



Note de présentation du projet de rétablissement de la continuité  
hydraulique du « Ruisseau des Bois »  
Commune de CHECY 45 430

Concerne l'ouvrage hydraulique SNCF existant – ligne Orléans –Gien  
687 000 – PK 130+615

Etude de faisabilité pour la  
Remise en service le cadre d'une opération de travaux  
d'assainissement Orléans Métropole



Objet de la note complémentaire:

Suite à la transmission de la note de calcul initiale pour une pluie de projet trentennale, la SNCF demande quel serait le débit d'apport pour une pluie centennale ? « *C'est sur cette occurrence centennale que sont dimensionnés les ouvrages de traversées hydrauliques des voies ferrées* ».

Sommaire

§1 : Note de calcul : formules et méthode utilisées.

§2 : Calculs pluie 100 ans sur le bassin versant à l'amont de la voie SNCF.

2.1 Bassin versant de la Malécotière

2.2 Bassin versant de Laveau.

§3: Interprétation des calculs.

3.1. Exploitation des résultats.

3.2. Incidence sur la traversée hydraulique ouvrage SNCF.

§ 4 : Synthèse

§5. Conclusion de l'étude:

**P.J.C N°10** –ORLEANS METROPOLE –RUISSEAU DES BOIS –AIOT N° 0100002564- COMPLEMENT  
NOTE DE CALCUL OUVRAGE HYDRAULIQUE SNCF RUE DE LAVEAU.

**§1 : Note de calcul : formules et méthode utilisées.**

**Hydrologie**

Occurrence de la pluie : 100 ans:

La méthode et les formules de calcul utilisées pour la pluie 100 ans, sont identiques à celles de la note initiale, pour le calcul de la pluie 30 ans, pluie du projet. (Cf. Pièce jointe remise avec la note initiale : « Extrait du dossier loi sur l'eau/ SAFEGE).

Méthode de Calcul :

- Débit de pointe (Qp) : Formule de la « Méthode rationnelle »
- Tc Temps de concentration(Tc) et vitesse (V) : Formule R.BOURRIER.

Lois de Montana avec les coefficients **a** et **b** (Station Orléans Métropole)

Le dimensionnement est réalisé à partir de l'événement le plus défavorable, soit la pluie de 6heures à 24 heures

PERIODE DE RETOUR pluie de	Pluies 6 min à 2h		Pluies 6 h à 24 h	
	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>a</b>	<b>b</b>
T = 100 ans	7.778	-0.56	42.033	-0.871
Hauteur de pluie précipitée en mm / m2 (Hp 100)	durée 6' := 17.1 durée 2h = 63.9		durée 6 h = 89.8 mm durée 24 h =107.4	

**Hydraulique** :

Les calculs hydrauliques des débits capables des ouvrages (canalisations et ouvrage de franchissement SNCF) sont des écoulements calculés à surface libre. Néanmoins, pour une pluie centennale, les réseaux existants et projetés, fonctionneront en charge. Cette note de calcul n'est pas une modélisation du système d'ensemble. La mise en charge des réseaux générera des débits supérieurs à ceux produits par l'écoulement à surface libre.

**§2 : Calculs pluie 100 ans sur le bassin versant à l'amont de la voie SNCF.**

**2.1 Bassin versant de la Malécotière**

(Cf. : plan de principe du projet SAFEGE –remis avec la note initiale)

**Caractéristiques du bassin versant naturel**

301.9 S	Surface en hectares
0.04 C	Coefficient d'imperméabilisation
3 380 L	Chemin hydraulique en mètres
0.004 P	0.004 pente moyenne en m/m

0.10	Vitesse en m/s
571.4	Temps de concentration (min)
0.338	Débit de pointe actuel m <sup>3</sup> /s
324 240	Volume d'eau précipité sur le bassin versant (S x Hp100 24h) en m <sup>3</sup>
12 970	Volume ruisselé sur le bassin versant (24h00) (S x C x Hp 100 24 h) en m <sup>3</sup> .

