

SYNDICAT MIXTE DE LUTTE CONTRE LES INONDATIONS

Etude de réduction du risque
inondation sur le bassin versant de
l'Orne
(Départements du Calvados et de l'Orne)

Rapport de phase 1

Syndicat mixte de lutte contre les inondations
dans la vallée de l'Orne et son bassin versant

Intitulé du rapport :

Etude de réduction du risque inondation sur le bassin versant de l'Orne
(Départements du Calvados et de l'Orne)

Rapport de phase 1

Objet de l'indice	Date	Indice	Rédaction		Vérification		Validation	
			Nom	Signature	Nom	Signature	Nom	Signature
	15/09/04		J. HOFFMANN A. POINTET		D. AUFFRET		S. GAFFIÉ	
	21/10/04	a	J. HOFFMANN		S. GAFFIÉ		S. GAFFIÉ	
		b						
		c						
		d						

Numéro de rapport :	R.4584a
Numéro d'affaire :	A.11692
N° de contrat :	C.3R4203
Domaine technique :	T62

BURGÉAP
27, rue de Vanves
92772 BOULOGNE-BILLANCOURT Cedex
Téléphone : 33(0)1.46.10.25.20 Télécopie : 33(0)1.45.10.25.64
e-mail : agence.de.paris@burgeap.fr

R.4584a/A.11692/C.3R4203	
DA – JHO - SGA	
21/10/04	Page : 2/46

SOMMAIRE

1	Introduction	6
1	Description générale du bassin versant	7
1.1	Description géographique	7
1.2	Hydrographie	7
1.3	Découpage des sous bassins versants	8
1.4	Géologie et hydrogéologie	9
1.4.1	Contexte géologique	9
1.4.2	Contexte hydrogéologie	9
1.5	Climat - Précipitation	10
1.6	Zones protégées	11
2	Occupation du sol	12
2.1	Population et occupation urbaine des sols	12
2.2	Occupation du sol récente (1993-1994)	14
2.3	Evolution de l'occupation du sol de 1984 à 1993-1994	17
2.4	Contexte agricole	18
3	Facteurs de risque de ruissellement et d'inondation	21
3.1	Ruissellement	21
3.2	Crue	22
3.3	Synthèse pour les bassins versants des cours d'eau principaux	23
4	Description détaillée du réseau hydrographique du bassin versant de l'Orne	26
4.1	L'Orne	26
4.2	La Rouvre	27
4.3	Le Noireau, la Druance et la Vère	27
4.3.1	Le Noireau	27
4.3.2	La Druance	28
4.3.3	La Vère	29
4.4	La Laize	30
4.5	L'Odon	30
4.6	Pentes moyennes des cours d'eau	31
5	Hydrologie	33
5.1	Stations de mesures dans le bassin versant de l'Orne	33
5.2	Débits de crue	35
5.3	Temps de montée	35
5.4	Zones inondées et inondables	36
6	Atlas cartographique	37
6.1	Carte générale du réseau hydrographique (carte n°1)	37
6.2	Cartes de l'occupation actuelle des sols (cartes n°2 à 45)	37
6.3	Présentation des zones inondables (cartes n°46 à 51)	39
7	Fiches par sous bassins versants (fiches SBV 1 à 68 en annexe 2)	39
8	Conclusion	40

ANNEXES**41****TABLEAUX**

Tableau n°1. Caractéristiques physiques du bassin versant	8
Tableau n°2. Récapitulatif des données concernant la population	13
Tableau n°3. Comparaison de l'occupation des sols entre 1984 et 1993-1994	17
Tableau n°4. Synthèse pour les différents sous bassins versants en fonction du réseau hydrographique	23
Tableau n°5. Synthèse pour les principaux cours d'eau en fonction des facteurs influant sur le ruissellement	24
Tableau n°6. Stations de jaugeage et stations pluviométriques du bassin versant de l'Orne	33

GRAPHIQUES

Graphique n°1. Pluviométrie moyenne pour les stations de Lassy et d'Argentan	10
Graphique n°2. Nombre de jours de pluies par mois pour les stations de Lassy et d'Argentan	10
Graphique n°3. Décomposition des données par canton en données par sous bassin versant	12
Graphique n°4. Pourcentage de l'occupation des sols sur le bassin versant de l'Orne en 1993-1994, sur l'ensemble du bassin versant.	15
Graphique n°5. Pourcentage de l'occupation des sols sur le bassin versant de l'Orne en 1993-1994, sur l'ensemble du bassin versant.	15
Graphique n°6. Evolutions conjointes de la SAU et de la population de 1979 à 2000	18
Graphique n°7. Evolution de la SAU de 1979 à 2000	19
Graphique n°8. Profil en long de l'Orne	26
Graphique n°9. Profil en long de la Rouvre	27
Graphique n°10. Profil en long du Noireau	28
Graphique n°11. Profil en long de la Druance	29
Graphique n°12. Profil en long de la Vère	29
Graphique n°13. Profil en long de la Laize	30
Graphique n°14. Profil en long de l'Odon	31
Graphique n°15. Profils en long des cours d'eau principaux du bassin versant	32
Graphique n°16 Estimation du débit de crue de période de retour 100 ans et du temps de montée.	35

CARTES		Version
Carte A	Carte des sous bassins versants et délimitation des SAGE	
Carte B	Limite de la zone d'étude et principales localités	
Carte C	Carte géologique	
Carte D	Carte de l'évolution de l'occupation des sols de 1984 à 1993	
Carte E	Carte de l'évolution de la SAU de 1979 à 2000	
Carte F	Carte de l'évolution de la STH de 1979 à 2000	
Carte G	Carte de l'évolution des terres labourables de 1979 à 2000	
Carte H	Carte pluviométrique 1961-1970	
Carte I	Carte pédologique	
Carte J	Carte des temps de montée et des débits de crues, Partie Nord	
Carte K	Carte des temps de montée et des débits de crues, Partie Sud	
Carte L	Zones urbanisées pouvant être soumises aux inondations	

ANNEXE		
- Annexe 1 –	Méthode de construction des Hydrogrammes Synthétiques monofréquences	42
- Annexe 2 –	Fiches par sous bassin versant	45
- Annexe 3 –	Espaces naturels de Basse Normandie	46

1 Introduction

Le bassin versant de l'Orne est régulièrement concerné par des crues générales depuis plus d'une dizaine d'années. Les communes du bassin ainsi que de nombreuses habitations sont régulièrement inondées.

Le Syndicat Mixte de Lutte contre les Inondations de la Vallée de l'Orne et de son bassin versant a souhaité engager une étude de réduction du risque inondation afin de définir un plan d'actions et d'aménagements à l'échelle du bassin versant de l'Orne et de ses affluents.

L'étude ne concerne que les inondations liées à un débordement direct des rivières.

Cette étude comporte deux volets principaux :

- une approche agri-environnementale à l'échelle du bassin versant,
- un recensement des points critiques à l'égard du risque inondations,

et se divise en 4 phases successives :

- Phase 1 : Typologie du bassin versant.
- Phase 2 : Analyses des inondations survenues.
- Phase 3 : Identification des « points noirs ».
- Phase 4 : Proposition de principes d'actions et d'aménagements.

Le rapport de phase 1 et son annexe cartographique présentent la typologie du bassin versant. Ils consistent en un recueil de données existantes concernant principalement l'occupation des sols et son évolution au cours des deux dernières décennies et l'identification du réseau hydrographique du bassin versant (pentes, débits, localisation).

Le Syndicat Mixte de Lutte Contre les Inondations a mobilisé dans le cadre de cette étude un ensemble de partenaires techniques pour la sécurité indispensable des biens et des personnes : l'Agence de l'Eau, les départements du Calvados et de l'Orne, l'Institution Interdépartementale du Bassin de l'Orne, et l'État (DIREN, DDE 14 et DDA 61).

1 Description générale du bassin versant

1.1 Description géographique

Le bassin versant de l'Orne s'étend sur une surface d'environ 3 000 km² et s'étend sur les départements de l'Orne (61) et du Calvados (14). La zone d'étude comprend la quasi-intégralité de ce bassin versant, depuis la source de l'Orne jusqu'à la commune de Louvigny (15 km en amont de l'embouchure).

L'Orne possède de nombreux affluents dont les principaux sont le Don, l'Ure, la Cance, l'Udon, la Baize (aval), la Rouvre, le Noireau, la Vère, la Druance, la Laize et l'Odon. Ces principaux affluents sont localisés sur la carte A. Les périmètres des trois SAGE, dont deux sont actuellement en cours d'élaboration (Orne aval – Seullès et Orne moyenne) et un est en phase d'émergence (Orne amont), y sont également présentés.

Le bassin versant de l'Orne peut être divisé en trois parties principales :

- le plateau d'Argentan, au relief légèrement vallonné, et d'une altitude moyenne de 200 m,
- la Suisse normande, caractérisée par des gorges profondes, encadrée par les monts du bocage normand, dont le plus haut sommet, le Mont Pinçon culmine à 365 m, et par le pays d'Auge, plus vallonné, d'une altitude moyenne de 200 m,
- la plaine de Caen, d'une altitude inférieure à 100 m.

Les principales zones urbaines sont localisées sur le plateau d'Argentan et dans la plaine de Caen. La Suisse normande est beaucoup plus rurale.

Les principales localités sont repérées sur la carte B.

Ce bassin est vallonné, et sur sa plus grande partie est exploitée essentiellement en bocages et cultures agricoles. L'aval de l'Orne est une plaine, majoritairement urbanisée. Les principales industries y sont recensées et l'agriculture y est essentiellement consacrée aux céréalières.

1.2 Hydrographie

La répartition du réseau hydrographique est liée à la répartition spatiale des précipitations. Il est en effet beaucoup plus dense dans l'Ouest du bassin versant. Les principaux affluents de l'Orne, du moins les plus importants se situent géographiquement à l'Ouest. Parmi ces cours d'eau, on peut citer :

- l'Odon,
- le Noireau,
- la Vère,
- la Druance,
- et la Rouvre.

Ces rivières sont celles qui sont les plus sujettes aux débordements.

L'Orne possède 16 affluents principaux dont les caractéristiques sont indiquées dans le tableau ci-dessous.

Tableau n°1. Caractéristiques physiques du bassin versant

Cours d'eau	S (km ²)	L (km)	Z amont	Z aval	Dénivelé
Sennevière	41,82	14,2	362	163	1,4 %
Thouane	52,68	17,7	378	161	1,2 %
Don	127,72	29,5	288	159	0,4 %
Ure	114,1	30,3	243	155	0,3 %
Houay	62,64	13,14	210	150	0,4 %
Udon	129	29,4	323	148	0,6 %
Cance	109,78	27,4	378	150	0,8 %
Maire	61,01	16	220	148	0,5 %
Baize aval	114,09	25,7	204	55	0,6 %
Rouvre	309,05	45,5	263	51	0,5 %
Visance	19,68	11,3	292	178	1,0 %
Vère	109,88	24,7	247	72	0,7 %
Druance	211,08	31,2	277	77	0,6 %
Noireau	525,46	46,56	296	46	0,5 %
Laize	186,79	31,8	226	8	0,7 %
Odon	214,64	46,9	276	4	0,6 %
Orne	2777,84	177,3	202	1	0,1 %

Trois zones vont permettre de déterminer les contraintes du bassin versant en fonction des écoulements en différents points donnés, une fois confrontées aux précipitations.

1. Plaine d'Argentan : substrat perméable, réseau hydrographique peu dense, densité de population faible.
2. Bocage Normand : substrat imperméable, réseau hydrographique dense, densité de population faible.
3. Plaine de Caen : substrat perméable, réseau hydrographique peu dense, densité de population forte.

La marée n'a pas une forte influence sur les cours d'eau du bassin versant. Son influence sur les lignes d'eau peut se faire ressentir jusqu'à May-sur-Orne, mais en général, elle s'arrête au niveau de la commune de Louvigny.

Le réseau hydrographique a fortement changé dans les villes suite à la canalisation de toute ou partie des cours d'eau sur leur traversée des agglomérations.

1.3 Découpage des sous bassins versants

Le découpage des sous bassins versants a été réalisé par la DIREN de Basse Normandie lors d'une étude du bassin versant de l'Orne en 1974. Les sous bassins versants ont été déterminés en fonction des confluences entre l'Orne et ses affluents, ainsi qu'en fonction des confluences entre les affluents eux-mêmes, en prenant bien sûr en compte la topographie du terrain. 72 bassins versants ont ainsi été délimités depuis la source de l'Orne jusqu'à son embouchure dans la Manche. La présente étude ne considérera que 68 bassins versants (la zone d'étude allant jusqu'à Louvigny).

La carte n°1 de l'Atlas cartographique présente l'ensemble du réseau hydrographique de l'Orne et de ses sous bassins.

