

COMMUNE DE CORNEILLA DEL VERCOL (66)

*Modélisation hydraulique de l'Agouille de la Mar
dans la traversée du village*

Dossier 09-DO-18 – Date : Juillet 2009

APPROUVÉ

par délibération du Conseil Municipal
en date du **17 JUIN 2011**

Contact :

David OUALLET – Pôle Hydraulique
Tecnosud – 574 rue Félix Trombe
66100 Perpignan

Tél. : 0 825 811 933

Fax : 04 68 68 65 71

PURE 
environnement

SOMMAIRE

Table des illustrations

Préambule

A. Enquête de terrain et recueil de données	6
I. SITUATION GEOGRAPHIQUE ET RESEAU HYDROGRAPHIQUE	7
I.1. Situation géographique	7
I.2. Réseau hydrographique local	7
I.3. Risque d'inondation par l'Agouille de la Mar	7
I.4. Données utilisées pour la réalisation de l'étude	8
II. ANALYSE HYDROLOGIQUE	9
II.1. Bassins versants	9
II.2. Données issues de l'étude de la DDEA (DDAF en 1999)	10
II.3. Estimation du coefficient de ruissellement	10
II.4. Données pluviométriques	10
II.5. Calcul des débits de projet	11
II.6. Apport de débit dans Corneilla del Vercol	14
III. ANALYSE HYDRAULIQUE – CAPACITES DE TRANSIT	15
III.1. Caractéristique des ouvrages	15
III.2. Capacité hydraulique des ouvrages	16
B. Modélisation hydraulique	17
I. PRINCIPE DE LA MODELISATION	18
II. MODELISATIONS HYDRAULIQUES	19
II.1. Le logiciel utilisé	19
II.2. Topographie et montage du modèle numérique	19
II.3. Paramètres de modélisation	20
III. EXPLOITATION DES RESULTATS	22
III.1. Hydrogrammes	22
III.2. Hauteur d'eau	22
III.3. Vitesses	23
III.4. Risque Inondation au sein de la traversée	23
III.5. Risque Inondation en amont de la voie SNCF	25
IV. CONCLUSION	27

Annexes

TABLE DES ILLUSTRATIONS

LISTE DES FIGURES

➤	FIGURE 1 : Localisation du secteur d'étude	7
➤	FIGURE 2 : réseau hydrographique local.....	7
➤	FIGURE 3 : zones inondées en 1992.....	7
➤	FIGURE 4 : Délimitation des bassins versants (DDAF).....	9
➤	FIGURE 5 : Délimitation du bassin versant.....	9
➤	FIGURE 6 : Zone d'urbanisation envisagée	14
➤	FIGURE 7 : Délimitation de la zone inondable	26

ANNEXES

➤	ANNEXE 1 : Formules d'intensité maximale
➤	ANNEXE 2 : Formule de calcul du temps de concentration
➤	ANNEXE 3 : Pluie de projet SOCOSE
➤	ANNEXE 4 : Présentation du logiciel MAGE
➤	ANNEXE 5 : Enveloppe des Débits, Cotes et Vitesses moyennes calculés par MAGE

PREAMBULE

La commune de Corneilla del Vercol souhaite étendre sa zone urbanisable sur son territoire. Le secteur est traversé par l'Agouille de la Mar, source d'éventuelle inondation.

Afin de connaître le comportement de ce cours d'eau, la commune de Corneilla del Vercol nous a contacté afin d'étudier les risques d'inondation dus au de débordements de l'Agouille de la Mar dans la traversée du village.

Le présent document constitue ainsi l'étude hydraulique nécessaire pour définir l'emprise inondable et les niveaux d'écoulement correspondant à l'événement de référence.

Ce rapport sera présenté en deux étapes principales :

- L'enquête de terrain et le recueil des données,
- La modélisation hydraulique.

A. Enquête de terrain et recueil de données

I. SITUATION GEOGRAPHIQUE ET RESEAU HYDROGRAPHIQUE

I.1. Situation géographique

La commune de Corneilla-del-Vercol est située à une dizaine de kilomètres au sud-sud-est de Perpignan, de part et d'autre de l'Agouille de la Mar. Ce cours d'eau passe au milieu du village et draine la majeure partie des eaux pluviales du secteur. L'Agouille de la Mar se jette dans l'étang de Canet-Saint-Nazaire.

➤ *FIGURE 1 : Localisation du secteur d'étude*

I.2. Réseau hydrographique local

Le village se situe dans le bassin versant de l'Agouille de la Mar, cours d'eau à régime permanent qui se jette dans l'étang de Canet-Saint-Nazaire, étang côtier méditerranéen. Ce cours d'eau dispose, tout le long de son lit, de nombreux affluents (fossés et agouilles secondaires).

➤ *FIGURE 2 : réseau hydrographique local*

L'Agouille de la Mar est un cours d'eau entièrement artificiel créé par les Templiers pour drainer les marécages de Bages, Montescot, Villeneuve-de-la-Raho et Corneilla-del-Vercol ; ce n'est pas un émissaire de crue mais un ouvrage d'assainissement et de drainage. Cette agouille constitue la propriété du Syndicat mixte du bassin de l'Agouille de la Mar.

I.3. Risque d'inondation par l'Agouille de la Mar

Le village de Corneilla-del-Vercol est implanté de part et d'autre de l'Agouille de la Mar, en aval des ponts S.N.C.F. et de l'ancienne RN114. Ces ouvrages (pont type voûte) constituent des obstacles à l'écoulement des eaux de l'Agouille de la Mar en période de crue, provoquant l'inondation des terrains situés à l'amont. C'est ce qui s'est produit lors de la crue des 26 et 27 septembre 1992, comme le montre la cartographie des zones inondées en page suivante.

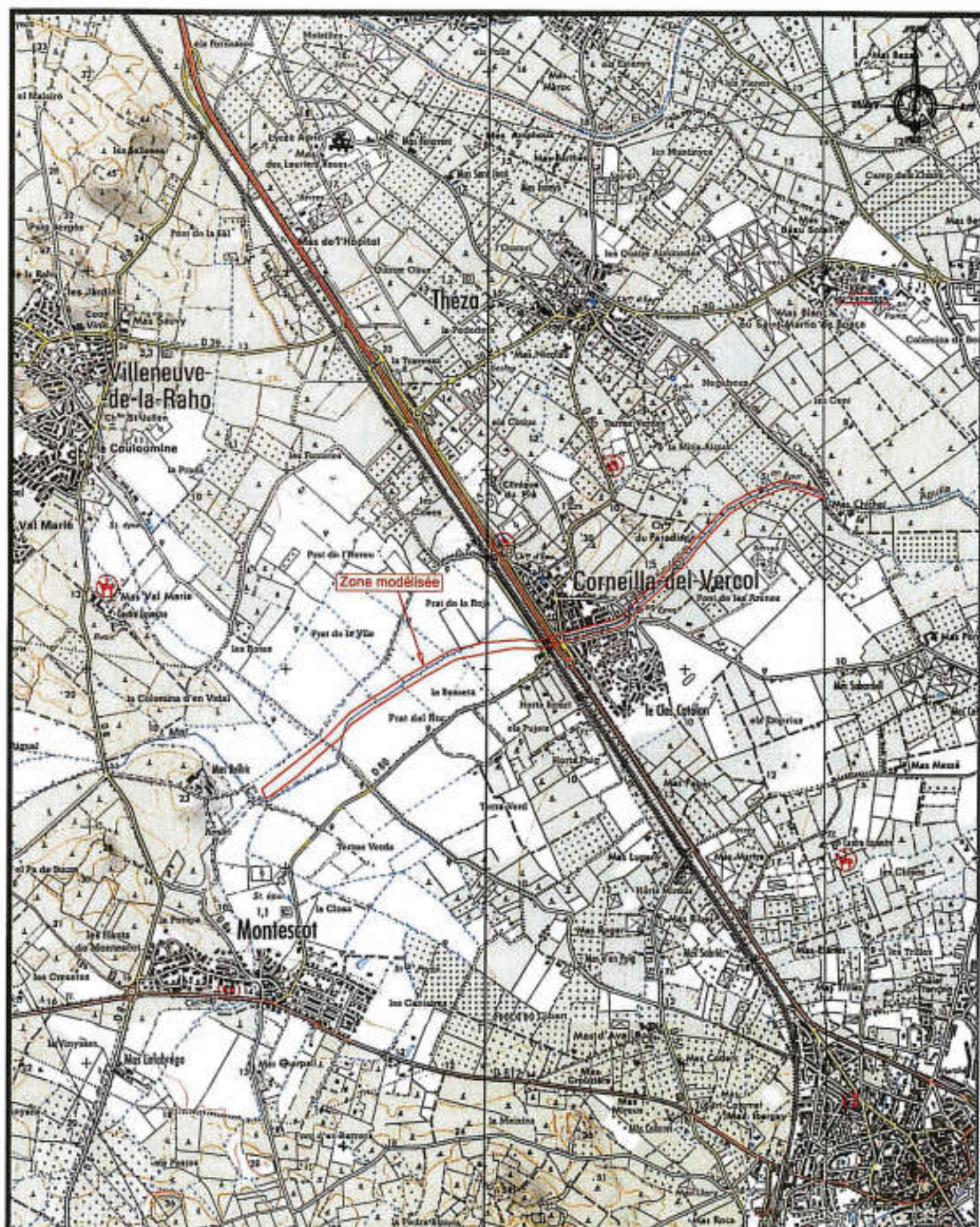
➤ *FIGURE 3 : zones inondées en 1992*

Des travaux hydrauliques ont été réalisés depuis 1994 sur l'Agouille de la Mar, de façon à assurer une capacité de transit décennale sans débordement. Ainsi, deux bassins d'orages ont été créés à Bages et Montescot, parallèlement à un recalibrage de l'Agouille pour un débit théorique de 73 m³/s au droit de Corneilla-del-Vercol.

COMMUNE DE CORNEILLA DEL VERCOL

LOCALISATION GEOGRAPHIQUE DU PROJET

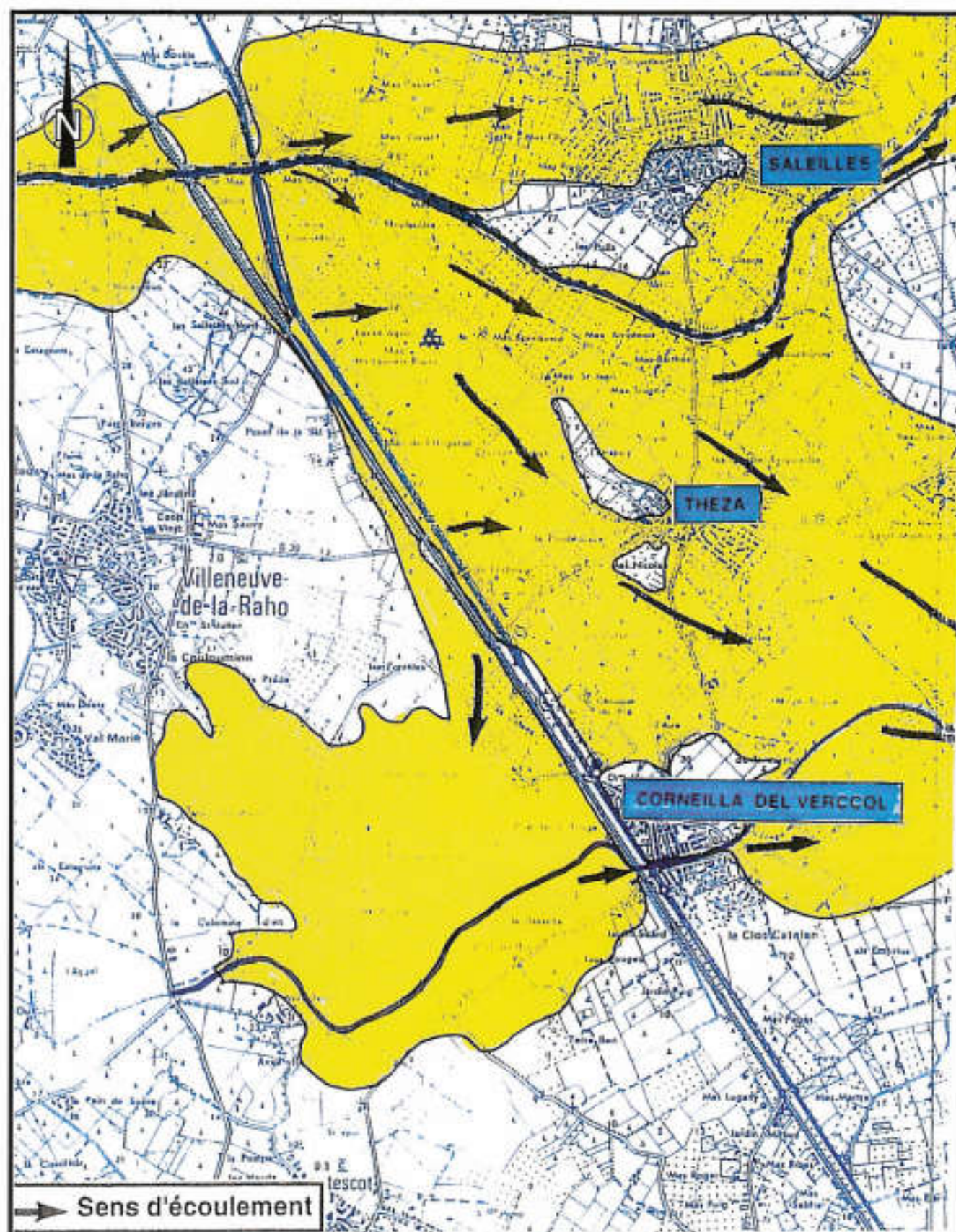
Réf.: Extrait Carte IGN N° 2548 OT - Echelle 1/25 000





CARTOGRAPHIE DES ZONES INONDEES, CRUE DES 26 ET 27 SEPTEMBRE 1992

Réf. : D.D.E. - Échelle 1/25.000



Dans la traversée de Corneilla-del-Vercol, l'Agouille de la Mar bénéficie donc de l'effet d'écrêtement des bassins d'orage de Bages et de Montescot pour la décennale :

- le bassin de Bages d'une superficie de 7,8 ha permet de diminuer le débit de pointe décennal de 18 m³/s ;
- le bassin d'orage de Montescot permet d'écrêter un débit de 42 m³/s, sur une superficie de 20 ha.

I.4. Données utilisées pour la réalisation de l'étude

- Etude hydraulique générale dans le cadre du PLU de Corneilla del Vercol (04CF09), GAEA Environnement, juillet 2004.
- Travaux de calibrage de l'Agouille de la MAR, DDAF, sept 1999.
- Projet d'aménagement du golf club de Perpignan – Corneilla-Del-Vercol, GAEA Environnement, sept 1999.

II. ANALYSE HYDROLOGIQUE

Concernant les débits de crue de l'Agouille de la Mar, on s'appuiera sur les éléments des documents existants.

On étudiera également d'autres méthodes d'évaluation des débits et on les comparera.

II.1. Bassins versants

Les caractéristiques du bassin versant étudié par la DDAF sont récapitulées dans le tableau suivant :

	BV Bages	BV Corneilla	Somme des BV
Surface (km²)	18	22	40
Longueur (m)	5 400	6 040	12 850
Pente pondérée (m/m)	0.006	0.0046	0.0048

➤ *FIGURE 4 : Délimitation des bassins versants (DDAF)*

La délimitation des bassins versants intègre la retenue de Villeneuve de la Raho. Cette retenue possède un exutoire qui mène les eaux dans l'Agouille de la Mar. Cette connexion se situe en amont du bassin de rétention de Montescot.

