



EPIDOR
la rivière solidaire

PAPI DORDOGNE

TOME 1

LES CRUES DU BASSIN DE LA DORDOGNE

DE LA PLUIE A L'INONDATION

Août 2006



JLR Conseil



Préambule

Le Plan d'Actions de Prévention des Inondations du bassin de la Dordogne, a été initié par EPIDOR, pour permettre une meilleure lecture du phénomène des inondations dans le bassin de la Dordogne. Ce bassin semble avoir été globalement préservé par rapport à d'autres situations plus dramatiques vécues en France dans les dernières décennies, mais tous les hydrologues savent que la rareté du phénomène ne signifie pas l'absence de risque. La politique de l'Etat est d'ailleurs constante depuis de nombreuses années puisqu'elle oblige les communes potentiellement les plus vulnérables à une politique de prévention qui s'inscrit notamment dans les règles d'urbanismes. Ce travail très important apporte aujourd'hui une matière suffisante pour permettre enfin une analyse globale à l'échelle du bassin versant. Au terme de ce travail de synthèse, il a été distingué 7 zones d'enjeux majeurs qui abritent l'essentiel des 85 000 habitants directement exposés au risque et les 700 000 directement ou indirectement concernés par ce même risque ainsi que le cœur économique de tout le bassin. C'est dire toute l'importance d'une action soutenue de réduction du risque et de la vulnérabilité.

Le programme d'actions de prévention des inondations du bassin de la Dordogne couvre un territoire de près de 25 000 km² qui se caractérise par la diversité des risques d'inondation à caractère torrentiel sur les reliefs du massif central, de plaines dans les grandes vallées ou fluvio-maritime en Gironde. Diversité encore du contexte administratif puisque 5 régions et 10 départements doivent se coordonner pour organiser une protection efficace des populations. Le bassin de la Dordogne se distingue enfin par le poids remarquable de l'hydroélectricité qui depuis 50 ans en confisquant les crues ordinaires a considérablement amoindri la culture du risque d'inondation déjà si fugace pour les populations régulièrement exposées.

Le PAPI Dordogne s'inscrit dans un contexte écologique, patrimonial et touristique remarquable. La lutte contre le risque inondation doit intégrer cette dimension en organisant des stratégies différenciées sur chacun des territoires. Cette diversité a conduit les promoteurs du PAPI à optimiser les opportunités offertes par les infrastructures naturelles et à hiérarchiser les actions pour plus d'efficacité. La première fonction du PAPI d'ores et déjà acquises aux travers des travaux effectués, est de proposer une lecture du bassin argumentée qui devra conduire les réflexions des futurs maîtres d'ouvrages pour garantir une cohérence d'ensemble absolument vitale si l'on veut éviter des désordres majeurs à moyen et long terme.

Le PAPI est organisé en deux tomes et trois atlas :

Le premier, *les crues de la Dordogne*, expose l'ensemble des phénomènes qui contribuent au développement de la crue puis de l'inondation dans le bassin.

Le deuxième, *propositions pour un programme d'actions* propose une analyse des enjeux, des propositions d'actions adaptées au territoire traduit sous la forme d'un programme d'action.

Le premier atlas est un recueil de *cartes thématiques à l'échelle du bassin de la Dordogne* qui illustrent les principaux aspects développés dans les tomes précédents et permet aussi une approche globale des enjeux de l'aménagement du territoire.

Le deuxième atlas intitulé *atlas du risque d'inondation* est constitué d'un atlas sur un fond 1/50 000 qui reprend à la fois la cartographie des zones inondables décrites au premier semestre 2006 et des principaux enjeux identifiés.

Le troisième atlas intitulé *Zones inondables et enjeux d'environnement* est constitué d'un atlas sur un fond 1/100 000 qui reprend à la fois la cartographie des zones inondables décrites au premier semestre 2006 et les principales zones de protections spéciales type ZNIEFF par exemple.

SOMMAIRE

1 - LE MILIEU PHYSIQUE	6
1.1 - Territoires, paysages et reliefs : à l'origine de l'organisation hydrographique	6
1.2 - Géologie et hydrogéologie : diversité des modalités des écoulements superficiels.	6
1.3 - Le réseau hydrographique : une organisation naturelle déterminante pour la gestion du risque.	7
1.3.1 - <i>Densité du réseau hydrographique : le déterminisme géologique</i>	7
1.3.2 - <i>Organisation du réseau, divergences et convergences : un facteur majeur dans l'analyse des concentrations de débit</i>	10
1.4 - Evolution du comportement hydraulique des cours d'eau	11
1.5 - L'aménagement hydroélectrique du bassin de la Dordogne, une modification majeure de l'hydrosystème	13
1.5.1 - <i>Présentation des aménagements</i>	13
1.5.2 - <i>Principe de la gestion</i>	14
1.5.3 - <i>Le contrôle hydrologique de la Dordogne</i>	15
2 - CLIMAT ET PRECIPITATIONS : LE FAIT GENERATEUR, HIER, AUJOURD'HUI ET DEMAIN.....	17
2.1 - Effet de serre et aggravation du risque	22
3 - DE LA PLUIE A LA CRUE.....	25
3.1 - Les réseaux de suivi des débits	25
3.1.1 - <i>Le SPC Dordogne et le réseau CRUDOR d'alerte des populations: une couverture partielle du bassin, centré sur les grands axes</i>	25
3.1.2 - <i>Les stations de la Banque HYDRO : la mémoire hydrologique du bassin</i>	27
3.2 - Analyse des comportements hydrologiques, à différentes échelles géographiques	29
3.2.1 - <i>Analyse d'un événement particulièrement symptomatique: la crue de juillet 2001</i>	29
3.2.2 - <i>Les types de crue, une affaire de contexte : démonstration par l'exemple</i>	32
3.2.3 - <i>Productivité des bassins en crue, première synthèse de bassin</i>	40
3.3 - Chronique et caractéristiques des crues	44
3.3.1 - <i>Les Plus Hautes Eaux Connues (PHEC), situation de référence pour l'aléa</i>	44
3.3.2 - <i>La crue de 1944, un événement de référence pour le bassin avant les grands barrages</i>	45
3.3.3 - <i>Débits de crue caractéristiques</i>	45
3.3.4 - <i>Saisonnalité des événements</i>	46
3.3.5 - <i>Décrire le développement de la crue: Typologie des hydrogrammes et introduction aux concepts de ralentissement dynamique</i>	48
3.3.6 - <i>Transfert de l'onde de crue : le temps de l'alerte aux populations pour les grands axes</i>	55
3.3.7 - <i>Transfert de l'onde de crue dans les petits bassins versants : inégalité des populations devant le risque</i>	59
4 - LES ZONES INONDABLES	60
4.1 - Les cartes de zones inondables	60
4.1.1 - <i>Origine et nature des cartographies</i>	60
4.1.2 - <i>Exploitation des cartes disponibles</i>	61
5 - PRECIPITATIONS, AMENAGEMENT DU TERRITOIRE ET CHAMPS D'INONDATION : SYNTHESE SUR LE DIAGNOSTIC HYDROLOGIQUE ET LA MAITRISE DE L'ALEA.....	63
5.1 - Les limites de la connaissance hydrologique	63
5.2 - Les facteurs naturels et l'occupation du sol	65
5.2.1 - <i>Le bassin de la Dordogne, seulement 2% de surface artificialisée</i>	65
5.2.2 - <i>L'environnement hydrogéologique, un indicateur insuffisamment mobilisé</i>	65
5.2.3 - <i>Le sol et la maîtrise du ruissellement, un enjeu pour l'agriculture</i>	65
5.2.4 - <i>Forêt et maîtrise du ruissellement</i>	67
5.2.5 - <i>Les tourbières</i>	67
5.2.6 - <i>La pente facteur d'aggravation du ruissellement</i>	67

5.3 - Grandes rivières et plaine inondable, le domaine de l'hydraulique : modélisation ou constat	68
5.4 - Incidence sur les crues des grands barrages	71
5.4.1 - Les différentes zones impactées	71
5.4.2 - Modalité de gestion des crues	72
5.4.3 - Historique de l'aménagement et statistiques de crue	72
5.4.4 - Illustration par l'exemple : la crue de 1994	76
6 - LES VULNERABILITES SOCIO ECONOMIQUES	78
6.1 - L'occupation du sol	78
6.2 - Le bâti : 4% des surfaces inondables, mais un enjeu socio économique majeur	79
6.3 - Les populations concernées	82
6.4 - Les limites de l'analyse de la vulnérabilité à grande échelle	82
6.5 - Hiérarchiser les enjeux liés à la réduction de la vulnérabilité	83
6.6 - Actualisation des enjeux, vers un observatoire de l'évolution du risque	84
6.7 - Approche de l'évaluation économique des dégâts potentiels en cas d'inondation	84
6.8 - Ecosystème et prévention	87
7 - LES PPRI : PLANS DE PREVENTION DES RISQUES INONDATIONS	89
 ANNEXE 1 DEBITS DE CRUE CARACTERISTIQUES	 92
ANNEXE 2 DEBITS DE CRUE CARACTERISTIQUES	98
ANNEXE 3 LES RISQUES DE RUISSELLEMENT	103
ANNEXE 4 ZONE INONDABLE ET ZONE DE PROTECTION	106
ANNEXE 5 SOURCES D'INFORMATIONS CONCERNANT L'OCCUPATION DU SOL	107
ANNEXE 6 ETAT DE L'EXISTANT DES DONNEES SIG	109

SOMMAIRE DES CARTES

Carte 1 : Réseau hydrographique du bassin de la Dordogne.....	9
Carte 2 : Fréquence d'observation d'une pluie quotidienne supérieure à 100 mm (Extrait de carte Météo France)	20
Carte 3 : Réseau des stations hydrométriques	26
Carte 4 : Réseau d'alerte aux crues – cote d'alerte et débit associé.....	27
Carte 5 : Les stations de la Banque Hydro	28
Carte 6 : Carte pluviométrique Météo France 4 et 5 juillet 2001	29
Carte 7 : Carte pluviométrique Météo France 4 et 5 juillet - Zoom	30
Carte 8 : Lames d'eau ruisselées 6 et 7 juillet 2001	31
Carte 9 : Comportement hydrologiques : productivité des têtes de bassins.....	41
Carte 10 : Comportement hydrologiques : productivité des principaux sous bassins	42
Carte 11 : Comportement hydrologiques : productivité des 4 grands bassins (Dordogne, Vézère, Isle et Dronne)	43
Carte 12 : Carte des coefficients A de la relation $Q=AS^{0.8}$	43
Carte 13 : Carte sensibilité du bassin au ruissellement.....	66
Carte 14 : Moyennes des vitesses d'écoulement par sous bassins pour le calcul des temps de concentration	68
Carte 15 : Zones impactées à l'aval des usines hydroélectriques	71

1 - LE MILIEU PHYSIQUE

1.1 - Territoires, paysages et reliefs : à l'origine de l'organisation hydrographique

La métaphore du sourire de la France décrit joliment l'organisation générale de la Dordogne qui après avoir descendu les reliefs du massif central selon une direction globalement nord sud, s'incurve franchement vers l'ouest, jusqu'à la Gironde.

Les dimensions de son bassin versant sont d'environ 280 km dans sa plus grande longueur et 150 km dans sa plus grande largeur. Deux bassins, d'orientation voisine apportent leurs eaux sur cet axe et tous deux en rive droite : la Vézère et son affluent la Corrèze (30 % du bassin), puis dans la zone estuarienne, l'Isle et son affluent la Dronne (15 % du bassin).

Le bassin de la Dordogne culmine au Puy de Sancy à 1886 mètres d'altitude. L'orientation générale du relief suit la direction du nord-est vers le sud-ouest. Les parties amont du bassin forment des plateaux ondulés entaillés par des vallées profondes aux pentes fortes. Les fonds de vallée étroits forment des gorges en plusieurs endroits (gorges de la Dordogne, de la Rhue, de la Cère, de la Vézère...). A la traversée du Quercy et du Périgord, les vallées s'élargissent et les versants deviennent plus abrupts. En aval les vallées s'élargissent encore et les reliefs s'adoucissent. La Dordogne et la Garonne confluent à une altitude très proche de celle du niveau de la mer. Les principaux éléments marquants du relief ayant un impact hydrologique sont le plateau de Millevaches qui constitue une première barrière aux flux océaniques avec un versant ouest plus arrosé (Haute Vézère et Haute Corrèze) et un versant est sensiblement moins arrosé, (bassin versant de la rive droite de la Haute Dordogne). Le second maximum de ces précipitations orographiques s'observe sur le Mont Dore et sur le Puy Mary avec des nuances hydrologiques selon l'orientation des différentes vallées qui drainent le cône volcanique. L'Isle et la Dronne présentent un relief moins marqué, même si l'amont de ces bassins profite des contreforts du Massif Central (Monts du Limousin) et de sa pluviométrie plus abondante qu'en plaine.

La Dordogne traverse, d'amont en aval, des paysages très divers : tout d'abord montagnard puis hydroélectrique, le fleuve devient lotois puis périgourdin ; viennent ensuite les paysages de grands méandres et ceux de la Dordogne girondine ; enfin la Dordogne devient fluvio-maritime avant de confluer avec la Garonne au bec d'Ambès.

1.2 - Géologie et hydrogéologie : diversité des modalités des écoulements superficiels.

La moitié orientale du bassin de la Dordogne repose sur les formations cristallines et métamorphiques du Massif Central. Les Monts du Cantal et les Monts Dore sont issus du volcanisme des ères tertiaire et quaternaire. Les glaciers du quaternaire ont érodé ces massifs de façon intense laissant derrière eux des moraines et des vallées à fond plat. La partie médiane du bassin est constituée de calcaires de l'ère secondaire, très durs, cassants et dont la composition, sous l'effet de l'eau, favorise la création de galeries souterraines (réseaux karstiques). Dans la partie occidentale on trouve des formations tertiaires, principalement composées de calcaires, de marnes, de sables et de molasses sur lesquelles reposent des alluvions récentes dans les fonds de vallée.