1.4 Géologie et hydrogéologie

Les données proviennent des cartes géologiques de la France au 1/50 000 éditées par le BRGM qui couvrent la zone d'étude. Certaines informations concernant l'hydrogéologie sont issues du document « Inondations par débordements des eaux souterraines, Synthèse des constats de l'hiver et du printemps 2001 dans le Calvados », réalisé par le BRGM en 2001.

1.4.1 Contexte géologique

Deux grandes unités géologiques distinctes sont observables sur la carte géologique présentant la zone d'étude (carte C) :

- la partie sud-ouest, constituée de schistes, de grès, de marnes et d'argile du primaire ainsi que de granites correspondant à la terminaison orientale du massif armoricain,
- la partie septentrionale et orientale, constituée par les terrains secondaires et tertiaires à dominante calcaire qui correspondent à la frange nord ouest du bassin sédimentaire parisien.

Les alternances schisto-gréseuses du massif armoricain favorisent la formation de collines dont l'altitude peut atteindre 400 mètres. Ce relief est particulièrement marqué dans les bassins de la Druance, du Noireau et de la Vère, ainsi qu'au sein du massif d'Ecouvès. Le relief fortement accentué de ces vallées et le caractère imperméable du substrat géologique en font une zone favorable au ruissellement.

A l'Est, dans les régions de l'Orne amont, du Don et de l'Ure, les terrains du bassin parisien forment de grands plateaux calcaires, légèrement vallonnés, suivis de collines crayeuses ou argileuses du côté du Pays d'Auge. Au Nord, les calcaires de la plaine de Caen forment le soubassement d'un plateau tabulaire entaillé des vallées de la Laize, de l'Orne, de l'Odon et du Dan. Le calcaire, matériau très perméable ainsi que la faible pente de ces plateaux ne sont pas particulièrement favorables aux ruissellements. En revanche, l'argile constitutive des collines des hautes-vallées de l'Orne, très imperméable, facilite l'apparition rapide de ruissellements relativement importants.

De manière générale la physiographie du bassin de l'Orne semble favorable aux ruissellements sur une grande partie de son territoire, puisque les terrains schisto-gréseux du massif armoricain, imperméables et inclinés, représentent plus de 50% de la surface du bassin. En considérant les formations imperméables du bassin parisien, ce sont 60% du territoire qui sont propices au ruissellement.

1.4.2 Contexte hydrogéologie

Les deux types de terrains ont des comportements hydrogéologiques fondamentalement différents. Les roches granitiques, métamorphiques sont des roches quasi-imperméables du fait des très faibles dimensions des vides intergranulaires, et l'eau ne peut circuler dans le sous-sol que par des fissures résultant de contraintes tectoniques et de phénomènes d'altération ou d'érosion. Il n'y a donc pas d'aquifères continus et d'extension importante dans ces terrains.

Les assises calcaires du Bathonien et du Bajocien constituent un aquifère au sens plus classique du terme. L'aquifère des calcaires du Bathonien constitue le principal aquifère du bassin versant. Il s'agit d'un aquifère libre, constitué de multicouches calcaires entrecoupées de niveaux de caillasses argileuses qui cloisonnent quelque peu l'aquifère. Sa productivité peut être très importante en raison essentiellement du réseau des fissures des calcaires, qui peut évoluer parfois en karst.

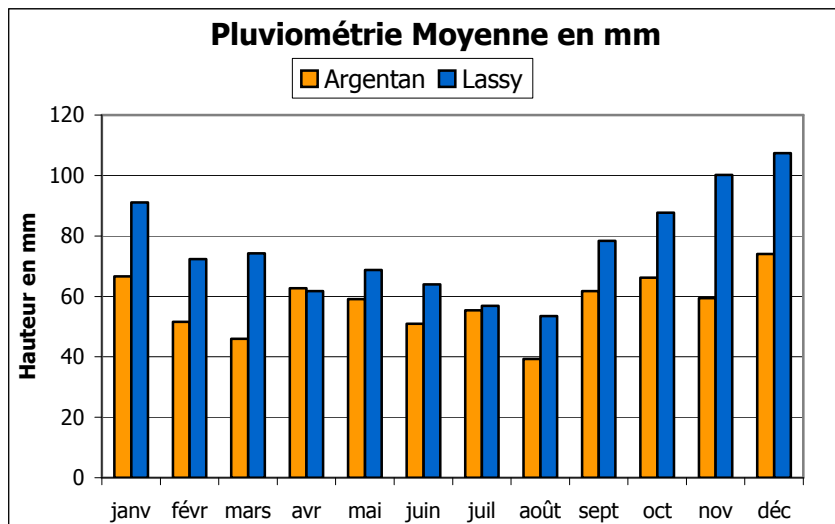
Les craies cénomaniennes moyennement fissurées supportent l'aquifère crayeux du Crétacé. C'est une nappe libre importante, mais elle est peu représentée sur le bassin versant.

1.5 Climat - Précipitation

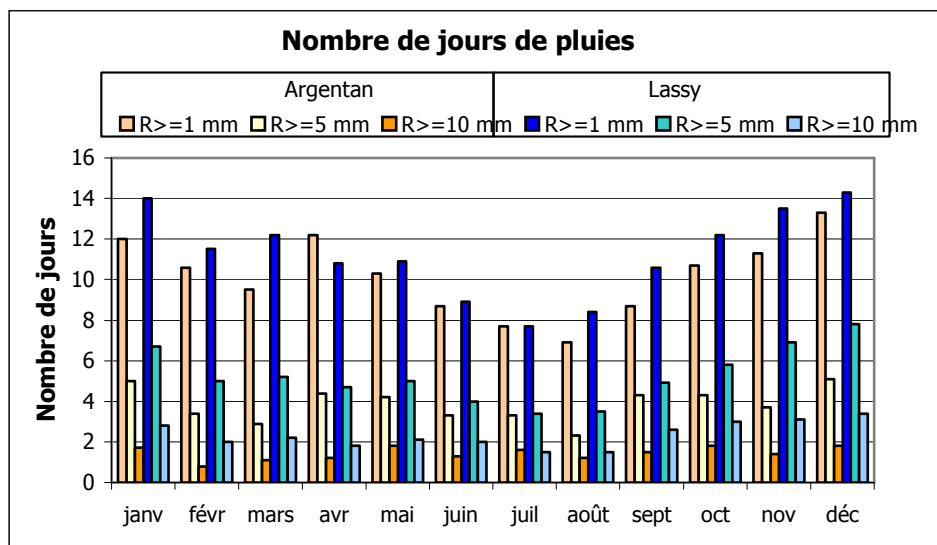
Une décroissance pluviométrique est observée entre l'Ouest et l'Est du bassin versant. La région allant d'Aunay-sur-Odon à Athis-de-l'Orne (représentée sur le graphique suivant par la station pluviométrique de Lassy) présente une pluviométrie supérieure (en moyenne annuelle 916,1 mm) à celle de la région de la plaine Normande, autour d'Argentan (d'une moyenne annuelle de 692,8 mm).

Les pluies sont plutôt fines et abondantes, mais réparties sur toute l'année (voir graphiques n°1 et 2).

Les flux dominants de masses d'air viennent de l'ouest, sud-ouest (précipitations d'origine atlantique).



Graphique n°1. Pluviométrie moyenne pour les stations de Lassy et d'Argentan



Graphique n°2. Nombre de jours de pluies par mois pour les stations de Lassy et d'Argentan

R : Hauteur quotidienne de précipitations en mm.

Les reliefs de l'ouest du bassin versant réduisent une perturbation dans les courants atmosphériques de l'ouest, favorisant ainsi les précipitations sur cette partie du bassin pendant les mois d'hiver essentiellement. Les plaines et les plateaux situés plus à l'Est sont alors plus protégés. Cette répartition spatiale des précipitations est liée à un phénomène appelé l'effet orographique.

Le climat de cette région est océanique pluvial, il se divise en deux saisons distinctes. Les mois d'automne et d'hiver ont des pluies plus longues et plus abondantes que les mois de printemps et d'été.

Les stations pluviométriques recensées sur le bassin versant sont récapitulées dans le tableau n°6.

La distribution annuelle des pluies ainsi que leur quantité font de l'hiver la saison la plus sensible pour les inondations.

1.6 Zones protégées

Plusieurs sites classés Zones Natura 2000 sont recensés sur les bords de l'Orne et de ses affluents :

- l'aval d'Argentan et le marais de Grogny sur l'Orne,
- l'amont d'Argentan,
- la confluence de la Rouvre et de l'Orne,
- les prairies inondables au sud-ouest de Briouze,
- le secteur de Jacob-Mesnil sur la Laize,
- les rives de l'Orne de Saint Rémy à Pont-d'OUILLY,
- la vallée de la Druance,
- et les rives du Noireau à Berjou,

La cartographie de ces zones réalisée par la DIREN est jointe en annexe 3 ainsi qu'un tableau récapitulatif de toutes les zones protégées sur le bassin versant (ZNIEFF, arrêté de biotope, Natura 2000).

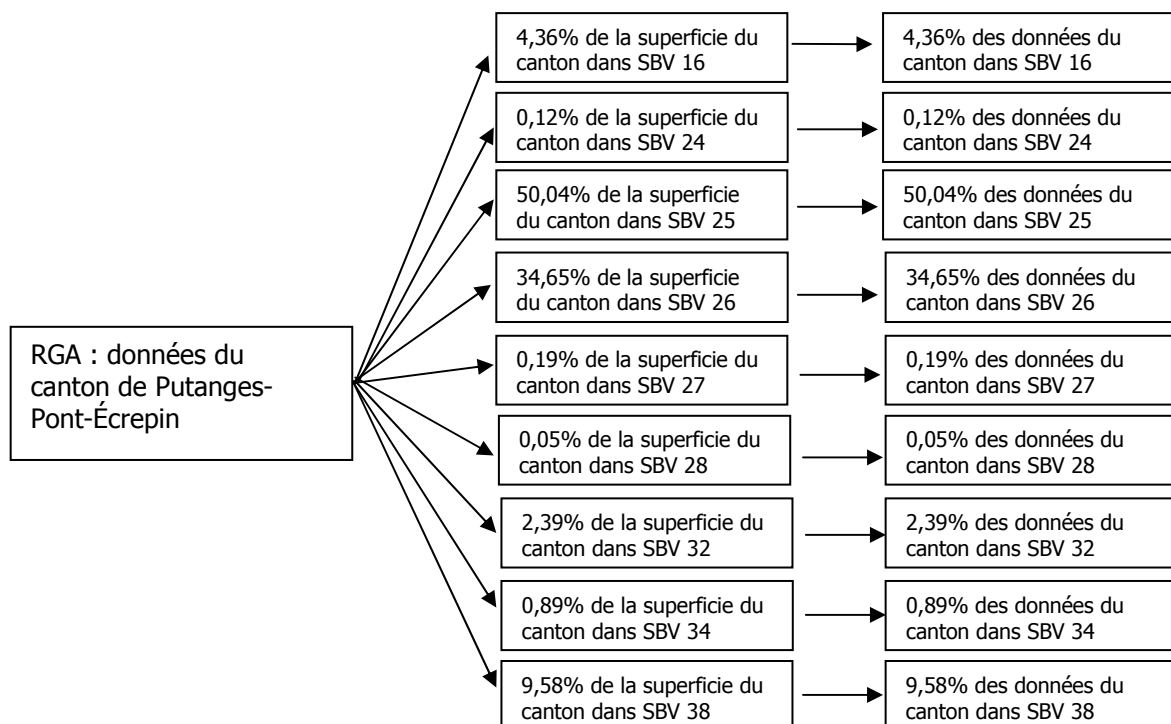
2 Occupation du sol

Dans cette partie, l'évolution de l'occupation des sols est étudiée par les données concernant la population et l'agriculture. Deux images satellite seront comparées pour mesurer l'évolution de la répartition de l'occupation des sols en 1984 et 1994.

2.1 Population et occupation urbaine des sols

Afin d'appréhender l'évolution de l'occupation des sols, en particulier vis-à-vis des zones urbanisées l'évolution de la population et de sa répartition sur le bassin versant ont été analysées. Ces données sont doublement intéressantes, d'une part car elles sont un indicateur des changements dans la superficie des zones urbaines, donc imperméables et génératrices de ruissellement, et d'autre part, elles contribuent à localiser les secteurs aux enjeux les plus importants.

Les données concernant la population ont été récoltées auprès de l'Insee sur les départements du Calvados et de l'Orne (recensement de la population des communes). Elles ont été prises pour chaque commune, puis un assemblage des communes en cantons a été réalisé. Enfin, les cantons ont été découpés en fonction des 70 sous bassins versants et les données ont été divisées en fonction du pourcentage de la superficie de chaque canton sur chaque sous bassin versant.