Cependant, la présence de la retenue permet un écrêtage du débit de pointe du ruissellement superficiel. De ce fait, une nouvelle délimitation du bassin versant a été réalisée (sans la retenue de Villeneuve de la Raho). Les caractéristiques sont alors les suivantes :

	BV entré Corneilla
Surface (km²)	31
Longueur (m)	9.025
Pente pondérée (m/m)	0.0054

➤ *FIGURE 5 : Délimitation du bassin versant*

Cette nouvelle délimitation est retenue pour le reste de l'étude.

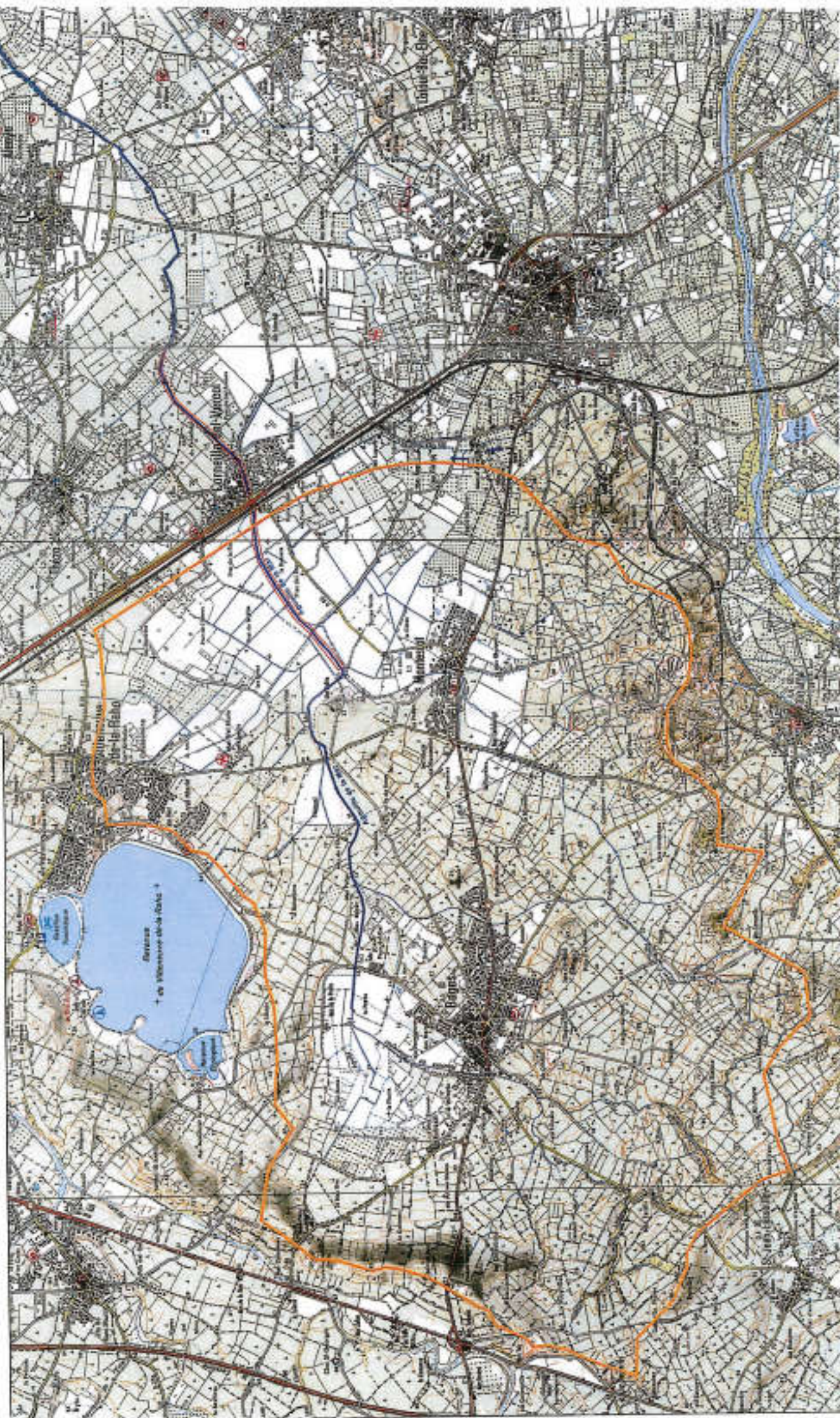
COMMUNE DE CORNEILLA DEL VERCOL BASSIN VERSANT ETUDIE PAR LA DDAF

R.M.E. - Extrait Carte IGN N° 25-66 OT - Echelle 1/30 000



COMMUNE DE CORNEILLA DEL VERCOL
BASSIN VERSANT ETUDIE

IMM: Extrait Carte IGN N° 2548 OT - Echelle 1/30 000



II.2. Données issues de l'étude de la DDEA (DDAF en 1999)

Les débits mentionnés dans le tableau ci-après sont extraits de l'étude de la DDAF. Ces débits instantanés s'entendent pour une période de retour de 10 ans.

	Longueur (m)	Débits théoriques à évacuer	Débits réels à évacuer (influencé par les BR)
De la sortie du BO de Montescot à Cornella	850	125 m³/s	72 m³/s
Traversée de Cornella	550	133 m³/s	80 m³/s
De la sortie de Cornella au pont Chichet	1250	145 m³/s	92 m³/s

Les débits réels tiennent compte des effets d'écèlement des différents bassins de rétention ainsi que des ouvrages limitant comme les ponts.

II.3. Estimation du coefficient de ruissellement

L'estimation du coefficient de ruissellement en zone naturelle a été réalisée en fonction de la pente, de la nature des sols et du type d'occupation des sols. Ainsi, l'étude hydrologique a retenu plusieurs coefficients de ruissellement :

Période de retour T	Coefficient de ruissellement C _R		
10 ans	0.40	0.50	0.60
100 ans	0.40	0.50	0.60

Le caractère argileux du secteur et donc son imperméabilité doit se retranscrire dans ce coefficient de ruissellement.

II.4. Données pluviométriques

II.4.a. Etude SNCF

- Dans le cadre du tracé de la nouvelle ligne TGV dans le Languedoc-Roussillon (ref : « SNCF TGV Languedoc-Roussillon – Etude de la pluviométrie »), la loi de Montana a été calée à partir d'une étude statistique sur une trentaine de stations pluviométriques de la région. Ces formules sont données pour les périodes de retour de 10 et 100 ans.

II.2. Données issues de l'étude de la DDEA (DDAF en 1999)

Les débits mentionnés dans le tableau ci-après sont extraits de l'étude de la DDAF. Ces débits instantanés s'entendent pour une période de retour de 10 ans.

	Longueur (m)	Débits théoriques à évacuer	Débits réels à évacuer (influencé par les BR)
De la sortie du BO de Montescot à Corneilla	850	125 m ³ /s	72 m ³ /s
Traversée de Corneilla	550	133 m ³ /s	80 m ³ /s
De la sortie de Corneilla au pont Chichet	1250	145 m ³ /s	92 m ³ /s

Les débits réels tiennent compte des effets d'écrêtement des différents bassins de rétention ainsi que des ouvrages limitant comme les ponts.

II.3. Estimation du coefficient de ruissellement

L'estimation du coefficient de ruissellement en zone naturelle a été réalisée en fonction de la pente, de la nature des sols et du type d'occupation des sols. Ainsi, l'étude hydrologique a retenu plusieurs coefficients de ruissellement :

Période de retour T	Coefficient de ruissellement C _R		
10 ans	0.40	0.50	0.60
100 ans	0.40	0.50	0.60

Le caractère argileux du secteur et donc son imperméabilité doit se retranscrire dans ce coefficient de ruissellement.

II.4. Données pluviométriques

II.4.a. Etude SNCF

- Dans le cadre du tracé de la nouvelle ligne TGV dans le Languedoc-Roussillon (ref : « SNCF TGV Languedoc-Roussillon – Etude de la pluviométrie »), la loi de Montana a été calée à partir d'une étude statistique sur une trentaine de stations pluviométriques de la région. Ces formules sont données pour les périodes de retour de 10 et 100 ans.

Période de retour (ans)	Temps de concentration (min)	a	b	Formule d'intensité
10	> 30	920	0,68	$I = 920.(t_c)^{-0,68}$
100	> 30	1700	0,68	$I = 1700.(t_c)^{-0,68}$

➤ ANNEXE 1 : Formules d'intensité maximale

II.5. Calcul des débits de projet

II.5.a. Méthodes de calcul

● Méthode rationnelle

$$Q_p(T) = 0,28.I_M(t_c).C.S$$

Avec :

$Q_p(T)$: débit de pointe, pour la période de retour T (m³/s) ;
 $I_M(t_c)$: intensité pluviométrique maximale de la pluie pour la fréquence étudiée (mm/h) et pour une durée de pluie égale au temps de concentration (t_c en h) du bassin versant ;
 C : coefficient de ruissellement ;
 S : superficie du bassin versant (km²).

II.5.b. Calcul des temps de concentration

Les temps de concentration ont été calculés à l'aide de la formule de Richards qui a l'avantage de tenir compte de la période de retour de l'évènement.

➤ ANNEXE 2 : Formule de calcul du temps de concentration

Les temps de concentration calculés pour le bassin-versant étudié sont les suivants :

Période de retour (ans)	Temps de concentration (heures)
10	5.6
100	3.6

Les temps de concentration du bassin étudié sont tous supérieurs à trente minutes. Il s'ensuit que les coefficients a et b de Montana utilisés seront ceux dont les temps de concentration sont supérieurs à trente minutes.

II.5.c. Débit maximum de projet – formules empiriques

Les débits maximums de projet présentés dans le tableau ci-après permettent de comparer l'impact du coefficient de ruissellement.

	Formules	T (ans)	tc (h)	Q (m3/s)
Entrée de Cornella (Pont SNCF) Cr = 0.40	Richard	10	7.060	52
		100	4.783	126
	Ventura	10	9.638	42
		100	9.638	78
Entrée de Cornella (Pont SNCF) Cr = 0.50	Richard	10	6.301	71
		100	4.081	175
	Ventura	10	9.638	53
		100	9.638	98
Entrée de Cornella (Pont SNCF) Cr = 0.60	Richard	10	5.543	92
		100	3.581	230
	Ventura	10	9.638	63
		100	9.638	117

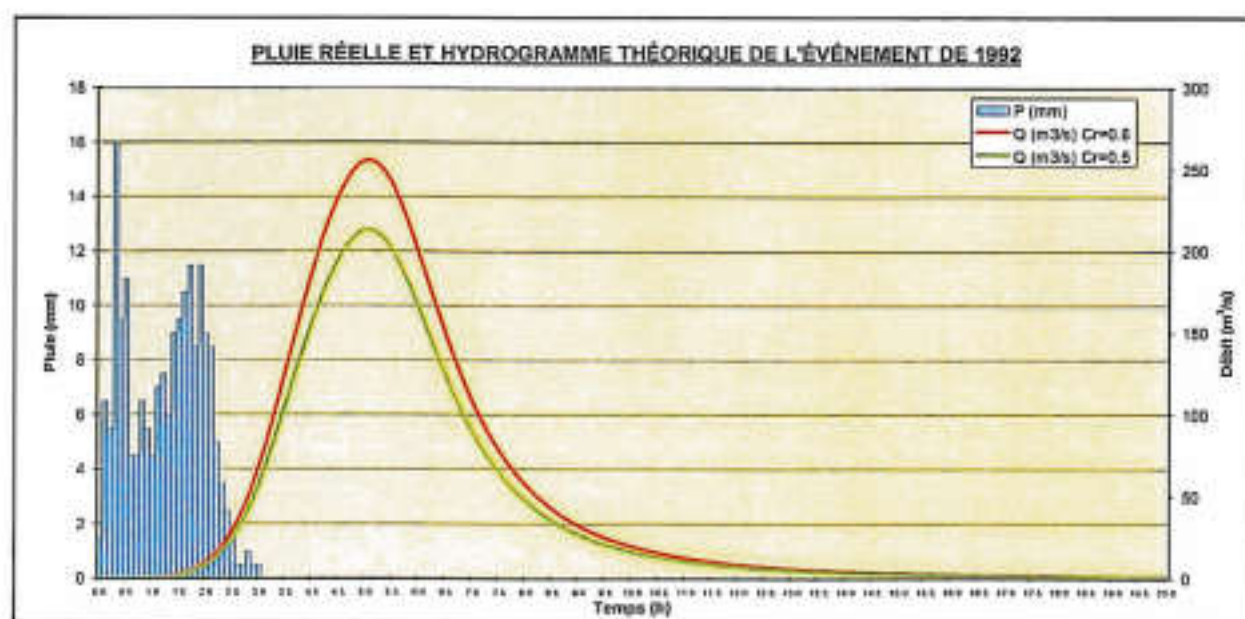
Les débits de référence retenus lors de l'étude hydrologique (à l'entrée de Cornella) sont les suivants :

$$Q_{10} = 92 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{100} = 230 \text{ m}^3/\text{s}$$

II.5.d. Hydrogramme engendré par l'événement de 1992

L'hydrogramme de crue centennale (type crue de 1992) a été établi avec deux coefficients de ruissellement afin de comparer l'impact sur le débit de pointe.



On peut constater que les débits de pointe au pont SNCF, obtenus pour des coefficients de ruissellement compris entre 0.50 et 0.60 oscillent entre 210 m³/s et 260 m³/s, avec une pointe de débit aux alentours de 5h.

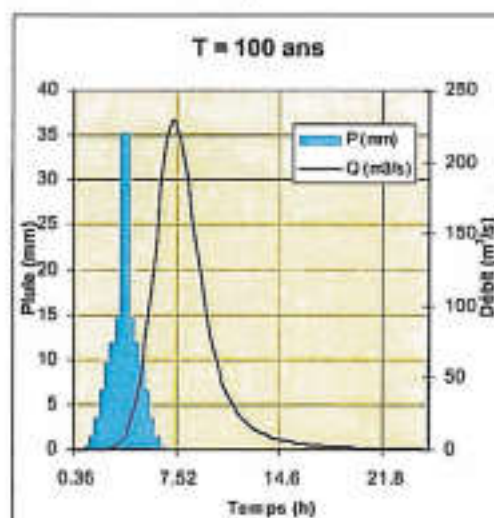
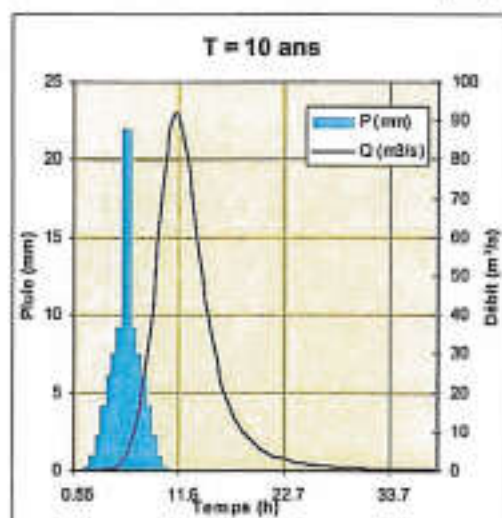
Les volumes totaux engendrés par les hydrogrammes sont présentés ci-après :

Coefficient de ruissellement	Volume en m³
0.50	2 934 295
0.60	3 521 154

Volume ruisselé sur l'ensemble du bassin versant

II.5.e. Hydrogrammes / Hyétogrammes - Socose

La pluie de projet tente de représenter une averse de période de retour donnée. Dans le cas présent, la méthode de Socose a été employée en fixant les débits de pointe.



