conditions de sortie, en l'occurrence celles imposées par le vannage et le busage situés en sortie du lac (voir les photographies en annexe 1).

On peut admettre la cote **655.90** comme **niveau normal** du lac, sachant que cette cote est celle qui a été relevée lors des deux campagnes topographiques (l'une réalisée cette année, l'autre il y a quatre ans).



En fait l'abaissement du niveau du lac ne se produirait que lors de sécheresses exceptionnelles, entraînant un assec total des alimentations du lac. A titre d'illustration de ce fait, on observe sur une image satellite (non datée) une réduction sensible de la superficie apparente du lac (voir la figure 6 ci-dessous). La superficie résiduelle est estimée à 1.07 ha, contre 1.95 ha en situation normale, soit 55 % de cette dernière surface. L'abaissement de niveau correspondant est très sommairement évalué à 0.8 m, ce qui correspondrait à une perte de volume de 12000 m^3 , soit une durée de sécheresse d'environ $12000/2000 = 6$ mois. Cette situation pourrait être celle de la sécheresse de 1976.

Figure 6: Lac en très basses eaux

4-INCIDENCES DE L'AMENAGEMENT :

- *En crue* : du fait des débordements l'aménagement n'aura pas d'effet sensible sur **les zones inondables, qui demeureront inchangées** (NB : sous réserve de ne pas modifier l'écoulement au niveau des pertes, par un curage par exemple).
- *En eau normale et en basses eaux* : **le niveau du lac est tributaire des conditions de sortie futures** : cote de fond d'un nouveau chenal ou cote du terrain naturel au point bas, en l'absence de chenal. NB : ceci reste valable même si la superficie du chenal est quelque peu augmentée (il faudrait appliquer un facteur multiplicatif de 3.9 à la surface actuelle du lac pour que l'évaporation équilibre un apport de 3 l/s).

5-ANNEXES :

1-Photographies	11
2-Cadastre napolénien (1830)	12
3- Carte dite de l'état-major (milieu 19 ^e siècle)	13
4-Sous-bassins versants	14
5-Aire d'alimentation des sources du Valsin	15
6-Détermination des débits de crue	16
7-Zones inondées en 2014 et en 2016.....	17
8-Contour (bleu) de la zone inondée en 2016	18
9-Relations « superficie inondée-niveau d'eau » et « débit des pertes-niveau d'eau »	19
10-Calculs de l'écêtement dans le lac	20