Graphique n°3. Décomposition des données par canton en données par sous bassin versant.

Le tableau suivant présente de façon synthétique l'évolution globale de la population sur l'ensemble du bassin versant.

Tableau n°2. Récapitulatif des données concernant la population

Population totale				
Sur l'ensemble du bassin versant				
1968	1975	1982	1990	1999
308 022	344 155	352 483	362 608	373 393
Sur la zone d'étude				
1968	1975	1982	1990	1999
171 810	182 679	189 962	195 973	201 061
Evolution de la population				
Sur l'ensemble du bassin versant				
1968-1975	1975-1982	1982-1990	1990-1999	1975-1999
11,73%	2,42%	2,87%	2,97%	8,50%
Sur la zone d'étude				
1968-1975	1975-1982	1982-1990	1990-1999	1975-1999
5,95%	3,83%	3,07%	2,53%	9,14%

D'après données INSEE

La population du bassin versant a augmenté d'environ 8,50 % en 25 ans soit en moyenne 0,34 % par an, ce qui peut impliquer une forte augmentation des zones urbaines.

Si seule la zone d'étude est analysée, l'augmentation est quasiment la même (environ 9 %, soit 0,36 % par an).

2.2 Occupation du sol récente (1993-1994)

Les données exploitées proviennent des cartes du Corine Land Cover (1993-1994) des départements de l'Orne et du Calvados. Ces cartes sont réalisées par l'IFEN (Institut français de l'environnement) à partir des documents suivants :

- cartes topographiques IGN au 1/25 000, 1/50 000 et 1/100 000,
- cartes de la végétation CNRS au 1/200 000,
- cartes des types de peuplement forestier IFN au 1/200 000,
- BD Carto® de l'IGN, couches occupation des sols et réseaux,
- photographies aériennes panchromatiques IGN au 1/30 000 et 1/60 000,
- et photographies aériennes IFN au 1/17 000 et 1/30 000.

Huit catégories ont été différenciées pour représenter l'occupation des sols par sous-bassin versant sous forme de cartes et de diagrammes :

- les territoires artificialisés, comprenant le tissu urbain proprement dit, ainsi que les zones industrielles ou commerciales, et les réseaux de communication,
- les terres arables comprenant les terres arables hors périmètres d'irrigation et les périmètres irrigués en permanence,
- les cultures permanentes qui sont constituées par les vignobles, les vergers et petits fruits, et les oliveraies,
- les prairies,
- les zones agricoles hétérogènes comprenant les cultures annuelles associées aux cultures permanentes, les systèmes culturaux et parcellaires complexes, et les territoires agro-forestiers,
- les forêts et milieux semi-naturels qui comprennent les forêts proprement dites, les milieux à végétation arbustives et/ou herbacée, ainsi que les espaces ouverts, sans ou avec peu de végétation (plages, roches nues, zones incendiées...),
- les zones humides qui regroupent les zones humides intérieures (marais intérieurs, tourbières) et les zones humides maritimes,
- et les surfaces en eau qui comprennent les eaux continentales et les eaux maritimes.

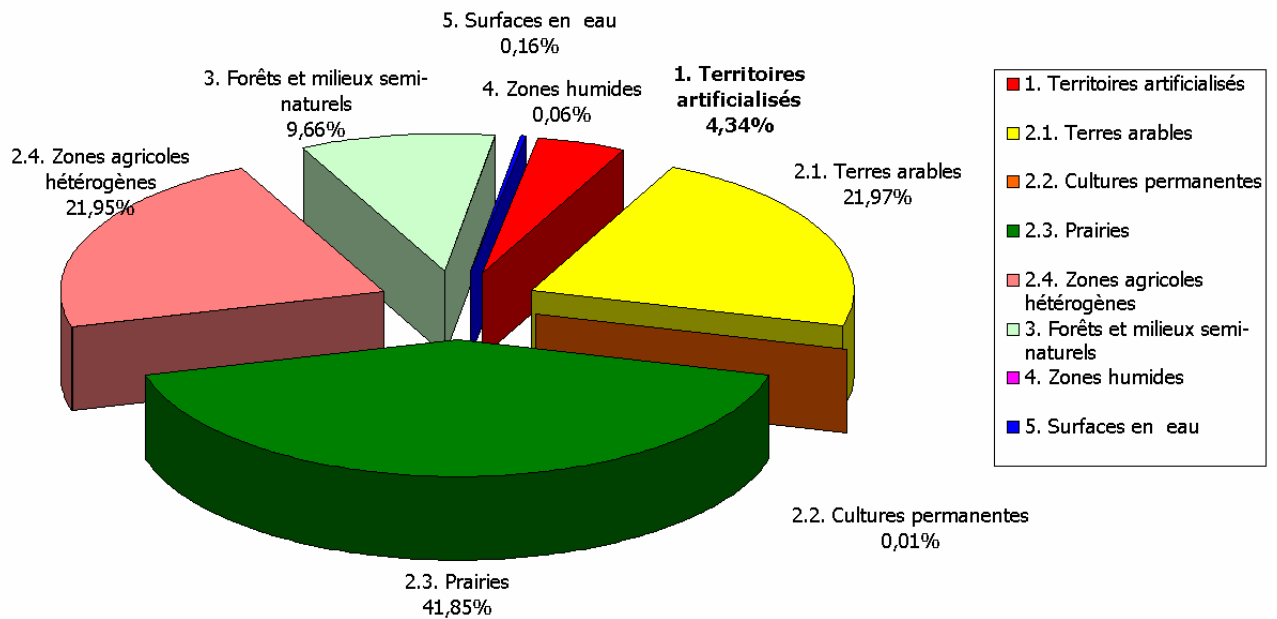
Sur l'ensemble de la zone d'étude en 1993-1994, on obtient la répartition suivante :

- 41,85 % de prairies,
- 21,97 % de territoires arables,
- 21,95 % de zones agricoles hétérogènes,
- 9,66 % de forêts,
- 4,34 % de territoires artificialisés,
- 0,23 % de surfaces en eau, zones humides et cultures permanentes.

Le graphique suivant présente cette répartition.

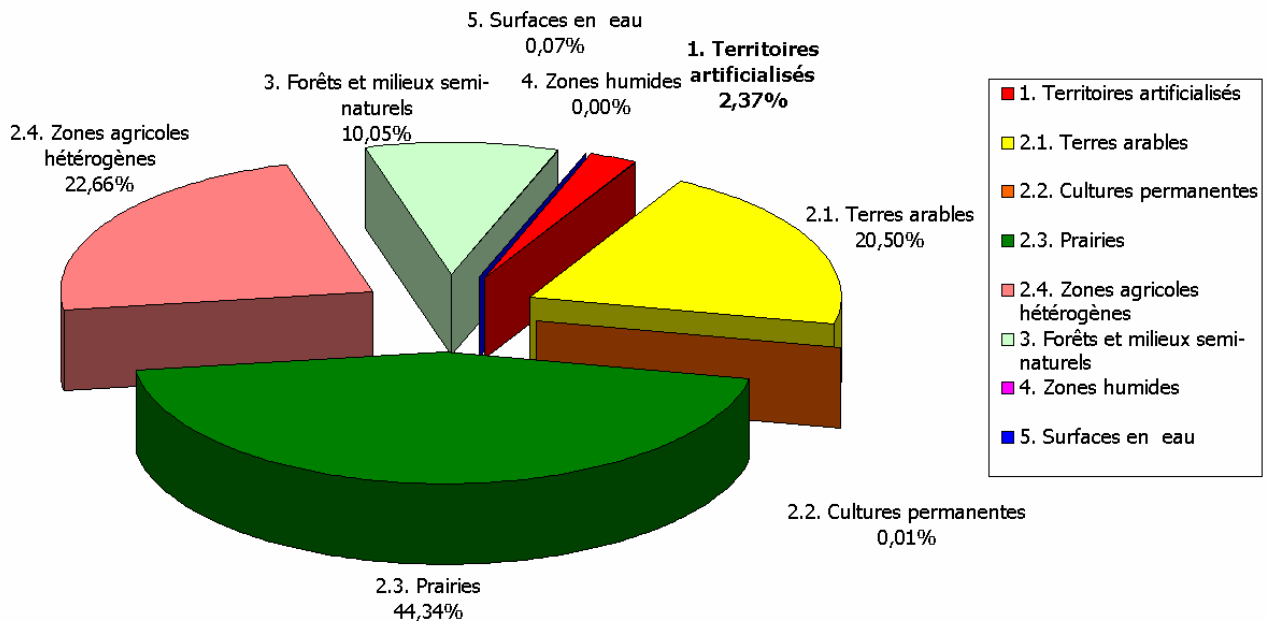
R.4584a/A.11692/C.3R4203	
DA – JHO - SGA	
21/10/04	Page : 14/46

Occupation des sols, d'après Corine Land Cover 1993-94 sur l'ensemble du bassin versant



Graphique n°4. Pourcentage de l'occupation des sols sur le bassin versant de l'Orne en 1993-1994, sur l'ensemble du bassin versant.

Occupation des sols, d'après Corine Land Cover 1993-94 sur la zone d'étude



Graphique n°5. Pourcentage de l'occupation des sols sur le bassin versant de l'Orne en 1993-1994, sur la zone d'étude.

Les proportions de cultures permanentes, zones humides et surfaces en eau sont négligeables sur l'ensemble du territoire.

L'agglomération caennaise représente la majorité des zones urbanisées du bassin versant. Viennent ensuite les villes d'Argentan et de Flers.

L'ensemble de la zone d'étude est donc majoritairement occupé par les terrains agricoles : essentiellement des prairies ou surfaces toujours en herbes, puis à proportion quasiment égales de terres arables et de zones agricoles hétérogènes.

Les surfaces urbanisées représentent un peu plus de 4 % du territoire, soit la moitié des zones boisées (9,6 %).

2.3 Evolution de l'occupation du sol de 1984 à 1993-1994

Les données de l'occupation du sol en 1984 proviennent de l'analyse des photos satellites Landsat 3 de la zone d'étude.

Les catégories suivantes ont été différenciées de manière suivante :

- les zones urbanisées (bâties),
- les surfaces agricoles, comprenant les zones agricoles proprement dites et les prairies,
- et les forêts.

Il est important de noter que la précision de cette analyse est inférieure à celle des cartes Corine Land Cover, puisqu'elle consiste en un simple traitement des images satellites, sans consultations de données annexes. Elle permet toutefois d'avoir une idée d'ensemble de l'évolution et d'estimer de façon globale les variations de superficie pour chaque catégorie d'occupation des sols. Les images ont été choisies de façon à ce que la couverture nuageuse soit la plus réduite possible.

Ainsi deux situations, 1984 et 1993-1994, sont comparées. Les résultats sont synthétisés dans le tableau 3, et sont illustrées par la carte D.

Tableau n°3. Comparaison de l'occupation des sols entre 1984 et 1993-1994

Sur l'ensemble du bassin versant				
	1984		1993	
	Surface (km ²)	%	Surface (km ²)	%
Zones urbanisées	85	2,90 %	127	4,34 %
Surfaces agricoles	2529	86,36 %	2512	85,78 %
Forêts	270	9,23 %	283	9,66 %
Autres (nuages, surfaces en eau)	44	1,52 %	6	0,22 %
Sur la zone d'étude				
	1984		1993	
	Surface (km ²)	%	Surface (km ²)	%
Zones urbanisées	41	1,50 %	65	2,37 %
Surfaces agricoles	2401	87,36 %	2406	87,51 %
Forêts	265	9,63 %	276	10,05 %
Autres (nuages, surfaces en eau)	42	1,51 %	2	0,07 %

L'évolution suivante se dégage de cette analyse : on observe une nette augmentation des surfaces urbanisées (de 2,9 % à 4,3 % de l'ensemble du territoire), représentant une surface de 42 km², essentiellement l'agglomération de Caen et dans une moindre mesure les villes d'Argentan et de Flers. En contrepartie de cette urbanisation croissante, les surfaces agricoles

montrent une légère diminution, mais restent tout de même largement majoritaires. Les forêts quant à elles, voient leur superficie augmenter faiblement.