	T = 10 ans	T = 100 ans
Durée de la pluie (h)	11.08	7.16
Hauteur de pluie totale (mm)	105.48	169.56
Hauteur de pluie sur la période intense (mm)	98.24	157.92
Intensité maximale sur 1 h (mm/h)	98.24	169.56
Volume brut de la pluie sur le bassin versant (m³)	3 270 727	5 257 809

➤ ANNEXE 3 : Pluie de projet SOCOSE

II.6. Apport de débit dans Corneilla del Vercol

Les apports intermédiaires ont été calculés suivant deux façons :

- études des bassins versants intermédiaires et évaluation de leurs débits de crue centennale
- inventaire des ouvrages rejets dans l'Agouille le long du tronçon étudié et évacuation des apports maximaux pouvant être apportés par ces ouvrages

Bassins versants	Débit de pointe pour T=100 ans
Rive Gauche de l'Agouille de la Mar (Existant)	$3.80 \text{ m}^3/\text{s} + 3.31 \text{ m}^3/\text{s} + 1.88 \text{ m}^3/\text{s} = 9.00 \text{ m}^3/\text{s}$
Rive Droite de l'Agouille de la Mar (Existant)	$6.00 \text{ m}^3/\text{s}$
Aspra des Paradis	$0.251 \text{ m}^3/\text{s}$
El Terra Prim – ZAC (projet)	$0.343 \text{ m}^3/\text{s}$
El Terra Prim – zone éco (projet)	$0.900 \text{ m}^3/\text{s}$
Total	$16.50 \text{ m}^3/\text{s}$

Les débits de pointe à l'Ouest et à l'Est de l'Agouille sont élevés car ce sont les débits engendrés par les constructions existantes, ne possédant pas de moyen de rétention.

Les ouvrages (réseau d'évacuation) sont, pour ces débits, complètement saturés. L'hypothèse est donc que le débit centennal ruissellement le long des voiries et se jette dans l'Agouille de la Mar.

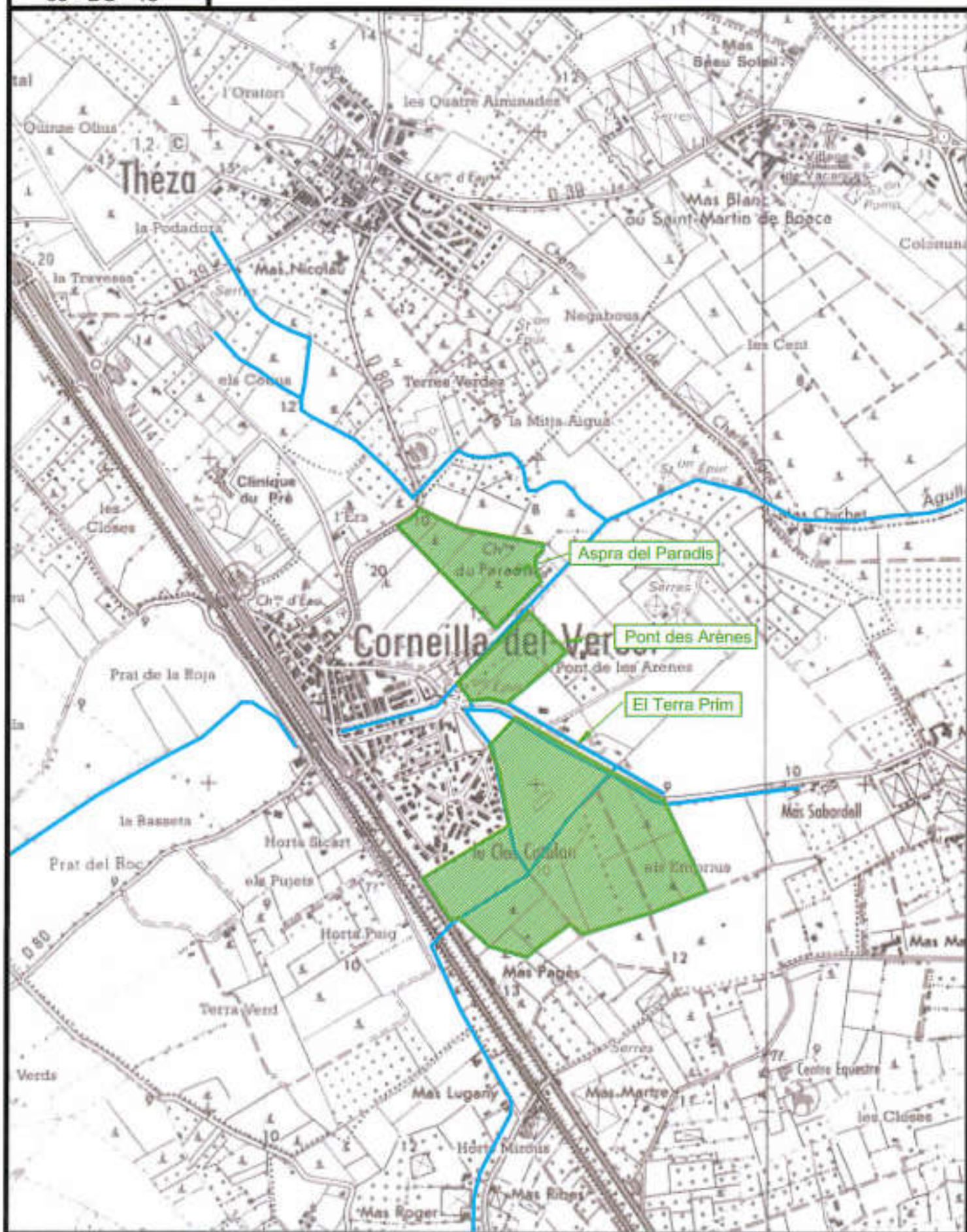
En ce qui concerne les zones de projets, les débits mentionnés dans le tableau ci-avant sont issus du débit de fuite des futurs bassins de rétention (débit de fuite pour un ouvrage retenant la centennale). Ces débits ne sont pas encore fixés par le maître d'ouvrage, ils peuvent être modifiés lors de la construction des bassins.

➤ *FIGURE 6 : Zone d'urbanisation envisagée*

ZONE D'URBANISATION ENVISAGEE

Réf.: Extrait Carte IGN N° 2548 OT - PERPIGNAN - Echelle 1/15000

09 - DO - 18



III. ANALYSE HYDRAULIQUE – CAPACITES DE TRANSIT

Les traversées de la voie S.N.C.F. et de la RN114 sont inférieures à la section d'écoulement en amont, et la capacité maximale avant mise en charge a été évaluée à 79 m³/s. Elles constituent une barrière hydraulique aux écoulements.

Dans la traversée du village, on retrouve une capacité de 94 m³/s (Ks=30).

D'après l'étude de la DDAF, la capacité de transit des ouvrages sont les suivantes :

OUVRAGES	Portée	Hauteur s/ dalle	Débit évacué
Pont SNCF	11 m	3.4 m	100 m ³ /s
Pont RN 114	11 m	3.4 m	100 m ³ /s
Pont Cornella Ouest	10 m	3.4 m	90 m ³ /s
Pont Cornella Est	10 m	4.1 m	110 m ³ /s
Pont du Mas Chichet à Théza	9 m	4.0 m	92 m ³ /s

Un nouveau calcul a été réalisé confirmant le fait que les débits évalués par la DDAF tiennent compte de la mise en charge.

La méthode d'analyse a été de calculer leur capacité d'évacuation par la formule de Manning-Strickler :

$$Q = K.S.Rh^{2/3}.i^{1/2} \text{ et } Rh = Sm/Pm$$

avec :

- Q : débit en m³/s ;
- K : coefficient de Strickler ;
- Rh : rayon hydraulique en m ;
- i : pente du radier du fossé ou de la conduite en m/m ;
- Sm : section mouillée en m² ;
- Pm : périmètre mouillé en m.

Cette estimation favorise le choix pour un écoulement en surface libre ou en charge au passage d'un ouvrage.

III.1. Caractéristique des ouvrages

Les caractéristiques géométriques des ouvrages sont présentées ci-après :

OUVRAGES	Périmètre mouillé	Surface mouillée	Rayon hydraulique
Pont SNCF	26.63 m	33.68 m ²	1.25 m
Pont RN 114	26.99 m	33.14 m ²	1.23 m

Pont Cornella Ouest	25.86 m	29.30 m ²	1.13 m
Pont Cornella Est	26.97 m	37.81 m ²	1.40 m
Pont du Mas Chichet à Théza	30.00 m	44.00 m ²	1.47 m

Les rayons hydrauliques varient de 1.13 m à 1.47 m, traduisant une certaine homogénéité des ouvrages dans la traversée.

III.2. Capacité hydraulique des ouvrages

Les capacités de transit des ouvrages sont présentées ci-après avec la distinction entre un coefficient de Strickler de 50 et 60 ainsi qu'un calcul d'écoulement en charge conditionné par les pertes de charge singulière ($V^2/2g$) :

OUVRAGES	Débit pleine section (Ks = 50)	Débit pleine section (Ks = 60)	Débit en charge
Pont SNCF	67 m ³ /s	81 m ³ /s	100 -110 m ³ /s
Pont RN 114	66 m ³ /s	79 m ³ /s	110 -120 m ³ /s
Pont Cornella Ouest	55 m ³ /s	66 m ³ /s	100 -110 m ³ /s
Pont Cornella Est	92 m ³ /s	110 m ³ /s	110 -120 m ³ /s
Pont du Mas Chichet à Théza	110 m ³ /s	132 m ³ /s	132 m ³ /s

Les capacités de transit calculé selon Manning Strickler (écoulement permanent et uniforme) oscille entre 66 et 132 m³/s, Cela ne tient pas compte de la possibilité de mise en charge des ouvrages, augmentant ainsi leur capacité jusqu'à 100 à 120 m³/s.

Cette capacité de transit en charge doit être confrontée avec les hauteurs d'eau engendrées. En effet, un ouvrage peut ne jamais se mettre en charge si la côte sous tablier est supérieure à la côte des berges. A ce moment là, ce sont les berges qui conditionneront les débits.

B. Modélisation hydraulique

I. PRINCIPE DE LA MODELISATION

La modélisation hydraulique va permettre de définir les zones inondables sur le secteur d'étude, en simulant les événements décennal et centennal.

Cette phase s'articule en plusieurs axes :

- Construction du modèle numérique de terrain à l'aide des profils en travers ;
- Définition des paramètres nécessaires :
 - Conditions initiales (Injection des débits calculés) ;
 - Conditions limites (sortie libre, courbe de tarage...) ;
 - Coefficients de rugosité (différents selon le lit mineur ou le lit majeur).
- Modélisation et calage des divers paramètres en fonction des observations existantes ;
- Exploitation des résultats ;
- Elaboration des cartes.

La modélisation sera réalisée en régime permanent et transitoire, afin d'évaluer l'évolution de la hauteur d'eau dans la zone désiré.

Nous réaliserons une modélisation de l'Agouille de la Mar en amont, en aval et dans la traversée du village entre le bassin d'orage de Montescot et le pont du Mas Chichet (environ 3,5 km) en prenant en compte l'apport de débits issus des apports pluviaux des bassins versants intermédiaires.

II. MODELISATIONS HYDRAULIQUES

II.1. Le logiciel utilisé

La modélisation a été réalisée à l'aide du logiciel MAGE du CEMAGREF. Ce logiciel simule les équations du régime permanent ou transitoire représentatif de l'écoulement en période de crue. Il permet en chaque profil de :

- définir la ligne d'eau selon un pas de temps spécifique (hydrogramme),
- fournir les vitesses à un instant donné.

Il permet de prendre en compte la plupart des singularités hydrauliques.

➤ ANNEXE 4 : Présentation du logiciel MAGE

II.2. Topographie et montage du modèle numérique

Le modèle est construit sur la base de :

- profils en travers (levés de section du cours d'eau),
- levés d'ouvrages (mesure de l'ouverture de la section, de la cote de fond, de la cote de mise en charge et de la cote de débordement sur voirie).

Une analyse sur les ouvrages a été réalisée afin de vérifier leur capacité d'écoulement, les principales caractéristiques de ces ouvrages sont les suivantes :

Ouvrage	PK (m)	Type d'ouvrage	Cote du fond (m NGF)	Cote de mise en charge (m NGF)	Largeur (m)
Pont SCF	5940	Pont Voute	6.08	10.24 bas de voute = 7,9	11.96
Pont RN 114	5985	Pont Voute	6.02	10.10 bas de voute = 7.15	12.49
Pont Ouest	6038	Pont Rectangulaire	5.96	9.45	10.00
Pont Est	6383	Pont Rectangulaire	5.53	9.83	10.10

II.3. Paramètres de modélisation

II.3.a. Condition limite aval

La condition limite aval appliquée sera une loi hauteur-débit calculée en fonction de la géométrie des sections, du coefficient de frottement et de la pente. Cette loi est celle du régime uniforme.

II.3.b. Conditions initiales

Les débits à injecter ont été calculés dans le chapitre précédent et sont les suivants :

- L'initialisation du modèle a été effectuée avec un débit fixe de 10 m³/s.
- Pour une période de retour 10 ans, le débit de pointe est de 92 m³/s.
- Pour une période de retour 100 ans, le débit de pointe est de 230 m³/s.
- Des hydrogrammes type événement de 1992.

II.3.c. Coefficients de frottement

Les coefficients de rugosité retenus sont :

Nature des surfaces	Lit mineur	Lit moyen
Agouille en terre	30	50
Agouille enroché	50	50
Agouille béton	60	60

Coefficient de Rugosité de Strickler « Ks »

Du Pm 4385 au 5940 (Pont SNCF), le coefficient renseigné est celui de l'agouille en terre ;
Du Pm 5940 au 5989 (Pont RN 114), le coefficient renseigné est celui de l'agouille béton ;
Du Pm 5940 au 6388 (Pont Est), le coefficient renseigné est celui de l'agouille enroché ;
Du Pm 6388 au 7629 (Pont Mas Chichet), le coefficient renseigné est celui de l'agouille en terre.

II.3.d. Déversements

Les déversements ont été modélisés. Les cotes des berges font office de crête déversante. Au vu des données en notre possession, nous avons opté pour un déversement vers l'extérieur, c'est à dire que les eaux déversées sortent de la modélisation et ne sont pas réintroduites en aval dans l'Agouille de la Mar. Cette hypothèse a été vérifiée par comparaison de volume déversés et capacité de stockage en rive gauche et droite.

II.3.e. Apports latéraux

Les apports latéraux dus au ruissellement superficiel au sein de Corneilla del Vercol ont été introduit du pont RN 114 au pont est. La durée de ces apports est de 10 h, afin de coïncider avec le temps de concentration de l'Agouille de la Mar au niveau de Corneilla. Ils sont constants dans le temps afin de prendre la situation la plus pessimiste.