On distingue ainsi trois grandes zones hydrogéologiques :

- Les bassins de la Vézère amont, de la Corrèze, de la Dordogne amont, de la Maronne et de la Haute Cère, ainsi que L'Isle amont et la Dronne amont, sont essentiellement constitués de terrains imperméables. L'imperméabilité du sous-sol est favorable aux écoulements de surface. Par contre, les nappes y sont peu développées ;
- Les ceintures sédimentaires du jurassique dans le Quercy et du crétacé dans le Périgord, se caractérisent par de nombreuses formes karstiques et par la simplification extrême du réseau des rivières, en raison de l'infiltration des eaux dans les calcaires karstifiés ;
- A l'ouest de l'Arc Ribérac – Mussidan – Bergerac, on trouve les formations tertiaires composées de l'Eocène moyen et de l'Oligocène. A l'aval, l'Eocène supérieur et l'Oligocène sont recouverts d'alluvions en vallée. Les reliefs sont eux, recouverts de dépôts fluviatiles ou lacustres du Tertiaire en discordance sur les terrains Crétacé. Ces dépôts souvent molassiques de type sablo-argileux présentent souvent des niveaux calcaires en marche d'escalier qui donnent aux coteaux un aspect de reliefs arrondis où les barres de calcaire alternent. Le réseau hydrographique du bassin aval est donc dense, venant se superposer aux placages argileux du secteur.

1.3 - Le réseau hydrographique : une organisation naturelle déterminante pour la gestion du risque.

La carte ci-jointe présente le réseau hydrographique complet du bassin de la Dordogne : ce réseau comprend un peu plus de 22 000 km de cours d'eau recensés dans la BD Carthage.

1.3.1 - Densité du réseau hydrographique : le déterminisme géologique

Bassin	Superficie (km ²)	Linéaire de cours d'eau (km)	Densité du réseau (km/km ²)
Dordogne à Carennac	6 960	7 565	1,09
Dordogne de Carennac à Bergerac <i>hors Vézère</i>	3 348	1 716	0,51
Dordogne de Bergerac au bec d'Ambès <i>hors Isle et Dronne</i>	2 346	2 163	0,92
Vézère <i>hors Corrèze</i>	2 574	2 087	0,81
Corrèze	1 158	2 652	2,29
Isle <i>hors Dronne</i>	4 786	3 676	0,77
Dronne	2 800	2 160	0,77
Total bassin	23 972	22 019	0,92

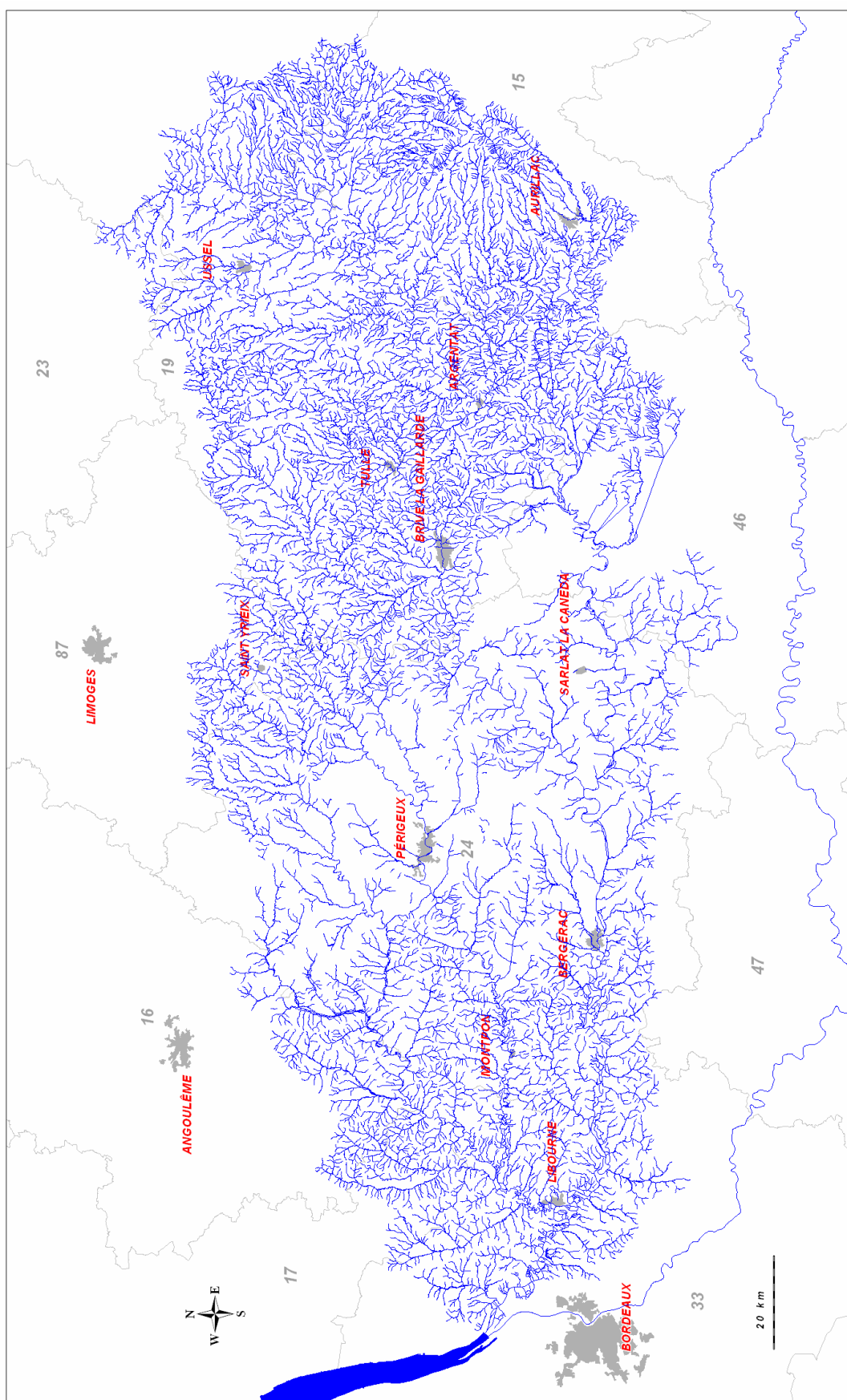
La carte du réseau, complétée du tableau ci-dessus, permet de mettre en évidence trois grandes zones de densité :

- Le Massif Central et ses contreforts : la densité de cours d'eau y est élevée du fait de la présence du socle granitique, favorisant le ruissellement et donc la formation de multiples petits cours d'eau. Il s'agit approximativement de tout le bassin amont de la Dordogne

jusqu'à Carennac, du bassin de la Corrèze et Vézère amont, ainsi que les hauts bassins de l'Auvézère, de l'Isle et de la Dronne.

- La zone karstique : le réseau y est très peu dense, voir quasi inexistant, du fait de la nature du sol et du sous-sol (terrains calcaires du secondaire) favorisant l'infiltration des précipitations et des pertes karstiques partielles ou totales dans certains cours d'eau. Ces pertes peuvent donner lieu à des résurgences plus en aval du bassin ou même dans d'autres bassins (exemple du bassin Ouyse – Alzou, pour lequel l'Ouyse disparaît complètement et l'Alzou voit ses pertes alimenter les résurgences de l'Ouyse plus à l'aval). Cette zone couvre une large bande de territoire traversant le bassin du nord-ouest au sud-est (cf. carte).
- La partie aval et maritime du bassin : les placages argileux de cette région (tertiaire) présentent une relative imperméabilité des sols, favorisant la formation de cours d'eau. La densité du réseau hydrographique y est donc forte. Elle regroupe approximativement les bassins de la Dordogne aval (de Bergerac à l'estuaire), de l'Isle en aval de Périgueux et la Dronne en aval de Ribérac. La marée dynamique remonte jusqu'à Castillon-la-Bataille, et le cycle des marées affecte les hauteurs d'eau jusqu'à Pessac sur la Dordogne et Coutras sur l'Isle. Une grande partie de la plaine alluviale en aval de Branne est à une altitude inférieure à celle de la Dordogne à plein bord et forme à l'état naturel des prairies humides (les marais appelé parfois "palus"). La vulnérabilité de ces zones a suscité l'aménagement de digues sur les hauts de berges et de canaux de drainage dans la plaine.

La densité du réseau hydrographique pourra avoir une incidence sur la productivité des bassins.



Carte 1 : Réseau hydrographique du bassin de la Dordogne

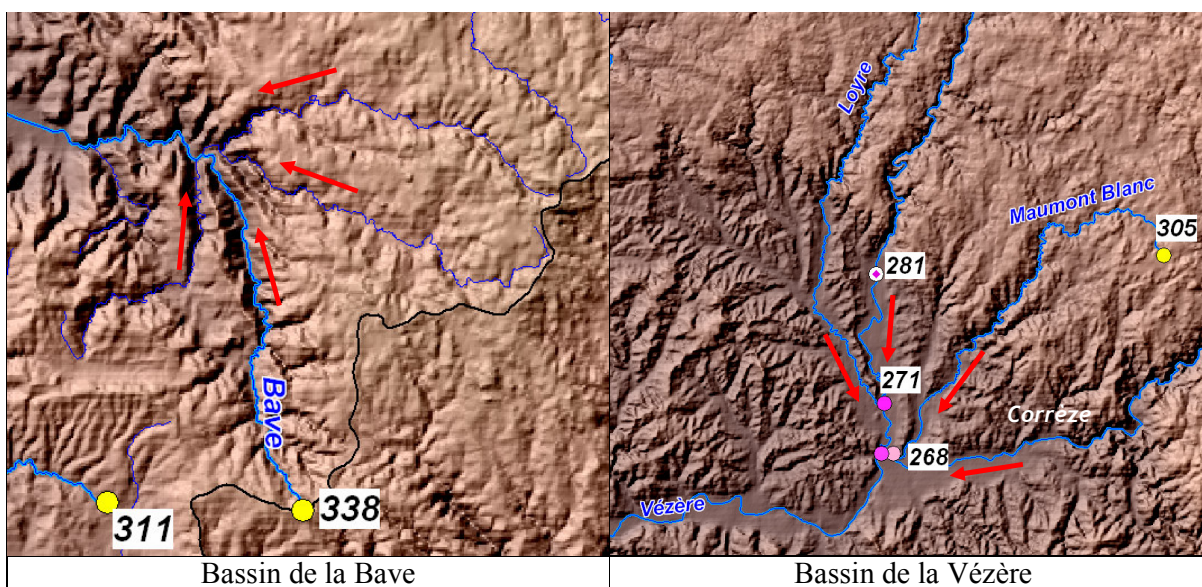
1.3.2 - Organisation du réseau, divergences et convergences : un facteur majeur dans l'analyse des concentrations de débit

Le bassin de la Dordogne possède une orientation générale d'est en ouest ; ses plus grands affluents viennent tous gonfler le fleuve en rive droite, avec une disposition entre eux quasi parallèle orientée du nord-est au sud-ouest (Vézère, Corrèze, Isle et Dronne).

Cette organisation "en peigne" a tendance à limiter les convergences de cours d'eau, qui concentrent les crues, et à répartir les apports successifs à la Dordogne tout au long de son cours. Par ailleurs, l'influence de la marée remontant sur la Dordogne et sur l'Isle, ces deux cours d'eau sont relativement indépendants vis-à-vis des crues : en effet, une crue de l'Isle aura peu d'influence sur les débits de la Dordogne, car elle sera "noyée" dans la partie fluviomaritime.

Cependant, il peut exister localement des convergences de plusieurs rivières pouvant entraîner une concentration des débits lors de crues simultanées sur plusieurs affluents. Par exemple, le bassin amont de la Bave comporte un réseau "en étoile" (carte ci-dessous) : il existe dans ce cas des confluences très rapprochées des quatre cours d'eau amont (Bave, Emblargues, Tolerme et Cayla), d'une superficie équivalente. La convergence de ces quatre cours d'eau va entraîner une augmentation rapide des débits en cas de simultanéité des quatre crues.

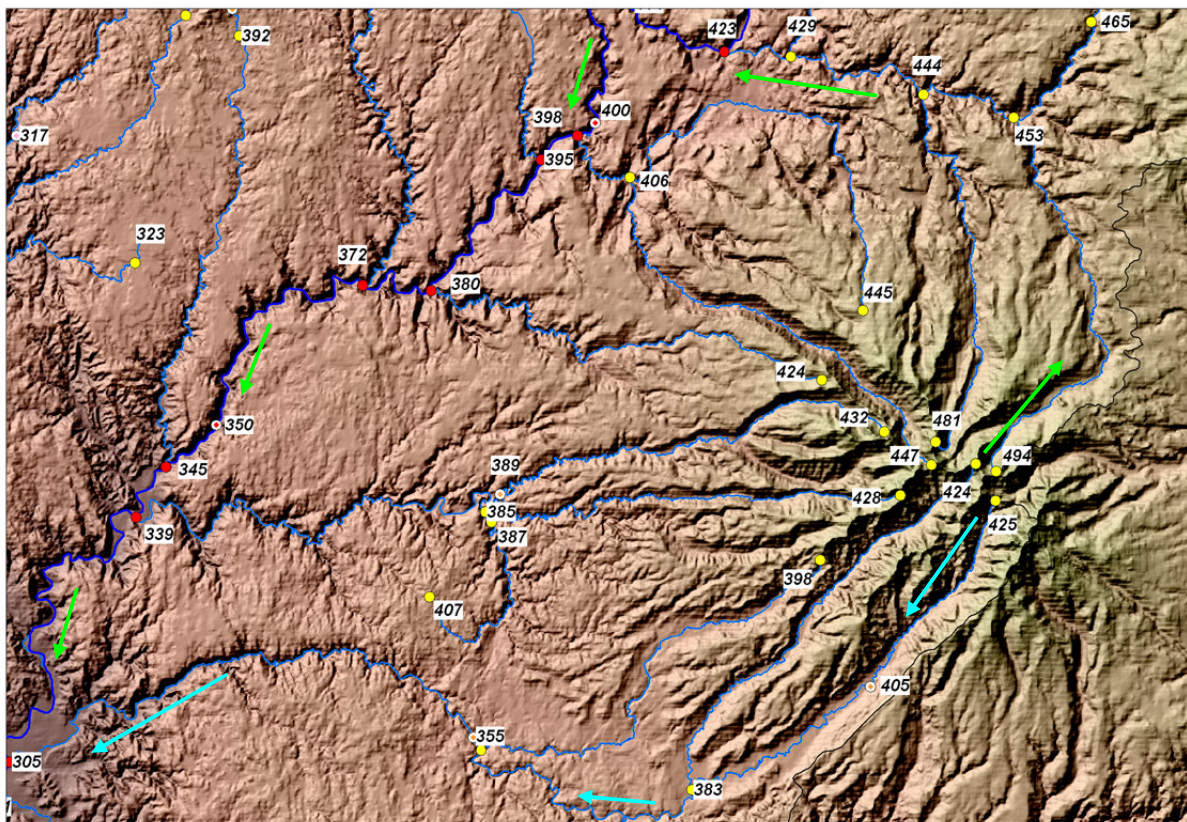
A une échelle plus grande, la confluence entre la Vézère et la Loyre puis la Corrèze, elle-même bénéficiant des apports du Maumont Blanc (carte ci-dessous) entraîne un phénomène de convergence important : en un peu moins de 5 km, la Vézère voit son bassin d'alimentation passer d'environ 1000 km² à 2450 km², soit une augmentation de près de 150 %. A titre de comparaison, la confluence Dordogne – Vézère présente une augmentation de surface contributive de seulement 40 %.



