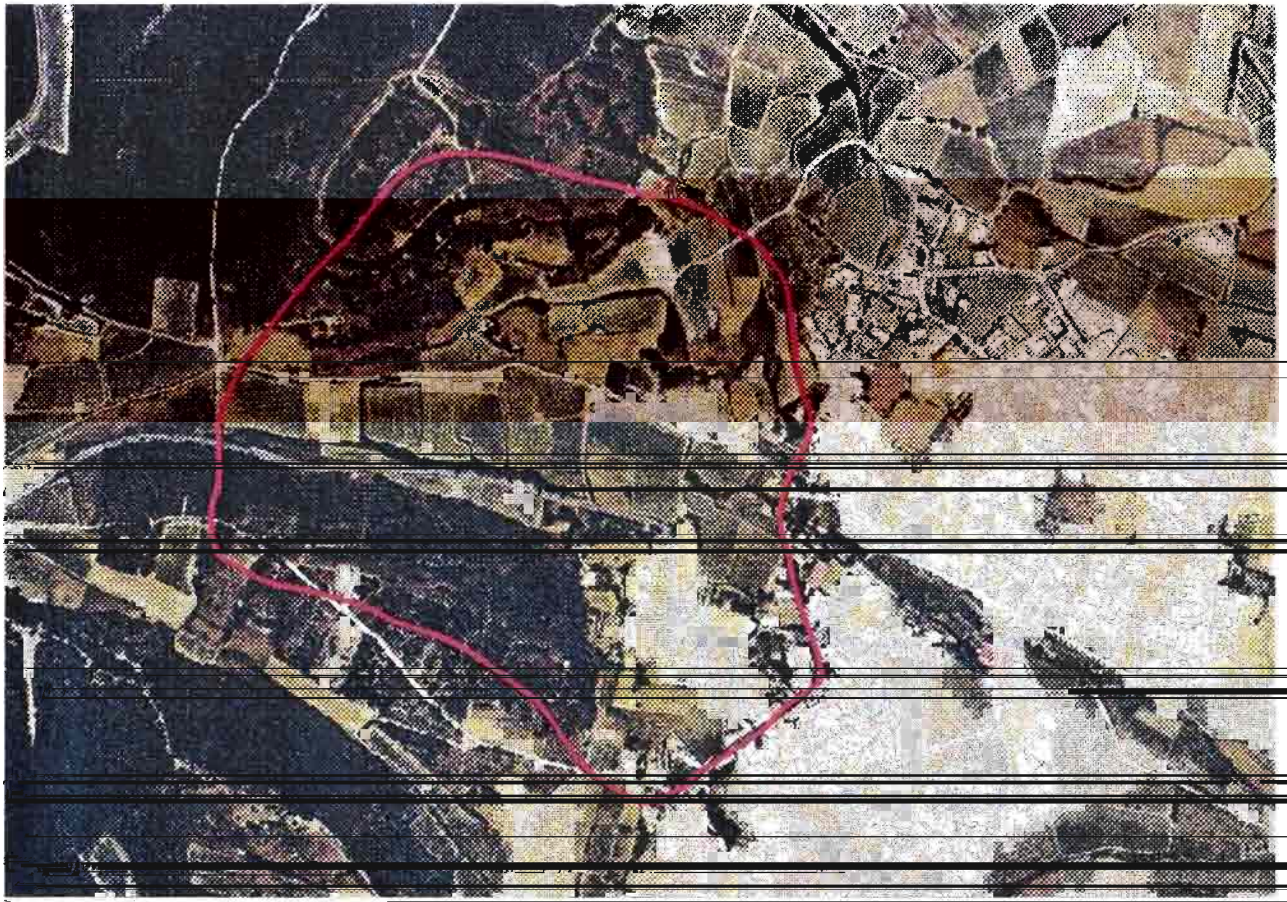


Estimation du risque d'inondation
à Murviel Lès Montpellier



SOMMAIRE

1. RISQUE D'INONDATION À MURVIEL LÈS MONTPELLIER	3
1.1. Définitions et généralités	3
1.2. Le risque d'inondation à Murviel Lès Montpellier	3
2. MÉTHODOLOGIE D'ÉVALUATION DU RISQUE D'INONDATION	3
3. LE CLIMAT À MURVIEL LÈS MONTPELLIER	4
4. CARACTÉRISTIQUES DU BASSIN VERSANT	6
4.1. Caractéristiques physiographiques	6
4.2. Occupation des sols	6
4.3. Fonctionnement hydrologique du bassin versant	6
5. EVALUATION DU DÉBIT DE POINTE CINQUANTENNAL ET DU DÉBIT DE POINTE MAXIMUM PROBABLE	6
5.1. La méthode rationnelle	6
5.2. Temps de concentration	7
5.3. Estimation du coefficient d'écoulement	7
5.4. Estimation de la pluie maximale	8
5.4.1. Pluviométrie maximale cinquantennale	8
5.4.2. Pluie maximale probable	8
5.5. Analyse des écoulements sur le bassin	9
5.5.1. L'événement du 19 septembre 1996	9
5.5.2. Estimation des débits de pointe	10
5.5.3. Relevés topographiques et interprétation	11
5.5.4. Application d'un modèle d'écoulement	15
5.5.5. Volumes d'eau écoulés	17
6. CONCLUSION¹	18
7. BIBLIOGRAPHIE	19
8. PLUVIOMÉTRIE JOURNALIÈRE	20

¹ Les conclusions de cette étude, exécutée gracieusement à la demande de Monsieur Alfred Conesa, Maire de Murviel Lès Montpellier, n'engage que la responsabilité de l'auteur.

Cette étude a été réalisée avec le concours de Michel Mathieu, informaticien de l'Orstom pour le traitement des données pluviométriques de l'Inra, de Bernard Cappelaere, hydraulicien de l'Orstom pour le modèle de simulation de l'écoulement, et avec l'aide de Philippe Cury et de Pierre Marchand (Orstom) pour la réalisation des levés topographiques.

1. Risque d'inondation à Murviel Lès Montpellier

1.1. Définitions et généralités

En terme de protection des personnes et des biens contre les catastrophes ayant des causes naturelles, le risque est évalué comme le produit de l'aléa par la vulnérabilité.

L'aléa est l'événement naturel qui engendre la catastrophe. L'aléa étudié peut être relativement fréquent tel que la crue annuelle d'un cours d'eau ou la coulée générant couramment une avalanche, etc. Mais, il peut s'agir d'un événement exceptionnel tel qu'un mouvement sismique de forte amplitude ou d'un cyclone aux rafales de vent dévastatrices.

La vulnérabilité est fonction, le plus souvent, du type d'occupation de la zone soumise à l'aléa. La vulnérabilité sera d'autant plus forte que la zone concernée par l'aléa est habitée et/ou occupée par des biens susceptibles d'être gravement endommagés.