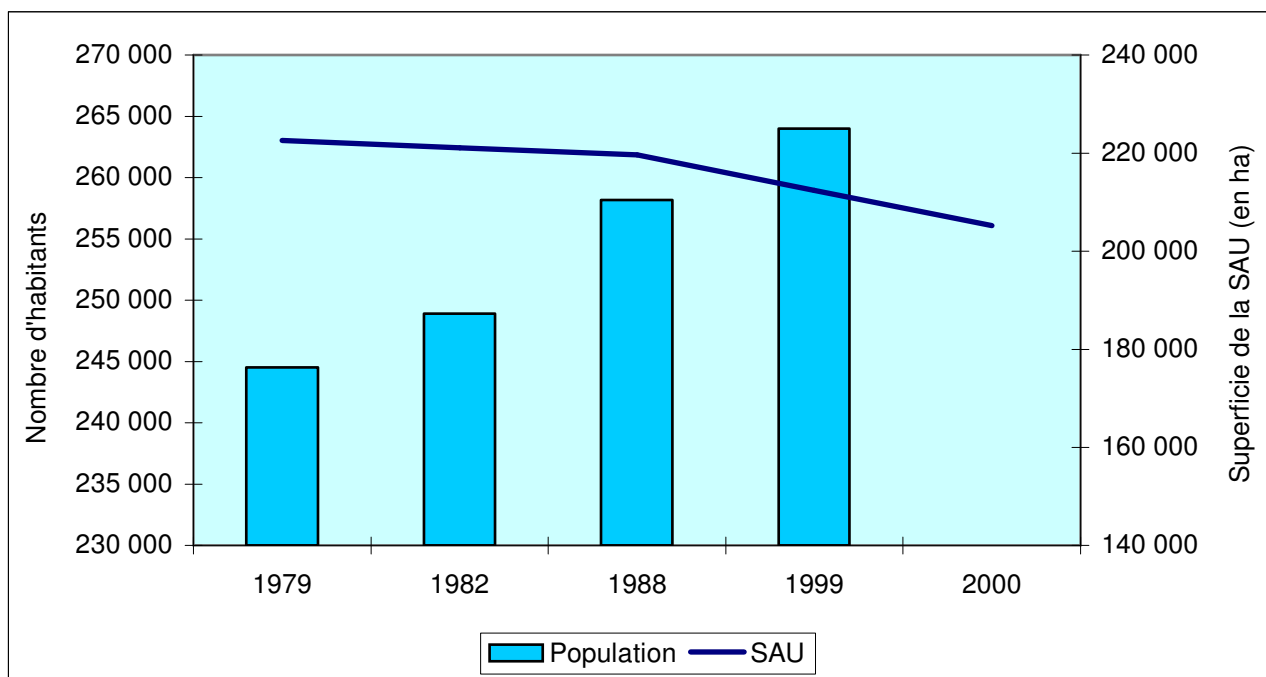
2.4 Contexte agricole

Le contexte agricole du secteur a été caractérisé à partir des données des Recensements Généraux de l'Agriculture de 1979, 1988 et 2000 des départements de l'Orne et du Calvados. Les données par canton de l'ensemble des exploitations agricoles ont été utilisées. En effet, les données par commune prennent en compte les exploitations ayant leur siège dans celle-ci et non pas tous les terrains agricoles exploités sur le territoire de la commune. Les données par canton aussi, mais le biais est moins important. De plus, il y a moins de problèmes liés au secret statistique.

La superficie agricole utilisée (SAU) comprend les grandes cultures ou terres labourables (céréales, cultures industrielles, légumes secs et protéagineux, fourrages...), les superficies toujours en herbe, les légumes frais, les fleurs, les cultures permanentes (vignes, vergers...), les jachères, les jardins et les vergers familiaux.

Elle représente une proportion importante de l'occupation des sols puisqu'elle correspond en moyenne à 75 % de la superficie totale de la zone d'étude. Elle n'a pas évolué de façon significative entre 1979 et 2000, mais elle montre tout de même une légère tendance à la baisse, particulièrement entre 1988 et 2000. Le graphique n°6 illustre les évolutions conjointes, de 1968 à 2000, sur l'ensemble du bassin étudié, de la SAU et de la population totale. Ces deux variables montrent des évolutions inverses. En effet, l'accroissement de la population s'accompagne d'un développement des zones urbanisées qui se fait au détriment des zones agricoles.

Entre 1979 et 2000, la population a augmenté de 19 500 habitants (soit une augmentation approximative de 9,92 %) et la surface agricole utile a diminué de 17 500 ha (soit une baisse de 7,8 %).



Graphique n°6. Evolutions conjointes de la SAU et de la population de 1979 à 2000

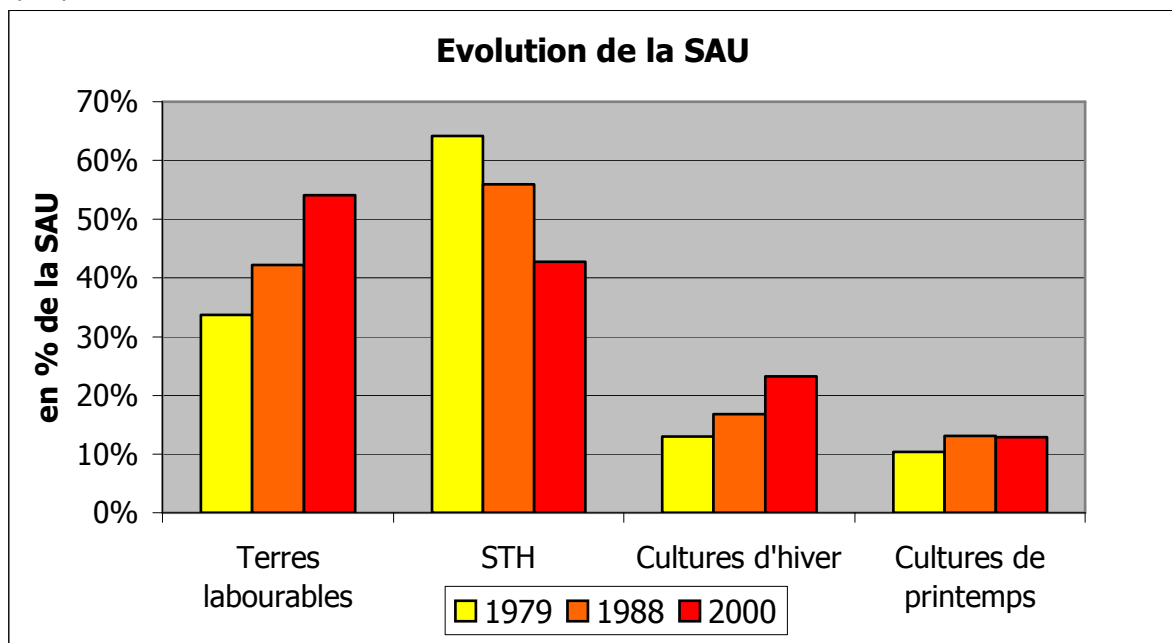
Les surfaces toujours en herbe (STH), comprises dans la surface agricole utile, ont en revanche nettement diminué entre 1988 et 2000 puisqu'elles passent de 42 % à 30 % de la superficie totale de la zone d'étude, soit de 64 % à 43 % de la SAU. Cette proportion reste cependant élevée. A l'inverse, la superficie des terres labourables (qui comprend les céréales, les cultures industrielles, les légumes secs et protéagineux, les fourrages, les pommes de terre, les légumes frais de plein-champ et les jachères) est en augmentation. Elle

représentait en 1979 à peine 30% de la SAU sur l'ensemble des cantons compris dans le bassin versant, et a atteint plus de 50% de la SAU en 2000. L'évolution générale du contexte agricole tend vers un développement des grandes plaines cultivées et une diminution des surfaces en prairies, qui s'accompagne également d'une diminution nette du cheptel vif.

Le blé, l'escourgeon et le colza, cultures d'hiver, voient leur superficie d'exploitation augmenter puisqu'elles représentent environ 23% de la SAU en 2000 contre seulement 12% en 1979. Ceci implique que de moins en moins de sols restent nus pendant la période hivernale, ce qui a une importance considérable en terme de ruissellement.

Le maïs (grain et fourrage) et l'orge ont été considérés comme des cultures de printemps. Les données de superficie concernant les autres principales cultures de printemps (tournesol, betteraves, pommes de terre et protéagineux) étaient soit absentes soit incomplètes.

Le graphique 7 illustre ces évolutions.



Graphique n°7. Evolution de la SAU de 1979 à 2000

Au-delà de cette évolution générale de l'occupation des sols et du contexte agricole sur l'ensemble du bassin versant, des situations contrastées doivent être distinguées. Si la zone étudiée reste globalement peu urbanisée, il convient de considérer séparément certaines zones plus fortement peuplées, et notamment les alentours de Flers, d'Argentan, ainsi que le Nord du bassin versant qui comprend l'agglomération Caennaise. Dans ces secteurs, l'évolution de la population est plus marquée et se caractérise par de fortes augmentations des surfaces urbanisées, généralement au détriment de la SAU, qui voit sa superficie diminuer de manière importante. Ces différentes situations sont illustrées par les cartes d'évolution de la SAU, la STH et de la superficie des terres labourables (cartes E, F, et G).

Les visites de terrain ont permis de constater, concernant le remembrement, seules quelques communes ont été aménagées en Open-Fields. Les autres communes ont majoritairement choisi de garder une partie des haies, notamment celles coupant les pentes. Les eaux ruisselant des champs sont alors ralenties.

Toutefois, en terrain argileux, l'eau s'infiltre très lentement et les eaux de drainage (pour un même événement pluvieux) seront très en retard par rapport au pic de crue. Le drainage par rapport à un événement ponctuel dans le temps a donc un effet positif sur la crue. Toutefois, dans le cas d'une forte pluie continue (par exemple hivernale) ou de deux événements pluvieux consécutifs, l'effet de ces drains serait

négatif puisqu'ils permettent en tout état de cause de mieux faire circuler les eaux jusqu'aux différents cours d'eau du bassin versant et ainsi d'induire un débit encore plus important pour les cours d'eau principaux.

D'après les riverains, il semblerait que le drainage a commencé il y a environ une vingtaine d'années. Aucune implantation de drainage ne serait à signaler depuis environ 5 ans.

Les pratiques agricoles sont également en train de changer sur le bassin versant. Quelques agriculteurs commencent à semer un couvert végétal après les récoltes de céréales pour ne pas laisser de terres à nu durant la période hivernale.

De manière générale, la surface agricole utile diminue sur l'ensemble du bassin versant. Toutefois, au sein de cette surface, il est à noter que la répartition de l'utilisation des terres évolue : en effet, les superficies labourées augmentent au détriment des superficies toujours en herbe, ce qui tend à accroître les risques de ruissellement.

Des évolutions quant aux types de cultures sont également mises en évidence : une stagnation des cultures de printemps est à observer contre une augmentation des cultures d'hiver, qui ne laissent pas les champs à nu en hiver.

3 Facteurs de risque de ruissellement et d'inondation

En terme de dysfonctionnements hydrauliques, 2 phénomènes doivent être distingués :

- les inondations par crue (liées à un débordement de rivière),
- les inondations par ruissellement.

Le ruissellement est un phénomène qui intervient en amont du réseau hydrographique, c'est-à-dire sur les bassins versants. En revanche, les inondations par crue sont liées non seulement aux apports par ruissellement des bassins versants mais également aux contraintes physiques présentes sur le lit mineur et le lit majeur.

3.1 Ruissellement

Les différents paramètres qui interviennent dans ces phénomènes d'érosion et de ruissellement sont principalement les suivants :

- L'occupation des sols et les pratiques agricoles. Ainsi à titre d'exemple, pour les prairies et les jachères, la vitesse d'infiltration est comprise entre 30 et 150 mm/h soit 10 à 50 fois supérieure à celle d'une terre battue, la formation de rigole est totalement supprimée en présence d'herbe. En effet, l'eau peut s'écouler 10 à 15 fois plus vite sur une prairie que sur un champ labouré sans engendrer d'érosion. Enfin, l'herbe constitue un excellent filtre en piégeant de 60 à 99% des matières en suspension (MES). De même, durant l'hiver et au printemps, les risques de ruissellements seront plus importants sur les terres agricoles lorsque les sols sont laissés à nus (absence de couverture durant l'interculture),
- La pente des versants et des thalwegs,
- La nature des sols : caractère plus ou moins battant de l'horizon de surface (sols limoneux), présence d'un horizon à faible perméabilité en profondeur qui peut induire des écoulements hypodermiques,
- L'intensité de la pluie.

Ces problèmes sont ainsi fortement liés aux contraintes géographiques et aggravés par l'occupation de l'espace en termes d'urbanisation et de pratiques agricoles.

Ces phénomènes sont d'ailleurs dommageables pour tous : tout autant pour les zones urbaines sinistrées que pour les agriculteurs qui voient partir à chaque épisode pluvieux dans les rivières induisant un envasement accru, ce qui peut limiter l'écoulement des eaux (ou dans les champs à l'aval), plusieurs tonnes de terres à fort potentiel agricole.

Aussi, le ruissellement, et donc les forces érosives, sont d'autant plus importants que la pente du terrain est grande, que le taux d'humidité du sol est élevé, et que l'intensité de pluie est forte.

La résistance des terres à l'érosion dépend essentiellement de la texture du sol et du couvert végétal. La relation entre forces érosives et forces résistantes est également influencée par les pratiques culturales (enherbement, labours et griffages,...).