A l'inverse, des divergences sont à noter sur le bassin de la Dordogne, pouvant entraîner des décalages importants dans les temps de propagation. C'est par exemple le cas au niveau du Puy Mary dans le Cantal : ce volcan est le lieu de naissance de plusieurs rivières qui prennent des directions antagonistes avant de rejoindre la Dordogne plus à l'aval. L'exemple le plus frappant est celui de la Cère et de la Santoire et est illustré sur la carte ci-dessous (les nombres indiquent les longueurs en kilomètre de parcours de l'eau jusqu'à l'estuaire) : lors d'un événement pluvieux sur le Puy Mary, selon que l'eau tombe sur le bassin de la Cère ou, à quelques centaines de mètres de là,

sur le bassin de la Santoire, elle doit parcourir dans le premier cas 120 km avant de rejoindre la Dordogne alors que dans le deuxième cas, elle doit rejoindre d'abord la Grande Rhue puis la Dordogne pour un parcours de 189 km, soit une différence de 69 km.

Même si des barrages viennent modifier la propagation des crues le long de ces deux chemins, ce phénomène de divergence a des impacts sur la genèse de la crue après la confluence, au niveau de laquelle les pointes ne seront pas synchronisées. **Ce constat implique une attention renforcée lors des réflexions concernant le ralentissement dynamique.** Dans cet exemple, des stratégies de ralentissement dynamique sur le bassin de la Cère pourraient être contre-productives à l'aval de la confluence Cère – Dordogne, car elles pourront avoir tendance à augmenter le risque de concomitance des deux ondes de crue.



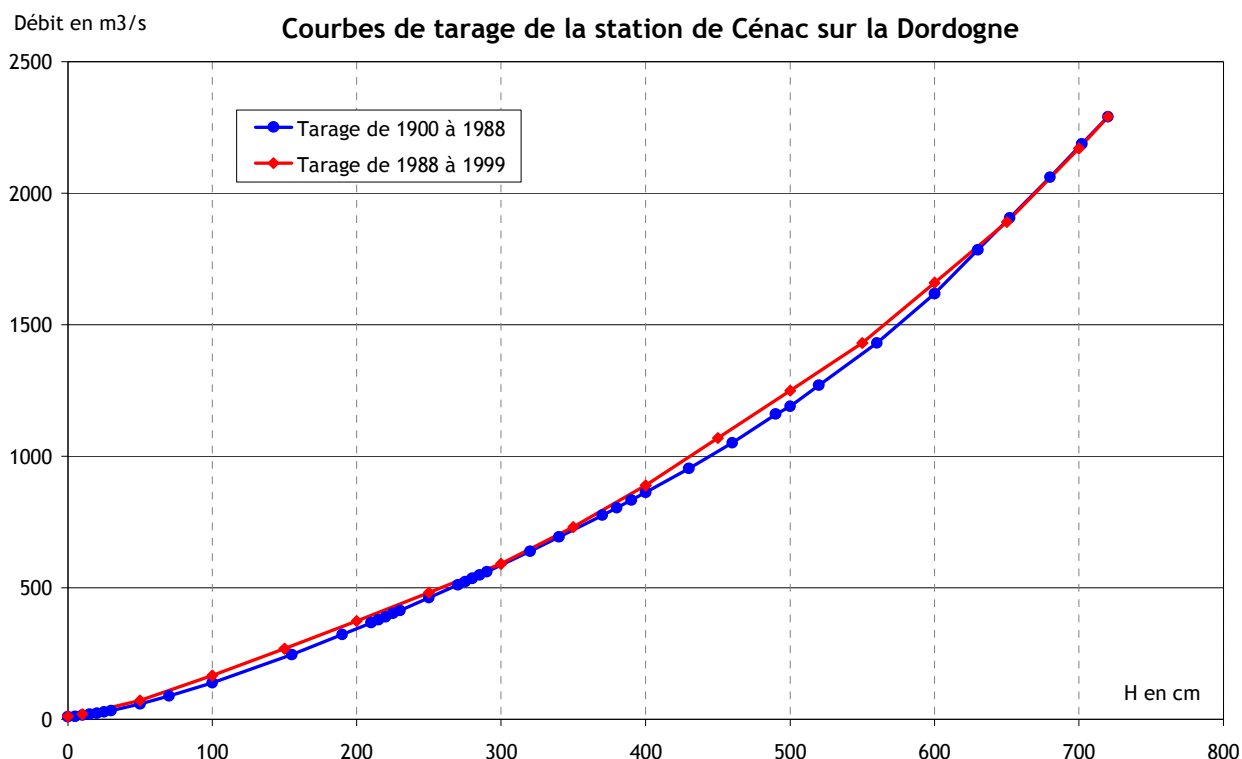
1.4 - Evolution du comportement hydraulique des cours d'eau

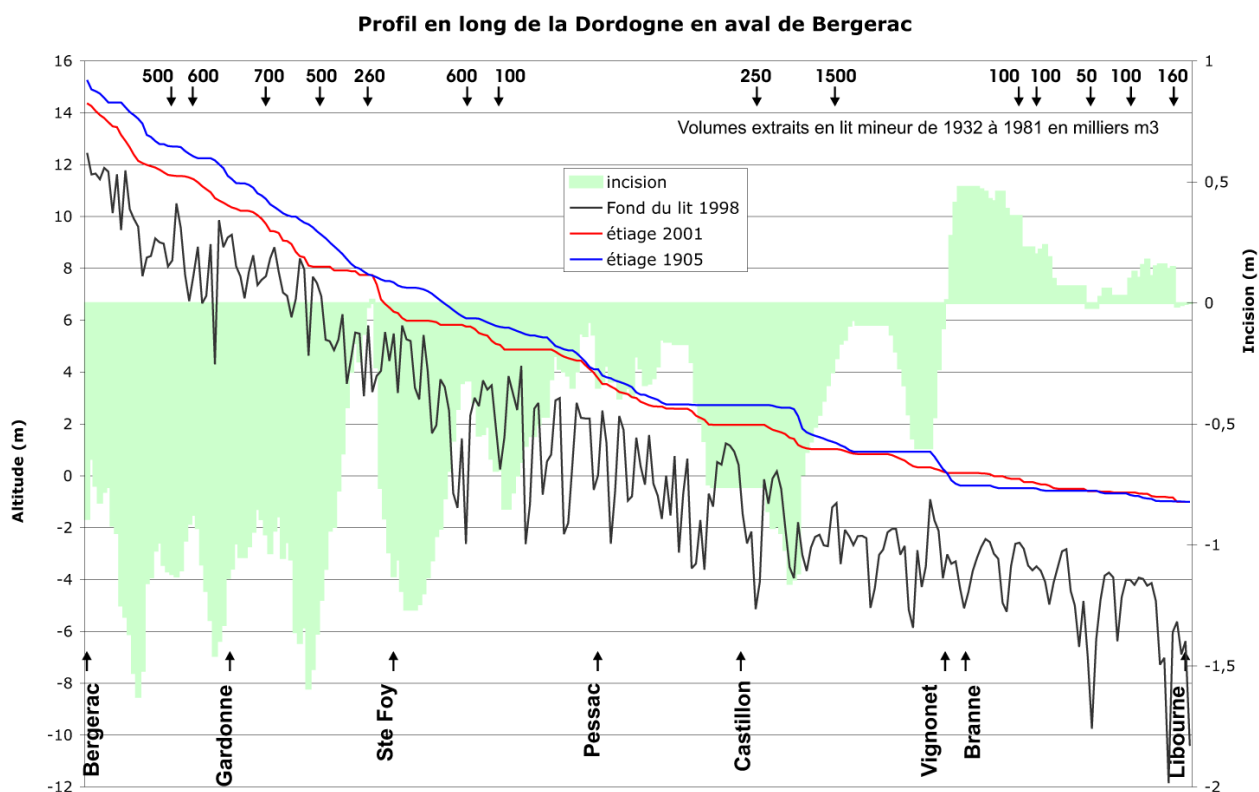
L'évolution géomorphologique de la Dordogne a été étudiée par Sylvain Macé qui montre que depuis le début de sa formation au début du Quaternaire, la Dordogne s'est enfoncée de 130 mètres dans sa partie amont et de 80 mètres dans sa partie aval. Au cours des phases d'incision successives, la pente moyenne de la vallée entre Argentat et Libourne s'est réduite, passant de 0,97 à 0,61 ‰. Cet adoucissement du profil en long général s'est traduit par des évolutions différenciées selon les secteurs, en général liées à des accidents géologiques (faille, changement de la nature des roches, etc..). Les incidences sur le développement des zones inondables s'observent de façon assez marquée selon que le lit est fortement incisé ou non.

L'évolution récente du lit est pour beaucoup d'auteurs, due à des phénomènes hydro-climatiques globaux mais aussi à l'impact des extractions de granulats. Cette évolution pose la question de l'impact sur la fréquence des débordements. Une dérive du tarage des stations a été recherchée sur la station de Cénac sur la Dordogne suivie depuis plus de cent ans (graphe page suivante) : elle ne met pas en évidence de dérive particulière.

Néanmoins, des levés bathymétriques de la Dordogne ont été effectués en 1998 ainsi qu'une comparaison des lignes d'eau à l'étiage de 1905 et 2001 à l'aval de Bergerac (graphe ci-dessous) ; ces travaux ont montré une incision pouvant atteindre 1 m à 1,5 m, notamment sur le tronçon Bergerac – Sainte-Foy-la-Grande.

L'effet de cette incision sur la débitance du lit, notamment en crue, ne peut être correctement appréciée que par une modélisation hydraulique pour les deux profils en long. Il est cependant important de se rappeler au travers de ce phénomène que, un même phénomène météorologique observé à plusieurs décennies d'écart aura très probablement des conséquences hydrauliques différentes. Notons que le cours aval soumis à l'influence de la marée montre plutôt un exhaussement du lit.

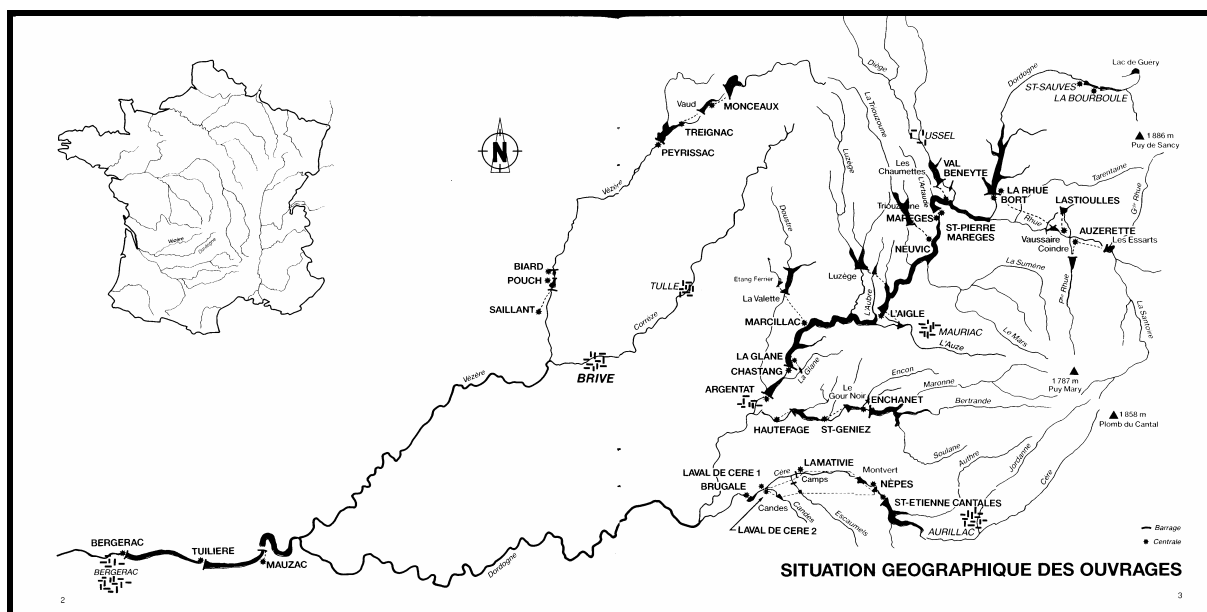




1.5 - L'aménagement hydroélectrique du bassin de la Dordogne, une modification majeure de l'hydrosystème

1.5.1 - Présentation des aménagements

La Dordogne et les principaux affluents issus des reliefs du massif central, ont été équipés d'un important parc d'aménagement hydroélectrique qui rend ce bassin stratégique pour l'équilibre du réseau hydroélectrique français.



1.5.2 - Principe de la gestion

La puissance électrique susceptible d'être injectée sur le réseau à tout instant est le premier argument technique et économique des centrales hydroélectriques de lac. Aucune autre source d'énergie ne présente une telle disponibilité ; ceci confère à l'hydroélectricité un rôle stratégique de premier plan pour la sécurité du réseau de distribution d'électricité renforcé.

L'équipement de la Haute Dordogne se caractérise par des volumes stockés très importants et par des hauteurs de chutes moins fortes que dans les grands équipements alpins ou pyrénéens.

	LA HAUTE DORDOGNE	Affluents Haute Dordogne	LA MARONNE	LA CERE	LA VEZERE	TOTAL
Volume total des retenues (hm ³)	938,9	77,5	124,9	138,5	29,9	1309,7
Volume utile (hm ³)	750,0	69,4	92,6	103,9	23,9	1039,8

1 hm³ = Hectomètre cube = 1 million de m³

Cette faiblesse relative est donc compensée par des débits maxima turbinés qui sont parmi les plus importants au niveau national. Ainsi l'Aigle et Chastang peuvent turbiner jusqu'à 550 m³/s soit plus de cinq fois le débit moyen de la Dordogne à Argentat et équivalent à 75% du seuil d'alerte aux crues ! En moins de 5 minutes, le complexe Dordogne peut fournir près de 1 600 MW sur le réseau national, et ce plusieurs fois par jour.