Le risque d'inondation est lié à un aléa qui se manifeste par une forte élévation des plans d'eau et/ou par de fortes vitesses d'écoulement.

Ainsi, le risque d'inondation peut être minoré en agissant sur l'aléa afin d'en réduire les effets en implantant, par exemple, des bassins de rétention en amont des zones vulnérables. De même, il peut être réduit en agissant sur la vulnérabilité, en modifiant la destination de la zone concernée, en mettant en place des systèmes d'annonce permettant son évacuation rapide, et/ou en imaginant des systèmes de protection par l'implantation, par exemple, de digues.

1.2. Le risque d'inondation à Murviel Lès Montpellier

A Murviel Lès Montpellier, la zone urbanisée présentant une vulnérabilité au risque d'inondation est celle traversée par le ruisseau Carabiol.

La Crèche du village, implantée à proximité immédiate de la Fontaine Romaine, entre le pont-route départementale 102 en direction de Bel-Air et le pont de la route des Lavoirs, constitue, sans aucun doute, l'élément le plus vulnérable, en raison, d'une part, de sa localisation à proximité immédiate du lit mineur du ruisseau, et, d'autre part, de la destination qui est donnée à ce bâtiment.

C'est donc en ce site, au droit de la Fontaine Romaine et sur le bief compris entre les deux ponts-route, que sera conduite l'étude pour évaluer les débits et les niveaux d'eau maximaux qui pourraient être atteints en cas d'averses exceptionnellement fortes.

2. Méthodologie d'évaluation du risque d'inondation

Sur la base des analyses statistiques en notre possession, il sera procédé à l'évaluation du risque de période de retour 50 années. Il s'agit de l'événement qui se produit, en moyenne, deux fois par siècle.

Mais, compte tenu de la vulnérabilité du site, et afin d'évaluer les conséquences à Murviel de phénomènes du type des catastrophes qui ont touché Nîmes, Vaison-la-romaine, et Puisseguiers, on procédera à l'évaluation du « risque maximum probable » relatif à l'aléa pluviométrique le plus abondant jamais observé en France.

Au droit de la Fontaine Romaine, le bassin versant qui alimente le ruisseau Carabiol a une superficie d'environ 42 hectares, soit de 0.42 km².

L'inondation exceptionnelle sera provoquée par une crue violente engendrée par une pluie de très forte intensité parvenant sur des sols préalablement saturés en eau. L'inondation peut être aggravée par l'encombrement du lit et l'obstruction des débouchés des ouvrages se trouvant en aval de la Fontaine Romaine, au pont-route des Lavoirs, voire au pont-route de Saint-Georges d'Orques ou sur le bief intermédiaire.

On supposera que la crue exceptionnelle de fréquence d'apparition donnée est liée à l'événement pluviométrique de même fréquence. Pour évaluer l'aléa hydrologique, on utilisera la méthode dite « rationnelle ». Cette méthode est une méthode simple qui est reconnue comme une des plus performantes pour évaluer les forts débits de pointe de crues sur les bassins versants de faible superficie.

La méthode rationnelle est basée sur l'hypothèse que, le débit maximal d'un bassin versant de petite taille soumis à une averse d'intensité de pluie constante, est atteint lorsque la goutte d'eau la plus éloignée parvient à l'exutoire. Le temps de concentration est la durée de transfert de cette goutte d'eau.

Nous le verrons, la méthode rationnelle nécessite :

- de pouvoir estimer la précipitation maximale susceptible de donner lieu, un jour, à un écoulement exceptionnel,
- et d'avoir une bonne connaissance de la morphologie et du fonctionnement hydrologique du bassin versant².

3. Le climat à Murviel Lès Montpellier

La commune de Murviel Lès Montpellier est située dans une région vallonnée de garrigues à une altitude d'environ 150 m. Son climat est à tout point de vue semblable à celui de la ville de Montpellier située à moins d'une dizaine de kilomètres vers l'Est. La station climatologique la plus proche est celle de l'aéroport de Fréjorgues située en bordure des étangs de Palavas à une distance d'environ 20 km de Murviel.

Les analyses climatologiques réalisées (Ch. Baldy, 1990) montrent que la pluviométrie annuelle médiane à Murviel est de l'ordre de 800 mm (pour 760 mm à Fréjorgues) avec une forte irrégularité. Les valeurs extrêmes peuvent aller de moins de 400 mm (estimés en 1985) à plus de 1500 mm.

A Murviel, les pluies estivales, cumulées entre juin et août, sont faibles, de l'ordre de 100 mm en année médiane.

Le nombre moyen de jours de pluies journalières par an supérieures à 40 mm est faible puisque de l'ordre de 4 à 5 jours.

La station bioclimatologique de l'INRA implantée à Murviel depuis septembre 1990 fournit les données pluviométriques horaires, journalières et mensuelles. Ces données, aimablement fournies par M. Jean Virolleaud (Unité de bioclimatologie INRA-Avignon) sont présentées en annexe ; elles comportent de rares lacunes.

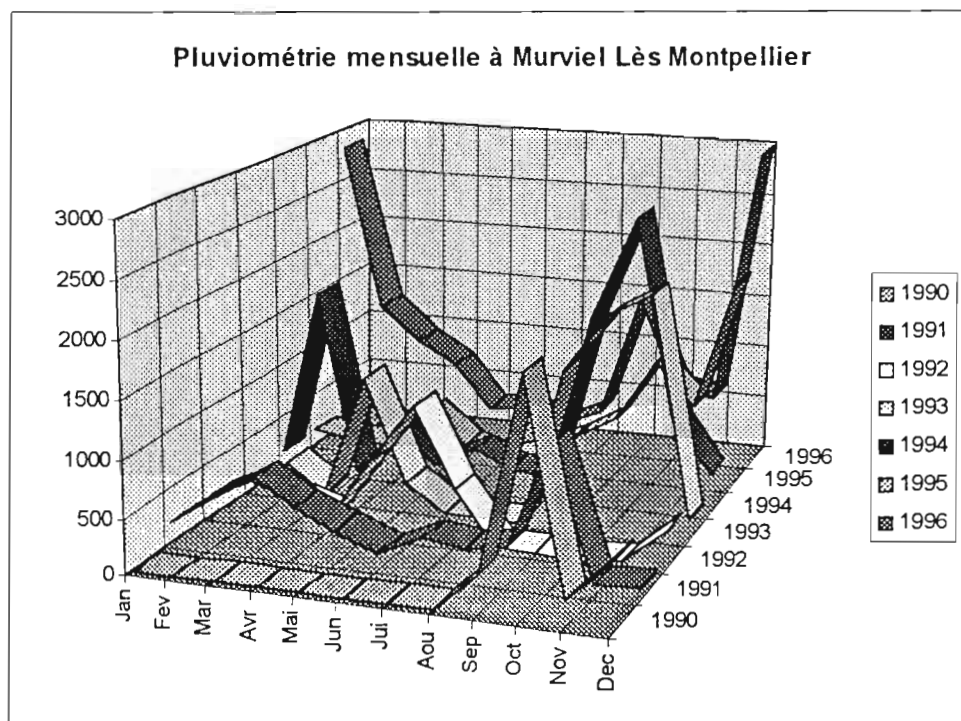
Pluviométrie mensuelle à la station climatologique INRA de Murviel Lès Montpellier en 1/10 mm