	Débit en m ³ /s
Apport provenant de la Rive Gauche	10.00
Apport provenant de la Rive Droite	7.00

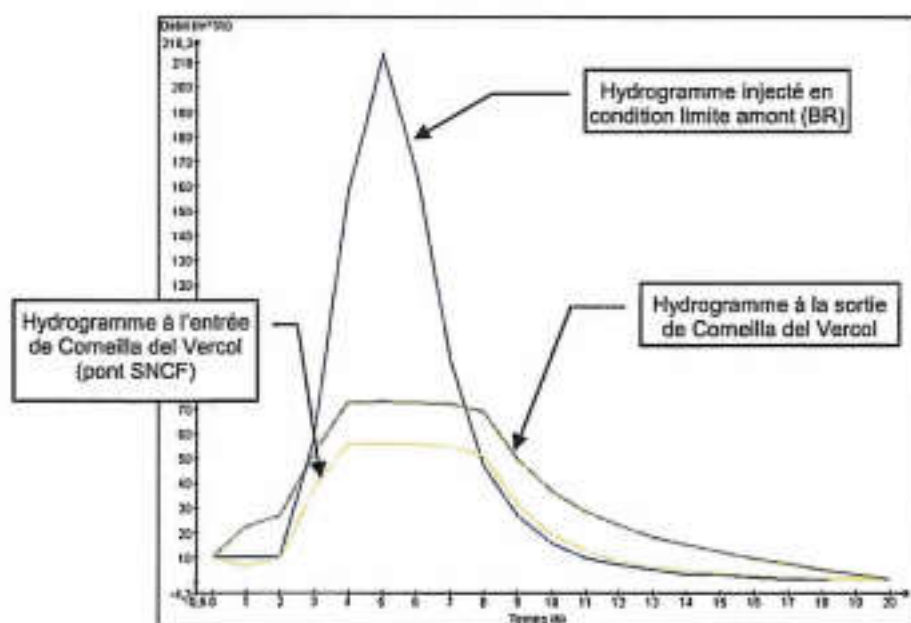
II.3.f. Bassin de rétention de Montescot

Le bassin de rétention de Montescot n'a pas été modélisé dans cette étude car son impact pour un événement centennal est négligeable. Au vue du temps de concentration du bassin versant, le bassin de rétention sera plein au moment du débit de pointe engendré par un événement centennal. En terme de volume, la capacité de stockage du bassin de rétention est d'environ 10 % du volume engendré par un ruissellement centennal.

III. EXPLOITATION DES RESULTATS

La modélisation présentée ci-après porte sur un événement type 92. Les paramètres mesurés sont les débits, les hauteurs d'eau et les vitesses d'écoulements.

III.1. Hydrogrammes



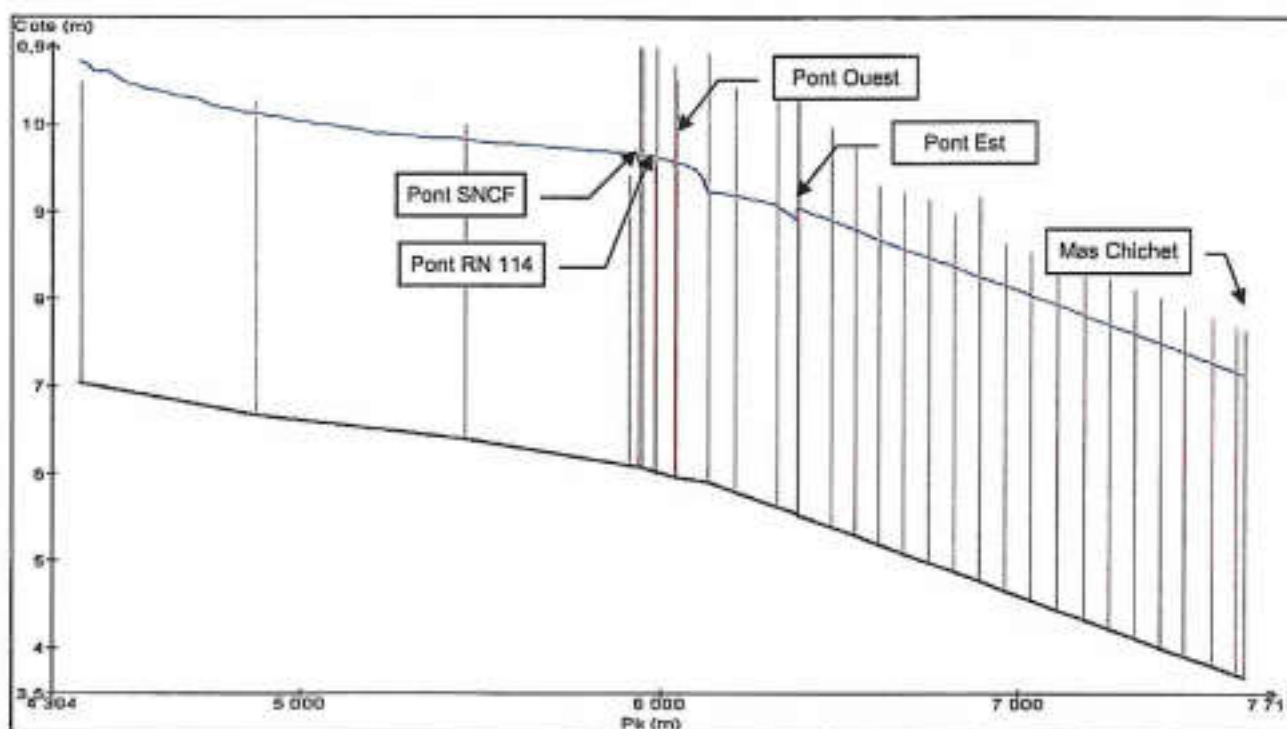
En cas de crue type 92, évaluée à 215 m³/s en pointe (coefficient de ruissellement = 0.50), on a donc un écrêtement du débit de pointe qui se fait en amont du pont S.N.C.F., par débordement et stockage des eaux excédentaires dans la zone de prairies. Ainsi, le débit maximum évacué par l'Agouille de la Mar sous la voie S.N.C.F. est d'environ 58 m³/s.

Les apports de Comeilla del Vercol (ruissellement superficiel) sont distribués linéairement le long de la traversée. De ce fait, on assiste à une augmentation du débit dans la traversée, celui-ci atteint son maximum au niveau du pont est.

➤ ANNEXE 5 : Enveloppe des Débit, Cotes et Vitesses moyennes calculés par MAGE

III.2. Hauteur d'eau

La ligne d'eau calculée par le logiciel MAGE est la suivante :



La majeure partie du flux déborde au niveau du bassin de rétention de Montescot. Les débordements continus jusqu'au Pont SNCF. En aval du pont, le débit s'est nettement amoindri, combiné à l'augmentation de la pente (de 0.6‰ à 1.5‰), la ligne d'eau est parfaitement restreinte dans le lit mineur de l'Agouille de la Mar. Aucun débordement n'est à craindre au sein de la traversée.

➤ ANNEXE 5 : Enveloppe des Débit, Cotes et Vitesses moyennes calculés par MAGE

III.3. Vitesses

Les vitesses calculées par le modèle oscillent entre 0.93 et 2.84 m/s dans la traversée de Corneilla del Vercol.

➤ ANNEXE 5 : Enveloppe des Débit, Cotes et Vitesses moyennes calculés par MAGE

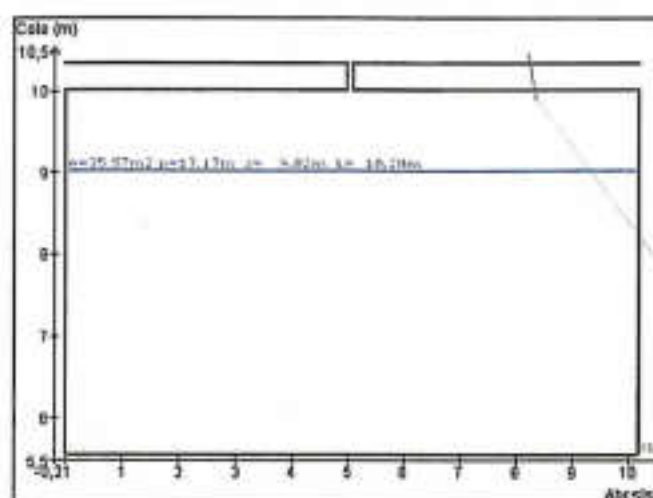
III.4. Risque Inondation au sein de la traversée

Les profils présentés ci-après présentent les différentes sections au droit des ouvrages. Au sein de la traversée, il n'y a pas de débordement.

Diagram showing a polygon with a horizontal line segment labeled "10" and a vertical line segment labeled "10".

Diagrama de um reservatório de água com uma seção transversal em forma de L. O reservatório tem uma largura total de 10 m e uma altura total de 10,7 m. A parte superior tem uma largura de 5,5 m e uma altura de 1,2 m. A parte inferior tem uma largura de 10 m e uma altura de 9,5 m. O volume de água é calculado como a soma do volume da parte superior e da parte inferior.

24



Profil en travers au niveau du Pont Est : Pluie type 92.

III.5. Risque Inondation en amont de la voie SNCF

- **Évaluation de la cote des plus hautes eaux**

À partir du volume débordé, nous avons estimé la hauteur de remplissage correspondante en rive droite et gauche du cours d'eau.

En effet, comme cela a été observé lors des précédentes crues, le secteur se comporte comme une zone de stockage des eaux de crue (les berges de l'Agouille jouant le rôle de déversoir latéral permettant la régulation).

Avec un évènement de type de 92, deux volumes ont été estimés en fonction du coefficient de ruissellement :

Coefficient Ruissellement	Volumes débordés
0.50	1 446 153
0.60	1 920 483

Le coefficient de ruissellement de 0.50 semble le plus réaliste. Celui-ci a donc été conservé pour le reste de l'étude.

La cote atteinte pour un volume débordé de 1 535 850 m³ est : de 9.00 mNGF

La cote atteinte pour un volume débordé de 1 374 731 m³ est : de 8.90 mNGF

Le niveau d'eau atteint donc une hauteur de 8.94 mNGF

Les débordements se répartissent essentiellement en Rive Gauche de l'Agouille.

La superficie totale des zones inondables pour une telle crue serait de **157 ha environ**.

On remarque que, par rapport à la crue de 1992 observée ($\approx$ crue centennale), les superficies inondées sont plus faibles. En septembre 1992, la crue avait atteint une cote de l'ordre de 9.00 m NGF (d'après cartographie de la D.D.E. sur fond I.G.N.).

➤ *FIGURE 7 : Délimitation de la zone inondable*

Ce résultat permet ainsi de vérifier l'efficacité des aménagements réalisés sur la zone :

- réalisation d'un bassin d'orage ;
- recalibrage de l'Agouille de la Mar avec augmentation de sa capacité.

N.B. On notera que l'étude ne tient pas compte des possibles débordements amont au niveau de l'Agouille de la Mar, l'Agouille d'en Gibert et du ruisseau du Correch qui pourraient provoquer un premier écrêtement non négligeable en diminuant naturellement les débits de crue. La cote des plus hautes eaux indiquée ci-dessus est donc surévaluée, correspondant plutôt à une crue exceptionnelle de période de retour supérieure à 100 ans.

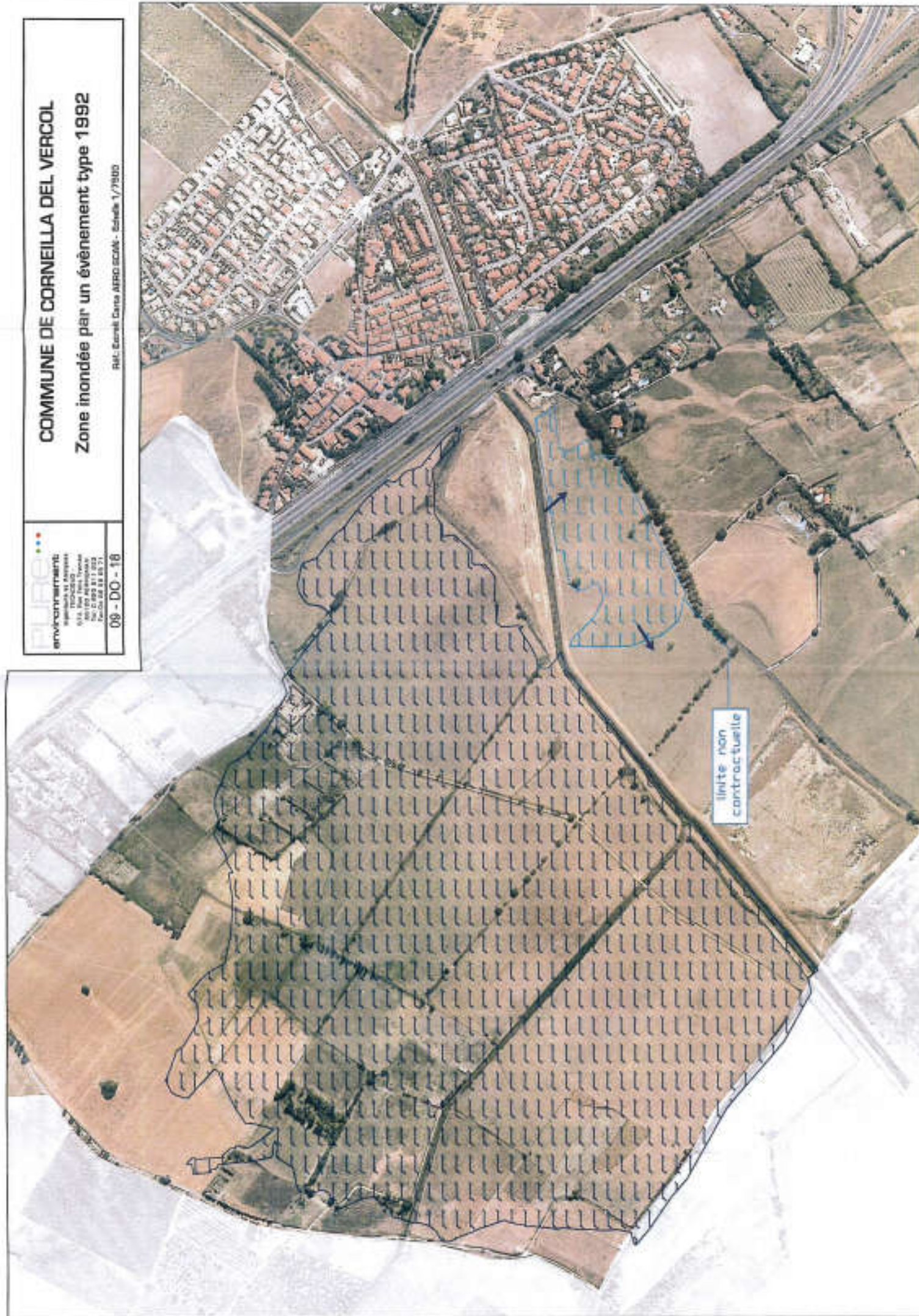
COMMUNE DE CORNEILLA DEL VERCOL

Zone inondée par un événement type 1992

Réf. Carte Carte APRO SCAR - Echelle 1/7500

PLURE
environnement
aménagement
urbanisme
technique
10/11 Rue des Tisserands
91000 Evry-Courcouronnes
Tél. 01 99 99 81 11 81 22
Fax 01 99 99 81 11 81 21

09 - DO - 18



IV. CONCLUSION

En 1992, de forte précipitation, équivalent à un événement centennal, ont provoqué de nombreux débordement en amont du pont SNCF et au sein de la traversée, notamment en rive droite.

En 1994, l'Agouille de la Mar a été recalibrée et un bassin d'orage a été créé à cheval sur le territoire de Montescot et de Corneilla del Vercol. Les débordements (pour un événement supérieur à la décennale) sont alors favorisés en rive gauche par un décalage des cotes de berges au niveau du bassin de rétention (10.30 mNGF en rive gauche, 10.50 mNGF en rive droite).

La modélisation de l'Agouille de la Mar a été réalisée avec un événement identique à celui de 1992.