La puissance instantanée de ces aménagements (en Méga Watt) et la production réalisée en moyenne chaque année sont significatives au niveau national. Pour mémoire la puissance d'une tranche nucléaire est de 900, 1300 ou 1400 MW.

Sur le plan national, la Dordogne occupe une place fondamentale pour l'équilibre entre l'offre et la demande en électricité. En effet elle contribue pour près de :

- 15% à la puissance nationale délivrable à partir des usines de type "lac" ;
- 10% à la puissance nationale délivrable au titre des usines de type "éclusee".

	DORDOGNE et affluents supérieurs*	MARONNE	CERE	VEZERE	TOTAL
PUISSANCE en MW	1395 = 1224 EDF+171 SDEM	89	268	65	1817
PRODUCTIBILITÉ en GWh	2544 = 2132 EDF+412 SDEM	256	504	215	3107

* La Rhue, Tarentaine, Diège, Triouzoune, Doustre, Glane de Servières, Luzège

1 MW= 1 Méga Watt= 1 million de Watt

1 GWh =1 Giga Watt heure =1 million de kWh.

1.5.3 - Le contrôle hydrologique de la Dordogne

La principale conséquence de cet équipement très important est le contrôle des débits sur l'essentiel du bassin de la Dordogne aval, de la Maronne, de la Cère et dans une moindre mesure de la Vézère. Ainsi, on estime que les grands barrages contrôlent 49% du bassin de la Dordogne à Bergerac et que 61% des volumes transitant à Bergerac sont passés par une grande retenue. Ce taux de maîtrise hydrologique et donc potentiellement d'artificialisation du régime est le plus important d'Adour Garonne.

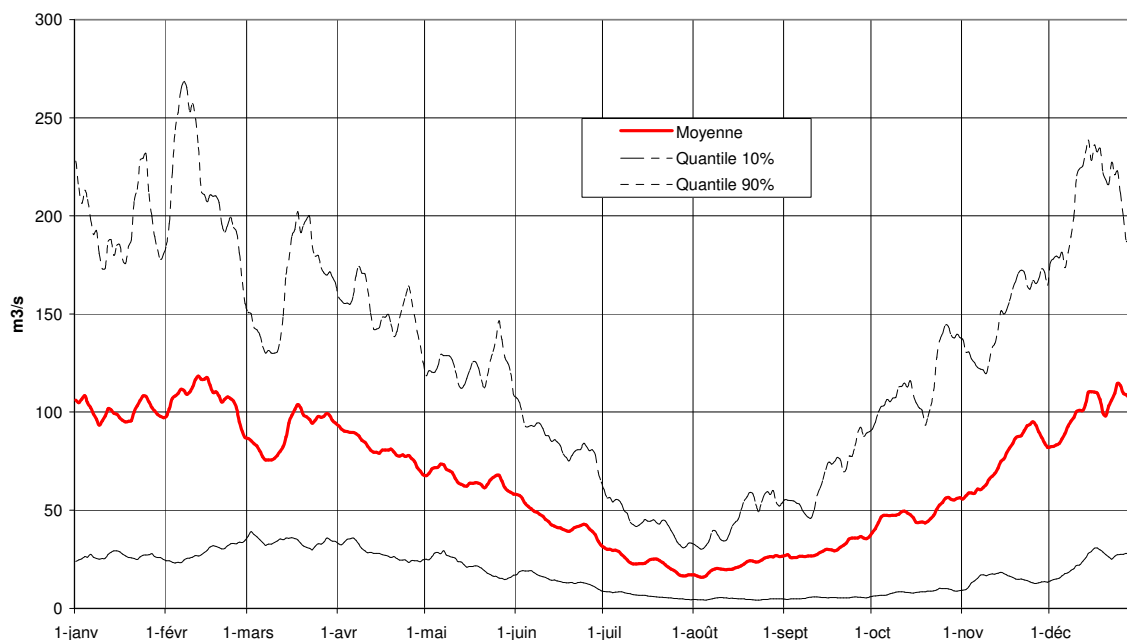
Bassin hydroélectrique	Nom de la station	BV (km ²)	Apport moyen annuel	
			Débit en m ³ /s	Volume en million de m ³
Haute Dordogne	La Dordogne à Argentat	4 420	106	3 343
Maronne	La Maronne à Argentat [Pont de Basteyroux]	821	20,4	643
Cère	La Cère à Biars-sur-Cère [Bretenoux]	1 096	26,6	839
Vézère	La Vézère à Uzerche	601	15,2	479
<i>Total</i>		6 938	168,2	5 304
	La Dordogne à Bergerac	14040	278	8 767
	Part du bassin hydroélectrique	49%	61%	61%

Les modalités de gestion des grands ouvrages sont donc déterminantes pour les débits à l'aval. Grâce à la capacité de stockage des grands barrages, les débits turbinés sont placés au moment économiquement le plus favorable dans le cycle de la journée, de la semaine et des saisons. Pour optimiser sa production, le gestionnaire de retenue doit être sans cesse plus attentif à l'environnement économique du marché de l'énergie.

Une analyse sur l'année hydrologique montre cependant que l'activité hydroélectrique ne modifie pas fondamentalement le régime des eaux et respecte le rythme général des hautes eaux hivernales et printanières et des étiages estivaux.

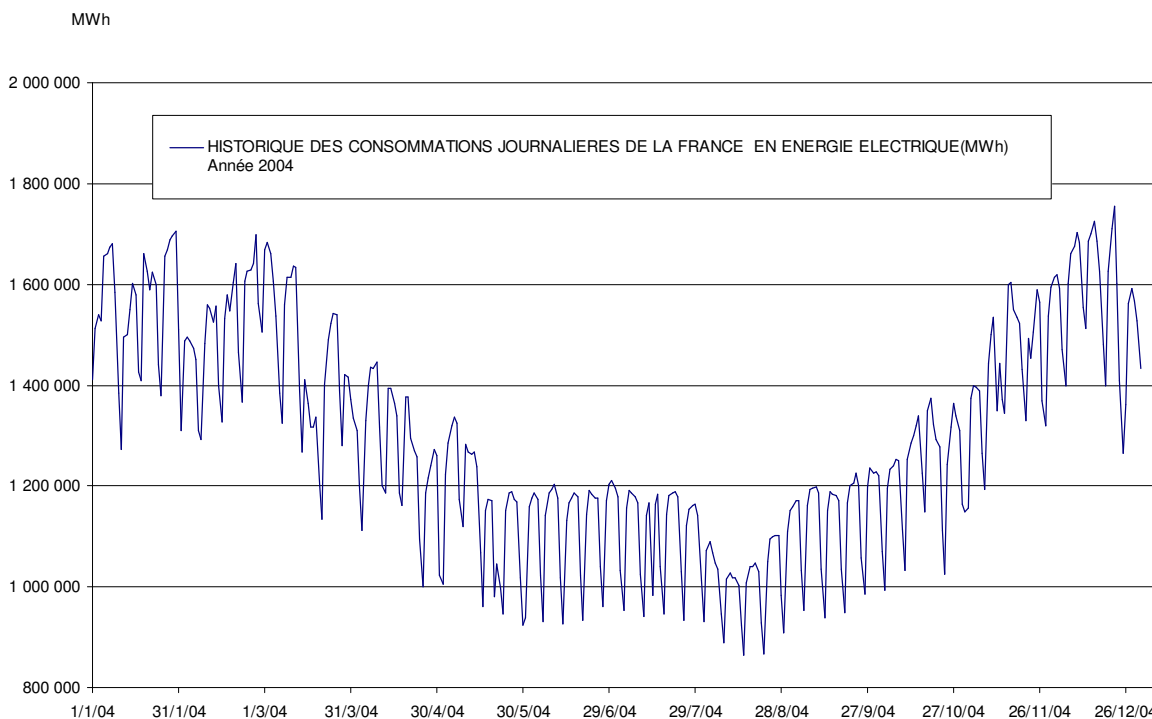
Il est vrai que ce régime recouvre idéalement le régime de la demande en énergie électrique. C'est ce qu'illustre les deux graphes ci-dessous qui montrent que à l'échelle annuelle, la période de forte hydraulicité naturelle correspond à la période de forte demande énergétique.

Apports Naturels Reconstitués à Marèges



Le quantile 10 % (90 %) correspond seuils pour lequel 10 % (90 %) des valeurs de la série lui sont inférieures.

A l'échelle de l'année, le régime naturel des eaux et le régime de la demande en énergie sont globalement synchrones. La gestion de stock permet cependant d'accentuer ce régime en renforçant les volumes turbinés l'hiver, ce qui a tendance à "vider" les retenues et dégage des capacités de stockage sur la période où le risque de crue est maximal.



2 - CLIMAT ET PRECIPITATIONS : LE FAIT GENERATEUR, HIER, AUJOURD'HUI ET DEMAIN.

Le climat océanique domine. Il est nuancé par des influences montagnardes et continentales dans l'est et des remontées méditerranéennes provenant du sud. L'exposition à la circulation des masses d'air humide océanique et l'élévation progressive des reliefs vers l'est provoquent une augmentation des précipitations à mesure que l'on progresse dans les terres. Le cumul annuel des pluies varie de environ 600 mm en Gironde à plus de 2 000 mm sur les plus hauts reliefs. Sur toute la partie située à l'est d'une ligne allant de Tulle à Aurillac les hivers sont rigoureux et les chutes de neige fréquentes. En dehors de plus hauts sommets l'enneigement est toutefois d'assez faible durée. Les étés sont chauds et secs, surtout dans les parties aval du bassin. Ils sont ponctués d'orages parfois violents.

Les statistiques de précipitations présentées ci-après sont largement issues de l'analyse du document *"Inventaire des situations à précipitations remarquables de 1958 à 1997 en Aquitaine, Midi-Pyrénées, Limousin et Poitou-Charentes"* édité par Météo France complété par les données issues du CD Rom *"Pluies extrême sur le sud de la France 1958-2000"* de Météo-France et Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement

L'étude statistique porte sur les régions du sud-ouest de la France. Les données de précipitations exceptionnelles concernant le Cantal et le Puy-de-Dôme, non disponibles dans cet atlas, ont été recherchées dans la Climathèque (banque Pluvio), sur la période 1960 à 2004.

Le réseau d'observation comprend :

- ✓ des postes climatologiques équipés de pluviomètres ; les hauteurs d'eau sont relevées chaque jour à 06h TU, par des bénévoles, puis transmises mensuellement au centre départemental ;
- ✓ des postes thermo-pluviométriques ;
- ✓ des stations automatiques qui sont interrogées quotidiennement par réseau téléphonique ;
- ✓ des stations synoptiques (stations tenues par des observateurs professionnels).

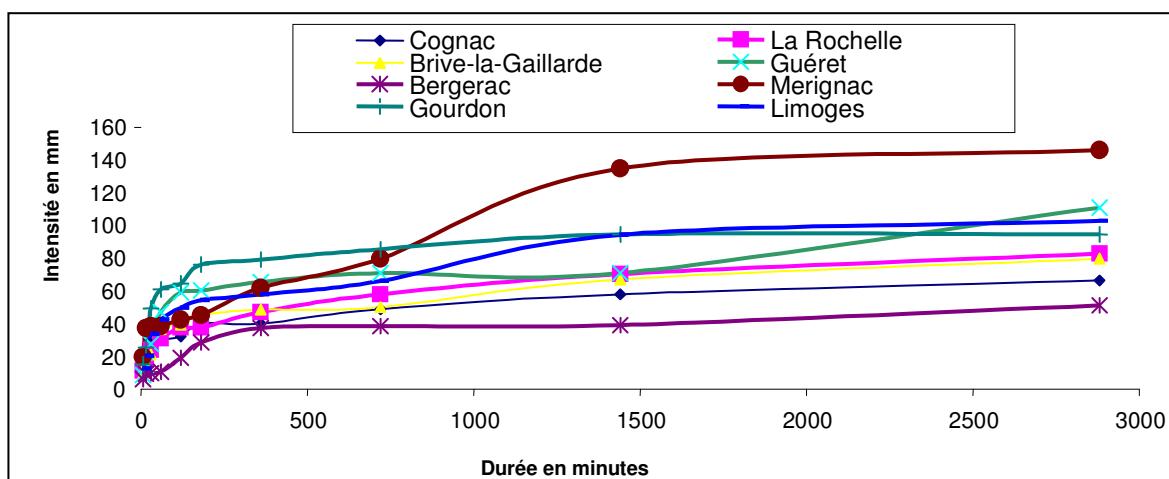
Deux bases de données de pluviométrie ont été utilisées pour réaliser cet inventaire :

➤ La base de données pluviographiques :

Elle décrit les événements pluvieux avec un pas de temps inférieur à la journée. Ces données sont disponibles pour les stations synoptiques et climatologiques automatiques. Les premières séries des stations synoptiques remontent aux années 1970. Cependant, il n'y a actuellement que 28 stations synoptiques couvrant la région sud-ouest. La densité du réseau synoptique est insuffisante pour repérer des situations à fortes pluies et les cartographier. Le réseau régional automatisé est quant à lui plus dense (environ 220 stations en 1997), mais récent, les premières stations datent de 1985.

Les intensités record mesurées sur les stations encadrant le bassin de la Dordogne établie sur cette période courte sont présentées ci après à titre d'information sachant qu'elles n'ont aucune valeur statistique compte tenu du faible historique disponible. Les informations de type Intensité Durée Fréquence, sont particulièrement précieuses pour aborder les risques hydrologiques dans les secteurs où les temps de concentration sont courts c'est-à-dire, sur les petits bassins versants et les zones urbaines.