Ainsi afin de qualifier les paramètres de ruissellement, une cartographie de l'occupation du sol a été réalisée sur l'ensemble du bassin versant de l'Orne (cartes n°2 à 45 de l'Annexe cartographique). La pente des versants et des thalwegs, la pédologie et l'intensité de la pluie ont été abordées de manière globale sur le bassin versant.

3.2 Crue

Les paramètres physiques influant sur les crues sont principalement :

- L'occupation du sol. A titre d'exemple, les ripisylves constituant la végétation des rives des cours d'eau peuvent faire varier les vitesses d'écoulement. Leur densité constitue un frein important à la propagation des crues car elles limitent les vitesses en bordure de lit mineur et également les échanges avec le lit majeur. Ceci se traduit par un exhaussement des hauteurs d'eau. Les ripisylves sont très développées sur les rives de l'Orne. De nombreux arbres sont implantés directement en bordure de cours d'eau, et de nombreuses haies se situent dans le lit majeur. Ces haies et ses arbres étant toujours présents (il n'a pas été procédé à des arrachages de haies dans les lits majeurs des cours d'eau au cours des dernières années), l'exhaussement des niveaux d'eau n'est pas à attendre. Par contre, un mauvais entretien des rives peut conduire à des augmentations de niveaux et à des risques d'inondations plus importants,
- La pente du cours d'eau,
- Les obstacles et les ouvrages sur les lits mineur et majeur.

Ainsi, dans l'optique de qualifier ces paramètres, l'occupation du sol a été cartographiée (cartes n°2 à 45 de l'annexe cartographique) sur l'ensemble du bassin versant et pourra être précisée localement pour des dysfonctionnements ponctuels lors des phases 2 ou 3 si le comité de pilotage le juge utile. La pente du cours d'eau a été définie grâce à un profil en long exhaustif sur l'ensemble du réseau hydrographique du bassin versant. Enfin, les obstacles et autres ouvrages hydrauliques seront répertoriés pour la plupart en phase 2.

3.3 Synthèse pour les bassins versants des cours d'eau principaux

Les deux tableaux suivants présentent une qualification sommaire des différents cours d'eau et de leur bassin versant. Elle permet d'avoir un aperçu rapide des bassins versants où le risque d'inondations peut être important.

Le premier tableau récapitule l'aléa lié à la pluviométrie et à la morphologie du réseau hydrographique. La classification a été réalisée en combinant l'analyse des données et les observations de la cartographie.

- Pluviométrie : les hauteurs d'eau moyennes annuelles prises dans l'Atlas climatique des bassins de la Seine et des cours d'eau normands de 1970 réalisé par l'AESN (carte H) ont été classées comme suit :
 - Faible : de 550 à 800 mm
 - Moyenne : de 800 à 900 mm
 - Forte : de 900 à 1 600 mm
- Vitesse : la classification est réalisée en prenant en compte les pentes moyennes sur les sous bassins versants (voir graphique n°15, page 32, réalisé à par du MNT du bassin versant de l'Orne de la DIREN). Les pentes influent sur le temps de transfert de l'eau et donc sur les vitesses d'écoulement. Plus la pente est forte, plus l'eau s'écoule rapidement et plus le pic de crue peut être important.
- Temps de montée : les temps de montée déterminés d'après les hydrogrammes synthétiques monofréquences ont été comparés à la longueur des cours d'eau et à la surface de leur sous bassin versant. Trois classes ont été déterminées :
 - Faible : montée longue, par rapport à la longueur du cours d'eau,
 - Moyen : montée moyenne,
 - Fort : montée rapide.

Tableau n°4. Synthèse pour les différents sous bassins versants en fonction du réseau hydrographique

SBV de sortie	Cours d'eau	Pluviométrie	Réseau hydrographique	
			Vitesse (par rapport à la pente)	Temps de montée
2	Sennevière	Faible	Forte	Fort
4	Thouane	Faible	Forte	Fort
8	Don	Faible	Faible	Moyen
12	Ure	Faible	Moyenne	Moyen
22	Udon	Faible	Moyenne	Faible
18	Cance	Faible	Moyenne	Moyen
26	Baize aval	Faible	Forte	Faible
38	Rouvre	Moyenne	Forte	Faible
41	Visance	Forte	Forte	Fort
42	Vère	Forte	Forte	Fort
50	Druance	Forte	Forte	Moyen
52	Noireau	Forte	Forte	Moyen
64	Laize	Faible	Moyenne	Fort
68	Odon	Moyenne	Forte	Fort
68	Orne	Faible	Faible	Moyen

Le second tableau présente pour chaque bassin versant le niveau d'aléa lié aux ruissellements. Trois facteurs ont été pris en compte : l'occupation des sols, les pentes des sous bassins versants et la nature des sols.

- Occupation des sols : l'analyse est effectuée à partir des pourcentages d'occupation au sol par sous bassin versant.
 - Fort : sous bassins à forte urbanisation et/ou possédant une grande surface occupée par des terres arables ou zones agricoles hétérogènes,
 - Moyen : sous bassins dont l'occupation des sols est partagée environ à moitié entre les prairies et forêts et les zones agricoles (terres arables et agricoles hétérogène) et urbaines,
 - Faible : sous bassins dont la surface est essentiellement occupée de prairies et de forêts.
- Pentes : la pente moyenne des sous bassins versants est considérée ici, car elle peut favoriser les ruissellements.
- Sols : la carte pédologique (carte I) a permis de déterminer trois zones de risque de ruissellement :
 - Faible : Rendzines et sols calcaires,
 - Moyen : sols mixtes : entre rendzines et sols lessivés,
 - Fort : sols bruns lessivés et sols bruns acides (risques d'écoulements hypodermiques).

Tableau n°5. Synthèse pour les principaux cours d'eau en fonction des facteurs influant sur le ruissellement

Cours d'eau	SBV le plus en aval	Pluviométrie	Ruissellement		
			Occupation des sols	Pentes	Pédologie
Sennevière	2	Faible	Faible	Faible	Faible
Thouane	4	Faible	Moyen	Faible	Moyen
Don	8	Faible	Moyen	Faible	Faible
Ure	12	Faible	Faible	Faible	Moyen
Udon	22	Faible	Moyen	Faible	Faible
Cance	18	Faible	Moyen	Moyen	Faible
Baize aval	26	Faible	Fort	Faible	Faible
Rouvre	38	Moyenne	Moyen	Moyen	Fort
Visance	41	Forte	Faible	Fort	Fort
Vère	42	Forte	Fort	Fort	Fort
Druance	50	Forte	Moyen	Fort	Fort
Noireau	52	Forte	Faible	Fort	Faible
Laize	64	Faible	Moyen	Fort	Moyen
Odon	68	Moyenne	Fort	Fort	Fort
Orne	68	Faible	Moyen	Moyen	Fort

Les deux tableaux précédents permettent de caractériser le fonctionnement des sous bassins versants en terme d'inondation et de ruissellement, afin de mettre en évidence ceux qui ont un temps de transfert rapide et ceux qui en ont un lent, cumulé à une occupation des sol ou une nature des sols favorable.

Ces sous bassins versants sont les suivants :

1. La Druance, l'Odon, la Vère et la Visance (débordement et ruissellements)
2. Le Noireau (débordement),
3. La Rouvre et la Laize.

Le bassin versant du Noireau dans son intégralité (avec la Druance, la Vère et la Visance) combine des temps de transfert rapides, une forte pluviométrie, un relief prononcé et une nature des sols favorable au ruissellement.

Ce classement permet de poser les bases de réflexion d'un schéma de gestion global des bassins versants en se basant sur les caractéristiques physiques et les temps de montée de chaque bassin versant.

Ces bases permettront de déterminer dans les phases suivantes sur quels sous bassins versants il faudra intervenir pour ralentir ou évacuer les flux.

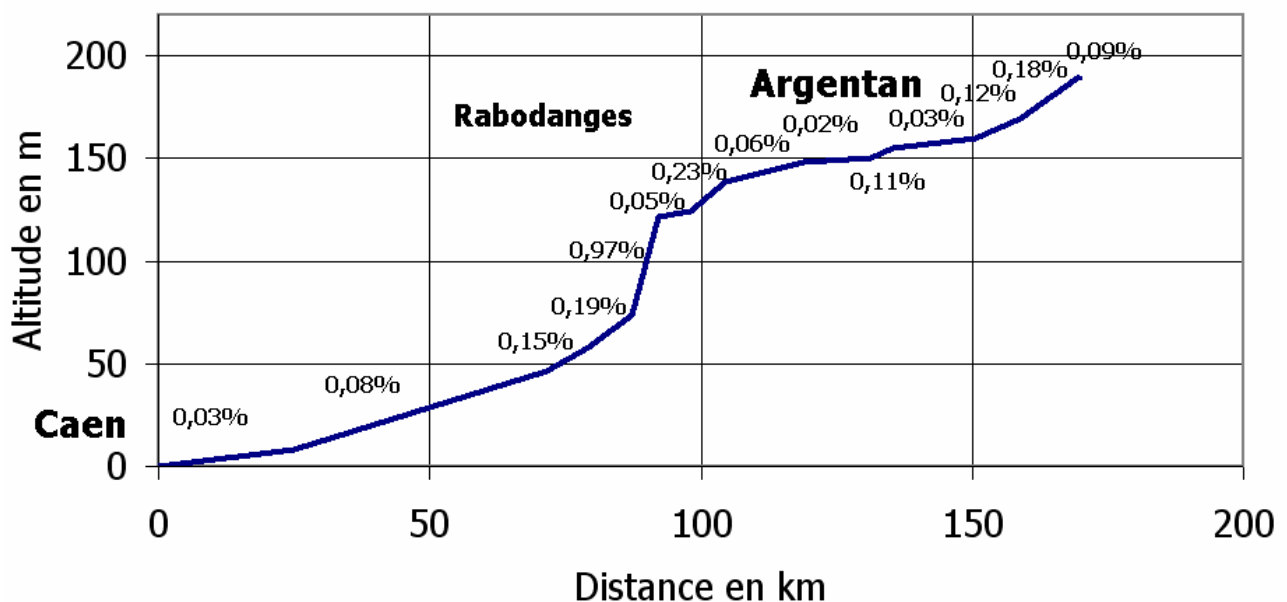
4 Description détaillée du réseau hydrographique du bassin versant de l'Orne

4.1 L'Orne

L'Orne a une longueur d'environ 177 km pour un bassin versant de 2777 km² (pour la zone d'étude).

L'Orne supérieur décrit de larges méandres dans la plaine d'Argentan. Les affluents ont une petite longueur et une forte pente et sont peu nombreux. La rivière entre ensuite dans les gorges de Saint Aubert, une vallée sinieuse et escarpée dans le massif des granites d'Athis-de-l'Orne, puis traverse la Suisse Normande, où le relief est constitué de petites montagnes. Le fleuve décrit alors à nouveau de larges méandres et le nombre d'affluents augmente. Il traverse une nouvelle gorge dans les grès du bocage de Clécy, puis une vallée très profonde au niveau de la boucle du Hom en contournant le Cinglais et entre enfin dans la plaine de Caen jusqu'à son embouchure à Ouistreham.

Profil en long moyen de l'Orne



Graphique n°8. Profil en long de l'Orne

La majorité des champs d'expansion naturels de l'Orne se situent dans sa partie amont, dans la plaine d'Argentan. En effet, du fait des faibles pentes, le fleuve possède de nombreux méandres et peut facilement s'étaler sans menacer d'habitations ni de sites d'activité. Ces champs d'expansions sont présents depuis la source de l'Orne jusqu'à la commune de Putanges pont Ecrepin, en amont du barrage de Rabodanges. Ils sont par ailleurs majoritairement classés en zones Natura 2000 mis-à-part le centre-ville d'Argentan. De plus, le marais du Mottey, de Grogny et du Douilt les Gros Prés, classés en ZNIEFF de type I.

4.2 Les cours d'eau du plateau d'Argentan

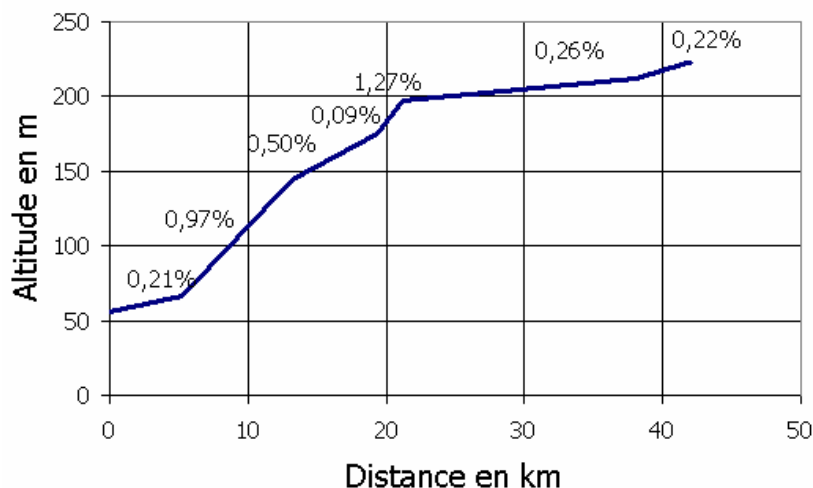
L'Ure et le Don ont leur source dans la partie la plus à l'est du bassin versant. Leur pente est importante dans la partie supérieure, puis ils s'écoulent en faisant des méandres sur le plateau.