1-Photographies



Ruisseau de l'Etang



Vannage et busage en sortie du lac

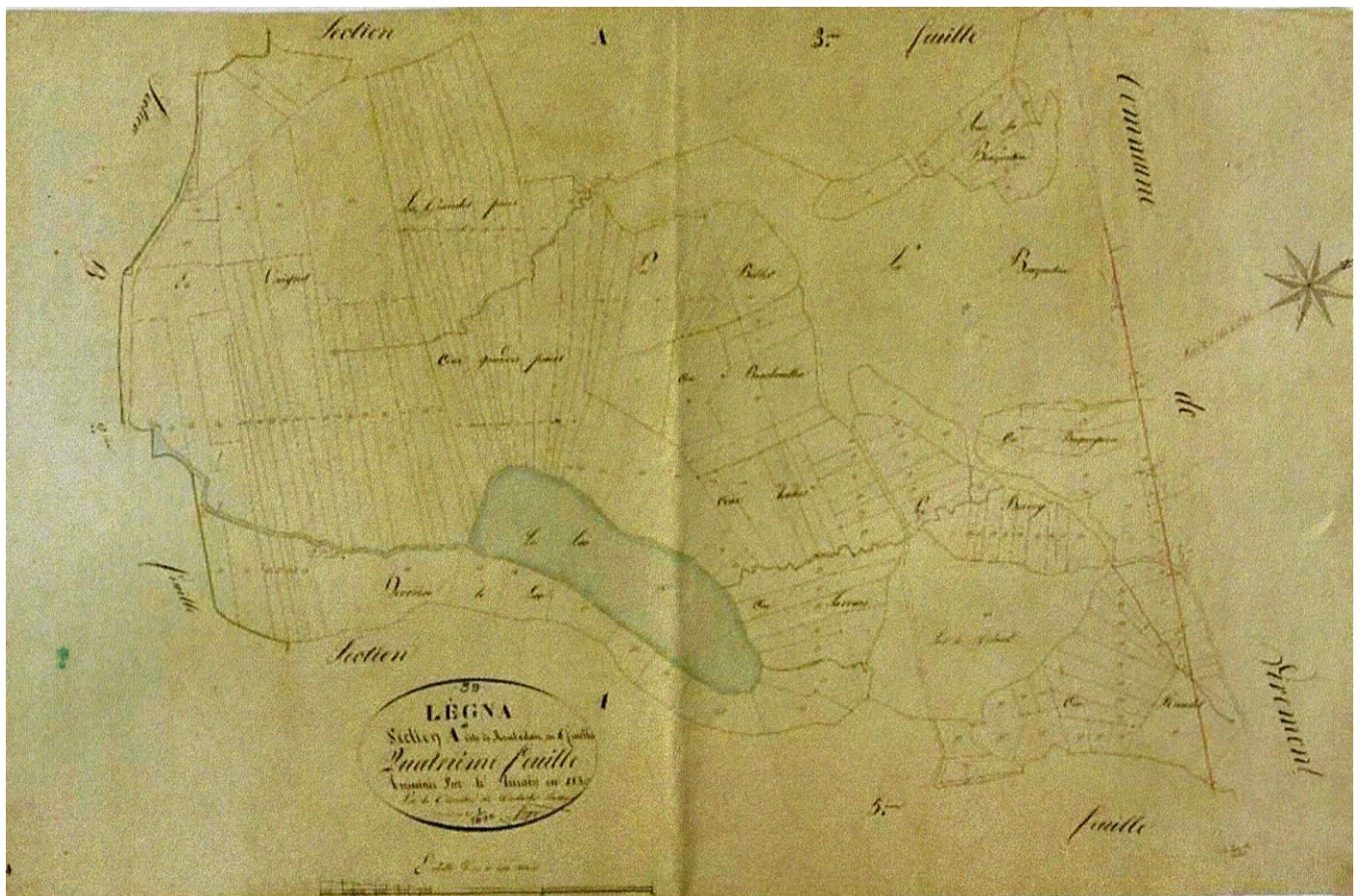


Lac et marais

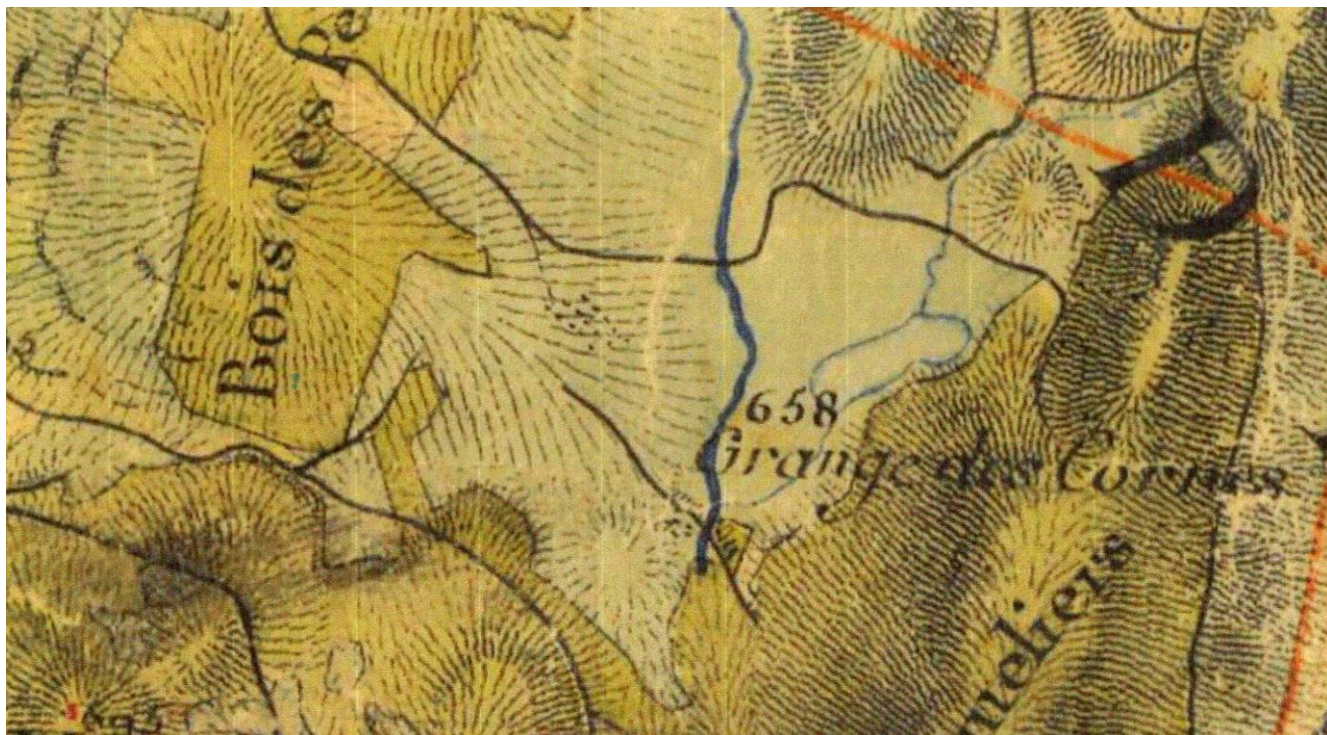