Intensités pluviométriques remarquables en mm									
Durée	Durée (en mn)	Cognac	La Rochelle	Brive-la-Gaillarde	Guéret	Bergerac	Merignac	Gourdon	Limoges
6 minutes	6	14,9	11,2	9	8,6	6,2	19,6	15,2	12,5
15 minutes	15	21,2	17,5	15,9	14,9	9,5	37,3	25,5	20,3
30 minutes	30	27,6	23,8	21,2	27,6	9,8	38,4	49,5	33,5
1 heures	60	30,2	31	36,6	46,9	10,7	38,4	60,8	42,4
2 heures	120	32,2	37,6	39,4	59,2	19,1	42,4	64,6	49,8
3 heures	180	40	37,6	45,1	60,3	28,5	45,2	76	54,1
6 heures	360	40	46,9	48,5	65,6	37,3	61,7	79	57,8
12 heures	720	48,7	58	50	70,8	38,4	79,6	85,4	66,1
24 heures	1440	58	70,4	67	71	39,2	134,8	94,4	94,2
48 heures	2880	66,3	82,6	79,8	110,8	51,2	146	94,4	102,8



➤ La base de données pluviométriques :

Elle contient les relevés journaliers de 06h à 06h UTC (Temps Universel Coordonné) le lendemain de tous les postes pluviométriques du Réseau Climatologique d'Etat. Les séries sont disponibles depuis 1860. Le réseau est très dense et permet de faire un quadrillage fin de la région.

A noter que la Dordogne fait partie des départements dont le réseau climatologique était très peu dense avant 1963. Entre 1958 et 1997, le nombre de postes est pratiquement triplé pour la Dordogne (de 14 à 51 postes), ainsi que pour la Charente (de 16 à 52 postes) et la Gironde (de 28 à 69 postes). Il est alors probable, pour ces départements et pour cette période, en particulier avant 1963, que des situations à fortes pluies n'aient pas pu être recensées du fait de la faible densité du réseau de mesures.

Records sur 1 jour :

	Records des précipitations en 1 jour relevées sur un poste climatologique		Records des précipitations en 1 ou 2 jours relevées sur un poste climatologique		Records des précipitations en 1 ou 3 jours relevées sur un poste climatologique	
Département	Date	Précipitations (mm)	Date	Précipitations (mm)	Date	Précipitations (mm)
Charente	30/06/1992	132	03-04/10/1960	151	03-05/10/1960	162
Charente-Maritime	02/09/1969	145	13-14/08/1972	151	12-14/08/1972	151
Corrèze	03/10/1960	200	01/02/08/1963	272	01-03/08/1963	272
Creuse	03/10/1960	195	03-04/10/1960	205	03-05/10/1960	212
Dordogne	18/05/1959	165	18/05/1959	165	18-20/05/1969	169
Gironde	13/08/1972	142	13-14/08/1972	181	12-14/08/1972	182
Haute-Vienne	02/08/1963	175	01-02/08/1963	200	01-03/08/1963	201
Lot	21/09/1992	170	29-30/04/1959	172	05-07/11/1962	186
Cantal	12/01/1962	173	/	Non disponible	/	Non disponible
Puy-de-Dôme	21/09/1992	108	/	Non disponible	/	Non disponible

Relevés sur un poste climatologique :

Les records varient de 132 à 200 mm. Les maxima ont été relevés en **Corrèze** (200 mm), en **Creuse** (195 mm) et en **Haute-Vienne** (175 mm).

Les événements record qui se sont produits en Corrèze et en Creuse ont eu lieu le même jour, le 3 octobre 1960.

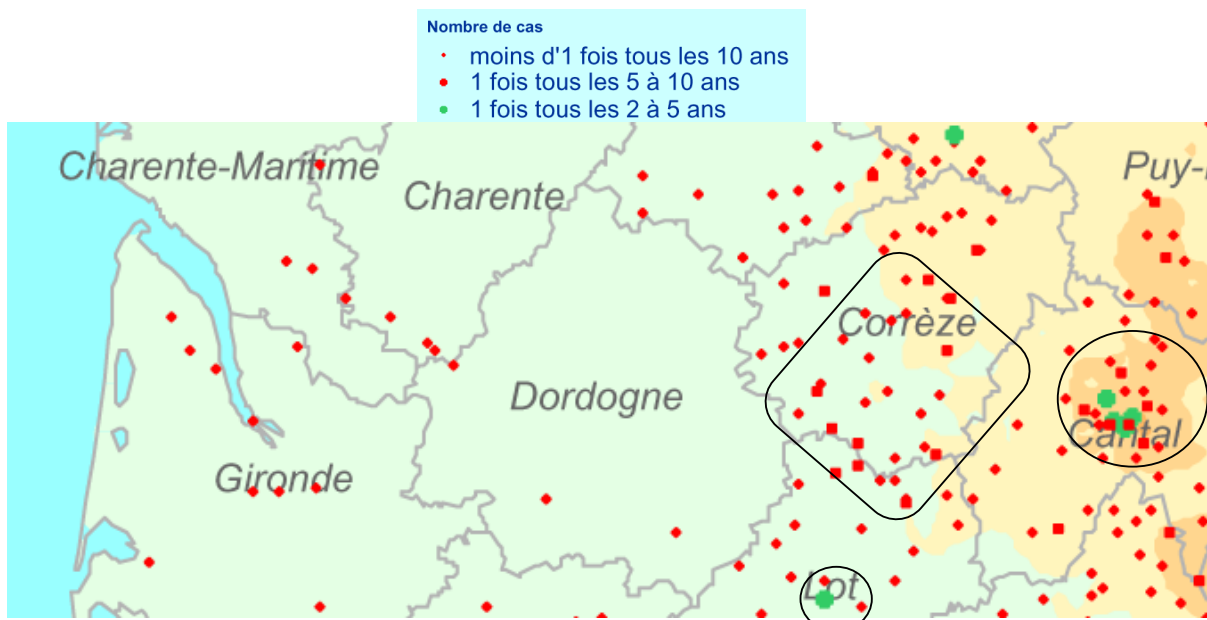
Les mesures sur cinq postes dans le **Cantal** (données banque Pluvio) indiquent des records compris entre 76 et 173 mm depuis 1960. Dans le **Puy de Dôme**, les mesures sur quatre postes donnent des records de précipitations journalières allant de 82 à 108 mm.

Moyennes départementales :

La moyenne départementale est, pour chaque jour, la moyenne de l'ensemble des postes pluviométriques du département. Les records varient de 40 à 110 mm. Les moyennes les plus élevées ont été obtenues en **Creuse** (110 mm), en **Corrèze** (105 mm) et dans le **Lot** (91 mm). Les événements record recensés en Corrèze et en Creuse se sont produits le même jour, le 3 octobre 1960 (crue historique).

	Records de moyennes départementales sur 1 jour sur la période 1958-1997		Records de moyennes départementales sur 2 jours sur la période 1958-1997		Records de moyennes départementales sur 3 jours sur la période 1958-1997	
Département	Date	Précipitations (mm)	Date	Précipitations (mm)	Date	Précipitations (mm)
Charente	28/10/1960	54	30/11/1976	67	30/11/1976	81
Charente-Maritime	08/11/1961	40	08/08/1992	67	08/11/1961	83
Corrèze	03/10/1960	105	02/10/1960	115	02/10/1960	124
Creuse	03/10/1960	110	03/10/1960	117	02/10/1960	122
Dordogne	30/07/1978	62	01/08/1963	75	12/09/1969	88
Gironde	13/09/1969	52	13/08/1972	88	12/09/1969	95
Haute-Vienne	02/08/1963	74	01/08/1963	101	01/08/1963	102
Lot	04/10/1966	91	03/10/1960	95	05/11/1962	128

Le risque météorologique peut aussi être apprécié par la répétition des phénomènes les plus intenses. On observe sur la carte, la surexposition du Cantal mais aussi le bassin de la Vézère et de la Corrèze où ce risque fréquentiel se croise avec une organisation hydrographique favorable à des convergences de crue.



Carte 2 : Fréquence d'observation d'une pluie quotidienne supérieure à 100 mm (Extrait de carte Météo France)

Records en 1 ou 2 jours :

Relevés sur un poste climatologique :

Les records varient de 151 à 272 mm. Les maxima ont été recensés en **Corrèze** (272 mm), en **Creuse** (205 mm) et en **Haute-Vienne** (200 mm).

Moyennes départementales :

Les records départementaux varient de 67 à 117 mm avec les maxima en **Creuse** (117 mm), en **Corrèze** (115 mm) et en **Haute-Vienne** (101 mm).

Les moyennes record pour la Creuse, la Corrèze et le Lot, ont été relevées entre le 2 et 3 octobre 1960. Les moyennes maximales relevées en Haute-Vienne et en Dordogne ont eu lieu le 1^{er} août 1963.

Records en 1, 2 ou 3 jours :

Relevés sur un poste climatologique :

Les records de précipitations varient de 151 à 272 mm. Les valeurs maximales sont rencontrées en **Corrèze** (272 mm), en **Creuse** (212 mm) et en **Haute-Vienne** (201 mm).

Des pluies record se sont produites à la même date pour plusieurs départements :

- du 3 au 5 octobre 1960 pour la Charente et la Creuse ;
- du 1^{er} au 3 août 1963 pour la Corrèze et la Haute-Vienne ;
- du 12 au 14 août 1972 pour la Gironde et la Charente-Maritime.

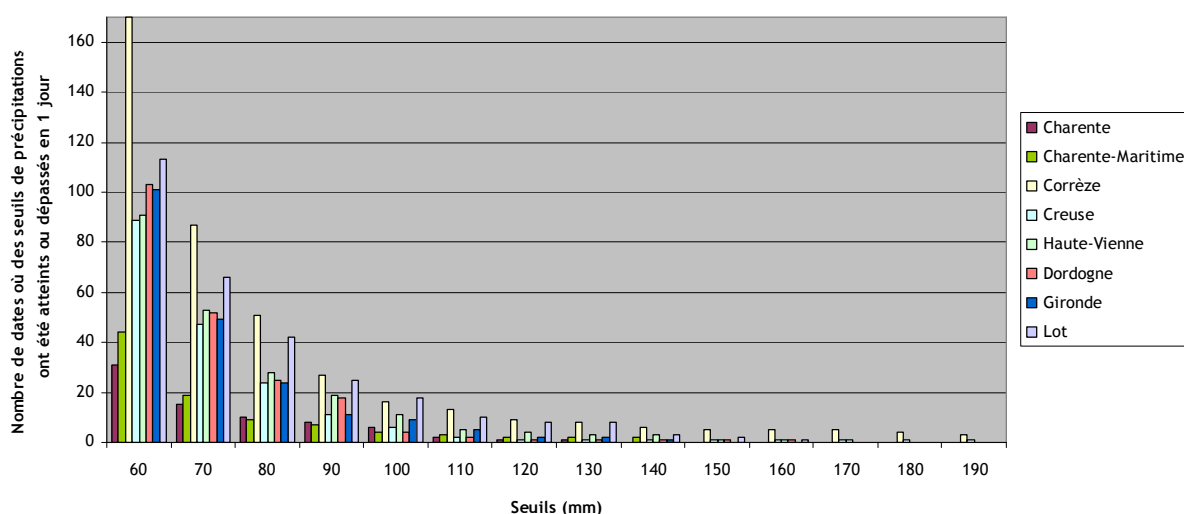
Moyennes départementales :

Les records varient de 81 à 128 mm, les maxima sont observés dans le **Lot** (128 mm), en **Corrèze** (124 mm) et en **Creuse** (122 mm).

Certains événements record se sont produits à la même date :

- le 2 octobre 1960 pour la Corrèze et la Creuse ;
- le 12 septembre 1969 pour la Gironde et la Dordogne.

Fréquence des événements pluvieux en un jour par classe de 10 mm :



Sur la zone dont les données sont disponibles, le département le plus touché, en terme de fréquence et d'intensité, par des événements pluvieux, est la **Corrèze**.

Les départements fréquemment concernés par des événements pluvieux, durant la période 1958-1997, sont la **Corrèze**, le **Lot**, la **Haute-Vienne** et la **Dordogne**.

Un seuil de sélection d'événements pluvieux remarquables (fortes pluies) est fixé, pour chaque département, aux valeurs correspondantes à une fréquence biennale :

	Seuils de sélection d'événements remarquables (mm)
Charente	70
Charente-Maritime	70
Corrèze	90
Creuse	80
Haute-Vienne	80
Dordogne	80
Gironde	80
Lot	90

La **Corrèze** est le département qui a connu le plus grand nombre d'événements pluvieux remarquables, avec 101 pluies dont la lame d'eau a atteint ou dépassé 90 mm, puis viennent la **Haute-Vienne** et le **Lot**, avec respectivement 76 et 71 fortes pluies.

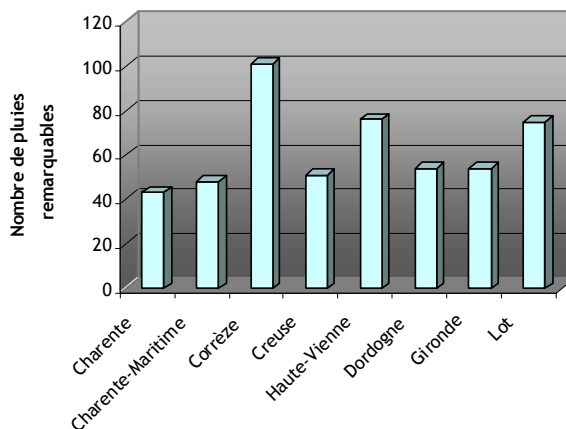


Figure : nombre de pluies remarquables recensées entre 1958 et 1997 sur les régions du sud-ouest

La **Creuse**, bien que faisant partie des trois départements détenant les records de précipitations les plus élevés, ne détient pas le record concernant la fréquence des fortes pluies.

Heureusement et vis-à-vis de la connaissance de l'aléa de grands progrès sont encore possibles et les outils disponibles devraient permettre d'atteindre des résultats satisfaisants à courte échéance pour la totalité du territoire. L'information hydrologique de base peut en effet s'appuyer sur les nouvelles méthodes de régionalisation fondées d'une part sur une régionalisation des pluies et d'autre part la transformation de ces pluies en débit.

La méthode SHYPRE développée par le CEMAGREF et METEO France est la plus systématique semble-t-il. Ce travail passe cependant par l'exploitation des bases de données construites spécifiquement au niveau national. *"La mise en œuvre du générateur de pluies horaires à partir de ces cartes de paramètres, conduit à l'obtention du SIG fournissant, à l'échelle du km² sur l'ensemble du territoire français, les quantiles des pluies maximales de 1 à 72 heures pour des périodes de retour de 2 à 100 ans."* **La disponibilité de cette information devrait être effective dès le début 2006 avec un coût d'accès qui n'est pas connu à ce jour.** Les cartes ci dessous présentent le type de résultats obtenus pour une pluie décennale de 1 heure et pour 24 heures.