**Caractéristiques du bassin versant (BV) aménagé**

301.9 S	Surface en hectares
0.04 C	Coefficient d'imperméabilisation
3 380 L	Chemin hydraulique en mètres
0.004 P	0.004 Pente moyenne en m/m

0.10	Vitesse en m/s
571.4	Temps de concentration (min)
0.338	Débit de pointe actuel m <sup>3</sup> /s
324 240	Volume d'eau précipité sur le bassin versant (S x Hp100 24h) en m <sup>3</sup>
12 970	Volume ruisselé sur le bassin versant (24h00) (S x C x Hp 100 24 h) en m <sup>3</sup> .

**Dimension du bassin de rétention**

4 072	Volume stocké m3 (méthode des pluies) au niveau des plus hautes eaux
0.100	Débit de fuite régulé rejeté au réseau m3/
0.086	Débit surverse maximal contenu par le réseau (DN 500 /0.004 m/m => débit pleine section (avec formule Strickler K=60) = 0.186 m3/sec.
0.186	Débit à pleine section de la canalisation exutoire existante

**Ruissellement de surface brut produit « arithmétique »:**

<b>8 898</b>	Volume résiduel ruisselé sur le bassin versant Malécotière : (12 970-4 072) m3 nota : Le bassin est plein le temps de l'épisode 24h + temps de concentration après la fin de la pluie (9h30) Au-delà de ce temps les conditions de fonctionnement sont celles des ouvrages projetés, calculés pour la pluie de 30 ans.
<b>0.152</b>	Débit résiduel en surface (non canalisé dans le réseau) (0.338 -0.186) m3/s

## **2.2 Bassin versant de Laveau**

(Cf. : plan de principe du projet SAFEGE –remis avec la note initiale)

### **Caractéristiques du bassin versant naturel**

200 S	Surface en hectares
0.17 C	Coefficient d'imperméabilisation
2 625 L	Chemin hydraulique en mètres
0.004 P	0.004 pente moyenne en m/m

0.16	Vitesse en m/s
273.6	Temps de concentration (min)
1.806	Débit de pointe actuel m <sup>3</sup> /s
214 800	Volume d'eau précipité sur le bassin versant (S x Hp100 24h) en m <sup>3</sup>
36 516	Volume ruisselé sur le bassin versant (24h00) (S x C x Hp 100 24 h) en m <sup>3</sup> .

### **Caractéristiques du bassin versant (BV) aménagé**

200 S	301.9 S	Surface en hectares
0.17 C	0.04 C	Coefficient d'imperméabilisation
2 625 L	3 380 L	Chemin hydraulique en mètres
0.004 P	0.004 P	0.004 Pente moyenne en m/m

0.16	Vitesse en m/s
273.6	Temps de concentration (min)
1.806	Débit de pointe actuel m <sup>3</sup> /s
214 800	Volume d'eau précipité sur le bassin versant (S x Hp100 24h) en m <sup>3</sup>
36 516	Volume ruisselé sur le bassin versant (24h00) (S x C x Hp 100 24 h) en m <sup>3</sup> .

**P.J.C N°10** –ORLEANS METROPOLE –RUISSEAU DES BOIS –AIOT N° 0100002564- COMPLEMENT  
NOTE DE CALCUL OUVRAGE HYDRAULIQUE SNCF RUE DE LAVEAU.

**Dimension du bassin de rétention**

0.200	Débit de fuite régulé rejeté au réseau m3/
15 486	Volume stocké m3 (méthode des pluies) au niveau des plus hautes eaux
0.600	Débit surverse maximal contenu par le réseau exutoire ( DN 800 /0.003 m/m => débit pleine section ( avec formule Strickler K=85) = 0.800 m3/sec.