Année	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Octo	Nov	Déce	Total
1990	-	-	-	-	-	-	-	-	340	2025	225	615	3205
1991	185	440	665	450	290	135	315	270	320	1250	95	105	4520
1992	190	360	230	115	670	1190	495	20	20	0	35	345	3670
1993	0	300	50	1165	230	5	0	0	1425	1940	2145	200	7460
1994	145	1695	30	425	180	365	215	190	1690	2635	850	365	8785
1995	140	85	75	420	150	40	155	345	555	1130	750	1930	5775
1996	2810	1235	915	710	305	335	220	370	1525	665	625	2985	12700

Certaines valeurs peuvent être sous-estimées en raison de lacunes d'observation

² Cette dernière partie de l'étude se fera sur la base d'observations très ponctuelles, offrant des éléments d'analyse provisoires du fonctionnement hydrologique du bassin qui pourraient être infirmés par des observations plus complètes nécessitant un équipement spécifique du bassin et un suivi de longue durée.

Au cours de la période d'observation complète 1991-1996, on relève l'année 1996 qui s'est révélée particulièrement abondante avec 1270 mm sur l'année et des mois de janvier et décembre extrêmement pluvieux. Le graphique ci-dessous fait apparaître l'extrême variabilité de la répartition saisonnière des pluies au cours de la période 1990-1996.



Pluviométrie mensuelle en 1/10 mm à Murviel Lès Montpellier

L'analyse de ces données montre que, sur les 7 dernières années, quelques fortes précipitations journalières supérieures à 50 mm ont été relevées aux dates suivantes :

Pluviométrie journalière supérieure à 50 mm - Station climatologique INRA de Murviel Lès Montpellier

Date	Pluviométrie en mm
18/10/1990	51.0
19/10/1990	65.5
27/10/1991	79.0
22/06/1992	60.5
16/10/1993	73.5
28/10/1993	58.0
24/11/1993	73.0
14/02/1994	79.0
19/10/1994	115.5
20/10/1994	82.0
28/10/1994	95.5
16/12/1995	61.5
12/01/1996	65.5
15/03/1996	52.5
19/09/1996	127.5
6/12/1996	61.0
12/12/1996	54.0
19/12/1996	97.5

Ce tableau montre que les pluies supérieures à 50 mm et même à 100 mm sont fréquentes. On le verra plus loin, les données horaires relevées le 19 septembre 1996 présentent de très fortes précipitations concentrées sur de courts laps de temps. A l'exception du mois de juin 1992, ces fortes précipitations supérieures à 50 mm ont été observées entre septembre et mars ; la plupart le sont en octobre.

4. Caractéristiques du bassin versant

4.1. Caractéristiques physiographiques

Immédiatement en amont de la Fontaine Romaine, le Carabiol reçoit en rive droite un petit ruisseau qui draine une zone urbanisée qui représente quelques hectares. Au total, au droit de la Fontaine Romaine, à l'altitude de 120 m, le bassin versant a une superficie d'environ 42 hectares, soit 0.42 km². Le bassin est de forme circulaire. La pente des versants situés en amont est relativement forte dans les zones les plus pentues. Au sommet de l'Opidum, l'altitude maximale est de 195 m. Sur un trajet maximal d'écoulement d'environ 650 m, la dénivelée de 75 m traduit une pente moyenne d'environ 12 %.

4.2. Occupation des sols

La carte topographique du bassin, la carte d'occupation des sols et la photographie aérienne mises à notre disposition font apparaître que les versants les plus pentus, situés dans les parties Sud et Nord-Ouest du bassin, sont occupés par des bois de chênes occupant environ le tiers de la superficie du bassin. Les deux autres tiers du bassin sont constitués de zones peu pentues occupées par des vignes en amont du bassin, par le stade et ses voies d'accès, et enfin par des zones en friche. Les zones urbanisées situées à l'aval du bassin représentent environ le vingtième de la superficie du bassin.

4.3. Fonctionnement hydrologique du bassin versant

Le bassin du ruisseau Carabiol a un fonctionnement hydrogéologique complexe. La présence de la résurgence de la fontaine Romaine le prouve. En surface, le bassin concentre rapidement ses écoulements. A notre connaissance, aucune étude spécifique hydrologique n'a été conduite sur le bassin du ruisseau Carabiol.

Seul un suivi hydro-pluviométrique du bassin sur un minimum de 3 années pourrait permettre d'acquérir les informations utiles à l'estimation précise des caractéristiques hydrologiques du Carabiol.

5. Evaluation du débit de pointe cinquantennal et du débit de pointe maximum probable

5.1. La méthode rationnelle

La méthode rationnelle présuppose qu'une précipitation d'intensité constante dont la durée dépasse le temps de concentration du bassin, génère un débit de pointe qui se stabilisera à la valeur de l'intensité de précipitation diminuée de l'infiltration.

L'expression du calcul du débit de pointe par la méthode rationnelle est :

$$Q = k C I A$$

dans laquelle

k est une constante dimensionnelle égale à 0.0028

C est le coefficient d'écoulement en %

I est l'intensité de pluie sur le temps de concentration en mm/h

et A la superficie du bassin en hectares

5.2. Temps de concentration

Le temps de concentration T_c d'un bassin versant est le temps maximal mis par une goutte d'eau pour s'écouler jusqu'à l'exutoire du bassin. Il est fonction de la vitesse de l'écoulement qui croît généralement avec l'importance des flux transitant par les versants et par le réseau hydrographique.

La formule qui paraît le mieux adaptée au calcul du temps de concentration du bassin est issue d'une note, en cours d'élaboration. Cette formule doit permettre de dimensionner les ouvrages de franchissement dans notre région en estimant les débits de pointe des petits bassins versants.

Cette note retient la formule suivante pour le calcul du temps de concentration T_c :

$$T_c = 1.8 L^{0.6} P_a^{-0.33} R_m^{-0.23}$$

dans laquelle : L est la longueur du bassin versant en km (0.65 km)
 P_a la pente moyenne des versants
 R_m le ruissellement exprimé en mm par 0.8 ($P_j - P_0$)
 P_j étant la pluviométrie journalière centennale
et P_0 le seuil de ruissellement

La longueur du bassin versant L est estimée à 0.8 km. La pente moyenne P_a peut être comprise entre 10 et 20 %. La pluie journalière P_j de fréquence centennale est évaluée à 240 mm et P_0 est le seuil de ruissellement estimé à 40 mm .