Ancienne canalisation du ruisseau de l'Etang, à l'Ouest du marais

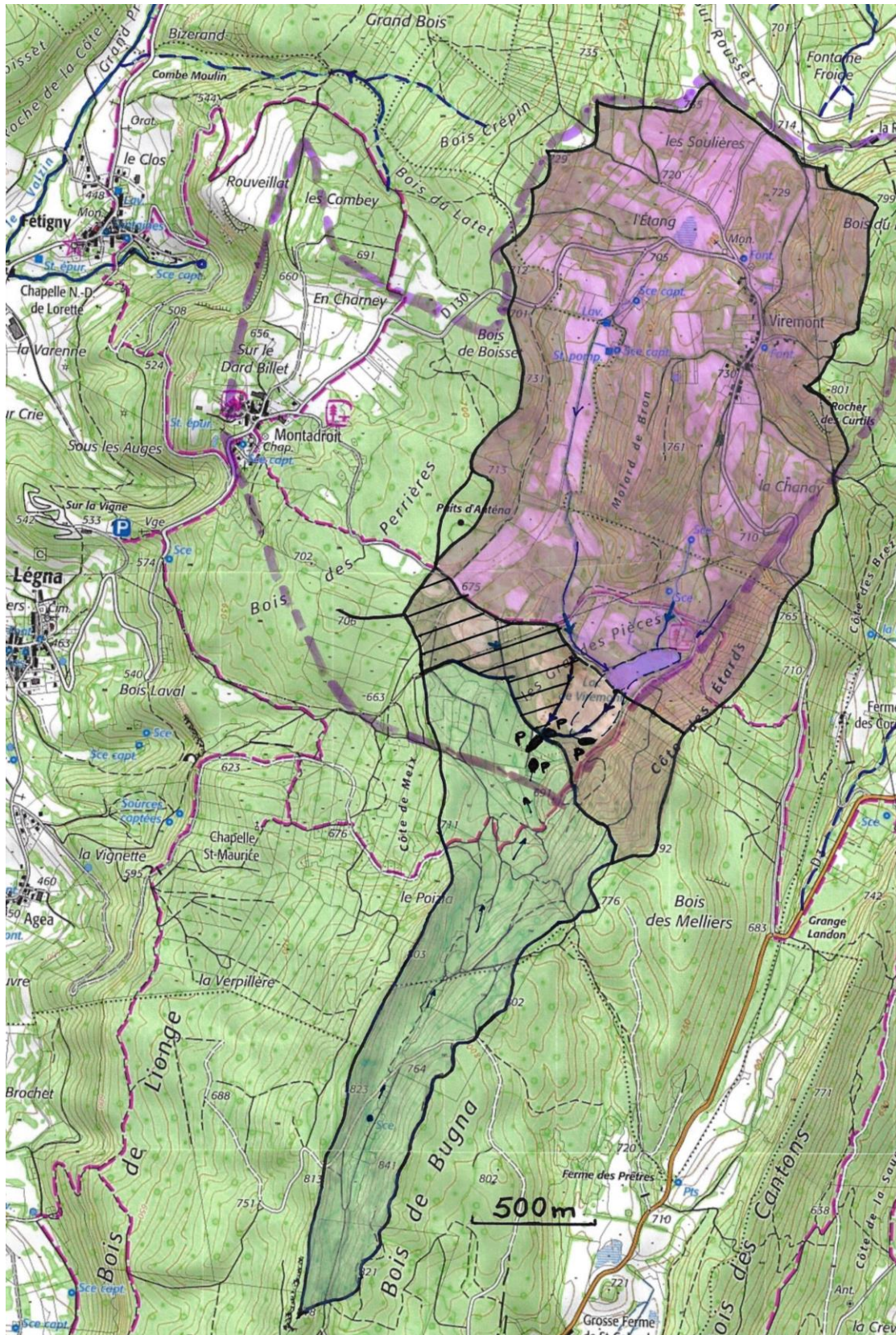
2-Cadastre napoléonien (1830)