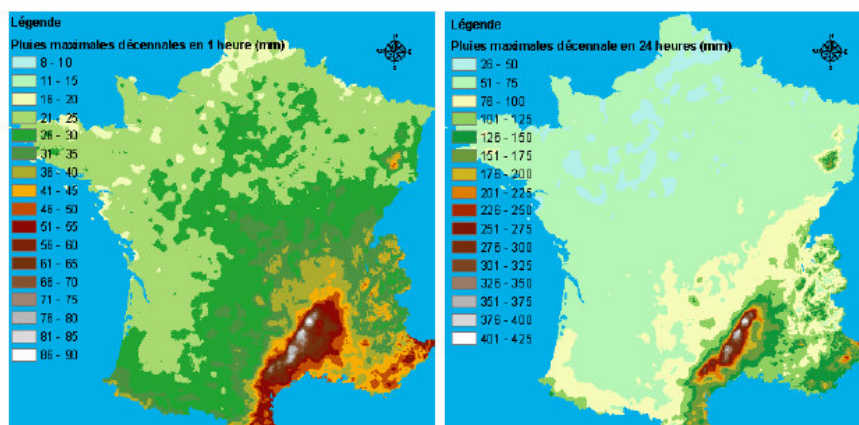


Figure 3 : exemples de cartes issues de la régionalisation du générateur de pluie.

L'évolution climatique, pose par ailleurs des questions sur les conditions de dimensionnement des ouvrages et sur la pertinence des fréquences caractéristiques. Quel sens faut il donner à un risque statistique, si l'environnement climatique global n'est pas stationnaire ?

2.1 - Effet de serre et aggravation du risque

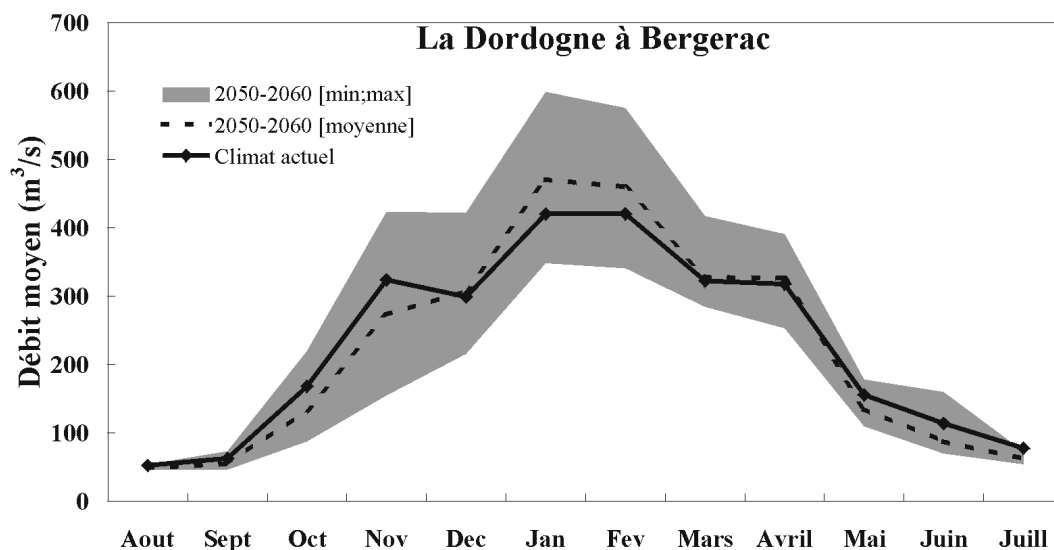
Le risque lié au changement climatique global, peut être abordé avec toute la prudence nécessaire, au travers des premiers travaux engagés par Météo France et l'Agence de l'Eau Adour Garonne en 2003 sur l'impact hydrologique de différents scénarios climatiques.

Il est notamment écrit dans un rapport du CNRM *"Pour la stationde Bergerac, on observe des impacts plus faibles en valeur relative au cours des mois d'hiver que pour les autres stations. Moins concentrés sur cette période, ils présentent des amplitudes de variation relativement constantes tout au long des mois d'automne, hiver et printemps. Leur valeur moyenne pendant cette période suit cependant la même tendance que partout ailleurs sur le bassin : inférieure à 1 en automne et au*

printemps (débits futurs inférieurs aux débits actuels) et supérieure à 1 en hiver (débits futurs supérieurs aux débits actuels)."

Certains scénarios conduisent à des augmentations hydrologiques de plus de 40% en période hivernale ! Bien entendu cela ne signifie pas une augmentation équivalente des débits de crue mais plus probablement une répétition de phénomènes rares aujourd'hui.

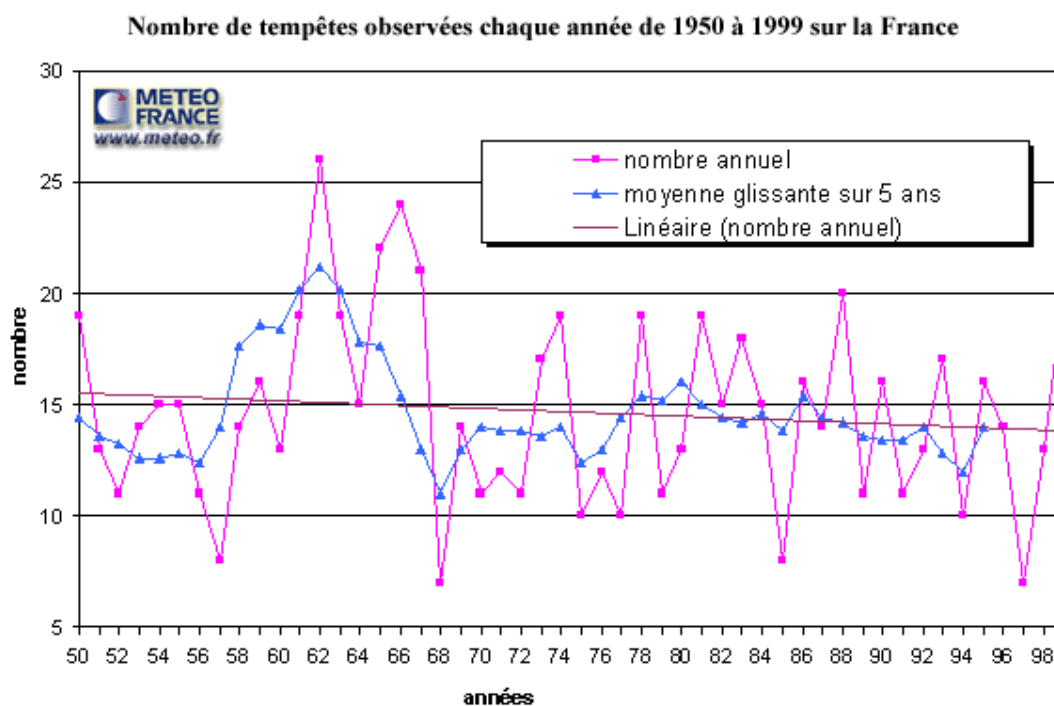
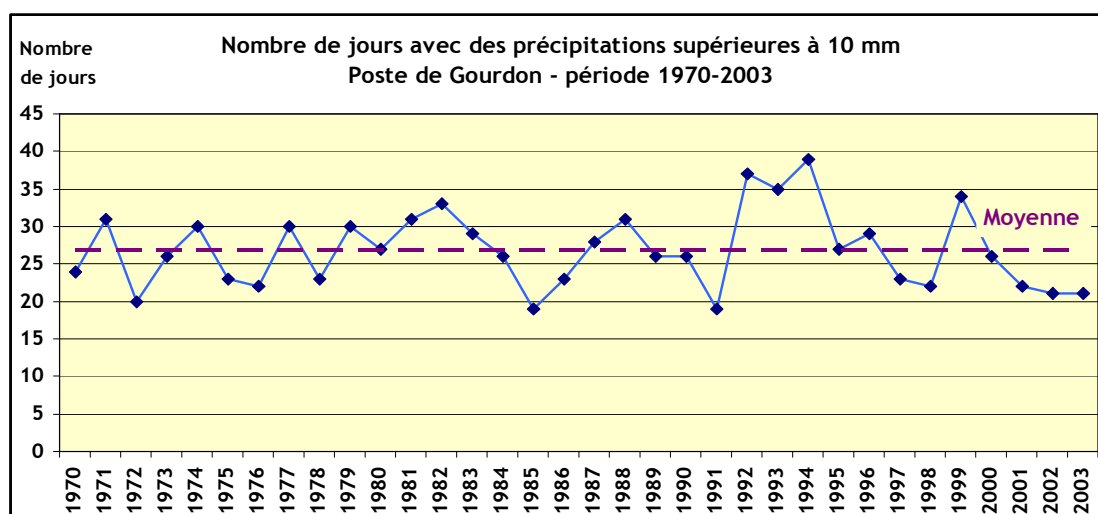
Ce constat est traduit sur la courbe ci-dessous, qui présente le cycle hydrologique et débute en août.



Station	Scénario	Juill	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin
Bergerac	UR	0,88	1,02	1,13	1,19	0,94	1,20	1,41	1,36	1,11	1,04	0,95	0,83
	HC	0,74	0,87	0,76	1,02	1,07	1,24	1,12	1,05	0,93	0,78	0,78	0,71
	CNRM HR	0,80	0,94	0,94	0,72	0,57	0,94	1,17	1,25	1,26	1,22	0,89	0,73
	CNRM LR	0,84	0,94	0,95	1,05	1,29	1,45	1,39	1,13	0,89	1,09	0,96	0,70
	LMD HR	0,78	0,88	0,79	0,71	0,76	0,74	0,82	1,05	0,92	0,85	0,79	0,68
	LMD LR	0,96	0,94	0,85	0,68	0,71	0,85	0,92	1,02	1,02	1,05	1,10	1,30
	SC_CONT_2055	0,84	0,91	0,82	0,72	0,74	0,72	0,90	0,81	0,93	1,04	0,75	0,73

Rapports moyens sur les 10 ans de la simulation, des débits simulés sous climat modifié (2050-2060) aux débits simulés sous climat actuel pour chaque mois, pour l'ensemble de la période d'été et pour les débits mensuels minimaux. Les scénarios correspondent à des changements climatiques globaux.

Si l'on s'intéresse à l'aggravation des phénomènes climatiques extrêmes, les réponses sont encore incertaines. L'examen des dernières décennies qui se traduit pour la France par une augmentation sensible des températures et pour le haut bassin de la Dordogne des précipitations hivernales, ne montre pas de signe manifeste d'une augmentation des phénomènes extrêmes tels que tempêtes ou pluie extrême. Cette incertitude ne permet pas non plus de préjuger d'une stabilité de ces phénomènes à moyen et long terme.



En revanche, l'augmentation du niveau des océans qui est très probable en raison de l'expansion thermique de l'eau, et dans une moindre mesure de la fonte des glaciers et calottes polaires, se situe dans la fourchette 9 à 88 cm. Ce niveau a augmenté entre 10 et 20 cm au XX^{ème} siècle. Une valeur intermédiaire aura déjà des conséquences sensibles sur la zone fluvio-estuarienne en particulier sur toutes les zones basses de palus dont le niveau de protection actuel pourrait bien être insuffisant à long terme.

3 - DE LA PLUIE A LA CRUE

3.1 - Les réseaux de suivi des débits

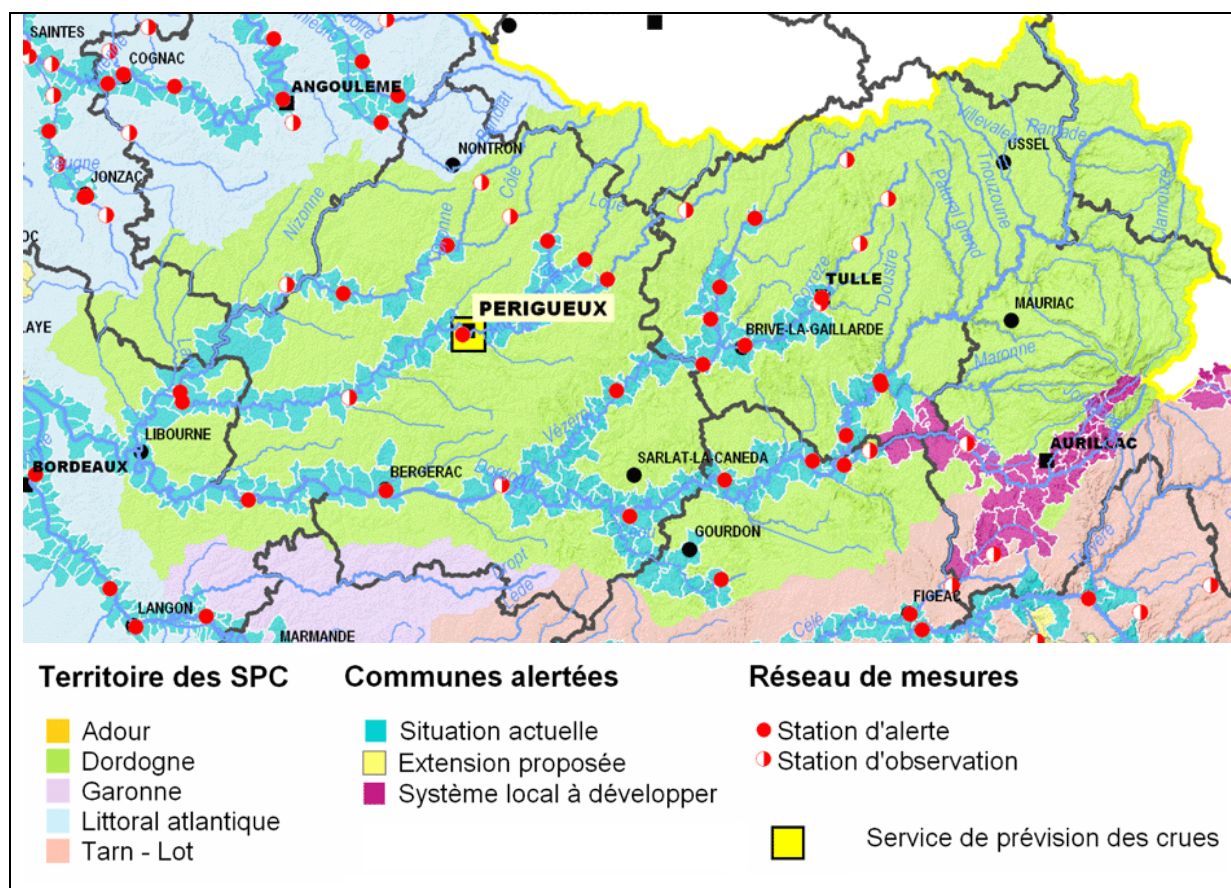
3.1.1 - Le SPC Dordogne et le réseau CRUDOR d'alerte des populations: une couverture partielle du bassin, centré sur les grands axes

CRUDOR est le réseau hydrométrique géré par le Service de Prévisions des Crues (SPC) de la Dordogne, confié à la DDE 24.