**Ruissellement de surface produit « arithmétique »:**

<b>21 030</b>	Volume résiduel ruisselé sur le bassin versant Laveau (36 516 -15 486) m3 nota : Le bassin est plein le temps de l'épisode 24h + temps de concentration après la fin de la pluie (4h30). Au-delà de ce temps les conditions de fonctionnement sont celles des ouvrages projetés, calculés pour la pluie de 30 ans.
<b>1.006</b>	Débit résiduel en surface (non canalisé dans le réseau) (1.806 -0.800) m3/s
<b>0.152</b>	Débit résiduel en surface produit par le bassin versant de Malécotière m3/s

### **§3: Interprétation des calculs.**

#### **3.1. Exploitation des résultats.**

Les valeurs prises par hypothèse pour la durée de la pluie ont une incidence extrêmement variable sur le résultat des calculs. Lorsqu'on utilise une pluie de référence il faut bien d'abord définir sa durée. Les calculs ont ici été faits à partir de l'événement le plus défavorable, soit la pluie de 6 heures à 24 heures.

Pour la pluie d'occurrence 100 ans, les bassins versants, les collecteurs de transferts (calculés pour la pluie d'occurrence 30 ans) et les bassins de stockages projetés (calculés pour la pluie d'occurrence 30 ans), un ruissellement de surface va être généré par les précipitations du fait de:

- La mise en charge des collecteurs qui vont déborder et créer des poches d'eau dans les cuvettes du terrain naturel et à l'amont des obstacles artificiels (voies de circulation en remblai par exemple) qui forment des zones de stockages et d'expansions en surface.
- Des débordements contourneront les bassins de stockages par l'augmentation des hauteurs des lignes piézométriques, dans les collecteurs ou fossés les alimentant, au-delà du niveau du terrain naturel à l'amont des bassins de stockages. (exemple : Pour le bassin de Laveau existant : les deux collecteurs d'alimentation en place ont une capacité totale de 0.860m<sup>3</sup>/s (DN 600 mm à 0.004 m/m) leurs fil d'eau est à -1.70 m. du niveau du sol, soit 1.10 m de charge seulement.
  - o Les bassins de Malécotière et de Laveau seront contournés à l'amont de leurs périmètres par ce ruissellement de surface. (à l'arrière du bassin),

#### Ruissellement de surface déjà observé en juin 2016

Les photos ci- dessous ont été prises en juin 2016, lors des inondations qui se sont produites sur le bassin versant du ruisseau des Bois. Il était tombé en 4 jours l'équivalent de 2.5 mois de pluie.

**Cette période de pluie longue sur 4 jours est caractérisée par un cumul de pluies de fréquence nettement supérieur à 100 ans. Elle a connu les cumuls maximaux, notamment le 31 mai 2016 sur 24, 48, 72 et 96 heures caractérisés avec des périodes de retours allant de 50 à plus de 100ans.** Le ruissellement de surface qui s'est créé sur le parcours du le ruisseau des Bois, sur un sol dont l'indice d'humidité de plus de 125 %est un record absolu (Météo France), illustre bien le ruissellement de surface qui est produit par une pluie centennale sur ce talweg dès que les ouvrages arrivent à saturation.