Il en ressort que la traversée de Corneilla del Vercol n'est plus soumise aux risques inondation par l'Agouille de la Mar. La majeure partie du flux se déverse en amont du pont SNCF, au niveau du bassin d'orage. Ce sont les berges de l'Agouille de la Mar qui joue le rôle de déversoir latéral régulant ainsi le débit dans la traversée du village.

ANNEXES

ANNEXE 1

FORMULES D'INTENSITE MAXIMALE

PRESENTATION DE L'ETUDE ET DES RESULTATS

Le présent rapport traite de la pluviométrie le long de la future ligne TGV Languedoc-Roussillon soit entre Montpellier et la frontière espagnole.

L'étude prend en compte les données pluviographiques aux stations de Montpellier-Fréjorgues (34 années), Carcassonne (23 années) et Perpignan (26 années), ainsi que les données fournies par 21 pluviomètres répartis tout au long du tracé.

L'étude considère d'autre part deux études antérieures fondamentales en matière de pluviométrie méditerranéenne :

- Une étude effectuée par Mr Masson sur 52 années d'enregistrements à Montpellier Bel-Air- 1972 ;
- Une étude effectuée par Mr Benech sur différents postes au voisinage de Perpignan. Les durées d'observation variant entre 14 et 120 ans - 1969.

Après critique des données et ajustement de lois fréquentielles aux divers échantillons, ceci pour des "durées de pluie" (intervalles de temps) allant de 6 mn à 3 jours, diverses synthèses ont été effectuées sous forme de courbes intensité-durée de fréquence décennale ou centennale.

La première synthèse a pris en compte les valeurs décennales relatives à une période commune de 23 années (1965-1987). Elle a permis d'éliminer le poste de Carcassonne comme non représentatif du secteur concerné et les valeurs fournies par les pluviomètres montrent qu'il n'y aurait pas de variations significatives entre Montpellier et Perpignan (en tenant compte des incertitudes, des durées d'observation et de la qualité des ajustements).

La seconde synthèse intègre toutes les données pluviographiques à Montpellier et Perpignan.
Il apparaît que, pour la fréquence décennale, les courbes de Perpignan (Mr Benech) et de Montpellier (Fréjorgues et Bel-Air) sont quasiment confondues entre 1 heure et 24 heures. Cette constatation très importante démontre quasiment l'homogénéité du régime des averses importantes en façade méditerranéenne.

Pour la fréquence centennale les courbes ne sont pas confondues mais restent assez voisines, celle de Perpignan (Mr Benech) constitue une enveloppe des autres valeurs. Pour une telle fréquence, compte-tenu des incertitudes, liées notamment à la taille des échantillons, il ne paraît pas justifié de distinguer telle ou telle courbe (dont les intervalles de confiance se recoupent d'ailleurs largement).

En conséquence nous retiendrons, pour chaque fréquence, une courbe unique sur l'ensemble du tracé du TGV Languedoc-Roussillon, ceci pour des durées comprises entre 30 mn et 24 heures (la limite de une heure aurait été plus fine mais la durée 30 mn est imposée par les outils informatiques utilisés par la SNCF, ce choix est de toutes façons sécurisant).

En deçà de 30 mn nous retenons une courbe enveloppe des différentes courbes. Pour ces faibles durées les intensités sont très fortes et leur mesure est vraisemblablement imparfaite. En raison des risques de sous-estimation des valeurs réelles il nous a paru vain de distinguer Montpellier de Perpignan d'où le choix d'une courbe unique.

Nous avons vérifié que les courbes retenues constituaient bien une "enveloppe" des différentes valeurs fournies par les pluviomètres. Rappelons d'ailleurs que les courbes dont les formules sont fournies ci-après doivent fournir une estimation correcte des pluies exceptionnelles, mal connues en un poste localisé du fait de la distribution géographique aléatoire de tels événements exceptionnels. De ce fait, surtout pour la fréquence centennale, la plus importante vis-à-vis du dimensionnement des ouvrages hydrauliques *, une distinction entre chaque poste n'aurait eu aucune signification **.

Les formules proposées sont : (sur tout le tracé)

- Temps de retour 10 ans :

$6 \text{ mn} \leq t < 30 \text{ mn} :$	$i_{10} = 280 \cdot t^{-0,33}$ mm/h mn	} D'où $P'_{10} = 157 \text{ mm}$ } et } $P_{10} = 138 \text{ mm}$
$30 \text{ mn} < t < 24 \text{ h} :$	$i_{10} = 920 \cdot t^{-0,68}$ mm/h mn	

- Temps de retour 100 ans :

$6 \text{ mn} \leq t < 30 \text{ mn} :$	$i_{100} = 282 \cdot t^{-0,15}$ mm/h mn	} D'où $P'_{100} = 290 \text{ mm}$ } et } $P_{100} = 255 \text{ mm}$
$30 \text{ mn} < t < 24 \text{ h} :$	$i_{100} = 1700 \cdot t^{-0,68}$ mm/h mn	

Nota :

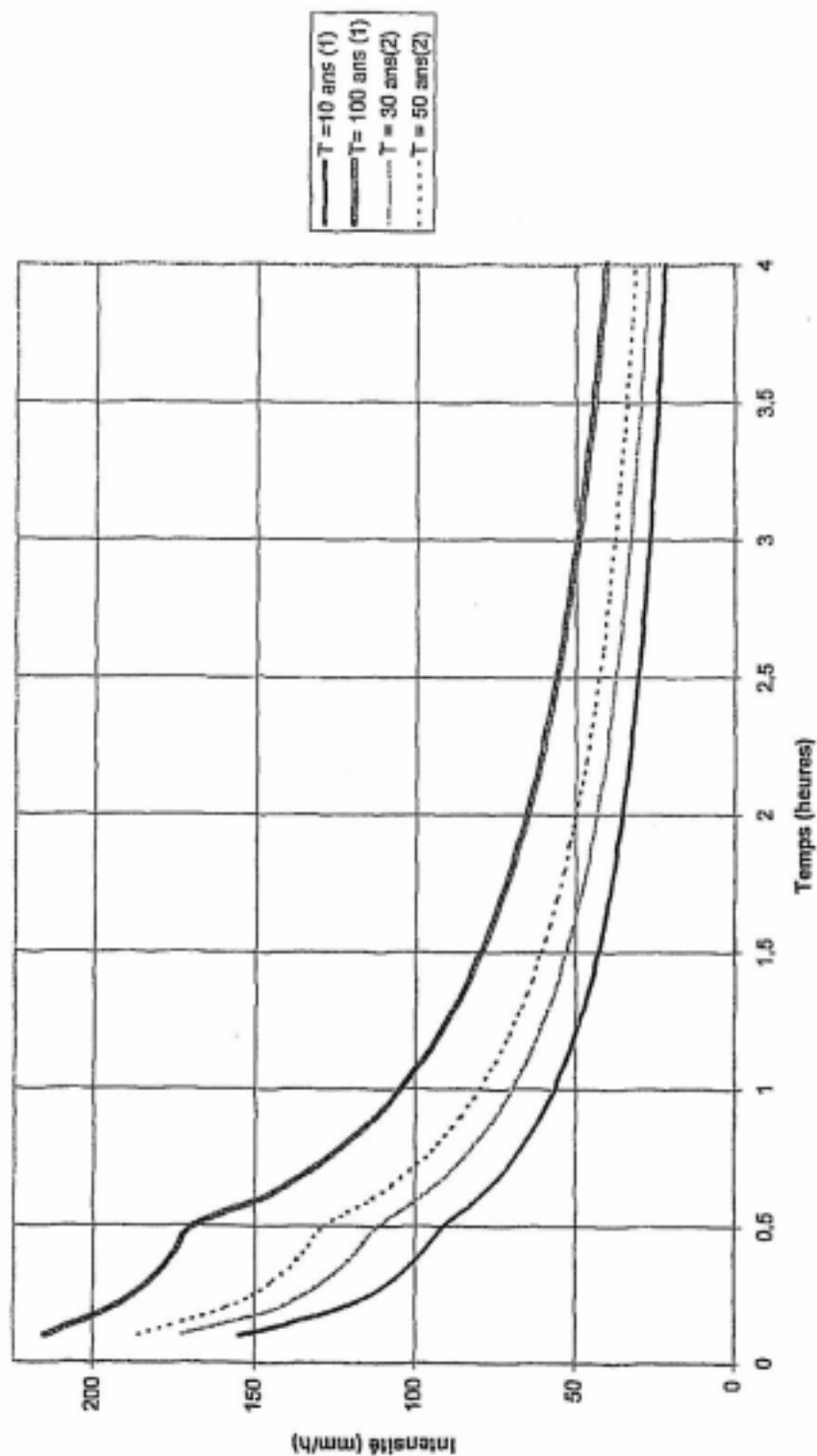
(P') : valeur centrée

(P) : valeur non centrée

* Cf. "Méthodologie et principes de calcul pour le dimensionnement hydraulique des ouvrages de franchissement des petits bassins versants - TGV Méditerranée - Rapport d'expertise - Astier - Desbordes - Lefort - Limandat - décembre 1993.

** Le prolongement d'une telle étude pourrait être l'application régionale de la théorie des horsains (valeurs extrêmes étrangères à la population du reste de l'échantillon). Dans ce cas il serait souhaitable au préalable de recenser et de collecter l'ensemble de l'information pluviographique de la zone d'étude.

Courbes IDF Tracé TGV Languedoc Roussillon



- (1) Selon les formules proposées
- (2) Construite par interpolation

ANNEXE 2

FORMULES DE CALCUL DU TEMPS DE CONCENTRATION

FORMULES DE CALCUL DU TEMPS DE CONCENTRATION

■ Formule de Richards

$$\frac{t_c^3}{t_c + 1} = 9,81. \frac{m.L^2}{C.R.P.K}$$

Avec :

- t_c : temps de concentration en heures ;
- C : coefficient de ruissellement ;
- L : trajet maximal des eaux en km ;
- P : pente moyenne du cours d'eau en m/m ;
- m : coefficient fonction du produit $C.R$

$$m = \alpha.(C.R)^\beta$$

Si $0 < C.R < 55$ alors $\alpha = 0,112$ et $\beta = -0,53$

Si $55 < C.R < 200$ alors $\alpha = 0,26$ et $\beta = -0,72$

H : hauteur précipitée en mm pour une pluie centrée de durée t_c ;

$$R = \frac{H (t_c + 1)}{t_c}$$

■ Formule de Passini

$$t_c = \alpha. \frac{{}^3vA.L}{vP}$$

Avec :

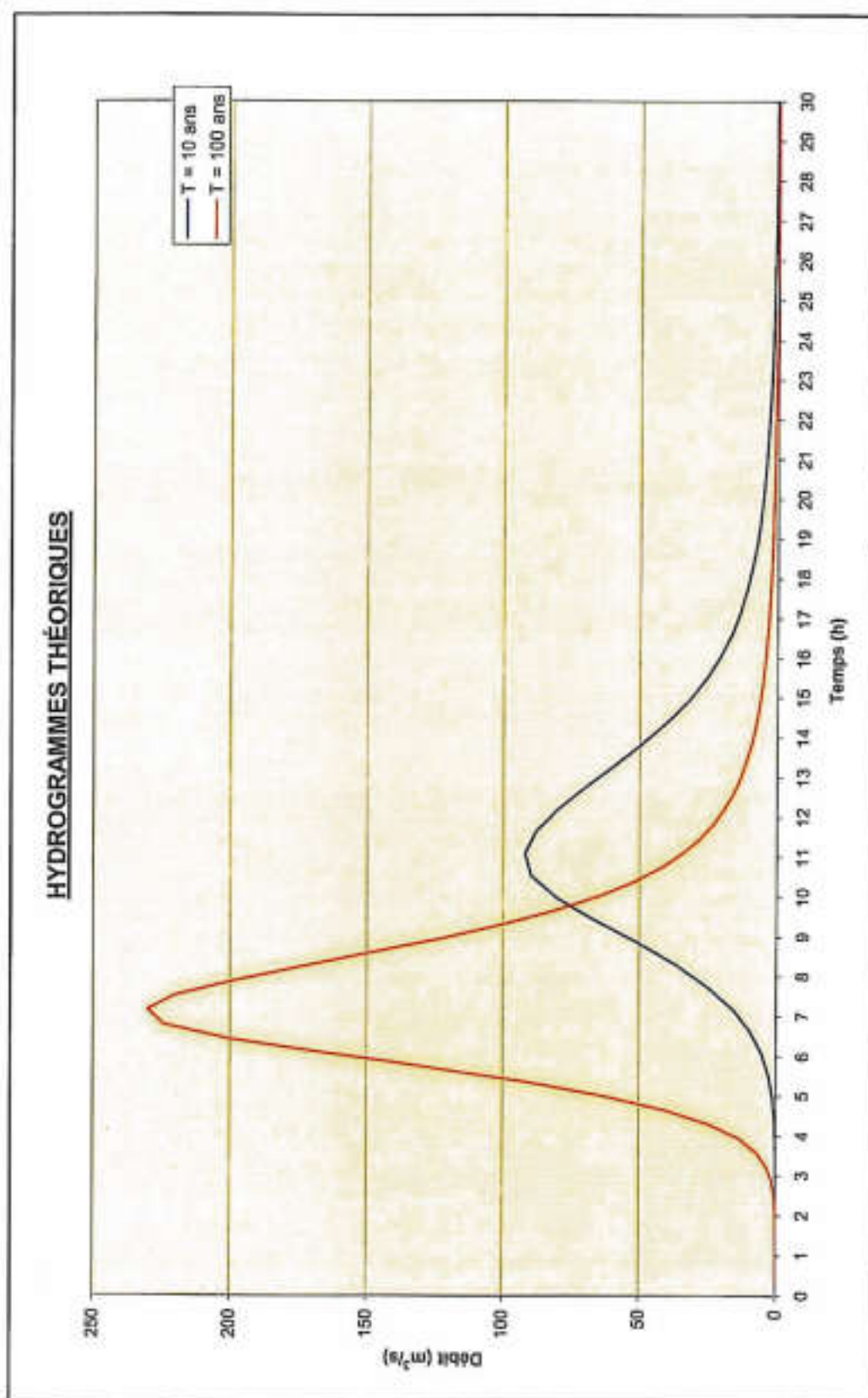
- t_c : temps de concentration en heures ;
- α : coefficient valant 0,108 (à l'origine pour la plaine de la région de Ferrare, en Italie) ;
- P : pente moyenne du cours d'eau en m/m ;
- A : superficie du bassin versant en km^2 ;
- L : trajet maximum des eaux en km..