Le calcul donne un temps de concentration voisin de 25 minutes pour une pente moyenne des versants estimée à 15 % .

Pour le calcul du débit de pointe de fréquence cinquantennale, le temps de concentration du bassin sera pris égal à 30 minutes, valeur qui paraît tout à fait convenable compte tenu de la morphologie et des caractéristiques géomorphologiques du bassin. Il sera pris égal à 20 minutes pour le calcul du débit de pointe maximal probable.

5.3. Estimation du coefficient d'écoulement

La valeur du coefficient d'écoulement est fonction de la morphologie du bassin (dont la pente joue un rôle primordial), du type de terrain (sols, présence de zones karstiques, etc.), du couvert végétal et de l'état d'humectation des sols.

L'expérience dans la région montre que le coefficient d'écoulement est le plus souvent pris entre 0.5 et 0.8 pour le calcul des débits de pointe de période de retour décennale. Il sera majoré pour le calcul de crues de fréquence plus rare, pour lesquelles on se placera dans des situations plus défavorables avec des sols préalablement saturés en eau.

Une estimation de ce coefficient peut se calculer à partir de la formule suivante :

$$C = 0.8 (1 - P_0/P_j)$$

dans laquelle : P_j étant la pluviométrie journalière centennale
et P_0 le seuil de ruissellement

Dans le cas de Murviel, la pluviométrie centennale est estimée à 400 mm d'après les analyses statistiques réalisées sur les séries relevées à Fréjorgues. Le seuil de ruissellement, qui correspond à la notion subjective de rétention initiale des sols, peut être évalué à 50 mm.

C serait ainsi égal à 0.7, valeur que nous retiendrons pour le calcul du débit de pointe cinquantennal. Pour la prédétermination du débit de pointe maximum probable, on prendra par sécurité un coefficient d'écoulement égal à 0.8.

5.4. Estimation de la pluie maximale

Le temps de concentration du bassin versant est, on l'a vu, très court, probablement voisin de la demi-heure, voire de l'ordre de 20 minutes lorsque, sous de fortes averses, le ruissellement en nappe est prépondérant. Ce sont les intensités de pluie maximales sur de tels pas de temps qui donneront lieu aux débits de pointe les plus élevés.

En effet, la structure des événements pluvieux est telle que l'intensité maximale de pluie sur une durée donnée décroît lorsque la durée croît. Ainsi, par exemple, les intensités maximales de pluie, observées dans le monde sont de l'ordre de 500 mm/h en une demi-heure, alors qu'en une heure, elles descendent à 350 mm/h.

5.4.1. Pluviométrie maximale cinquantennale

On supposera que le débit de pointe cinquantennal est généré par une pluie en une demi-heure qui arrive en moyenne deux fois par siècle.

a) *Statistiques Montpellier-Fréjorgues*

L'analyse statistique des précipitations à la station météorologique de Montpellier-Fréjorgues a permis d'établir la formule de calcul suivante pour la détermination de la hauteur de pluie correspondant à une période de retour de 50 années :

$$h = 33.35 t / (t+23.1)^{0.75}$$

Pour une durée t de 30 minutes, la hauteur d'eau calculée est de 50 mm correspondant donc à une intensité de 100 mm/h.

b) *Instructions techniques de la DDE*

Les instructions techniques, relatives au calcul des réseaux d'assainissement des agglomérations, adoptées par les services de la DDE de notre région permettent le calcul des hauteurs d'eau de période de retour décennale pour des durées allant de quelques minutes à plusieurs heures. Ces instructions fournissent une hauteur d'eau de 41 mm en 30 mn pour la fréquence décennale, soit une intensité de 82 mm/h.

c) *Conclusion*

L'intensité cinquantennale en une demi-heure sera prise égale à 100 mm/h.

5.4.2. Pluie maximale probable

La pluie maximale probable en 20 minutes est supposée générer la crue maximale probable qui provoquerait l'inondation catastrophique maximale.

a) *Extrapolation des ajustements statistiques de Montpellier-Fréjorgues*

L'extrapolation de l'estimation faite à partir des analyses statistiques des pluies de Montpellier-Fréjorgues en une demi-heure fournit une hauteur d'eau d'environ 75 mm pour une période de retour centennale, correspondant à une intensité de 150 mm/h.

b) *Maxima relevés en France*

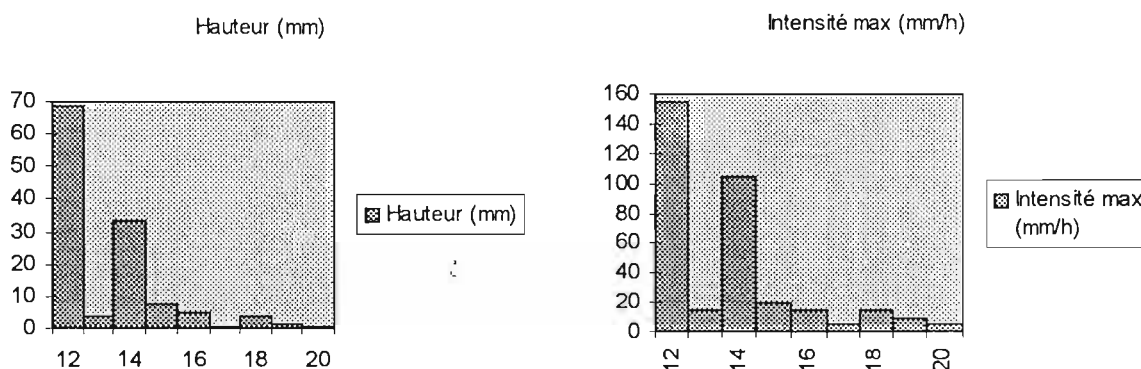
En France, les maxima de pluviométrie observés sur des pas de temps allant de la demi-heure à 2 heures sont :

Valeurs maximales relevées en France

Durée en h	P mm	I mm/h
1/2	100	200
1	160	160
2	230	115

15-16	5	15
16-17	0.5	5
17-18	4	15
18-19	1.5	10
19-20	0.5	5
Total	125	

Les graphiques suivants visualisent, en cours d'averse, les variations des hauteurs de précipitation et des intensités pour des pas de temps d'une heure.



Il n'est pas exclu que la quasi totalité des 68.5 mm précipités entre 11 h et midi l'aient été sur une durée de l'ordre d'une demi-heure voire légèrement inférieure. En effet, avec une intensité moyenne de 155 mm/h égale à la valeur maximale observée, ce premier corps d'averse aurait duré 26.5 minutes. Le fait que la pluviométrie ait été nulle sur l'heure précédente et très faible au cours de l'heure suivante peut renforcer ce scénario.