**Plans de situation des zones de débordements observés en juin 2016.à l’amont de la voie SNCF.**

**Bassin versant Malécotière :**

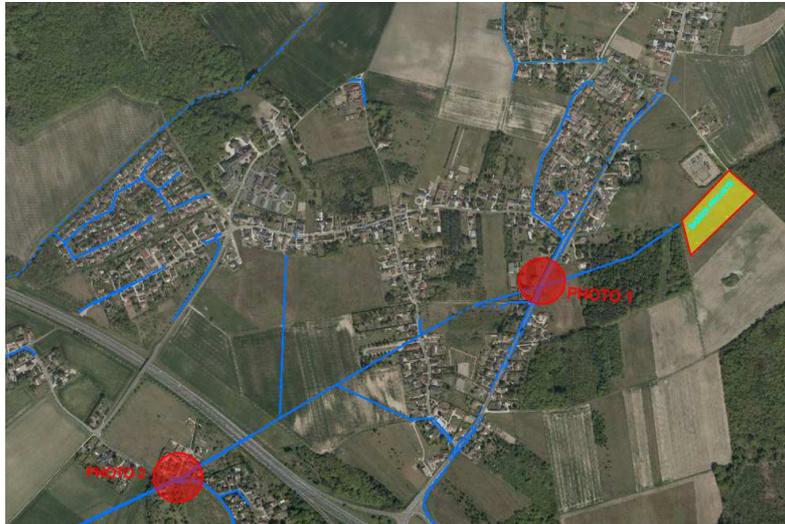


Photo 1 : Rue de la Malécotière : zone d’expansion de la crue du ruisseau des Bois (retenue artificielle –chaussée en remblai).



Photo 2 : Rue du Croc : zone d’expansion de la crue du ruisseau des Bois.



**Bassin versant Laveau**



**Photos 3 :**

Le bassin de Laveau : le niveau haut de la digue n'est pas atteint cependant le ruissellement amont, produit par la mise en charge des collecteurs d'arrivée, le contourne (le terrain naturel étant plus bas que la digue du bassin)



**P.J.C N°10** –ORLEANS METROPOLE –RUISSEAU DES BOIS –AIOT N° 0100002564- COMPLEMENT  
NOTE DE CALCUL OUVRAGE HYDRAULIQUE SNCF RUE DE LAVEAU.

Chemin du Rôtissoire (juste à l'aval du bassin) le bassin est sur la Gauche (caché par les arbres)  
l'inondation contourne le bassin par l'Ouest et se propage sur le terrain naturel.



Rue de laveau : ruissellement de surface (la voie ferrée est 300mètres plus bas)



C'est le cheminement suivi par les volumes d'eau de ruissellement produit par la pluie centennale.

### 3.2. Incidence sur la traversée hydraulique ouvrage SNCF.

**L'ouvrage de franchissement existant n'est pas capacitaire pour le débit susceptible d'être produit par la pluie centennale.**

<b>21 030</b>	Volume résiduel ruisselé sur le bassin versant Laveau (36 516 -15 486) m3 nota : Le bassin est plein le temps de l'épisode 24h + temps de concentration après la fin de la pluie (4h30). Au-delà de ce temps les conditions de fonctionnement sont celles des ouvrages projetés, calculés pour la pluie de 30 ans.
<b>1.806</b>	Débit de pointe projet. Bassin versant Laveau
<b>0.152</b>	Débit résiduel écoulement en surface produit par le bassin versant de Malécotière m3/s
<b>1.958</b>	Débits de pointe additionné (bassin versant Laveau) + Débit résiduel écoulement en surface (bassin versant Malécotière) m3/s.
<b>1.006</b>	Débit résiduel écoulement en surface produit par le bassin versant de Laveau (non canalisé dans le réseau) (1.806 -0.800) m3/s
<b>1.158</b>	Débit résiduel total (1.006+0.152) m3/s écoulement en surface des deux bassins versants m3/s
<b>1.452</b>	Débit capable à pleine section (à écoulement libre) du ponceau SNCF existant m3/ s (Cf. Note de calcul initiale)
<b>0.652</b>	Débit résiduel en surface non canalisé dans le réseau DN 800 mais accepté par l'ouvrage hydraulique SNCF (1.452 – 0.800) m3/s :
<b>0.506</b>	Débit résiduel en surface non canalisé non accepté (en écoulement à surface libre) par l'ouvrage hydraulique SNCF (1.158-0.652)m3/s : <b><u>mise en charge de l'ouvrage.</u></b>

Un volume d'eau va alors se former au pied du talus de la voie SNCF. Le niveau de montée des eaux (non modélisé) se décomposera globalement en 3 étapes successives:

- D'abord, niveau ligne d'eau jusqu'à la pleine section : 101.24.  
Le radier de l'ouvrage hydraulique SNCF est à l'altitude 100.24 NGF. Le niveau de sa voute, atteint pour la pleine section de l'ouvrage, est à 101.24.
- Ensuite, montée du niveau d'eau de cette retenue artificielle (talus SNCF) entre altitude de la voute (101.24) et le niveau de la rue sous le pont SNCF (102.39). Un volume d'eau sera stocké au pied du talus jusqu'au niveau (102.39). Au droit du passage Hydraulique, la hauteur d'eau sera donc 1.15 m au-dessus de la voute de l'ouvrage. C'est-à-dire 23 cm au-dessus de la partie maçonnée de la tête d'ouvrage existante.