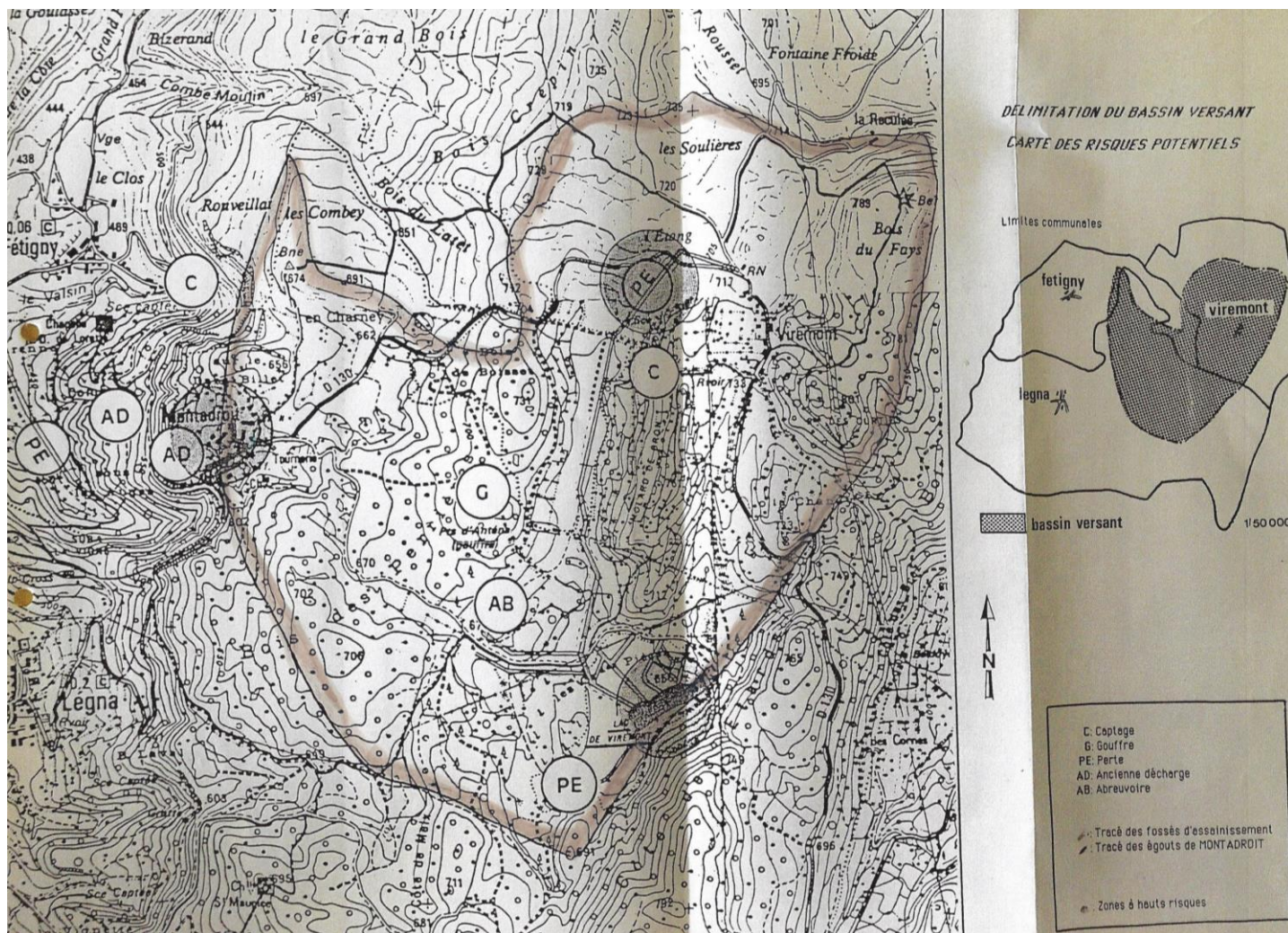
3- Carte dite de l'état-major (milieu 19^e siècle)