En tout état de cause, 68.5 mm en une heure représentent une lame d'eau déjà exceptionnelle qui statistiquement a une période de retour de l'ordre de 20 à 30 années. Cette période de retour serait supérieure à 50 années si ce premier corps d'averse a eu une durée de l'ordre de la demi-heure. L'événement du 19 septembre est donc remarquable mais malgré la violence de l'averse, entre 11 h et 12 h, le débit du cours d'eau est resté faible, probablement de l'ordre de 4 à 5 m³/s.

En reprenant la formule rationnelle avec une intensité de précipitation supposée égale à 80 mm/h en une demi-heure voisin du temps de concentration du bassin, et un débit de 5 m³/s, le coefficient d'écoulement serait de l'ordre de 55 %. Suivant ce scénario, cette faible valeur s'expliquerait par la forte capacité d'infiltration des sols, relativement secs en début d'averse. En effet, seuls 17 mm avaient été précipités entre le 28 août et le 18 septembre. En nous plaçant dans les conditions initiales les plus défavorables avec des sols saturés et un coefficient d'écoulement égal à 0,7, le débit aurait pu atteindre 6 à 7 m³/s.

5.5.2. Estimation des débits de pointe

Le tableau suivant récapitule les valeurs des temps de concentration, des intensités maximales de précipitation et des coefficients d'écoulement retenues pour l'évaluation le débit de pointe cinquantennal et le débit de pointe maximum probable.

L'estimation du débit de pointe cinquantennal sera donc faite à partir de l'intensité maximale de pluie probable sur une demie heure de 100 mm/h. Afin de se prémunir contre l'événement maximal probable observé en France, on adoptera la valeur de 200 mm/h en une demi-heure.

Paramètres de calcul des débits de pointe

Evénement	cinquantennal	maximal probable
Temps de concentration (mn)	30	20
Intensité de précipitation (mm/h)	100	200
Coefficient d'écoulement	0.7	0.8

L'application de la méthode rationnelle fournit le débit cinquantennal estimé à :

$$Q = 0.0028 * 0.7 * 100 * 42 \sim 8.2 \text{ m}^3/\text{s}$$

Le débit maximal probable, qui pourrait être atteint dans des conditions tout à fait exceptionnelles, se calculerait comme suit :

$$Q = 0.0028 * 0.8 * 200 * 42 \sim 18.7 \text{ m}^3/\text{s}$$

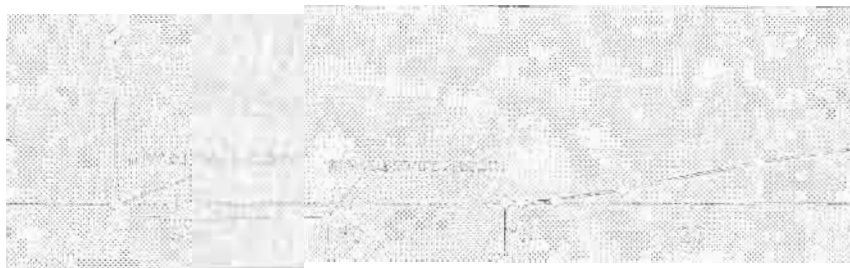
5.5.3. Relevés topographiques et interprétation

Les relevés topographiques exécutés au droit du chemin d'accès à la Crèche et au droit de la Crèche donnent les résultats suivants :

Résultats du levé topographique au chemin d'accès à la crèche

Localisation	Distance m	Cote en cm
	44,4	61
	41	22
	40,5	-45
	37,9	-79
	34	-97
	32,5	-96
	29	-81
	25,1	-49
Marque sur béton	24,99	-38
Seuil d'entrée de la crèche	24,98	0
Niveau arrière crèche	24,97	54
	24,96	-49
	21	-5
	15	32
	10,9	58
	7,3	93
Chaussée	0	152

Le graphique suivant représente le profil en travers de la section au droit du chemin d'accès à la Crèche.



Quelques niveaux caractéristiques

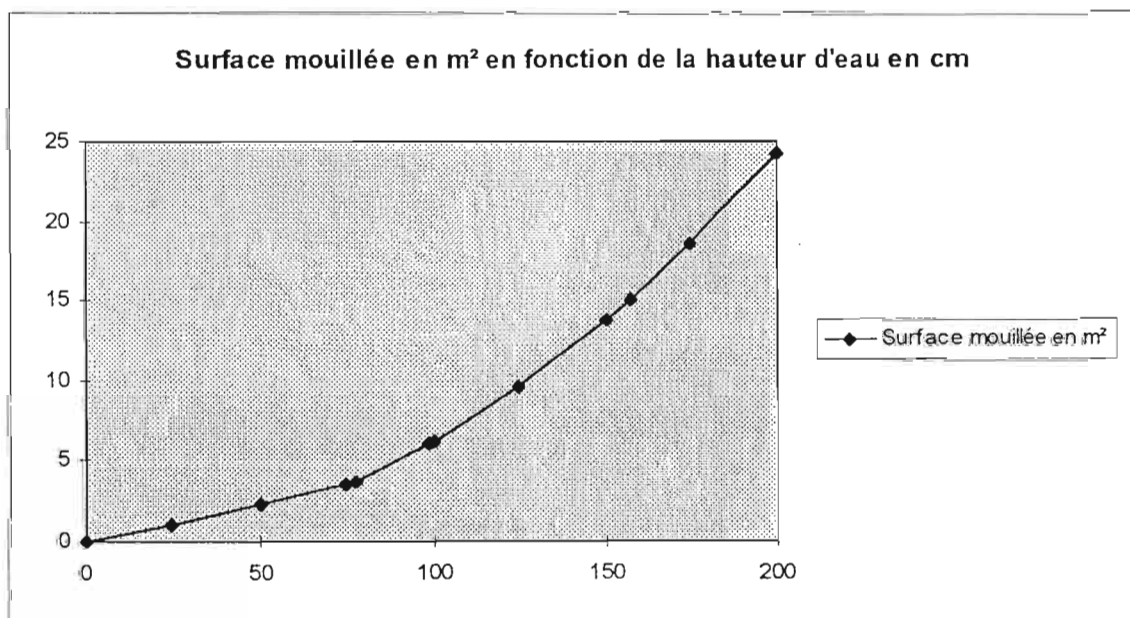
Localisation	distance en m	Cote en cm
Fond du lit au droit de la crèche		- 98
Marque sur béton		- 39
Niveau supérieur du muret		- 20
Seuil d'entrée de la crèche		0
Niveau arrière crèche		+ 59

Le profil en travers réalisé au droit du bâtiment de la crèche fait apparaître les estimations suivantes de la surface mouillée en fonction de la cote du plan d'eau évaluée au dessus du fond du lit.