Le SPC Dordogne a pour mission l'annonce et la prévision des crues sur les quatre grands axes hydrographiques du bassin de la Dordogne (Dordogne, Vézère, Isle et Dronne), ainsi que sur leurs principaux affluents (Maronne, Cère, Céou, Corrèze, Loyre, Loue et Auvézère). A noter que le domaine de compétence du SPC Dordogne s'arrête à Libourne à la confluence Dordogne – Isle ; la partie maritime de la Dordogne est de la compétence du SPC Atlantique, les inondations étant plus liées à des surcotes marines qu'à des phénomènes fluviaux. C'est d'ailleurs le domaine des palus, marais riverains de la Dordogne, qui font l'objet d'une gestion hydraulique spécifique. Au total, le réseau comporte 26 stations d'annonce et 14 stations complémentaires de mesure (Cf. carte ci-dessous). Les stations complémentaires d'observation ne servent pas à l'alerte, mais permettent seulement aux prévisionnistes d'avoir des informations en amont des stations d'alerte. Ce réseau hydrométrique est complété par des informations pluviométriques.

Les communes alertées sont les communes riveraines des cours d'eau concernés situées à l'aval des premières stations d'alerte, le linéaire couvert est ainsi de 950 km :

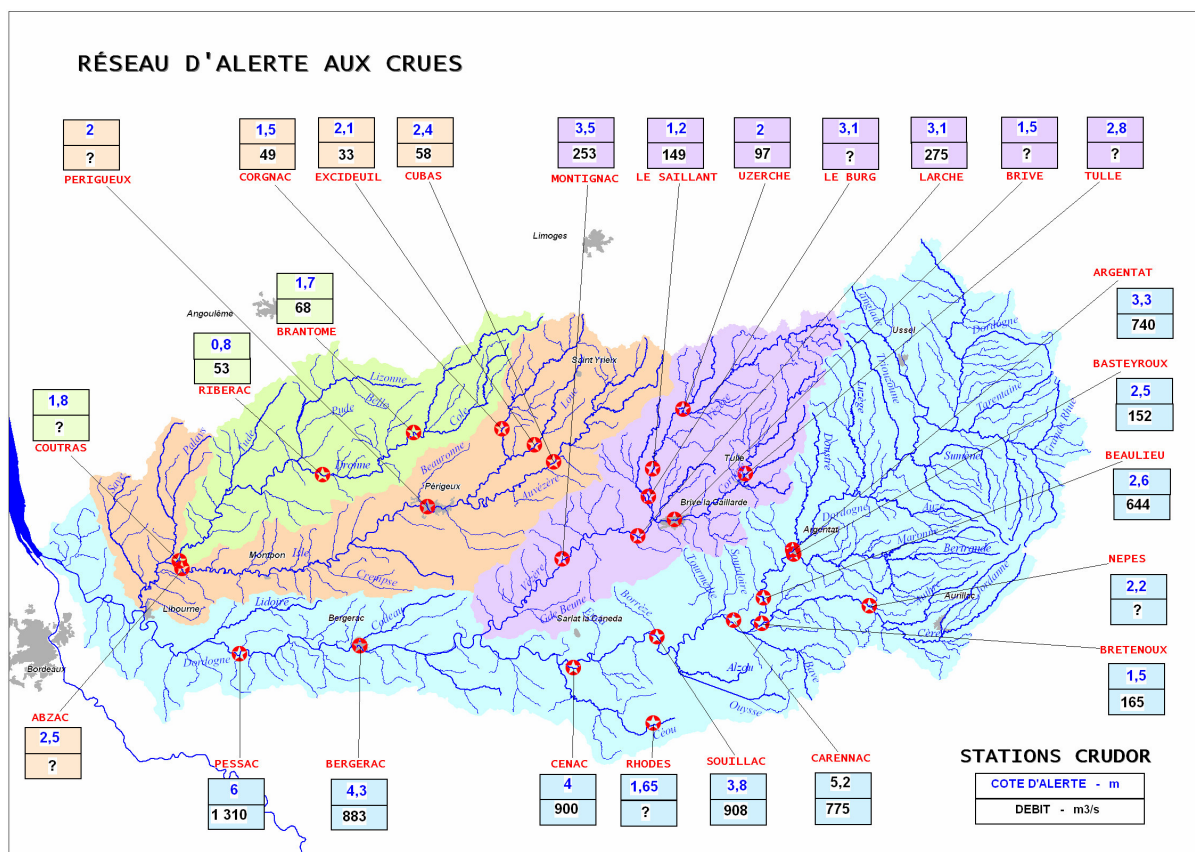
- La Dordogne à l'aval d'Argentat (340,2 km) ;
- La Maronne à l'aval de Hauteffage (4 km) ;
- La Cère à l'aval de Laval de Cère (32,2 km) ;
- Le Céou à l'aval de Frayssinet (41 km) ;
- La Vézère à l'aval d'Uzerche (127,8 km) ;
- La Loyre à l'aval de Saint-Viance (4 km) ;
- La Corrèze à l'aval de Tulle (39,2 km) ;
- L'Isle à l'aval de Cognac (195,4 km) ;
- La Loue à l'aval d'Excideuil (10,8 km) ;
- L'Auvézère à l'aval de Cubas (34 km) ;
- La Dronne à l'aval de Brantôme (121,5 km).



Carte 3 : Réseau des stations hydrométriques

A noter que tout le bassin de la Dordogne à l'amont d'Argentat ainsi qu'une majeure partie des bassins Maronne et Cère ne sont pas couverts par l'alerte (notamment l'agglomération d'Aurillac). Un système local d'alerte aux crues est recommandé sur le bassin de la Cère par le schéma directeur de prévention des crues. Notons que pour ces systèmes dits locaux, la maîtrise d'ouvrage serait recherchée auprès des collectivités.

CRUDOR, via un site Internet, permet de connaître heure par heure les hauteurs d'eau mesurées aux stations du réseau. Par ailleurs, le site permet d'accéder aux historiques des hauteurs d'eau maximales annuelles, ainsi qu'aux données statistiques pour chaque station. La valeur patrimoniale de ce réseau est certaine, car il possède des séries de données anciennes, qui garantissent la mémoire des événements du passé. La carte ci-dessous présente le réseau des stations d'alerte, avec pour chacune d'elle la cote d'alerte et le débit associé, quand il est connu.



Carte 4 : Réseau d'alerte aux crues – cote d'alerte et débit associé

La conversion des hauteurs d'eau en débits est assurée grâce aux courbes de tarage de la DDE 24, courbes de tarage qui restent inchangées depuis leur création. Si, pour une mesure au droit d'un ouvrage hydraulique bien calibré, un tarage constant dans le temps est tout à fait pertinent, il n'en est pas de même pour une station située au niveau d'une section plus ou moins mobile. Si le tarage de la station n'est pas actualisé dans ces cas, l'évaluation des débits peut être faussée et introduire un biais dans l'analyse quantitative. Cette interrogation est parfaitement légitime sur le bassin de la Dordogne moyenne, largement marqué par l'incision du lit, dont les premiers indices s'observent depuis les années 50.

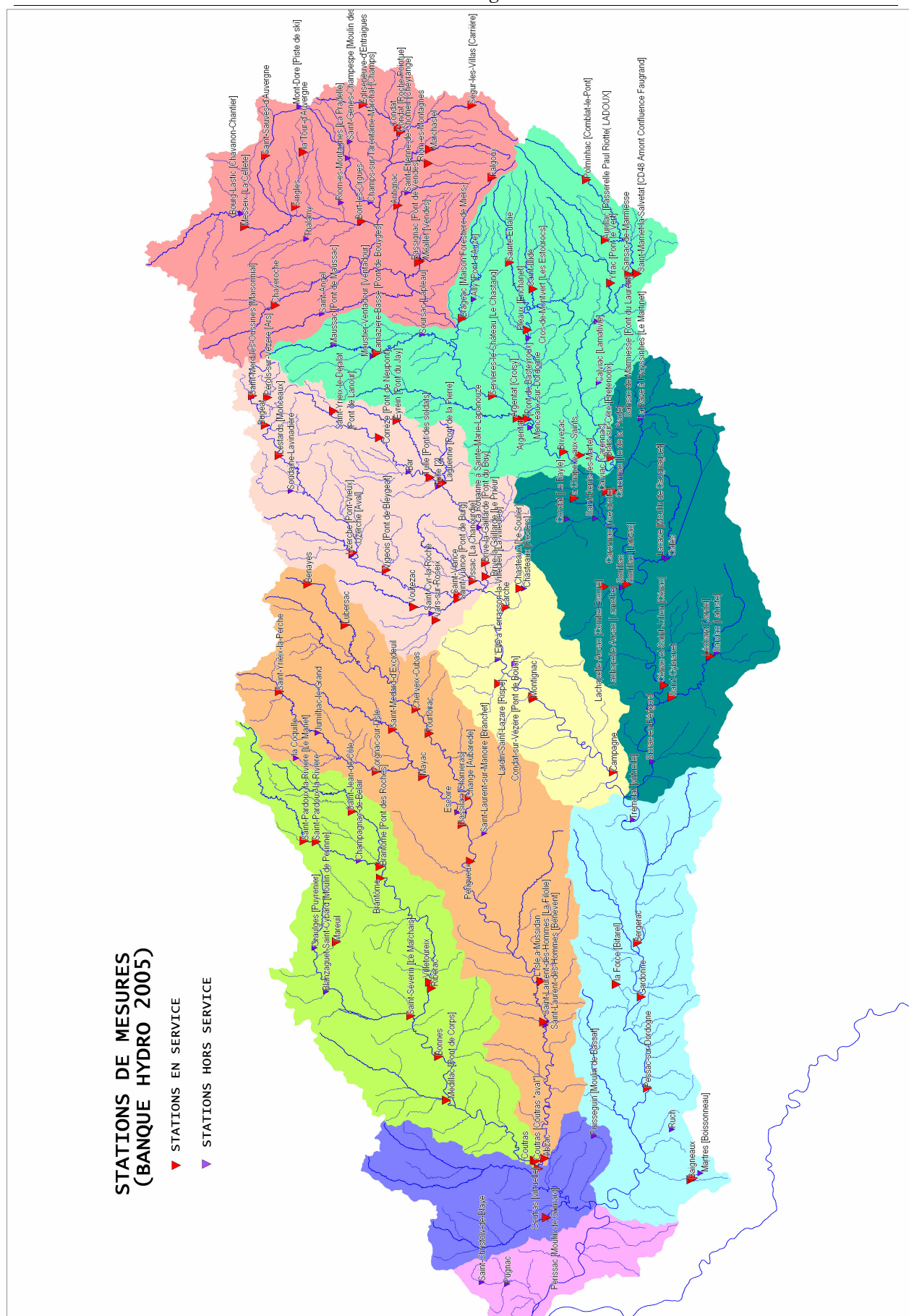
3.1.2 - Les stations de la Banque HYDRO : la mémoire hydrologique du bassin

La Banque HYDRO donne accès à une grande quantité d'information hydrométrique quantitative (débits), fournie par les DIREN (Aquitaine, Auvergne, Limousin, Midi-Pyrénées et Poitou-Charentes). Certaines stations EDF sont consultables sur la Banque HYDRO.

Sur l'ensemble du bassin de la Dordogne, 162 stations ont été répertoriées, dont 106 encore en service. Les plus anciennes stations renseignent sur les débits depuis le début du 20^{ème} siècle, soit plus de cent ans de données (la station de Montignac sur la Vézère par exemple présente une série ininterrompue de 108 années).

Parmi ces stations, nombreuses sont celles qui recoupent celles du réseau CRUDOR. Les mesures de hauteur d'eau sont effectuées par la DDE 24, et sont converties en débits par la DIREN qui possède ses propres courbes de tarage actualisées.

La carte des stations en service et hors service est présentée page suivante. La liste de ces stations et leurs principales caractéristiques est donnée en annexe.

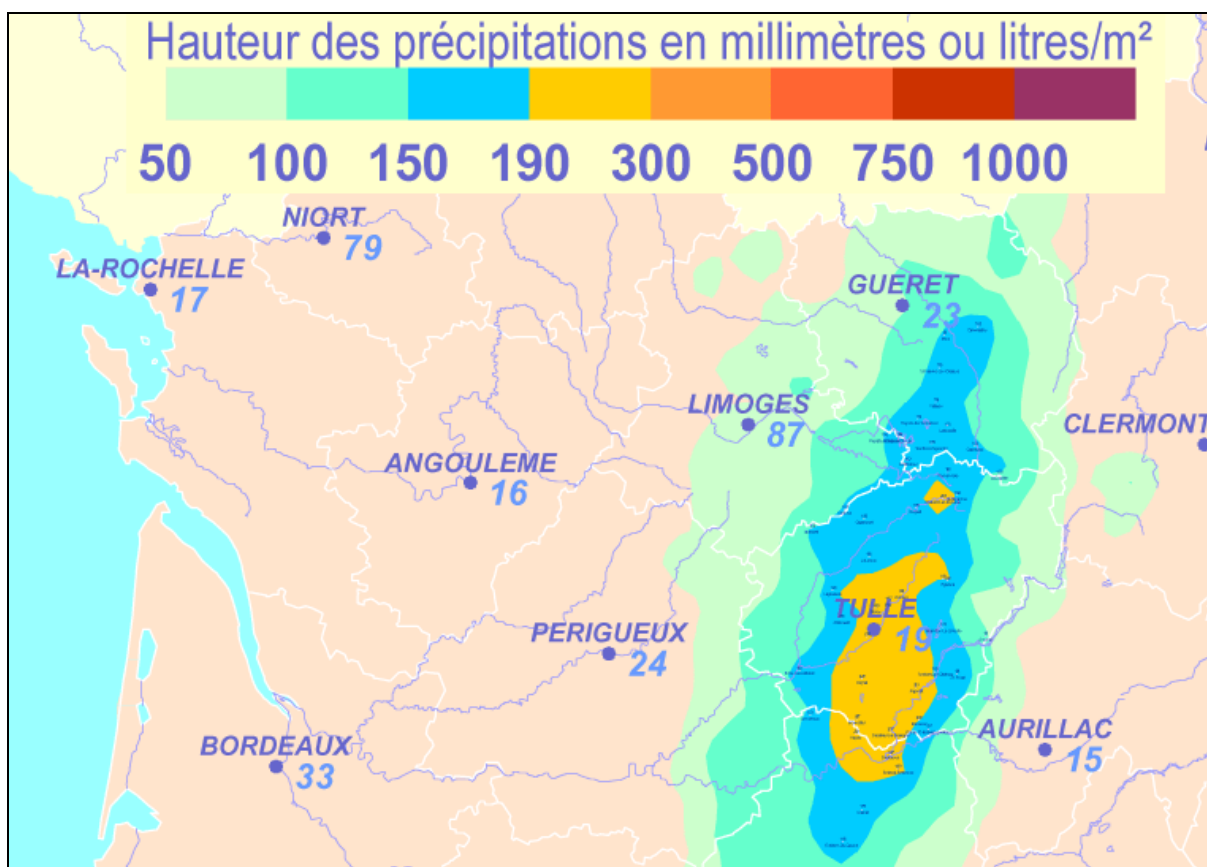


Carte 5 : Les stations de la Banque Hydro

3.2 - Analyse des comportements hydrologiques, à différentes échelles géographiques