**P.J.C N°10** –ORLEANS METROPOLE –RUISSEAU DES BOIS –AIOT N° 0100002564- COMPLEMENT  
NOTE DE CALCUL OUVRAGE HYDRAULIQUE SNCF RUE DE LAVEAU.

- Ensuite, si le niveau des plus hautes eaux de cette retenue passe au-delà du niveau 102.39, la chaussée servira de déversoir, le débit franchit alors la ligne SNCF en passant sous le pont.

Vue du Pont et de la Chaussée (altitude chaussée 102.39 NGF)



Lors de l'inondation de juin 2016, l'ouvrage hydraulique SNCF a laissé transiter le débit produit par le ruissellement de surface. (Nota l'ouvrage avait une section hydraulique réduite par les dépôts déjà sédimenté au fond son débit capable n'était alors pas égale à 1.452 m<sup>3</sup>/s)

(Hauteur de sédiments en 2021)



Photo à l'aval de l'ouvrage hydraulique SNCF le 02.06.2016 (l'inondation est terminée)



#### **§ 4 : Synthèse**

Les calculs présentés donnent pour la pluie centennale la plus défavorable (6h à 24 h) un débit résiduel d'environ 0.506 m<sup>3</sup>/s (écoulement de surface libre) qui met en charge l'ouvrage hydraulique SNCF, sous capacitaire pour ce débit supplémentaire.

La ligne d'eau peut monter à 1.15 m au-dessus du niveau de la voute de l'ouvrage sous voie ferrée, ce fonctionnement en charge augmentera sensiblement le débit dans la traversée du passage sous voie ferrée (forte pertes de charge coefficient de rugosité faible vue la nature de l'ouvrage)

Au-delà de la cote 102.39 la masse d'eau se déversera à l'aval de la voie ferrée passant sur la chaussée sous le pont (déversoir). La ligne d'eau montera 23 cm au-dessus de partie maçonnée de la tête de l'ouvrage existant.

Concernant le calcul des effets produits par une pluie centennale, base de calcul pour dimensionner les ouvrages hydraulique SNCF, il est important de mettre en perspective pour le ponceau existant que :

- 1) La mise en service de la ligne Orléans –Gien date de 1873 (source Wikipédia),
- 2) **Période 1873 à 1970** : Les bassins versants du ruisseau des Bois à l'amont de la voie ferrée sont peu urbanisés (coefficients respectifs des deux bassins versants amont : Malécotière  $C= 0.04$  sur (301.9 hectares) et Laveau aujourd'hui  $C= 0.17$  (sur 200hectares). Le coefficient du bassin versant de Laveau à nécessairement évolué depuis 1873 suite à l'urbanisation. Il était probablement plus proche de  $C=0.05$  A  $0.10$  (terres cultivées).Il est cependant difficile, sauf si la SNCF possède les calculs originaux, de vérifier les coefficients et la méthode de calculs utilisés ayant servi à déterminer le ruissellement du ruisseau des Bois, et donc le débit capable calculé de l'ouvrage. Si on recalcule (sur la base de la pluie centennale de cette note) le débit de pointe ( $Q_p$ ) du bassin versant de Laveau avec un coefficient  $C= 0.10$ , on obtient  $Q_p = 0.993 \text{ m}^3/\text{s}$ . En additionnant les débits des deux bassins versants on obtient **(0.338 +0.993=1.331m<sup>3</sup>/s)**