4-Sous-bassins versants



5-Aire d'alimentation des sources du Valsin



6-Détermination des débits de crue

(Selon la méthodologie préconisée par le Setra : Guide technique : Assainissement routier-octobre 2006)

➤ Evaluation du débit décennal :

- Par la formule rationnelle : $Q_R = (C \cdot i \cdot A)/3.6 = 8.78 \approx \mathbf{8.8}$

Avec : $C_{10} = 0.40$

$i = 25.5 \text{ mm/h}$ pour un temps de concentration évalué à 75 mn

A : superficie du bassin versant = 3.10 km^2

Q_R : débit en m^3/s

- Par la formule Crupédix : $Q_C = R \cdot (P_{10}/80)^2 \cdot S^{0.8} = \mathbf{3.5}$

Avec : $R = 1.16$ (valeur issue de la station de jaugeage de....)

$P_{10} = 88 \text{ mm}$

S : superficie du bassin versant = 3.10 km^2

Q_C : débit en m^3/s

- Par la formule de transition : $Q_{10} = 0.77 \times 8.8 + 0.23 \times 3.5 = 7.58 \approx \mathbf{7.6} \text{ m}^3/\text{s}$

Avec les coefficients pondérateurs 0.77 et 0.23, fonctions de la superficie du bassin versant.

➤ Evaluation du débit centennal :

- $P_0 = 44 \text{ mm}$ et $C_{100} = 0.51$

- Par la formule rationnelle : $Q_R = (C \cdot i \cdot A)/3.6 = 18.88 \approx \mathbf{18.9}$