Surface mouillée en fonction de la cote du plan d'eau

Niveau	Cote du plan d'eau en cm	Surface mouillée en m ²
fond du lit	0	0
	25	1.0
	50	2.3
	75	3.5
niveau supérieur du muret	78	3.7
seuil porte d'entrée de la crèche	98	6.0
	100	6.2
	125	9.6
	150	13.7
niveau arrière crèche	157	15.0
	175	18.5
	200	24.2

On relève, en amont du pont des Lavois, sur le bief de quelques dizaines de mètres encombré par les platanes, un rétrécissement du lit mineur. En effet, la largeur du lit n'est plus que de 4 m. Le muret en rive droite est d'environ 1,80 m de haut, offrant une surface mouillée maximale avant débordement d'environ 7 m².

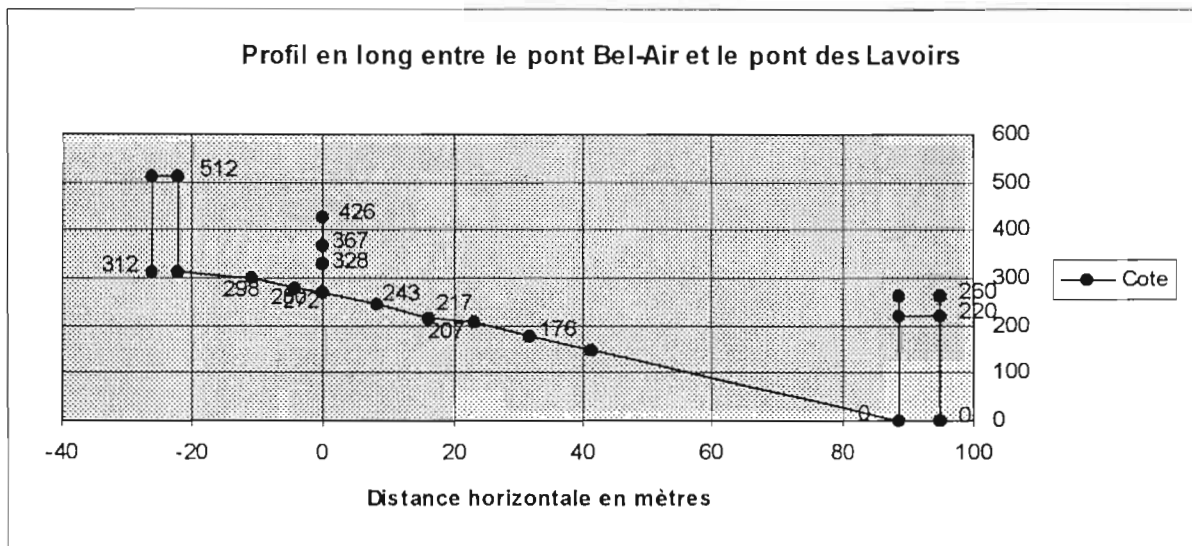


Le tableau suivant présente les résultats du profil en long rapportés au niveau zéro du seuil du radier sous le pont des Lavoirs.

Profil en long entre le pont Bel-Air et le pont des Lavoirs

	Distance en m	Cote
Chaussée Bel-Air	- 22	512
Pont Bel-Air	- 22	312
	- 11	298
	- 4,3	280
	0	272
Borne	0	328
Niveau arrière	0	426
Seuil porte	0	367
	8,4	243
	16	217
	23,3	207
	32	176
	41	146
Pont Lavoirs	89	0
Chaussée des lavoirs	89	220
Parapet sur chaussée	89	260

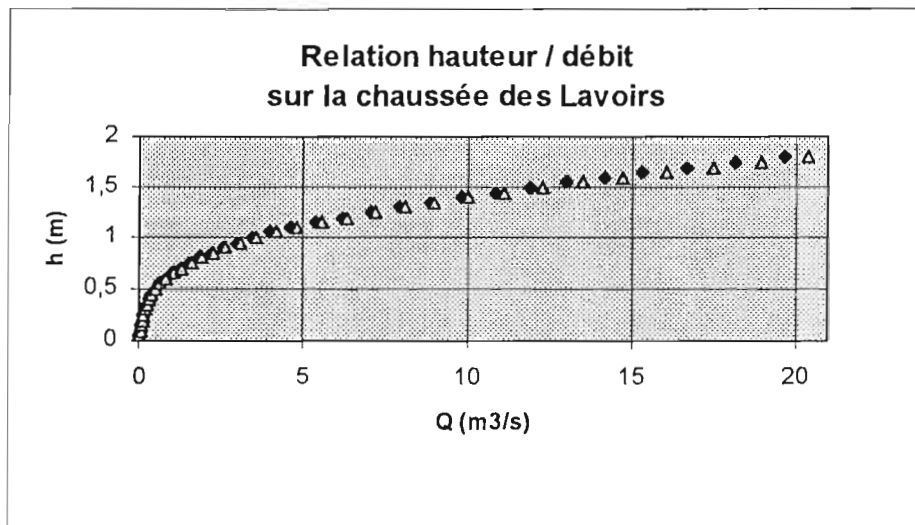
Le profil en long réalisé montre que la pente du fonds du lit est relativement constante sur les 111 m qui sépare les deux ponts-route. Cette pente est voisine de 28 mm/m, soit voisine de 3%. Par ailleurs, le seuil du lit au droit de la crèche est à 61 cm au-dessus de la chaussée aval qui franchit le pont route des Lavoirs dont le débouché est de seulement 3 m².



C'est donc la section du pont-route des Lavoirs qui, en hautes eaux, régit les conditions d'écoulement dans le bief compris entre les deux ponts-routes. Compte tenu de la dénivelée encore importante entre le seuil d'entrée de la Crèche et cette chaussée (+150 cm) ou son parapet (+ 110 cm), le maintien de bonnes conditions d'écoulement au niveau de ce pont doit favoriser l'évacuation de l'eau transitant dans le bief.

Dans une section en travers au niveau de la Crèche, les surfaces mouillées au niveau du seuil d'entrée de la crèche et au niveau de l'arrière du bâtiment sont respectivement d'environ 6 et 15 m².





Ainsi le débit de $8 \text{ m}^3/\text{s}$ serait atteint avec une hauteur d'eau sur la chaussée voisine de $1,1 \text{ m}$. Pour évacuer un débit de l'ordre de $18 \text{ m}^3/\text{s}$, la chaussée serait noyée, en son point le plus bas, d'environ $1,5 \text{ m}$.