La Thouane, la Sennevière, la Cance et l'Udon sont des torrents avec de fortes pentes dans leur partie amont. En effet, ils prennent leur source sur les monts d'Écouves (150 m de dénivelé sur 15 km environ), puis ils entrent dans la plaine d'Argentan où les pentes ne sont plus que de 0,6 ‰.

4.3 La Rouvre

La Rouvre a une longueur de 42 km. Le réseau hydrographique est très développé sur cette rivière, en effet, il y a environ 160 km de linéaires de cours d'eau.

Profil en long moyen de la Rouvre



Graphique n°9. Profil en long de la Rouvre

Deux parties distinctes caractérisent cette rivière : la partie amont, dont les pentes sont relativement faibles qui correspondent géologiquement à la traversée des schistes et des grès du Briovérien, et la partie aval, correspondant à la traversée du massif granitique d'Athis et de ses gorges, dont les pentes sont beaucoup plus marquées.

4.4 Le Noireau, la Druance et la Vère

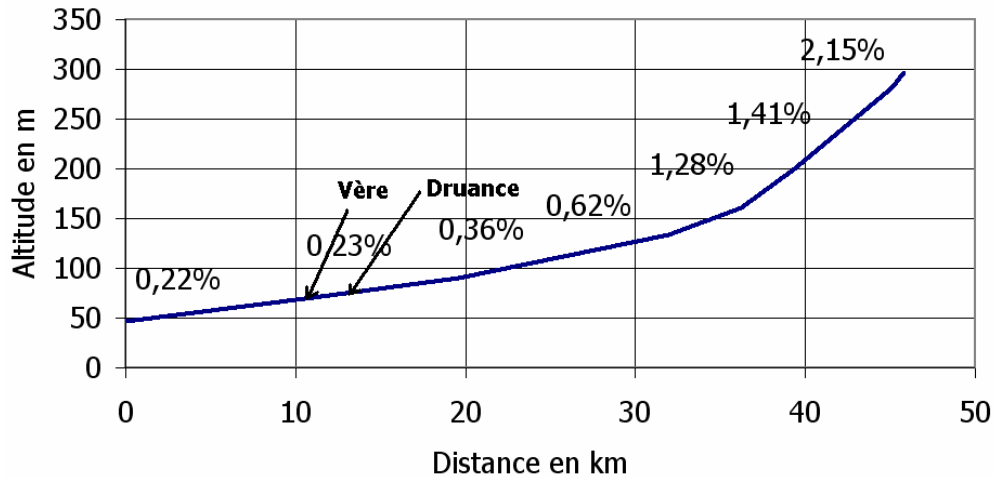
4.4.1 Le Noireau

Le sous bassin versant du Noireau est très différent du reste du bassin versant de l'Orne. Le relief y est plus prononcé que sur les autres sous bassins versants. En conséquence, les pentes sont plus importantes et l'écoulement est facilité par rapport aux autres zones du bassin versant : pour une même quantité d'eau précipitée, le ruissellement dans la vallée du Noireau peut être plus intense que dans celle de l'Orne.

Les pluies sont en outre plus abondantes dans cette région du bassin versant qui est la plus productive en terme de débits.

Sur ce sous bassin versant, les effets conjugués du relief, de la géologie (grès et schistes peu perméables) et de la répartition des pluies peuvent être à l'origine d'écoulements superficiels importants susceptibles de provoquer des inondations.

Profil en long moyen du Noireau



Graphique n°10. Profil en long du Noireau

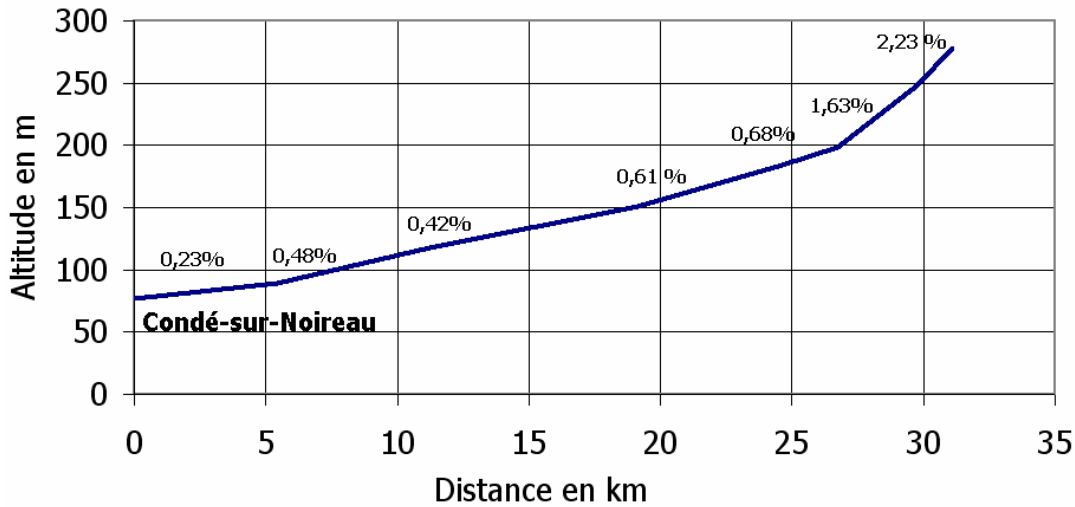
Ainsi, le bassin versant du Noireau combine de fortes pentes et des précipitations importantes. Les eaux se retrouvent donc rapidement dans le cours d'eau. D'autre part, l'encaissement de la vallée réduisant les zones de stockage de volumes, le temps de transfert à la confluence avec l'Orne est court. Si l'Orne et le Noireau sont en crue de manière simultanée, les écoulements sont perturbés et un « bouchon » peut se former et provoquer l'inondation de terrains bien en amont de la confluence.

4.4.2 La Druance

La Druance a une longueur de 31 km pour un bassin versant de 211 km². Elle est donc l'affluent principal du Noireau qu'elle rejoint à Condé-sur-Noireau.

La partie médiane de la Druance semble jouer un rôle prépondérant dans l'apparition des crues. En effet, le réseau hydrographique sur sa rive droite y est bien développé. Il s'agit d'autre part du secteur le plus arrosé du bassin versant et les vallées très pentues favorisent l'arrivée rapide des eaux au niveau du thalweg principal. La forte pente de celui-ci permet ensuite aux eaux d'acquies une vitesse d'écoulement importante qu'elles conservent jusqu'à la confluence avec le Noireau, au niveau de la ville de Condé-sur-Noireau.

Profil en long moyen de la Druance

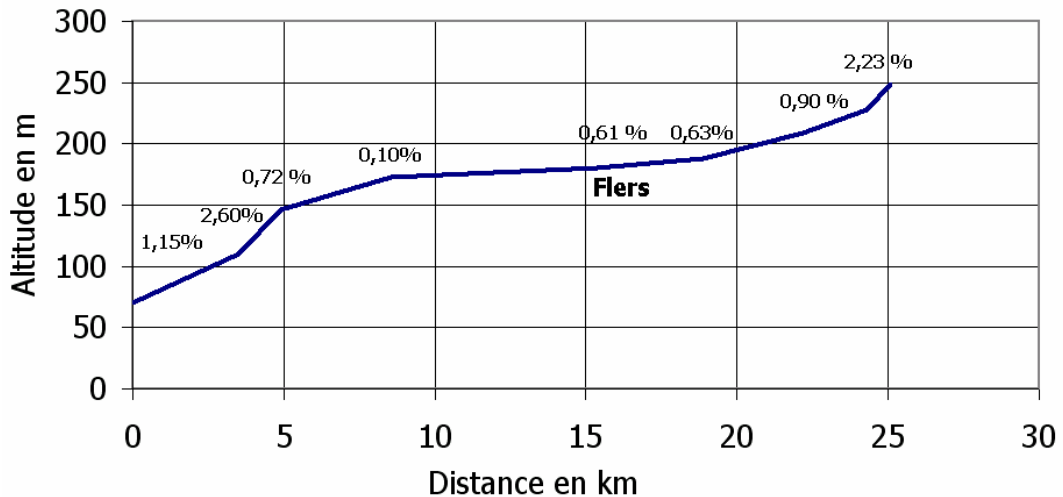


Graphique n°11. Profil en long de la Druance

4.4.3 La Vère

Pour la Vère comme pour la Druance, c'est la partie médiane qui contribue quantitativement aux débits. Il s'agit en effet de la portion de linéaire où la pente est la plus faible, mais où le réseau hydrographique est le plus développé. Les écoulements ne sont pas très rapides sur ce secteur, mais ils s'accroissent dans la partie aval du bassin versant où les pentes sont plus marquées, et ils ne ralentissent qu'au niveau de la confluence avec le Noireau.

Profil en long moyen de la Vère



Graphique n°12. Profil en long de la Vère

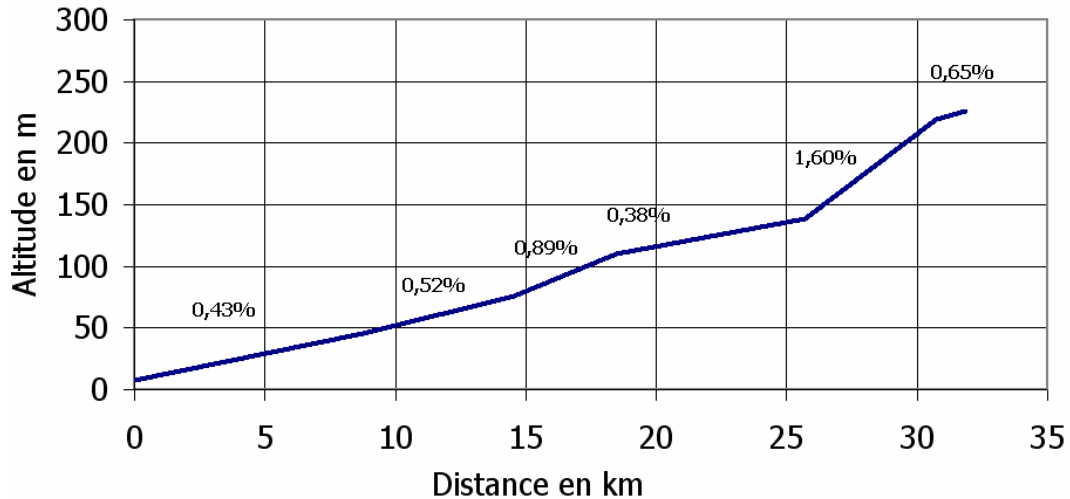
Au niveau de cette confluence avec le Noireau, en raison de ce fort ralentissement, l'écoulement des eaux de la Vère peut parfois être ralenti jusqu'à provoquer son débordement.

4.5 La Laize

La Laize prend sa source dans le pays d'Auge. Son sous bassin versant est le moins arrosé en moyenne du bassin versant de l'Orne.

La pluviométrie annuelle, plus importante dans sa partie amont où les pentes sont les plus fortes peut entraîner en conjonction avec la nature des sols de cette région (colline argileuse) une montée rapide des eaux lors de fortes pluies.