Avec : $C_{100} = 0.51$

$i = 43 \text{ mm/h}$ pour un temps de concentration évalué à 66 mn

A : superficie du bassin versant = 3.10 km^2

Q_R : débit en m^3/s

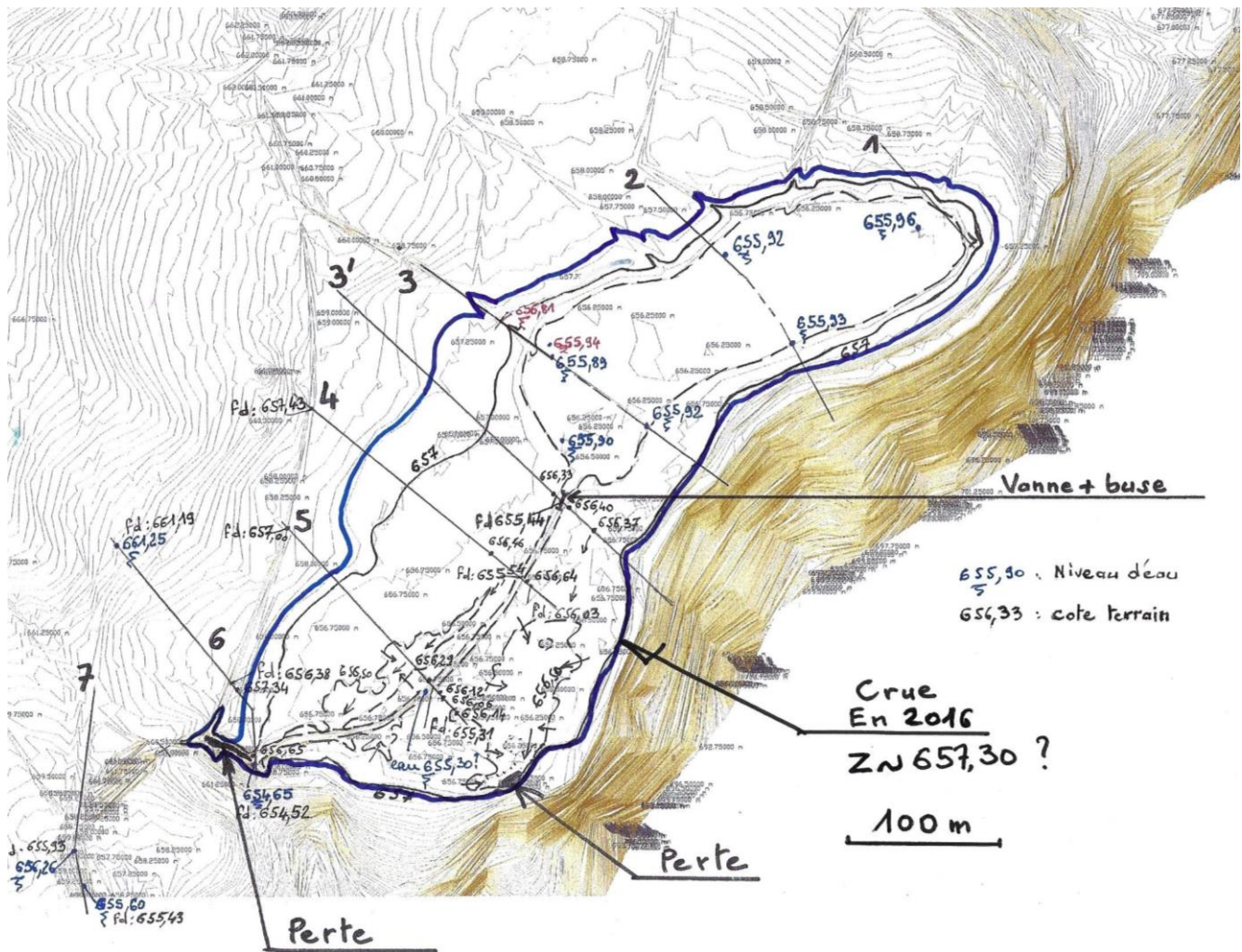
- Par le ratio $b = Q_{R100}/Q_{R10} = 18.9/8.8 = 2.15$