**On peut estimer que le calcul de l'hydrologie fait à la conception de l'ouvrage en 1873 était cohérent avec les données du contexte l'époque et que sa section hydraulique était suffisante. (1.452 m<sup>3</sup>/s)**

- 3) **Période 1970 à aujourd'hui** : Le bassin versant du ruisseau des Bois est actuellement pourvu du bassin d'infiltration de Laveau (capacité 7 500m<sup>3</sup>). Ce bassin a été créé dans les années 1970 vraisemblablement (date du remembrement) auparavant, le ruisseau des Bois passait par l'ouvrage SNCF depuis 1873. En additionnant les débits des deux bassins versants on obtient **(0.338 +1.806= 2.144 m<sup>3</sup>/s)**.Le bassin de Laveau dans sa configuration actuelle avec ses 7 500 m<sup>3</sup> de stockage ne tamponne pas ce débit sur la pluie de projet 100 ans –de durée (6h-24h)

**On peut observer que le calcul de l'hydrologie fait pour la pluie de cent ans sur le bassin versant actuel, produit un débit (2.114 m<sup>3</sup>/s) qui rend déjà l'ouvrage hydraulique de la voie SNCF (1.452 m<sup>3</sup>/s) sous capacitaire de 0.692 ms/s.**

- 4) **Inondations de juin 2016** :Aujourd'hui, dans cette configuration avec bassin d'infiltration, les pluies de juin 2016, ruisselées en surface sont passées par l'ouvrage hydraulique SNCF (partiellement obstrué : 20 à 30 cm de sédiments au radier). **Ce qui est en quelque sorte « un laboratoire de terrain, grandeur nature » pour évaluer l'effet du ruissellement de surface au droit de l'ouvrage étudié pour une pluie de retour allant de 50 à plus de 100 ans.**
- 5) **Le projet de rétablissement de la continuité du ruisseau des Bois** prévoit l'augmentation du volume de stockage de 12 058 minimal soit un volume total disponible de 19 560 m<sup>3</sup>. Ce volume de stockage n'existe actuellement.

On peut estimer que le projet améliore sensiblement la situation actuelle au niveau du franchissement de l'ouvrage hydraulique SNCF avec un débit de 1.958 m<sup>3</sup> produit **mais qui rend toujours l'ouvrage hydraulique de la voie SNCF (1.452 m<sup>3</sup>/s) sous capacitaire de 0.506 ms/s.**

**§5. Conclusion de l'étude:**

Le projet de reconstruction du ruisseau des bois ne modifie pas les caractéristiques de surfaces actives des bassins versants existants. Cela induit que dans l'état actuel des ouvrages hydrauliques existants (y compris ouvrage SNCF), **le ruissellement de surface produit par une pluie centennale est supérieur à leurs capacités hydrauliques**. Ce volume d'eau n'est canalisé ou stocké qu'en partie. Au-delà des capacités hydrauliques des ouvrages, le ruissellement de surface des eaux précipitées suit le talweg du ruisseau originel. Le déversoir des eaux de surface est constitué par la voirie de la rue de Laveau sous le pont SNCF.

Le projet augmente cependant la capacité de stockage sur le bassin versant à l'amont de la voie SNCF, **améliore la situation actuelle, mais ne rend pas l'ouvrage hydraulique existant capacitair pour une pluie centennale** (calculée sur la contrainte la plus forte : pluie de 6h à 24h), **ce qui n'est déjà pas le cas dans la situation existante**.

Cette étude n'étant pas les résultats d'une modélisation du ruisseau des Bois pour une pluie donnée, elle comporte nécessairement des approximations dans les résultats des quantités obtenues, dues notamment à la propagation du ruissellement de surface, aux temps de vidange des nombreuses retenues naturelles disponibles sur le parcours de l'eau qui, auront un rôle de tampon pendant sa progression sur la durée de la pluie.

La direction de l'assainissement (DCERE) se tient à votre disposition pour échanger et avoir votre avis sur les éléments exposés.

Bien cordialement.