Profil en long moyen de la Laize

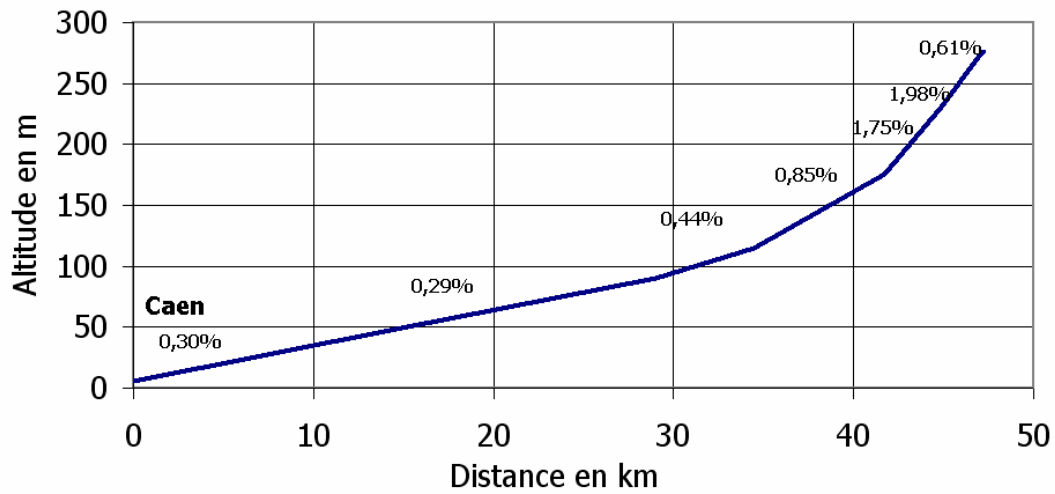


Graphique n°13. Profil en long de la Laize

4.6 L'Odon

L'Odon prend sa source dans la partie du bassin versant où le relief est le plus marqué, c'est également le massif où la Druance prend sa source. C'est le dernier affluent en rive droite avant La ville de Caen. Or le temps de transfert à l'Orne est très rapide, alors que les eaux tombant sur le sous bassin de la Druance dans le sous bassin versant du Noireau ont un temps de retard pour atteindre la même zone, c'est-à-dire, l'agglomération caennaise. Cette accumulation d'ondes de crues, accentuée par un écoulement rapide des eaux, renforce les possibilités d'inondations dans la plaine de Caen. Cette situation devrait être améliorée par les travaux effectués dans l'agglomération caennaise.

Profil en long moyen de l'Odon

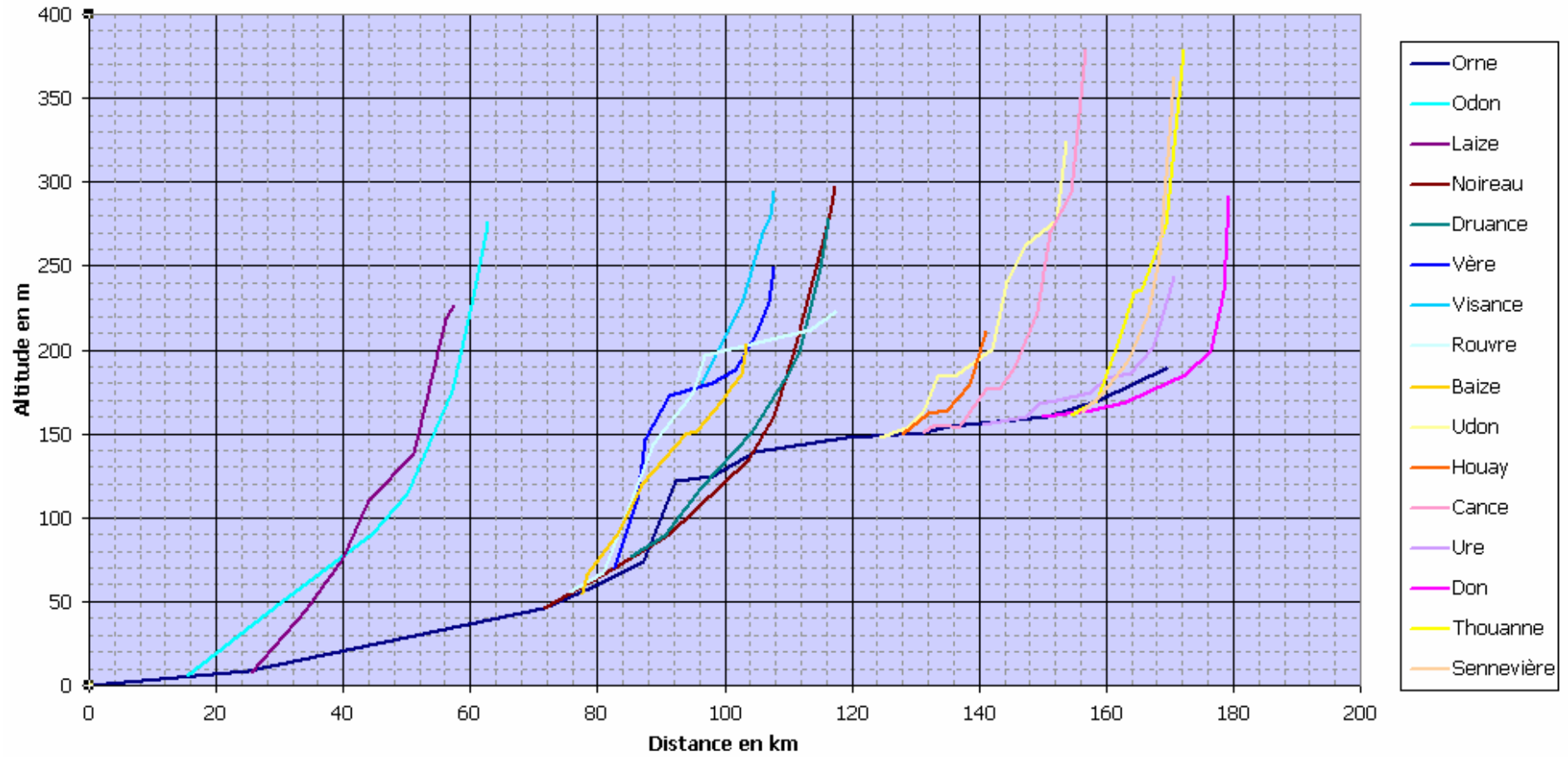


Graphique n°14. Profil en long de l'Odon

4.7 Pentés moyennes des cours d'eau

Le graphique n°15 illustre les pentes moyennes des différents cours d'eau du bassin versant de l'Orne. Il a été réalisé à partir des profils en long des lits majeurs des cours d'eau obtenus par le fichier présentant les reliefs.

Pentes des cours d'eau



Graphique n°15. Profils en long des cours d'eau principaux du bassin versant

5 Hydrologie

5.1 Stations de mesures dans le bassin versant de l'Orne

Le bassin versant de l'Orne dispose d'un système d'annonce de crues mis en place en 1996-97. Le tableau suivant récapitule les différentes stations de jaugeage et pluviométriques du bassin versant. Pour les stations pluviométriques, certaines stations proches du bassin versant ont été indiquées.

Tableau n°6. Stations de jaugeage et stations pluviométriques du bassin versant de l'Orne

Localisation	Cours d'eau	Type de station	Gestionnaire	Date de mise en service	Date de mise hors service	Taille du bassin versant en km ²	Altitude en m	Système automatisé d'annonces de crues
Tanques	Cance	Pluviométrique	Météo France	01/01/51	-	-	180	Non
Tanques (la Noe)	Cance	Limnimétrique	DIREN	02/10/96	-	91,5	-	Non
Lassy	Druance	Pluviométrique	Météo France	01/01/64	-	-	180	Oui
Perigny	Druance	Limnimétrique	DDE/DIREN	01/11/96	-	92,5	124	Oui
Saint-Germain-du-Crioult	Druance	Limnimétrique	DIREN	22/06/93	08/02/00	191	87	Non
Ri	Houay	Pluviométrique	Météo France	01/01/70	-	-	226	Non
Donnay	Laize	Pluviométrique	Météo France	-	-	-	-	Non
Fresney-le-Vieux	Laize	Pluviométrique	DDE	01/06/88	-	-	175	Non
Saint-Germain-Langot	Laize	Pluviométrique	Météo France	01/07/70	-	-	195	Non
Saint-Germain-le-Vasson (le Livet)	Laize	Limnimétrique	DIREN	01/06/73	-	96	90	Non
Sevrai (le Poirier)	Maire	Limnimétrique	DIREN	02/10/90	01/06/04	61	-	Non
Cahan (les Planches)	Noireau	Limnimétrique	DDE/DIREN	03/12/97	-	516	57	Oui
Condé-sur-Noireau	Noireau	Pluviométrique	DDE	-	-	-	-	Oui
Saint Pierre d'Entremont	Noireau	Limnimétrique et pluviométrique	DIREN	01/11/96	-	145	110	Oui
Montigny	Odon	Pluviométrique	DDE/Météo France	01/07/70	-	-	151	Non
Saint-Georges-d'Aunay	Odon	Pluviométrique	Météo France	01/07/70	-	-	185	Non
Alménêches	Orne	Pluviométrique	Météo France	01/08/70	-	-	173	Oui
Argentan	Orne	Limnimétrique et pluviométrique	DDE/Météo France	01/01/83	Pluviométrie 01/01/2002	-	180	Oui

Localisation	Cours d'eau	Type de station	Gestionnaire	Date de mise en service	Date de mise hors service	Taille du bassin versant en km ²	Altitude en m	Système automatisé d'annonces de crues
Caen Carpiquet	Orne	Pluviométrique	Météo France	01/10/44	-	-	64	Non
Clecy	Orne	Limnimétrique	DIREN	01/01/77	01/01/80	2060	-	Non
Gimbosq	Orne	Limnimétrique	DIREN	01/11/64	01/12/87	2230	13	Non
La Courbe	Orne	Limnimétrique	DDE/DIREN	05/12/96	-	929	143	Non
Louvigny	Orne	Limnimétrique	DDE	-	-	-	-	Oui
May-sur-Orne	Orne	Limnimétrique	DDE/DIREN	01/10/83	-	2500	4	Oui
Mesnil-Villement (le Bateau)	Orne	Limnimétrique	DDE	12/02/97	-	1478	56	Oui
Pont d'Ouilly (amont confluence Noireau)	Orne	Station virtuelle	DIREN	01/01/96	-	1493	46	Non
Putanges Pont-Ecrepin	Orne	Limnimétrique	EDF	01/01/45	01/01/60	995	122	Non
Putanges Pont-Ecrepin (Petit Chesnay)	Orne	Pluviométrique	Météo France	01/08/87	-	-	197	Non
Rabodanges	Orne	Limnimétrique	EDF	01/01/60	-	995	122	Non
Thury-Harcourt	Orne	Limnimétrique	DDE/DIREN	01/10/85	-	2170	21	Oui
Briouze	Rouvre	Pluviométrique	Météo France	01/01/51	-	-	218	Non
Saint-Hilaire-de-Briouze	Rouvre	Limnimétrique	DIREN	21/05/97	01/06/04	57,6	207	Non
Segrie Fontaine (Maison de la rivière)	Rouvre	Limnimétrique et pluviométrique	DDE/DIREN	15/02/97	-	294	100	Oui
Ecouché	Udon	Limnimétrique	DIREN	15/01/97	-	128	-	Non
Rânes	Udon et Cance	Pluviométrique	Météo France	01/08/70	-	-	250	Non
Bourg Saint Léonard	Ure	Limnimétrique	DIREN	29/07/91	-	80,4	171	Non
Le Pin au Haras	Ure	Pluviométrique	Météo France	01/01/61	-	-	205	Non
Athis-de-l'Orne	Vère	Pluviométrique	Météo France	01/01/68	-	-	235	Non
Saint Cornier	Vère	Pluviométrique	Météo France	01/01/51	-	-	305	Non
Saint-Pierre-du-Regard	Vère	Limnimétrique	DIREN	01/07/75	-	113	76	Non
Bremoy	Hors BV	Pluviométrique	Météo France	01/11/1873	-	-	242	Non
Messei	Hors BV	Pluviométrique	Météo France	01/04/78	-	-	220	Non
Saint Sylvain	Hors BV	Pluviométrique	Ministère agriculture SRAE/Météo France	01/12/72	-	-	63	Non

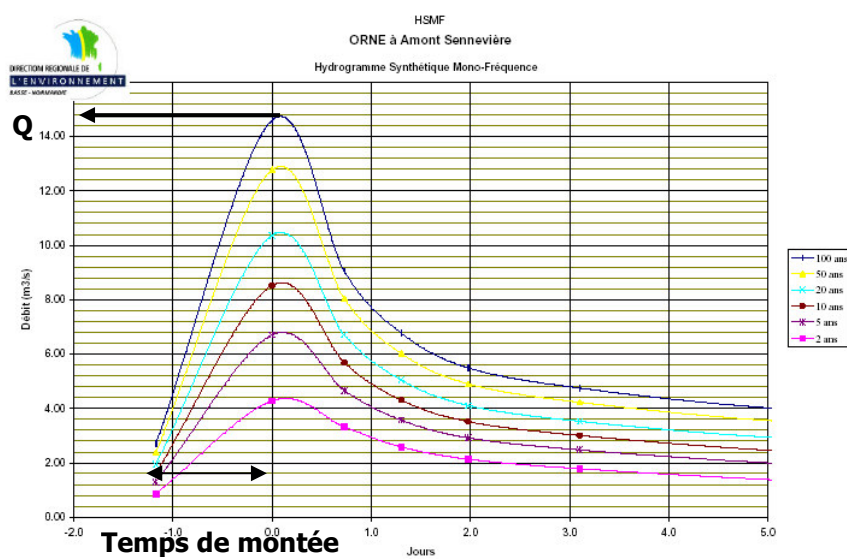
5.2 Débits de crue

Les débits de crues pour les temps de retour 10, 20, 50 et 100 ans, ont été déterminés à partir des hydrogrammes synthétiques monofréquences de la DIREN.