- D'où $Q_{100} = 2.15 \times 7.6 = \mathbf{16.3} \text{ m}^3/\text{s}$

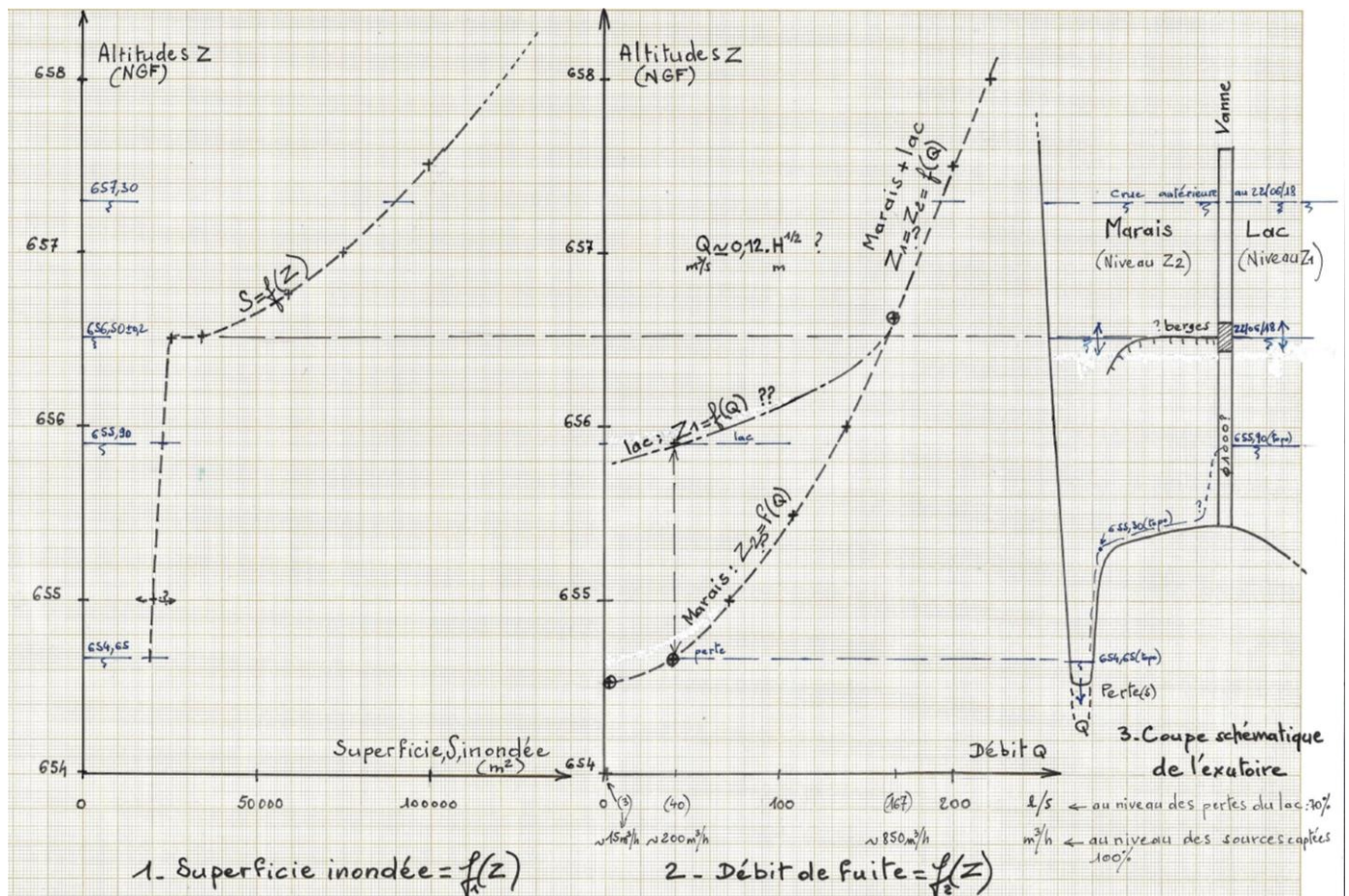
7-Zones inondées en 2014 et en 2016



8-Contour (bleu) de la zone inondée en 2016



9-Relations « superficie inondée-niveau d'eau » et « débit des pertes-niveau d'eau »



10-Calculs de l'écrêtement dans le lac