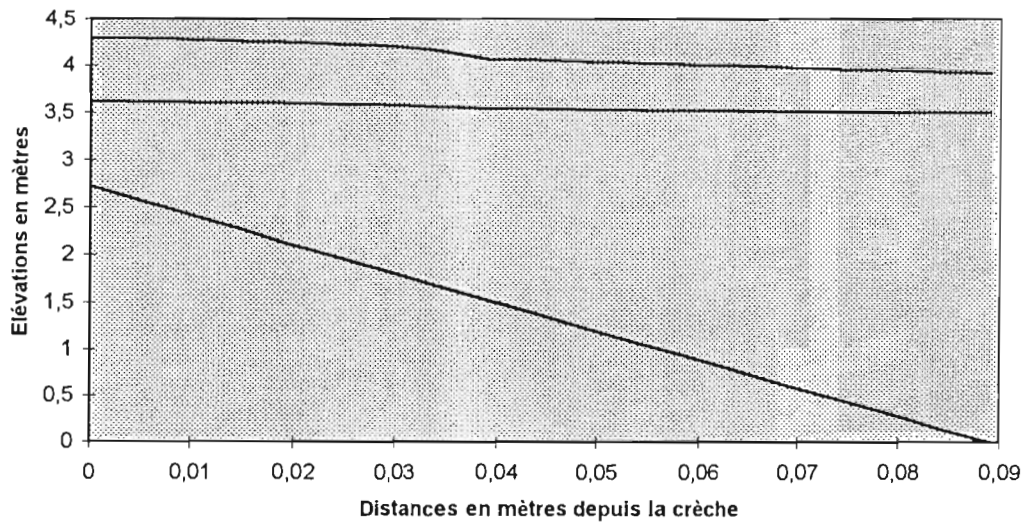
Le tableau ci-après présente les résultats de l'application du modèle en donnant l'élévation du plan d'eau rapportée au seuil de radier sous le pont des Lavoirs en fonction de la distance horizontale calculée à partir de la crèche.

Points caractéristiques des lignes d'eau

Localisation	abscisse en m	Hauteur sur fond en m	$Q = 8 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q = 18 \text{ m}^3/\text{s}$
Crèche	0	2,72	3,62	4,30
	5	2,57	3,61	4,29
	10	2,42	3,61	4,28
	15	2,27	3,60	4,26
	19	2,13	3,60	4,25
	24	1,98	3,59	4,23
	29	1,83	3,58	4,21
	34	1,68	3,56	4,16
	39	1,53	3,54	4,07
	44	1,38	3,54	4,06
	49	1,22	3,53	4,04
	54	1,07	3,53	4,03
	59	0,92	3,52	4,01
	64	0,77	3,52	4,00
	69	0,61	3,51	3,98
	74	0,46	3,51	3,96
	79	0,31	3,51	3,95
	84	0,15	3,50	3,93
Pont Lavoirs	89	0	3,50	3,92

Ce tableau conduit au tracé des lignes d'eau représentées par le graphique suivant.

Lignes d'eau dans le bief à l'aval de la crèche



Le calcul des lignes d'eau fait ressortir que la cote 3.62 serait atteinte au niveau de la crèche pour un débit de 8 m³/s et que la cote 4.30 m serait atteinte pour un débit de 18 m³/s.

Ainsi, un débit de 8 m³/s conduirait à avoir un plan d'eau à 5 cm en dessous du seuil d'entrée de la crèche. Au débit maximal probable de 18 m³/s correspondrait une inondation de 63 cm à l'intérieur de la crèche, soit 4 cm au dessus du niveau arrière du bâtiment.

Ces derniers résultats corroborent les premières estimations, à savoir :

- le seuil d'entrée de la crèche est noyé en cas de crue cinquantennale
- le niveau arrière d'évacuation est atteint en cas de crue maximale probable

On se souviendra toutefois que ces estimations sont faites dans les cas les plus défavorables et s'appliquent à un écoulement fortement entravé au niveau du pont-route des Lavoirs.

5.5.5. Volumes d'eau écoulés

Les volumes d'eau écoulés au cours de tels événements sont de l'ordre de plusieurs dizaines de milliers de m³ d'eau. Il faut, certes, imaginer que les zones planes du bassin situées en amont de l'esplanade pourront stocker une partie de ces volumes d'eau et écrêter les débits de pointe de ces crues exceptionnelles.

6. Conclusion

Le bassin versant du ruisseau Carabiol (ou de la Fontaine) qui traverse Murviel Lès Montpellier a une superficie d'une quarantaine d'hectares. De forme circulaire et doté de versants relativement pentus, le bassin concentre ses écoulements en des laps de temps relativement courts, de l'ordre de 30 minutes pour les événements abondants, à 20 minutes pour les événements rarissimes.

Les précipitations exceptionnelles susceptibles d'intéresser le bassin versant sont caractérisées par :

- une intensité de **100 mm/h en 30 minutes** pour l'événement **cinquantennal**,
- et une intensité de **200 mm/h en 20 mn** pour l'événement **maximal probable**.

L'application de la méthode rationnelle avec des coefficients d'écoulement respectivement de **0.7** et **0.8** permettent d'évaluer à environ **8 m³/s** le débit de pointe de l'événement cinquantennal et à près de **18 m³/s** celui de l'événement maximal probable.

L'étude s'est focalisée sur le risque d'inondation du bâtiment occupé par la Crèche.

Au cours de l'averse exceptionnelle du 19 septembre 1996, l'intensité maximale en une demi-heure a pu approcher 80 mm/h. Le débit de pointe au niveau de la Crèche est resté inférieur à 5 m³/s en raison de la forte capacité d'infiltration des sols en début d'averse. Il aurait pu atteindre 6 à 7 m³/s si les sols avaient été préalablement saturés d'eau.

Les levés topographiques du bief compris entre le pont-route de Bel-Air et le pont-route des Lavoires ont montré que les conditions d'écoulement étaient favorables à une évacuation rapide des eaux jusqu'à un débit de 5 à 6 m³/s. Au delà, le ralentissement de l'écoulement lié au faible débouché des ouvrages en aval devrait entraîner une élévation du plan d'eau et pourrait provoquer l'inondation de la Crèche.

Ainsi, l'événement de récurrence cinquantennale - *observé en moyenne 2 fois par siècle* - devrait provoquer une inondation de la Crèche qui pourrait atteindre quelques centimètres à l'intérieur du bâtiment.

L'averse rarissime, correspondant aux précipitations les plus abondantes observées en France, serait liée à la présence d'une cellule convective de faible dimension particulièrement active immobilisée à la verticale du bassin. Cet événement provoquerait une inondation à l'intérieur de la Crèche qui pourrait atteindre 60 à 70 cm et concerner ainsi l'arrière du bâtiment.

Afin de faire face aux événements les plus rares, deux dispositions devraient satisfaire à la sécurité des personnes :

- il semble indispensable de prévoir des aménagements qui permettraient
 - à l'intérieur de la Crèche de préserver les enfants en hauteur ;
 - et, à l'extérieur, de procéder à une évacuation rapide des occupants par les fenêtres donnant sur l'arrière du bâtiment.
- les consignes données au personnel devraient être d'évacuer la Crèche dès que l'eau pénétrera dans le bâtiment.