Ces hydrogrammes ont été tracés à partir d'une méthode développée par le CEMAGREF, présentée en annexe 1.

Afin de décrire l'évolution de la crue en fonction de sa période de retour, il est possible de construire des hydrogrammes de crue théoriques présentant la même période de retour en volume écoulé et en débit de pointe. Ces hydrogrammes sont ainsi appelés hydrogrammes monofréquences.

Les débits des crues de périodes de retour de 10, 50 et 100 ans sont présentés sur les cartes J et K. La mesure des débits est présentée sur la figure ci-dessous :



Graphique n°16. Estimation du débit de crue de période de retour 100 ans et du temps de montée.

5.3 Temps de montée

Le temps de montée est mesuré à partir des hydrogrammes synthétiques monofréquences. Il correspond à la durée entre le début de la montée sur l'hydrogramme synthétique monofréquence et de débit maximum. Cette durée est calculée à partir de la méthode Socose.

Ce temps permet de déterminer quelles sont les durées globales de temps parcourus entre les différents sous bassins versants. Il peut donc être utilisé pour la prévention des inondations, mais il est souvent surestimé par rapport au temps de concentration, qui se calcule pour chaque sous-bassin versant en fonction de l'occupation des sols, de la pédologie, de la géologie et de la pente.

Les temps de montée des différents cours d'eau en sortie de chaque sous bassin versant sont également présentés sur les cartes J et K.

5.4 Zones inondées et inondables

Les zones inondées et inondables se situent en fond de vallées ou dans les prairies du plateau d'Argentan.

Les zones urbanisées touchées sont dans la vallée du Noireau et de la Vère (Condé-sur-Noireau, Flers, Saint-Pierre-du-Regard, Cahan, Berjou), dans la vallée de l'Orne au niveau de la Suisse Normande (Pont-d'Ouille, Thury-Harcourt, Le Clécy), dans la plaine de Caen (Louvigny). Sur le plateau d'Argentan, les surfaces inondées sont importantes, mais ce sont essentiellement des herbages, ce qui ne présente pas de dysfonctionnement mais au contraire, qui permet de stocker l'eau en amont et ainsi ralentir les flux.

Les confluences sont également des zones inondables car des hauteurs d'eau et des débits forts peuvent entraîner des remontées des lignes d'eau : c'est le cas pour :

- le Noireau et la Vère,
- l'Orne et le Noireau,
- l'Orne et l'Odon,
- l'Orne et la Rouvre,
- et de moindre mesure, l'Orne et l'Udon ou l'Orne et la Cance.

Les zones urbanisées pouvant être soumises aux inondations ont été représentées sur la carte L.

6 Atlas cartographique

Un atlas cartographique a été effectué à l'aide d'un Système d'Information Géographique.

Ces cartes permettent de localiser les différents points noirs, tant du point de vue de l'évolution de l'occupation des sols que des champs d'expansion des inondations.

Les différentes cartes disponibles auprès de la DIREN (réseau hydrographique, découpage du bassin versant en sous bassins, atlas des zones inondées, BD Alti ®) ont été mises en commun avec les cartes disponibles de BURGÉAP (Corine Land Cover).

Sur les fiches en annexe, les caractéristiques de chaque sous bassin versant ont été précisées : occupation du sol, superficie, ouvrages, débits de crue et temps de réponse, schématisation du cours d'eau principal du sous bassin.

Le profil en long des cours d'eau principaux a été réalisé à partir de la BD Alti ® de l'IGN et du réseau hydrographique de la DIREN (dans les fiches par sous bassin versant, jointes dans l'annexe cartographique).

L'occupation des sols en pourcentage provient des données du programme européen Corine Land Cover, qui a été réalisé en 1993 et 1994.

6.1 Carte générale du réseau hydrographique (carte n°1)

Cette carte présente l'ensemble du réseau hydrographique du bassin versant de l'Orne et le découpage en sous bassins versants. Elle est cartographiée à l'échelle 1/250 000. Les noms des principales rivières et cours d'eau sont indiqués comme repère pour une meilleure localisation géographique.

6.2 Cartes de l'occupation des sols, d'après Corine Land Cover 1993-94 (cartes n°2 à 45)

Ces cartes ont été réalisées pour chaque sous bassin versant à partir des données du programme Corine Land Cover (1993-1994).

L'occupation des sols est constituée de :

- Territoires artificialisés (zones urbaines)
- Zones cultivées, divisées elles-mêmes en 4 sous catégories :
 - Terres arables
 - Cultures permanentes
 - Prairies
 - Zones agricoles hétérogènes
- Forêts et milieux semi-naturels
- Zones humides
- Surfaces en eau

Les zones inondables, délimitées d'après l'Atlas des Zones Inondables de la DIREN, ont également été représentées sur ces cartes. Notons que tout le linéaire n'a pas encore été cartographié par la DIREN. Les limites des secteurs étudiés par la DIREN ont été indiquées sur les cartes 2 à 45. Il peut donc y avoir des zones inondables non indiquées sur les cartes.

L'emplacement et le nom des différents ouvrages hydrauliques recensés par la CATER et le Conseil Supérieur de la Pêche sont aussi indiqués.

6.3 Présentation des zones inondables (cartes n°46 à 51)

La cartographie des zones inondables de 1995, mai et novembre 2000 et 2001 sur le bassin versant de l'Orne fournie par la DIREN, a été superposée au réseau hydrographique et au découpage par sous bassin versant. Elle se limite aux secteurs où des données ont pu être collectées lors de ces deux crues.

Cette cartographie n'inclut pas l'ensemble du bassin versant, en effet, elle a été réalisée pour les zones où des données avaient pu être récoltées lors de ces deux crues.

7 Fiches par sous bassins versants (fiches SBV 1 à 68 en annexe 2)

Une fiche par sous bassin versant a été réalisée. Elle synthétise :

- les cours d'eau présents dans le sous bassin,
- les débits de crues pour les périodes de retour de 10, 50 et 100 ans, estimés d'après les hydrogrammes synthétiques monofréquence,
- les ouvrages recensés sur le cours d'eau principal,
- le pourcentage de l'occupation des sols,
- et le profil en long et les pentes en pourcentage du lit majeur du cours d'eau principal.

Les profils en long des rivières présentent le lit majeur des cours d'eau, c'est pourquoi des pics peuvent être observés.

8 Conclusion

Ce rapport présente les différentes données existantes des différents acteurs et intervenants du bassin versant. Elles ont été recueillies dans le but d'effectuer un état des lieux qui permettra d'identifier plus facilement par la suite l'origine des différents dysfonctionnements.

Ce recueil de données a permis d'identifier, d'une part, les facteurs principaux influant sur les inondations :

- la géologie qui favorise les ruissellements (terrains schisto-gréseux du massif armoricain, **imperméables** et **inclinés**, formations **imperméables** du bassin parisien)
- les précipitations qui mettent en avant une zone de risque plus important sur l'Ouest du bassin versant,

et d'autre part, les facteurs aggravants :

- l'évolution de l'occupation des sols qui indique une augmentation importante des zones urbanisées dans certains secteurs et donc une augmentation des surfaces imperméabilisées, aux dépens essentiellement des terrains agricoles, mais l'accroissement moyen de la population sur le bassin versant n'est toutefois pas très important,
- la réduction des surfaces toujours en herbe au profit des terres labourables peut induire une augmentation des ruissellements. Mais en contre partie, les cultures d'hiver se développent largement par rapport aux cultures de printemps. Ainsi, une partie des terrains ne se trouvent plus lessivés pendant les mois d'hiver.

La cartographie par sous bassin versant et la cartographie des zones inondées par les crues de 1995 à 2001 permettent de dégager les zones les plus exposées aux inondations et pour les quelles une étude plus approfondie des crues sera menée lors de la phase 2. Il s'agit principalement des secteurs situés dans les vallées du Noireau, de la Vère, de l'Orne et de l'Odon

Le classement des principaux cours d'eau et de leur sous bassin versant permet de déterminer quels sous bassins versants pourront servir à ralentir ou à évacuer les flux. Ceci permettra au cours des phases suivantes de réaliser un schéma de gestion global du bassin versant.

ANNEXES

- Annexe 1 –

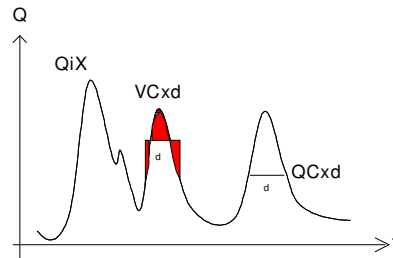
Méthode de construction des Hydrogrammes Synthétiques monofréquences

Cette annexe contient 2 pages

Source : Étude de Lutte contre les Inondations de Flers (SAFÈGE)

Bassins versants où des données limnimétriques sont disponibles

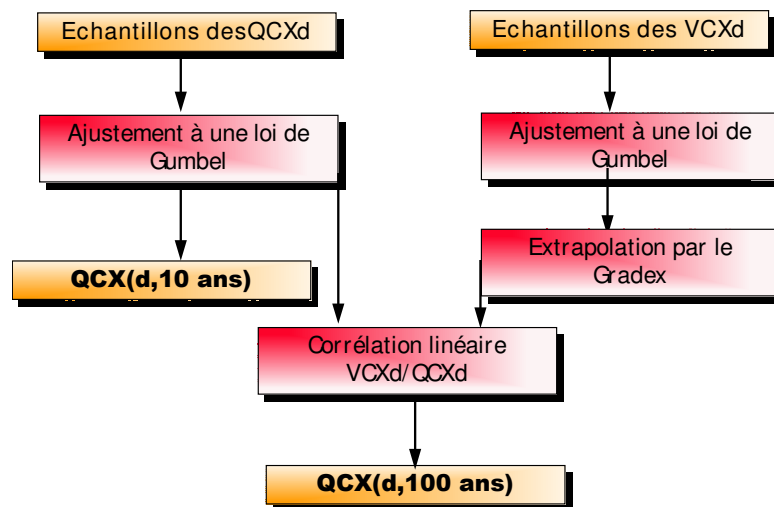
Les débits continûment dépassés pendant une durée d (QCXd) sont collectés pour les stations limnimétriques. Ces données feront l'objet d'un ajustement statistique afin de déterminer les différents quantiles jusqu'à la valeur décennale. Afin de déterminer les quantiles plus rares, une méthode élaborée par le CEMAGREF¹ est mise en œuvre (illustration voir figure). Il s'agit d'évaluer les différents quantiles des QCXd à partir des quantiles des VCXd (débit moyen caractéristique maximal sur une durée d) obtenus par la méthode du gradex.



Q_{iX} = débits de pointe

VC_{Xd} = débits moyens maximaux sur une durée d continue

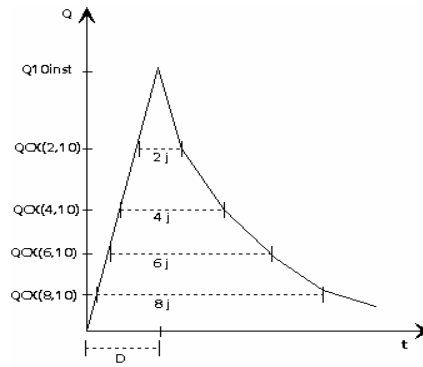
QC_{Xd} = débits seuils continûment dépassés pendant une durée d



Ces valeurs permettront de bâtir point par point les hydrogrammes de crues synthétiques de période de retour 10 et 100 ans. Le recours aux QCX (d,T) permet de garantir l'unicité de la période de retour de la crue synthétique, tant en terme de pointe qu'en terme de volume.

L'utilisation des hydrogrammes synthétiques monofréquence bâtis à partir des QCX(d,T) se montre particulièrement bien adaptée pour l'évaluation de risques et pour l'étude du laminage des crues, elle offre en effet une fiabilité certaine tant sur les pointes que sur les volumes en présence.

¹ « Les bases techniques de la méthode Inondabilité », chap.3 les modèles QdF, O. GILARD, Novembre 1997



Principe d'une construction d'hydrogrammes synthétiques monofréquences

Pour les sous bassins versants où **aucune donnée limnimétrique n'est disponible**, la méthode de construction du CEMAGREF permet de transposer les résultats obtenus sur des sous-bassins mesurés à des bassins non jaugés.

- Annexe 2 –

Fiches par sous bassin versant

Cette annexe contient 68 pages

- Annexe 3 –

Espaces naturels de Basse Normandie

Cette annexe contient 9 pages

Source : DIREN, octobre 1999