ANNEXE 3

PLUIE DE PROJET DE SOCOSE

T = 10 ans	Pluie centrée		Origine	
temps θ (h)	P (mm)	ΔP (mm)	ΔP (mm)	
0.554	31.63	31.63	0.02	Total pluie modélisée (mm)
1.108	44.10	12.47	0.10	105.5
1.662	53.96	9.86	0.33	Total pluie calculé (mm)
2.216	62.58	8.62	0.94	Montana
2.77	70.41	7.84	2.23	105.5
3.324	77.61	7.20	4.20	
3.878	84.13	6.52	6.11	Volume total calculé (m ³)
4.432	89.84	5.71	7.52	3270727
4.986	94.57	4.73	9.24	
5.54	98.24	3.67	22.05	
6.094	100.89	2.66	22.05	i max (mm/h) sur 6 min
6.648	102.70	1.81	9.24	39.8
7.202	103.87	1.17	7.52	
7.756	104.59	0.72	6.11	
8.31	105.01	0.43	4.20	Hauteur intense (mm)
8.864	105.26	0.24	2.23	98.2
9.418	105.39	0.13	0.94	
9.972	105.45	0.06	0.33	
10.526	105.47	0.03	0.10	
11.08	105.48	0.01	0.02	

T = 100 ans	Pluie centrée		Origine	
temps θ (h)	P (mm)	ΔP (mm)	ΔP (mm)	
0.358	50.84	50.84	0.02	Total pluie modélisée (mm)
0.716	70.89	20.05	0.15	169.6
1.074	86.74	15.85	0.54	Total pluie calculé (mm)
1.432	100.59	13.85	1.52	Montana
1.79	113.19	12.60	3.59	169.6
2.148	124.76	11.57	6.75	
2.506	135.24	10.48	9.83	Volume total calculé (m ³)
2.864	144.42	9.17	12.08	5257809
3.222	152.02	7.60	14.85	
3.58	157.92	5.90	35.45	
3.938	162.19	4.27	35.45	i max (mm/h) sur 6 min
4.296	165.09	2.91	14.85	99.0
4.654	166.97	1.88	12.08	
5.012	168.13	1.16	9.83	
5.37	168.82	0.69	6.75	Hauteur intense (mm)
5.728	169.20	0.39	3.59	157.9
6.086	169.41	0.21	1.52	
6.444	169.51	0.10	0.54	
6.802	169.55	0.04	0.15	
7.16	169.56	0.01	0.02	



ANNEXE 4
PRESENTATION DU LOGICIEL MAGE



Groupeement de LYON
3bis, quai Chauveau 69336 LYON cedex 09
Tél : 04.72.20.87.87 - Fax : 04.78.47.78.75
E-mail : Jean-Baptiste.Faure@cemagref.fr

Auteur : J.B. Faure
Version 4.11 du 25/10/1996
Note mise à jour le 10/12/1996

NOTE DE PRESENTATION DU PROGRAMME MAGE

(MAillé GEnéralisé)

A. INTRODUCTION

MAGE est un logiciel de simulation monodimensionnelle d'écoulement en rivière. Son domaine d'application privilégié est la simulation des crues et des zones inondées. MAGE prend en compte la géométrie réelle du lit de la rivière défini par des profils en travers et utilise une modélisation géométrique en lit mineur, lit moyen et lit majeur avec calcul de la répartition des débits. La possibilité de définir des casiers latéraux accroît encore la souplesse de modélisation des échanges entre zones d'écoulement et zones de stockage. La topologie du réseau peut être maillée (existence de défluent et/ou conditions aval multiples). D'autre part MAGE est particulièrement adapté à la simulation de la gestion des ouvrages d'un réseau hydraulique complexe. La possibilité offerte à l'utilisateur expérimenté d'inclure au code de base ses propres routines, permet de simuler des règles de gestion aussi complexes qu'il est nécessaire.

MAGE s'inscrit dans la continuité de la chaîne de programmes TALWEG-FLUVIA de calcul de ligne d'eau en régime permanent en réseau maillé, développée par le CEMAGREF et qui est supposée bien connue par le lecteur dans la suite de cette note.

Précisément, les fichiers de géométrie sont les mêmes pour MAGE et pour FLUVIA qui fournit de plus une ligne d'eau initiale naturelle. Les conditions aval en $Q(Z)$ de FLUVIA sont reprises par MAGE ainsi que les paramètres descriptifs des ouvrages simulables par FLUVIA. Les seules données supplémentaires à fournir à MAGE sont celles des ouvrages non simulables par FLUVIA et celles qui varient avec le temps (hydrogrammes aux noeuds, limnigrammes, variations de pelle des déversoirs ou d'ouverture des vannes, hydrogrammes latéraux) et les lois cote-surface des noeuds à surface non-nulle.

La discrétisation des équations de Saint-Venant est faite selon un schéma aux différences finies semi-implicite à quatre points (schéma de Preissmann).

Le langage de programmation utilisé est toujours le FORTRAN-77 normalisé (FORTRAN-V)

B. CE QUE PEUT FAIRE MAGE

a-) MAGE résout les équations de SAINT-VENANT monodimensionnelles en formulation section-débit ; soit :

Equation de continuité :

$$(0-1) \quad \frac{\partial S}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q = q_{\text{apports}} - \frac{\partial S_{\text{maj}}}{\partial t} + q_{\text{déversements}}$$

Equation dynamique :

$$(0-2) \quad \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial \left(\beta \frac{Q^2}{S} \right)}{\partial x} + gS \frac{\partial Z}{\partial x} = -gS(J + J_s) + kq \frac{Q}{S}$$

+ Conditions Initiales et Conditions aux Limites

avec :

t le temps

S la section mouillée

Z la cote de la surface libre

β le coefficient de quantité de mouvement

J les pertes de charge linéaires

J_s pertes de charge singulières : élargissement ou rétrécissement brusques

q les pertes ou apports latéraux (en m^2/s) (ruissellement, pluie, déversements, échanges avec le lit majeur), $k=1$ si $q < 0$, $k=0$ sinon.

x l'abscisse en long

Q le débit

V vitesse moyenne : $V = Q/S$

g la gravité

b-) Le réseau (i.e. un ensemble de branches ou biefs qui se rejoignent en des noeuds) peut être aussi complexe qu'on le désire : il peut aussi bien être MAILLE (présence de défluent) que RAMIFIE (seulement des confluent). Si les conditions aval sont multiples alors le réseau est maillé.

c-) Les conditions aux limites amont sont de type débit donné variable avec le temps : on fournit un hydrogramme $Q(t)$ au noeud amont de chaque bief amont du réseau. Sous la même forme on peut introduire un débit d'apport (>0) ou de fuite (<0) ponctuel en n'importe quel noeud qui ne porte pas de condition aval.

On ne peut pas avoir de défluent au niveau d'une condition à la limite amont : les conditions aux limites sont affectées à des biefs ; il doit y avoir un bief par condition à la limite amont.

d-) Les conditions aval peuvent être de deux types différents :

- soit en cote donnée variable avec le temps : on fournit un limnigramme $Z(t)$;

- soit indirecte : on fournit une loi de tarage $Q(Z)$.

On ne peut pas avoir de confluent au niveau d'une condition à la limite aval : les conditions aux limites sont affectées à des biefs ; il doit y avoir un bief par condition à la limite aval.

e-) La liaison entre les biefs interconnectés est faite par l'intermédiaire des équations aux noeuds. On suppose qu'il n'y a pas de perte de charge aux noeuds, ce qui conduit à admettre l'égalité des cotes dans les sections aval de tous les biefs qui arrivent au noeud et dans les sections amont de tous les biefs qui en partent. D'autre part on a la conservation des volumes au passage des noeuds.

f-) MAGE peut simuler des débordements dans un lit moyen et/ou majeur. Plus précisément : en période de crue on peut distinguer dans une section en travers de rivière 3 lits dans lesquels l'eau est à la même cote :

- un lit mineur où il y a toujours un écoulement,

- un lit moyen où il y a un écoulement seulement si la cote de l'eau atteint un certain seuil,

- et éventuellement un lit majeur de stockage qui se remplit quand le niveau atteint un autre seuil.

On admet que dans cette dernière partie du lit, les vitesses étant très faibles on peut les négliger ; on ne considère alors que les effets de stockage.

On rappelle qu'une section (ou profil) en travers est représentée de façon discrète par un ensemble de couples (largeur ; cote) ou (abscisse ; cote) ; voir la notice de TALWEG pour plus de détails.

La différence des vitesses entre lit mineur et lit moyen est simulée grâce à la formulation DEBORD du LNH qui permet d'estimer le coefficient de quantité de mouvement β .

De plus MAGE peut simuler le stockage dans un casier latéral séparé de l'écoulement principal par une digue. L'échange de volume se fait par un débit latéral (positif ou négatif) estimé à partir de la différence de cote entre l'écoulement principal et le casier latéral. Plusieurs types d'échanges peuvent être simulés : déversements noyés ou dénoyés, évaporation ou infiltration dans le fond du casier latéral.

g-) On peut avoir un effet de laminage aux noeuds. L'équation de continuité des volumes prend alors en compte le stockage dans le noeud. On a dans ce cas ce qu'on appellera un "noeud à surface non nulle". Sur une durée Δt le volume sortant du noeud est égal au volume entrant moins le volume stocké. Le volume stocké dans le noeud est calculé grâce à la loi cote-surface du noeud fournie par l'utilisateur.

h-) MAGE peut prendre en compte deux types de singularités :

- les élargissements et rétrécissements brusques simulés par une perte de charge dite singulière. Ces singularités sont repérées automatiquement par MAGE.

- les ouvrages qui interrompent l'écoulement normal et dont le fonctionnement ne relève pas des équations de Saint-Venant. Ces singularités doivent être décrites par l'utilisateur. Sont actuellement simulables :

- les déversoirs-orifices (à ouverture ou pelle variable)
- les vannes (à ouverture variable)
- les portes à la mer ou clapets
- les pompes
- les déversoirs latéraux
- les buses circulaires

Entrent dans la catégorie des singularités les "marches" qui fonctionnent comme des déversoirs dénoyés : elles doivent être simulées par des déversoirs de pelle nulle.

i-) La condition initiale peut-être soit une ligne d'eau permanente calculée par ailleurs (FLUVIA) soit une ligne d'eau transitoire calculée précédemment par MAGE. Une initialisation directe par MAGE est possible à partir de la version 4.00.

C. CE QUE NE PEUT PAS FAIRE MAGE

- Simuler, sauf cas exceptionnel, des passages en torrentiel (Froude > 1). Cependant si un tel passage en torrentiel se produit à cause d'une variation brutale de la géométrie du bief (par exemple à cause de la présence d'une marche fonctionnant comme un déversoir dénoyé) on pourra le simuler en introduisant un seuil, donc une section singulière à l'endroit de la singularité géométrique.

- Prendre en compte d'éventuelles pertes de charge aux noeuds. En particulier on ne peut pas tenir compte de l'angle sous lequel se fait une confluence ou une défluence.

- Simuler des biefs (vraiment) secs.

D. LES DIFFERENTS MODULES

La chaîne complète de programmes se compose des modules suivants :
DONTAL, TALWEG, TALISC, DONFLU, FLUVIA, DONMAG, MAGE, SAISIE, GRAPHE.

La procédure complète de simulation en régime transitoire se déroule selon les étapes suivantes :

- 1-) -a- Définir la géométrie avec DONTAL (option) ;
-b- Traiter la géométrie avec le programme TALWEG ;
-c- Contrôler les résultats avec TALISC (option).
- 2-) -a- Définir les données permanentes avec DONFLU (option) ;
-b- Calculer une ligne d'eau permanente avec FLUVIA (option).
- 3-) Préparer les données de MAGE avec DONMAG ou en modifiant des fichiers sous éditeur de texte.
- 4-) Lancer la simulation en transitoire avec MAGE.
- 5-) Revenir éventuellement en 3-) pour extraire une nouvelle ligne d'eau initiale des résultats de MAGE obtenus lors d'un passage précédent.
- 6-) Utiliser SAISIE et GRAPHE pour extraire les informations voulues.

E. LES ENTREES/SORTIES

Les programmes communiquent entre eux par l'intermédiaire de fichiers. Tous les fichiers servant à l'utilisateur pour transmettre des données aux programmes sont des fichiers ASCII éditables avec un éditeur quelconque. Il y a un fichier par type de donnée à fournir.

Il est donc nécessaire de disposer d'un éditeur de texte pour utiliser TALWEG-FLUVIA-MAGE afin de modifier commodément les fichiers de données.

Les formats de ces fichiers sont indiqués en détail dans les notices respectives de TALWEG, FLUVIA et MAGE.

De façon analogue à FLUVIA les résultats de MAGE sont stockés dans 2 fichiers dont l'un est éditable.

Dans le fichier éditable on trouve un certain nombre d'informations synthétiques sur les résultats du calcul selon un pas de temps précisé par l'utilisateur.

Dans le fichier binaire MAGE stocke les lignes d'eau selon un pas de temps spécifique. Ce fichier peut être relu par le programme GRAPHE pour en extraire sous forme de graphique et de tableaux numériques des informations telles que hydrogrammes, limnigrammes, lignes d'eau à un instant donné, vitesses à un instant donné ou en un point donné, etc...

GRAPHE permet de relire aussi certains fichiers de données pour dessiner des profils en travers par exemple.

Le programme SAISIE est un outil conversationnel de choix des informations à extraire avec GRAPHE

Enfin MAGE regroupe dans un fichier éditable spécial les éventuelles anomalies apparues lors du calcul.

F. LE MATERIEL NECESSAIRE

MAGE fonctionne sur PC compatible IBM sous DOS (version 5.00 et suivantes), sous Windows 95, sous OS/2 (version 2.0 et suivantes) ou sur station de travail UNIX. Sur PC un coprocesseur arithmétique est indispensable. Sous DOS il faut au moins 500K de mémoire RAM disponible tandis que sous Windows 95 et OS/2 cette limitation ne joue pas. Pour des grosses applications, les fichiers de résultats peuvent dépasser le méga-octet.

G. REFERENCES : quelques études réalisées au Cemagref avec le code de simulation hydraulique MAGE

Wateringues (1990 -1994) :

Développement d'un modèle général des Wateringues (Région Nord - Pas de Calais) pour l'Institution interdépartementale Nord - Pas de Calais pour la réalisation des ouvrages généraux d'évacuation des crues de la région des Wateringues.

Le modèle est opérationnel depuis Juillet 1994.

Le réseau simulé, plus de 200 km, comprend l'AA, le canal de Calais, le canal à grand gabarit, la rivière d'Oye, le canal de Bergues, soit les principaux émissaires depuis l'écluse des Flandres jusqu'à la mer du Nord.

Etude hydraulique du Lac de Grand-Lieu (1992) :

Simulation de l'évacuation des crues du lac selon divers scénarios de modification de la gestion du lac.

Apports du Rhône à la Méditerranée (1991) :

Simulation du Rhône depuis Arles jusqu'à la mer pour déterminer la répartition des débits entre le petit Rhône et le Grand Rhône jusqu'à la crue centennale.

Modélisation du Marais de Moëze (Charente Maritime) (1992) :

L'objectif de cette étude était de quantifier les impacts hydrologiques du drainage enterré à l'échelle d'un marais agricole de 2174 ha. Cet ancien marais salant est caractérisé par un réseau hydraulique extrêmement complexe puisque 470 km de fossés serpentent entre 2000 bassins.

Ce travail a été réalisé au cours d'une thèse de doctorat au Muséum National d'Histoire Naturelle.

Simulation hydrauliques dans le cadre de la méthode Inondabilité (1991-1995) :

La Bourbre : mise à disposition d'un modèle général.