Par ailleurs, les services municipaux devront rester attentifs à ce que les conditions d'écoulement à l'aval -*notamment au niveau du pont-route des Lavoires, mais aussi dans le bief allant jusqu'au pont-route de Saint Georges d'Orques*- soient optimales.

Marc Morell, le 18 février 1997

8. Pluviométrie journalière

Années 1990 à 1996 au poste INRA de Murviel Lès Montpellier

;

Pluviométrie journalière en 1/10 mm - Murviel Lès Montpellier (INRA Avignon)

Année 1990

1990	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												180
9											70	5
10											35	
11												5
12										50		
13									40	20		
14									55		10	
15										5		
16										5		
17										20		
18										510		345
19										655		
20												
21											20	
22										190		
23										160		
24										335	30	
25									200			25
26									30	5	10	30
27												15
28										70	50	
29									10			
30									5			
31												10
Total	0	0	0	0	0	0	0	0	340	2025	225	615
Maxi	0	0	0	0	0	0	0	0	200	655	70	345

Total partiel : 320,5 mm

Pluviométrie journalière en 1/10 mm - Murviel Lès Montpellier (INRA Avignon)

Année 1991

1991	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
1		115	140									
2		10	60								10	
3			30	10							10	
4				5							10	
5				5						155		
6			90			15						
7		45	65			85						
8		10			40			60		20		
9			10		250					60		
10								15	75			
11	5								75			
12	15									70		
13											5	
14	80									5		
15	5									55	45	65
16	30		5			25						25
17		135	10			5						
18		70									15	
19	10											
20		5				5						15
21												
22	40		5					80				
23			35									
24			150									
25			30	190					165			
26			25	220					5	85		
27		10	10							785		
28		40		20						5		
29												
30							305			10		
31							10	115				
Total	185	440	665	450	290	135	315	270	320	1250	95	105
Maxi	80	135	150	220	250	85	305	115	165	785	45	65

Total partiel : 452,0 mm

Pluviométrie journalière en 1/10 mm - Murviel Lès Montpellier (INRA Avignon)

Année 1992

1992	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
1					80	215	330					60
2					155		10					
3					5							15
4				40		55	85					15
5			205			10						
6			5				35					
7						145						
8				75			35					
9	5		5					15	20			
10						45						
11	20											
12	50	5										
13	10	85										
14												
15												5
16	5											75
17						60						35
18												
19					75							10
20					95							
21					165							65
22	30					605						10
23	70		10		40							10
24					45	5						25
25		210										
26		55				30					35	15
27		5										
28												
29												
30					10	20						5
31			5					5				
Total	190	360	230	115	670	1190	495	20	20	0	35	345
Maxi	70	210	205	75	165	605	330	15	20	0	35	75

Total partiel : 367,0 mm

Pluviométrie journalière en 1/10 mm - Murviel Lès Montpellier (INRA Avignon)

Année 1993

1993	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
1					70	5					360	10
2									455		225	
3					25						10	
4				15							125	
5		10								130		
6		10							110		145	
7									60		40	
8		85								10		
9		65		60					25			
10				35	55						5	
11		15									15	
12				25								
13				10	5					125		
14				50						5		
15												
16										735		5
17										5		
18											75	
19					60						60	
20					15						5	
21			5									
22			20						285			
23									305		295	
24			25	295					100		575	5
25				195								170
26				155							5	
27				190					10	15		
28		115		45						585		
29										80		5
30				90					75	25	205	
31										225		5
Total	0	300	50	1165	230	5	0	0	1425	1940	2145	200
Maxi	0	115	25	295	70	5	0	0	455	735	575	170

Total partiel : 746,0 mm

Pluviométrie journalière en l/10 mm - Murviel Lès Montpellier (INRA Avignon)

Année 1994

1994	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
1								20	5	20		20
2				15							270	25
3		35									85	265
4		210		80							285	45
5		100									140	
6	25			5								
7	30			5					50			
8					15	55			210			
9											40	5
10	90			20				80		160	5	
11										85		
12		45							70			
13					80				40			5
14		790			20				15			
15		345										
16		130		15					15			
17					20							
18					5					5		
19									5	1150		
20		10		120					40	820		
21			25		5			5	15			
22					5				260	45	5	
23		30							390	10		
24				165	30			5				
25						280						
26			5			30						
27										95		
28							95			240		
29									185		5	
30									390		15	
31							120	80		5		
Total	145	1695	30	425	180	365	215	190	1690	2635	850	365
Maxi	90	790	25	165	80	280	120	80	390	1150	285	265

Total partiel : 878,5 mm

Pluviométrie journalière en 1/10 mm - Murviel Lès Montpellier (INRA Avignon)

Année 1995

1995	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
1												
2		10					50					40
3										35		15
4							50			30		
5			70				10			20		
6	55							5				
7								5	100			75
8								25		5		300
9		5				5					25	
10											15	
11		5				5	45	35	30		5	
12					25	30			160		10	5
13		15							5			
14										290		
15					5					20		150
16					25							615
17	5							20	40			390
18	75				45				170			
19									10			
20								15	40			
21		25		90				175			5	
22		10						65		245	305	
23		5		10						350		
24		5		190						95	30	20
25		5		115						30	30	
26	5				45						315	45
27			5							5		
28										5		
29				15							10	
30					5							215
31												60
Total	140	85	75	420	150	40	155	345	555	1130	750	1930
Maxi	75	25	70	190	45	30	50	175	170	350	315	615

Total partiel : 577,5 mm

Pluviométrie journalière en 1/10 mm - Murviel Lès Montpellier (INRA Avignon)

Année 1996

1996	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jun	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
1	10	200			20	130				45		
2		395			10	175	100	55				
3									5			
4		5										25
5	250						20	70			20	35
6	155	120								5		610
7	55	85	120		50		85	5				5
8			25		5							180
9	5		15		90							110
10	215				15			30			25	5
11			10		70			20			45	5
12	655	10				15					125	540
13	75	5								170	35	20
14	60		245							305	5	40
15	5		455							140	30	
16			30								130	5
17				165	20				145		95	
18					10				20		30	245
19									1275		20	975
20	45								80		5	5
21	285					15		45			35	35
22	115			155								70
23	140			200							20	
24	225							75				75
25	105	5			15							
26	25	235	15	25				5				
27	20	175		25				65			5	
28	295			95			10					
29	60			45			5					
30	5											
31	5											
Total	2810	1235	915	710	305	335	220	370	1525	665	625	2985
Maxi	655	395	455	200	90	175	100	75	1275	305	130	975

Total partiel : 1270,0 mm