Le Rival

L'Egrenne

ANNEXE 5
ENVELOPPE DES DEBITS, COTES ET VITESSES MOYENNES

Enveloppe des Debits, Cotes et Vitesses moyennes calcules par MAGE **Evènement type 92 Cr=0.50**

un # a cote d'une cote d'eau indique un débordement en H moyen
 un ! a cote d'une cote d'eau indique un dépassement de la cote de berge la plus basse

IS	Pm	Z Fond	Z moyen	Z Berge	Cote	Déversement	Largeur	Date Cote	Debit	Date Debit	V	Date Vmax	Qdev	Date Qdmax	L mineur
1	4385	7.03	10.50	10.33	10.72	# !	22.40	00:04:44.40	213.00	00:05:00:00	3.65	00:05:04:00	22.73	00:05:04:00	22.40
2	4405	7.02	10.49	10.32	10.68	# !	22.40	00:05:04:00	211.34	00:05:03:30	3.44	00:05:04:20	17.19	00:05:09:10	22.40
3	4424	7.00	10.48	10.30	10.60	# !	22.40	00:05:09:10	202.48	00:05:03:30	3.30	00:05:03:40	11.57	00:05:05:40	22.40
4	4444	6.99	10.48	10.29	10.61	# !	22.40	00:05:03:40	192.58	00:05:03:20	3.29	00:05:04:00	12.40	00:05:05:40	22.40
5	4463	6.97	10.47	10.27	10.60	# !	22.40	00:05:03:30	186.23	00:05:04:30	3.07	00:05:04:30	12.71	00:05:03:30	22.40
6	4483	6.96	10.46	10.26	10.55	# !	22.40	00:05:03:30	178.64	00:05:03:40	2.92	00:05:19:20	11.00	00:05:03:30	22.40
7	4503	6.95	10.45	10.25	10.49	# !	22.40	00:05:18:40	174.19	00:05:03:30	2.84	00:03:19:10	9.12	00:05:19:20	22.40
8	4522	6.93	10.44	10.23	10.47	# !	22.40	00:05:09:20	167.10	00:05:03:30	2.76	00:05:03:40	7.85	00:05:09:20	22.40
9	4542	6.92	10.44	10.22	10.45	# !	22.40	00:05:09:50	160.66	00:05:03:40	2.66	00:05:09:00	7.90	00:05:09:50	22.40
10	4561	6.90	10.43	10.20	10.42	!	22.39	00:05:09:50	156.52	00:05:03:40	2.55	00:05:05:40	8.21	00:05:10:20	22.40
11	4581	6.89	10.42	10.19	10.40	!	22.33	00:05:03:50	152.20	00:05:03:40	2.50	00:05:03:50	7.77	00:05:10:20	22.40
12	4601	6.88	10.41	10.18	10.39	!	22.34	00:05:03:50	147.06	00:05:03:40	2.44	00:05:03:50	6.88	00:05:03:50	22.40
13	4620	6.86	10.40	10.16	10.38	!	22.32	00:05:03:50	144.28	00:05:03:50	2.38	00:05:09:10	6.89	00:05:03:50	22.40
14	4640	6.85	10.40	10.15	10.35	!	22.34	00:05:03:50	141.63	00:05:03:50	2.32	00:05:04:00	6.45	00:05:03:50	22.40
15	4659	6.83	10.39	10.13	10.32	!	22.31	00:05:04:00	138.22	00:05:03:50	2.28	00:05:04:00	5.53	00:05:04:00	22.40
16	4679	6.82	10.38	10.12	10.32	!	22.32	00:05:04:00	133.63	00:05:03:50	2.22	00:05:04:00	6.14	00:05:04:00	22.40
17	4699	6.81	10.37	10.11	10.31	!	22.31	00:05:04:00	131.60	00:05:04:00	2.16	00:05:04:00	6.28	00:05:04:00	22.40
18	4718	6.79	10.36	10.09	10.28	!	22.29	00:05:04:00	129.61	00:05:04:00	2.13	00:05:04:00	5.71	00:05:04:00	22.40
19	4738	6.78	10.36	10.08	10.25	!	22.25	00:05:04:00	126.30	00:05:04:00	2.10	00:05:04:00	4.82	00:05:04:00	22.40
20	4757	6.76	10.35	10.06	10.22	!	22.19	00:05:18:30	121.62	00:05:04:00	2.04	00:05:04:10	5.34	00:05:04:00	22.40
21	4777	6.75	10.34	10.05	10.20	!	22.18	00:04:50:00	118.02	00:05:18:30	1.95	00:05:18:40	4.47	00:05:04:00	22.40
22	4797	6.74	10.33	10.04	10.19	!	22.19	00:04:50:00	115.46	00:05:18:30	1.90	00:05:04:30	4.14	00:05:18:40	22.40
23	4816	6.72	10.32	10.02	10.18	!	22.17	00:05:18:40	113.38	00:04:50:00	1.89	00:05:18:50	3.82	00:05:18:40	22.40
24	4836	6.71	10.32	10.01	10.15	!	22.14	00:05:18:40	112.79	00:05:18:40	1.89	00:05:18:50	3.86	00:04:50:10	22.40
25	4855	6.69	10.31	9.99	10.14	!	22.14	00:04:50:10	110.59	00:05:19:20	1.87	00:05:19:20	4.52	00:05:18:50	22.40
26	4875	6.68	10.30	9.98	10.14	!	22.18	00:05:18:50	106.94	00:04:50:10	1.80	00:05:19:30	4.11	00:05:18:50	22.40
27	4895	6.67	10.29	9.97	10.12	!	22.17	00:05:18:50	106.78	00:05:18:50	1.78	00:05:19:00	3.39	00:05:02:40	22.40
28	4915	6.66	10.28	9.96	10.09	!	22.14	00:05:02:40	104.29	00:05:18:50	1.75	00:05:19:00	3.92	00:05:19:00	22.40
29	4935	6.65	10.27	9.95	10.10	!	22.16	00:05:19:00	100.57	00:05:03:20	1.70	00:05:03:30	3.68	00:05:19:00	22.40
30	4955	6.64	10.26	9.94	10.08	!	22.15	00:05:19:00	100.50	00:05:19:00	1.68	00:05:19:10	3.08	00:05:03:30	22.40
31	4975	6.63	10.25	9.93	10.06	!	22.13	00:05:03:30	98.40	00:05:03:30	1.65	00:05:03:40	3.21	00:05:19:10	22.40
32	4995	6.62	10.24	9.92	10.05	!	22.14	00:05:19:10	96.02	00:05:03:30	1.62	00:05:03:40	3.29	00:05:03:40	22.40
33	5015	6.61	10.23	9.91	10.04	!	22.14	00:05:03:40	94.52	00:05:19:10	1.59	00:05:19:20	2.96	00:05:03:40	22.40
34	5035	6.60	10.22	9.90	10.02	!	22.13	00:05:03:40	93.40	00:05:03:40	1.57	00:05:03:50	2.58	00:05:19:20	22.40
35	5055	6.59	10.21	9.89	10.00	!	22.11	00:05:19:20	91.46	00:05:03:40	1.55	00:05:03:50	2.86	00:05:03:50	22.40
36	5075	6.58	10.20	9.88	10.00	!	22.12	00:05:03:50	88.94	00:05:19:20	1.50	00:05:19:20	2.75	00:05:03:50	22.40
37	5095	6.57	10.19	9.87	9.99	!	22.12	00:05:03:50	88.51	00:05:03:50	1.49	00:05:04:00	2.27	00:05:03:50	22.40
38	5115	6.56	10.18	9.86	9.97	!	22.10	00:05:03:50	87.03	00:05:03:50	1.47	00:05:04:00	2.27	00:05:03:50	22.40

39	5135	6.55	10.17	9.85	9.96			22.11	00:05:04:00	84.29	00:05:03:50	1.44	00:05:04:00	2.44	00:05:04:00	22.40
40	5155	6.54	10.16	9.84	9.95			22.11	00:05:04:00	83.74	00:05:04:00	1.41	00:05:04:00	2.54	00:05:04:00	22.40
41	5175	6.54	10.16	9.84	9.94			22.10	00:05:04:00	82.78	00:05:04:00	1.40	00:05:04:00	2.25	00:05:04:00	22.40
42	5195	6.53	10.15	9.83	9.92			22.09	00:04:09:30	80.59	00:05:04:00	1.38	00:05:04:10	2.14	00:05:04:00	22.40
43	5215	6.52	10.14	9.82	9.90			22.08	00:03:57:00	78.55	00:05:04:05	1.34	00:05:04:10	2.40	00:05:04:00	22.40
44	5235	6.51	10.13	9.81	9.89			22.08	00:04:09:40	76.74	00:05:03:30	1.31	00:05:03:40	2.31	00:05:04:00	22.40
45	5255	6.50	10.12	9.80	9.89			22.09	00:04:09:40	75.31	00:05:03:30	1.28	00:05:03:40	2.10	00:04:09:40	22.40
46	5275	6.49	10.11	9.79	9.88			22.09	00:06:32:20	73.76	00:04:09:40	1.25	00:05:03:40	2.05	00:06:32:20	22.40
47	5295	6.48	10.10	9.78	9.87			22.09	00:04:09:50	72.21	00:05:03:40	1.23	00:05:03:50	2.00	00:04:09:50	22.40
48	5315	6.47	10.09	9.77	9.87			22.10	00:03:58:00	70.80	00:05:03:40	1.20	00:05:03:50	2.36	00:03:58:00	22.40
49	5335	6.46	10.08	9.76	9.86			22.11	00:03:58:00	70.02	00:04:09:50	1.18	00:04:10:00	2.39	00:03:58:00	22.40
50	5355	6.45	10.07	9.75	9.86			22.11	00:06:21:20	68.36	00:04:09:50	1.16	00:04:10:00	2.48	00:06:21:20	22.40
51	5375	6.44	10.06	9.74	9.85			22.12	00:04:10:00	66.40	00:04:10:00	1.13	00:03:14:50	2.71	00:04:10:00	22.40
52	5395	6.43	10.05	9.73	9.85			22.13	00:04:10:00	65.83	00:04:10:00	1.13	00:03:14:50	2.92	00:04:10:00	22.40
53	5415	6.42	10.04	9.72	9.85			22.14	00:06:28:50	64.28	00:03:14:40	1.12	00:03:14:40	3.28	00:06:22:00	22.40
54	5435	6.41	10.03	9.71	9.84			22.14	00:06:21:30	63.80	00:03:14:40	1.11	00:03:14:40	3.90	00:04:10:00	22.40
55	5455	6.40	10.02	9.70	9.84			22.15	00:06:21:00	63.32	00:03:14:30	1.11	00:03:14:30	0.00	00:00:00:00	22.40
56	5475	6.39	9.99	9.69	9.83			22.15	00:06:21:00	63.09	00:03:14:30	1.10	00:03:14:20	0.00	00:00:00:00	22.38
57	5495	6.37	9.97	9.68	9.81			22.15	00:06:21:40	62.86	00:03:14:40	1.10	00:03:14:30	0.00	00:00:00:00	22.36
58	5515	6.36	9.94	9.66	9.80			21.95	00:05:04:10	62.65	00:03:14:40	1.10	00:03:14:30	0.00	00:00:00:00	22.35
59	5535	6.35	9.92	9.65	9.79			21.98	00:05:04:10	62.42	00:03:14:40	1.10	00:03:14:30	0.00	00:00:00:00	22.33
60	5555	6.33	9.89	9.64	9.79			22.02	00:05:04:20	62.20	00:03:14:50	1.09	00:03:14:40	0.00	00:00:00:00	22.31
61	5574	6.32	9.86	9.63	9.78			22.05	00:05:04:20	61.98	00:03:14:50	1.09	00:03:14:40	0.00	00:00:00:00	22.29
62	5594	6.31	9.84	9.61	9.77			22.09	00:05:04:20	61.75	00:03:14:50	1.08	00:03:14:40	0.00	00:00:00:00	22.27
63	5614	6.29	9.81	9.60	9.77			22.13	00:05:04:30	61.53	00:03:15:00	1.08	00:03:14:50	0.00	00:00:00:00	22.25
64	5634	6.28	9.79	9.59	9.76			22.17	00:05:04:30	61.31	00:03:15:00	1.08	00:03:14:50	0.00	00:00:00:00	22.24
65	5654	6.27	9.76	9.58	9.75			22.21	00:05:04:35	61.07	00:03:15:00	1.07	00:03:14:50	0.00	00:00:00:00	22.22
66	5674	6.25	9.73	9.57	9.75			22.20	00:05:04:35	60.86	00:03:15:10	1.07	00:03:15:00	0.00	00:00:00:00	22.20
67	5694	6.24	9.71	9.55	9.74			22.18	00:05:04:40	60.63	00:03:15:10	1.06	00:03:15:00	0.00	00:00:00:00	22.18
68	5714	6.22	9.68	9.54	9.74			22.16	00:05:04:40	60.40	00:03:15:20	1.06	00:03:15:00	0.00	00:00:00:00	22.16
69	5734	6.21	9.65	9.53	9.73			22.14	00:05:04:40	60.18	00:03:15:20	1.05	00:03:15:10	0.00	00:00:00:00	22.14
70	5754	6.20	9.63	9.52	9.72			22.13	00:05:04:50	59.95	00:03:15:20	1.05	00:03:15:10	0.00	00:00:00:00	22.13
71	5774	6.18	9.60	9.51	9.72			22.11	00:05:04:50	59.72	00:03:15:30	1.04	00:03:15:10	0.00	00:00:00:00	22.11
72	5794	6.17	9.58	9.49	9.71			22.09	00:05:04:50	59.50	00:03:15:30	1.04	00:03:15:20	0.00	00:00:00:00	22.09
73	5813	6.16	9.55	9.48	9.71			22.07	00:05:05:00	59.27	00:03:15:30	1.03	00:03:15:20	0.00	00:00:00:00	22.07
74	5833	6.14	9.52	9.47	9.70			22.05	00:05:05:00	59.05	00:03:15:40	1.03	00:03:15:20	0.00	00:00:00:00	22.05
75	5853	6.13	9.50	9.46	9.70			22.03	00:05:05:05	58.83	00:03:15:40	1.02	00:03:15:30	0.00	00:00:00:00	22.03
76	5873	6.12	9.47	9.44	9.69			22.02	00:05:05:10	58.61	00:03:15:50	1.01	00:03:15:30	0.00	00:00:00:00	22.02
77	5893	6.10	9.45	9.41	9.68			22.00	00:05:05:10	58.40	00:03:15:50	1.01	00:03:15:30	0.00	00:00:00:00	22.00
78	5913	6.09	9.42	9.38	9.68			21.98	00:05:05:10	58.19	00:03:16:00	1.00	00:03:15:40	0.00	00:00:00:00	21.98
79	5940	6.08	9.41	9.37	9.68			22.00	00:05:05:20	57.92	00:03:16:00	0.94	00:03:15:50	0.00	00:00:00:00	22.40
80	5941	6.08	11.96	11.91	9.57			6.05	00:05:05:10	57.91	00:03:16:00	1.84	00:03:16:00	0.00	00:00:00:00	11.96
81	5949	6.08	11.96	11.90	9.57			6.03	00:05:05:20	57.88	00:03:16:00	1.84	00:03:16:00	0.00	00:00:00:00	11.96
82	5950	6.07	9.69	9.37	9.64			22.32	00:05:05:20	57.88	00:03:16:00	0.95	00:03:15:50	0.00	00:00:00:00	22.40
83	5968	6.05	9.67	9.35	9.64			22.35	00:05:05:20	57.70	00:03:16:10	0.94	00:03:15:50	0.00	00:00:00:00	22.40
84	5985	6.03	9.65	9.33	9.63			22.39	00:05:05:20	57.53	00:03:16:20	0.93	00:03:16:00	0.00	00:00:00:00	22.40
85	5986	6.02	11.72	11.71	9.55			4.99	00:05:05:20	57.53	00:03:16:20	1.86	00:03:16:10	0.00	00:00:00:00	5.87
86	5989	6.01	11.71	11.71	9.55			5.03	00:05:05:20	57.52	00:03:16:20	1.66	00:03:16:10	0.00	00:00:00:00	0.01

87	5890	6.02	9.82	9.64	9.61		22.22	00:05:05:20	57.52	00:03:16:20	0.93	00:03:16:00	0.00	00:00:00:00	22.41
88	6014	5.99	9.79	9.61	9.60		22.24	00:05:05:30	58.34	00:03:16:30	0.94	00:03:16:00	0.00	00:00:00:00	22.41
89	6038	5.96	9.76	9.58	9.60	!	22.31	00:05:05:30	59.21	00:03:16:50	0.95	00:03:16:10	0.00	00:00:00:00	22.40
90	6039	5.96	10.70	10.69	9.51		0.01	00:05:05:30	59.25	00:03:16:30	1.65	00:03:17:00	0.00	00:00:00:00	5.00
91	6042	5.96	10.70	10.69	9.51		0.01	00:05:05:30	59.38	00:03:16:50	1.65	00:03:16:50	0.00	00:00:00:00	5.00
92	6043	5.95	10.50	9.57	9.57		22.08	00:05:05:30	59.42	00:03:16:50	0.95	00:03:16:20	0.00	00:00:00:00	22.41
93	6061	5.94	10.57	9.76	9.55		19.85	00:05:05:30	60.11	00:03:17:00	1.09	00:03:16:30	0.00	00:00:00:00	20.39
94	6079	5.93	10.84	9.95	9.52		17.87	00:05:05:40	60.82	00:03:17:10	1.28	00:03:16:40	0.00	00:00:00:00	18.37
95	6098	5.92	10.70	10.15	9.48		15.57	00:05:05:40	61.55	00:03:17:20	1.54	00:03:16:40	0.00	00:00:00:00	16.34
96	6116	5.91	10.77	10.34	9.41		13.13	00:05:05:40	62.28	00:03:17:20	1.94	00:03:16:50	0.00	00:00:00:00	14.32
97	6134	5.90	10.84	10.53	9.24		10.67	00:05:05:45	63.01	00:03:17:30	2.67	00:03:16:40	0.00	00:00:00:00	12.30
98	6152	5.88	10.74	10.49	9.23		10.97	00:05:05:45	63.75	00:03:17:30	2.60	00:03:16:40	0.00	00:00:00:00	12.51
99	6171	5.85	10.63	10.45	9.22		11.27	00:05:05:50	64.48	00:03:17:30	2.54	00:03:16:50	0.00	00:00:00:00	12.73
100	6189	5.83	10.53	10.42	9.21		11.57	00:05:05:50	65.21	00:03:17:30	2.47	00:03:16:50	0.00	00:00:00:00	12.94
101	6207	5.80	10.43	10.38	9.20		11.91	00:05:05:50	65.94	00:03:17:40	2.41	00:03:16:50	0.00	00:00:00:00	13.15
102	6227	5.77	10.43	10.36	9.18		12.07	00:05:05:50	66.73	00:03:17:40	2.38	00:03:16:50	0.00	00:00:00:00	13.27
103	6246	5.74	10.43	10.33	9.16		12.23	00:05:06:00	67.51	00:03:17:40	2.36	00:03:16:50	0.00	00:00:00:00	13.40
104	6266	5.72	10.43	10.31	9.14		12.39	00:05:06:00	68.30	00:03:17:50	2.33	00:03:17:00	0.00	00:00:00:00	13.52
105	6286	5.69	10.43	10.29	9.13		12.55	00:05:06:00	69.08	00:03:17:50	2.31	00:03:17:00	0.00	00:00:00:00	13.65
106	6305	5.66	10.43	10.26	9.11		12.71	00:05:06:00	69.86	00:03:17:50	2.28	00:03:17:00	0.00	00:00:00:00	13.77
107	6325	5.63	10.43	10.24	9.09		12.88	00:05:06:10	70.64	00:03:18:00	2.26	00:03:17:00	0.00	00:00:00:00	13.90
108	6344	5.60	10.43	10.29	9.03		12.25	00:05:06:10	71.40	00:03:18:00	2.43	00:03:17:10	0.00	00:00:00:00	13.65
109	6364	5.58	10.44	10.34	8.97		11.82	00:05:06:10	72.17	00:03:18:10	2.61	00:03:17:00	0.00	00:00:00:00	13.40
110	6383	5.55	10.44	10.39	8.89		11.35	00:05:06:15	72.93	00:03:18:10	2.84	00:03:17:00	0.00	00:00:00:00	13.15
111	6394	5.53	10.33	10.33	9.02		10.20	00:05:06:15	72.97	00:03:18:10	2.10	00:03:17:20	0.00	00:00:00:00	0.10
112	6387	5.53	10.32	10.32	9.02		10.20	00:05:06:15	73.09	00:03:18:20	2.11	00:03:17:20	0.00	00:00:00:00	0.10
113	6388	5.52	10.00	9.54	9.05		15.87	00:05:06:15	73.13	00:03:18:20	1.97	00:03:17:00	0.00	00:00:00:00	17.28
114	6410	5.49	10.00	9.50	9.01		15.76	00:05:06:20	73.04	00:03:18:30	1.98	00:03:17:00	0.00	00:00:00:00	17.34
115	6433	5.46	10.00	9.47	8.86		15.69	00:05:06:20	72.96	00:03:18:40	1.99	00:03:17:10	0.00	00:00:00:00	17.42
116	6455	5.42	10.00	9.43	8.94		15.59	00:05:06:20	72.88	00:05:06:20	2.00	00:03:17:10	0.00	00:00:00:00	17.50
117	6477	5.39	10.00	9.39	8.91		15.53	00:05:06:30	72.88	00:05:06:20	2.00	00:03:17:20	0.00	00:00:00:00	17.58
118	6499	5.38	9.92	9.36	8.87		15.49	00:05:06:30	72.88	00:05:06:30	2.01	00:03:17:20	0.00	00:00:00:00	17.48
119	6522	5.32	9.85	9.32	8.84		15.44	00:05:06:30	72.88	00:05:06:30	2.01	00:03:17:30	0.00	00:00:00:00	17.37
120	6544	5.29	9.77	9.29	8.80		15.22	00:05:06:30	72.88	00:05:06:30	2.03	00:03:17:30	0.00	00:00:00:00	17.27
121	6566	5.26	9.62	9.28	8.76		15.12	00:05:06:40	72.88	00:05:06:40	2.05	00:03:17:30	0.00	00:00:00:00	17.03
122	6589	5.22	9.47	9.22	8.72		15.01	00:05:06:40	72.88	00:05:06:40	2.08	00:03:17:40	0.00	00:00:00:00	16.78
123	6611	5.19	9.32	9.19	8.68		14.91	00:05:06:40	72.88	00:05:06:40	2.07	00:03:17:40	0.00	00:00:00:00	16.54
124	6634	5.15	9.30	9.15	8.64		14.91	00:05:06:50	72.88	00:05:06:40	2.07	00:03:17:50	0.00	00:00:00:00	16.60
125	6657	5.12	9.29	9.12	8.61		14.86	00:05:06:50	72.88	00:05:06:50	2.07	00:03:17:50	0.00	00:00:00:00	16.65
126	6680	5.08	9.27	9.08	8.57		15.17	00:05:06:50	72.88	00:05:06:50	2.04	00:03:17:50	0.00	00:00:00:00	16.71
127	6698	5.08	9.24	9.06	8.55		15.40	00:05:06:50	72.88	00:05:06:50	2.02	00:03:18:00	0.00	00:00:00:00	16.98
128	6716	5.03	9.22	9.03	8.53		15.63	00:05:07:00	72.88	00:05:06:50	2.00	00:03:18:00	0.00	00:00:00:00	17.25
129	6733	5.01	9.19	9.01	8.50		15.87	00:05:07:00	72.88	00:05:07:00	1.97	00:03:18:00	0.00	00:00:00:00	17.52
130	6751	4.98	9.16	8.98	8.48		15.94	00:05:07:00	72.87	00:05:07:00	1.97	00:03:18:10	0.00	00:00:00:00	17.79
131	6774	4.95	9.11	8.95	8.45		15.92	00:05:07:00	72.87	00:05:07:00	1.97	00:03:18:10	0.00	00:00:00:00	17.80
132	6796	4.91	9.05	8.91	8.41		15.98	00:05:07:10	72.87	00:05:07:00	1.96	00:03:18:10	0.00	00:00:00:00	17.81
133	6819	4.89	9.00	8.88	8.38		16.04	00:05:07:10	72.87	00:05:07:10	1.95	00:03:18:20	0.00	00:00:00:00	17.82
134	6838	4.85	9.05	8.85	8.35		15.83	00:05:07:10	72.87	00:05:07:10	1.97	00:03:18:20	0.00	00:00:00:00	17.67

135	6956	4.83	9.09	8.82	8.32	15.61	00:05:07:10	72.87	00:05:07:10	1.99	00:03:18:30	0.00	00:00:00:00	17.52
136	6975	4.80	9.14	8.80	8.28	15.40	00:05:07:20	72.87	00:05:07:10	2.01	00:03:18:30	0.00	00:00:00:00	17.37
137	6993	4.77	9.19	8.77	8.25	15.34	00:05:07:20	72.87	00:05:07:10	2.02	00:03:18:40	0.00	00:00:00:00	17.22
138	6916	4.73	9.01	8.73	8.22	15.50	00:05:07:20	72.87	00:05:07:20	2.00	00:03:18:40	0.00	00:00:00:00	17.23
139	6938	4.70	8.94	8.70	8.19	15.67	00:05:07:20	72.87	00:05:07:20	1.98	00:03:18:40	0.00	00:00:00:00	17.24
140	6961	4.66	8.66	8.59	8.16	15.84	00:05:07:30	72.87	00:05:07:20	1.96	00:03:18:50	0.00	00:00:00:00	17.25
141	6979	4.63	8.64	8.58	8.13	15.81	00:05:07:30	72.87	00:05:07:30	1.98	00:03:18:50	0.00	00:00:00:00	17.23
142	6998	4.61	8.61	8.56	8.10	15.79	00:05:07:30	72.87	00:05:07:30	1.96	00:03:19:00	0.00	00:00:00:00	17.20
143	7016	4.58	8.59	8.50	8.06	15.76	00:05:07:30	72.87	00:05:07:30	1.96	00:03:19:00	0.00	00:00:00:00	17.18
144	7034	4.55	8.56	8.45	8.05	15.73	00:05:07:40	72.87	00:05:07:30	1.96	00:03:19:00	0.00	00:00:00:00	17.16
145	7053	4.52	8.53	8.42	8.02	15.73	00:05:07:40	72.87	00:05:07:40	1.96	00:03:19:10	0.00	00:00:00:00	17.16
146	7072	4.50	8.51	8.40	7.99	15.73	00:05:07:45	72.87	00:05:07:40	1.96	00:03:19:10	0.00	00:00:00:00	17.16
147	7090	4.47	8.48	8.37	7.96	15.72	00:05:07:45	72.87	00:05:07:40	1.96	00:03:19:20	0.00	00:00:00:00	17.16
148	7109	4.44	8.45	8.34	7.93	15.72	00:05:07:50	72.87	00:05:07:45	1.96	00:03:19:20	0.00	00:00:00:00	17.16
149	7128	4.41	8.42	8.31	7.90	15.72	00:05:07:50	72.87	00:05:07:45	1.96	00:03:19:30	0.00	00:00:00:00	17.16
150	7146	4.39	8.39	8.28	7.88	15.72	00:05:07:50	72.87	00:05:07:45	1.96	00:03:19:30	0.00	00:00:00:00	17.16
151	7165	4.36	8.37	8.26	7.85	15.71	00:05:07:50	72.87	00:05:07:50	1.96	00:03:19:30	0.00	00:00:00:00	17.16
152	7183	4.33	8.34	8.23	7.82	15.71	00:05:08:00	72.87	00:05:07:50	1.96	00:03:19:40	0.00	00:00:00:00	17.16
153	7201	4.30	8.31	8.20	7.79	15.71	00:05:08:00	72.87	00:05:07:50	1.95	00:03:19:40	0.00	00:00:00:00	17.16
154	7218	4.28	8.29	8.18	7.77	15.72	00:05:08:00	72.87	00:05:08:00	1.95	00:03:19:40	0.00	00:00:00:00	17.16
155	7236	4.25	8.26	8.15	7.74	15.72	00:05:08:00	72.87	00:05:08:00	1.95	00:03:19:50	0.00	00:00:00:00	17.16
156	7253	4.22	8.23	8.12	7.71	15.72	00:05:08:00	72.87	00:05:08:00	1.94	00:03:19:50	0.00	00:00:00:00	17.16
157	7271	4.20	8.21	8.10	7.69	15.72	00:05:08:10	72.87	00:05:08:00	1.94	00:03:20:00	0.00	00:00:00:00	17.16
158	7289	4.17	8.18	8.07	7.66	15.71	00:05:08:10	72.87	00:05:08:00	1.94	00:03:20:00	0.00	00:00:00:00	17.16
159	7306	4.15	8.16	8.05	7.63	15.70	00:05:08:10	72.87	00:05:08:10	1.94	00:03:20:00	0.00	00:00:00:00	17.16
160	7324	4.12	8.13	8.02	7.60	15.69	00:05:08:10	72.87	00:05:08:10	1.94	00:03:20:10	0.00	00:00:00:00	17.16
161	7347	4.08	8.09	7.98	7.57	15.70	00:05:08:20	72.87	00:05:08:10	1.94	00:03:20:10	0.00	00:00:00:00	17.16
162	7370	4.05	8.06	7.95	7.53	15.70	00:05:08:20	72.87	00:05:08:10	1.93	00:03:20:20	0.00	00:00:00:00	17.16
163	7393	4.01	8.02	7.91	7.50	15.71	00:05:08:20	72.87	00:05:08:20	1.93	00:03:20:30	0.00	00:00:00:00	17.16
164	7411	3.99	8.00	7.89	7.47	15.70	00:05:08:30	72.87	00:05:08:20	1.93	00:05:08:20	0.00	00:00:00:00	17.16
165	7428	3.96	7.97	7.86	7.44	15.70	00:05:08:30	72.87	00:05:08:20	1.93	00:05:08:30	0.00	00:00:00:00	17.16
166	7446	3.94	7.95	7.84	7.42	15.69	00:05:08:30	72.87	00:05:08:20	1.93	00:05:08:30	0.00	00:00:00:00	17.16
167	7463	3.91	7.92	7.81	7.39	15.68	00:05:08:30	72.87	00:05:08:30	1.93	00:05:08:30	0.00	00:00:00:00	17.16
168	7482	3.88	7.89	7.78	7.36	15.68	00:05:08:40	72.87	00:05:08:30	1.93	00:05:08:30	0.00	00:00:00:00	17.16
169	7502	3.85	7.86	7.75	7.33	15.69	00:05:08:40	72.87	00:05:08:30	1.93	00:05:08:40	0.00	00:00:00:00	17.16
170	7521	3.82	7.83	7.72	7.30	15.69	00:05:08:40	72.87	00:05:08:30	1.93	00:05:08:40	0.00	00:00:00:00	17.16
171	7540	3.79	7.80	7.69	7.27	15.69	00:05:08:50	72.86	00:05:08:40	1.93	00:05:08:40	0.00	00:00:00:00	17.16
172	7563	3.76	7.77	7.66	7.24	15.68	00:05:08:50	72.86	00:05:08:40	1.93	00:05:08:40	0.00	00:00:00:00	17.16
173	7585	3.72	7.73	7.62	7.20	15.68	00:05:08:50	72.86	00:05:08:40	1.93	00:05:08:40	0.00	00:00:00:00	17.16
174	7608	3.69	7.70	7.59	7.17	15.67	00:05:08:50	72.86	00:05:08:50	1.94	00:05:08:50	0.00	00:00:00:00	17.16
175	7629	3.66	7.67	7.56	7.13	15.66	00:05:08:50	72.86	00:05:08:50	1.94	00:05:09:00	0.00	00:00:00:00	17.16