3.2.1 - Analyse d'un événement particulièrement symptomatique: la crue de juillet 2001

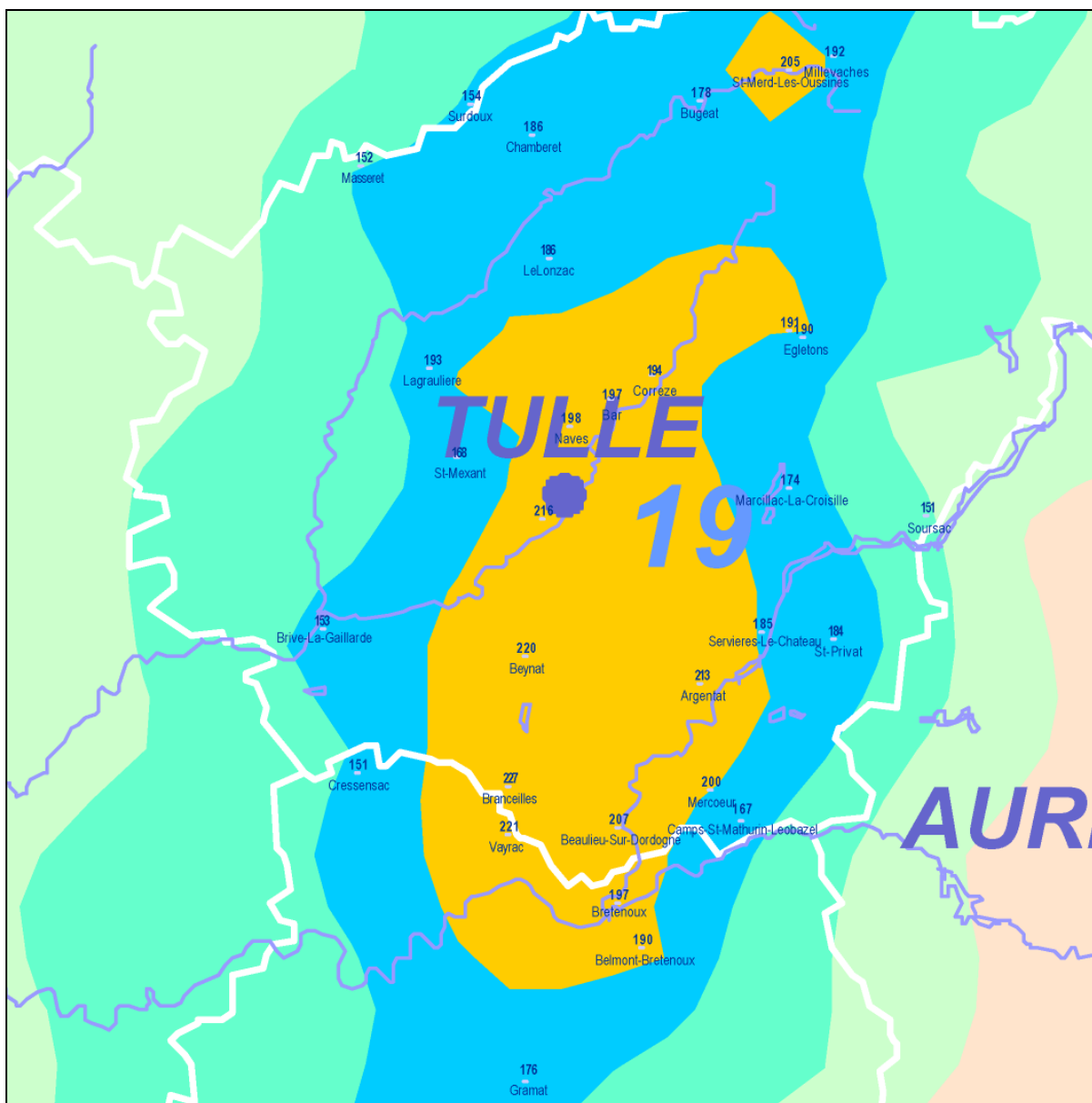
La carte ci-dessous, réalisée par Météo France, présente les cumuls de précipitations du 4 et 5 juillet 2001 sur le bassin de la Dordogne. L'événement orageux estival a principalement touché le département de la Corrèze (19) ainsi que le nord du Lot (46), avec des intensités sur 2 jours pouvant dépasser les 190 mm (zone jaune sur la carte).



Carte 6 : Carte pluviométrique Météo France 4 et 5 juillet 2001

Extrait du CD-Rom "Pluies extrêmes sur le sud de la France" – Météo France 2001

Le zoom sur la région la plus touchée par l'événement montre que les précipitations mesurées ont pu atteindre 205 mm sur le plateau de Millevaches, 216 mm à Tulle, et même 227 mm à Branceilles sur le bassin de la Sourdoire, affluent de la Dordogne. Les bassins les plus touchés ont donc été la Dordogne lotoise, la Corrèze et la Vézère amont.



Carte 7 : Carte pluviométrique Météo France 4 et 5 juillet - Zoom

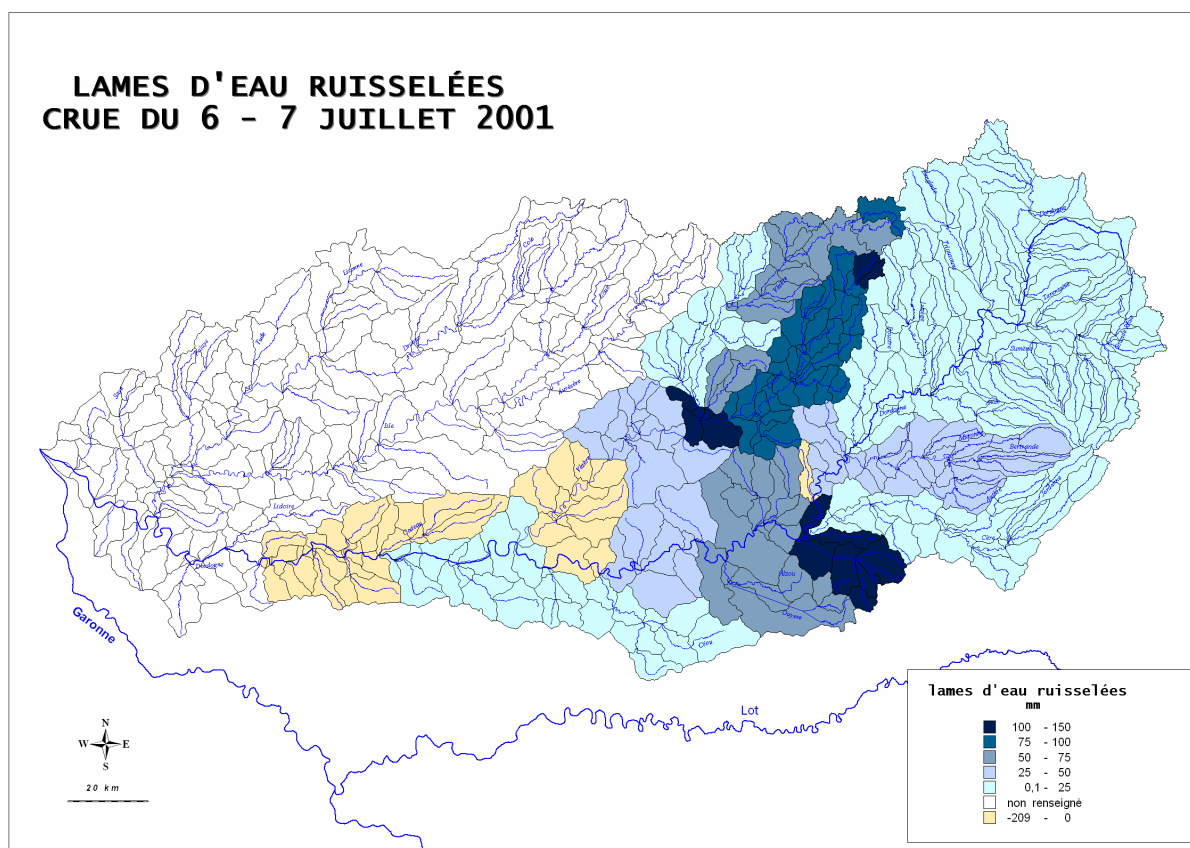
La carte pluviométrique ci-dessus peut ensuite être confrontée aux données de débits mesurés durant la crue.

A partir des hydrogrammes mesurés aux stations, on en déduit les volumes de crue par intégration des débits supérieurs au débit de base des cours d'eau. Ils représentent l'eau qui a ruisselé jusqu'aux cours d'eau et qui a été drainée jusqu'à la station de mesure par le réseau hydrographique.

La connaissance des volumes de crue et des superficies drainées permettent d'en déduire la productivité, c'est-à-dire la lame d'eau ruisselée en mm (1 mm équivaut à 1000 m³/km²). On peut ainsi comparer les productivités des bassins entre eux, et aussi comparer la lame d'eau ruisselée à la lame d'eau précipitée.

De plus, connaissant les volumes de crue ayant transité au droit de deux stations successives, il est possible, par différence, d'estimer les volumes de crue du bassin intermédiaire. On peut ainsi affiner la carte des lames d'eau ruisselées, en rapportant ce volume à la surface intermédiaire.

La carte des lames d'eau ruisselées ci-dessous montre le "résultat hydrologique" des pluies du 4 et 5 juillet 2001. Plusieurs remarques peuvent être faites à la lecture de cette carte :



Carte 8 : Lames d'eau ruisselées 6 et 7 juillet 2001

- **L'écroulement des barrages hydroélectriques** : La Dordogne amont, ainsi que la Maronne et la Cère, ont peu participé à la génération de la crue. C'est la conjugaison de précipitations plus faibles sur ce territoire et de la capacité de rétention des barrages EDF ;
- **Pluie et ruissellement en zone imperméable** : Les zones qui ont provoqué la crue se superposent presque parfaitement avec celles de la carte pluviométrique, c'est-à-dire la Corrèze, la Vézère amont et la Dordogne lotoise. Les lames d'eau ruisselées y sont comprises entre 50 et 100 mm et pouvant atteindre 110 mm sur l'extrême amont de la Corrèze.
- **L'état hydrique des sols** : Les coefficients de ruissellement, pour cet événement intervenu au cœur de l'été, sont compris dans une fourchette de 25 à 50 % ; Les forts débits atteints plus à l'aval en juillet 2001, malgré ce très faible taux de ruissellement, indiquent que des pluies identiques tombant sur un sol saturé aurait pu créer une crue bien plus importante sur tout le cours aval.
- **Infiltration en système karstique** : Le Céou, malgré sa relative exposition aux précipitations, n'a pas engendré de crue à la hauteur des bassins voisins ; la zone karstique (dans une période où la vidange du karst est déjà bien amorcée), favorisant l'infiltration a donc bien joué un rôle lors de cet événement en limitant le ruissellement.
- **L'écroulement de la pointe grâce à l'inondation** : La Vézère aval (tronçon Montignac – Campagne) et la Dordogne aval (tronçon Bergerac – Pessac) voient leur volume de crue diminuer. Il y a donc pour cet événement une preuve possible de la fonction de ralentissement dynamique de la vallée et de l'écroulement de la crue lors de sa propagation dans la plaine alluviale. L'estimation des volumes écroulés, pour la crue de juillet 2001, est d'environ 5 % du volume total de la crue entre Montignac et Campagne (pour un écroulement

de la pointe de 100 m³/s), et d'environ 10 % entre Bergerac et Pessac (écrêtement de la pointe négligeable). Ce volume écrêté est difficile à évaluer par cette méthode car cela suppose que le bassin intermédiaire a très peu ruisselé. De plus, il est évident que cette méthode d'évaluation des volumes de crue est fortement dépendante de la fiabilité des mesures de débit aux stations considérées, notamment dans les zones où le débordement est fort et où le contrôle de la ligne d'eau est moins aisé.

3.2.2 - Les types de crue, une affaire de contexte : démonstration par l'exemple

Ce paragraphe présente une analyse plus fine de la relation pluie – débit au niveau des zones de production, c'est-à-dire principalement les têtes de bassin. Pour cela plusieurs événements ont été étudiés sur plusieurs bassins versants jaugés de petite taille (de 52 à 640 km²), caractéristiques d'une région ou d'un contexte particulier (topographie, géologie, précipitations, etc.).

Les bassins retenus sont les suivants :

- **La Dordogne à Saint-Sauves-d'Auvergne** (87 km²) – tête de bassin de la Dordogne prenant sa source au Mont Dore ;
- **La Maronne à Sainte-Eulalie** (112 km²) – bassin à fortes pentes issu du massif du Cantal (Puy Mary) ;
- **Le Céou à Saint-Cybranet** (603 km²) – bassin karstique avec un réseau hydrographique très peu dense ;
- **La Vézère à Saint-Merd-les-Oussines** (52 km²) – tête de bassin prenant sa source sur le plateau de Millevaches ;
- **La Lizonne à Saint-Séverin** (640 km²) – bassin très plat et karstique, de type charentais.

Leur localisation et leurs données de pente et d'occupation du sol sont figurées sous forme de carte en annexe

L'analyse a consisté, pour chaque sous bassin, à confronter trois hydrogrammes de crue à la pluviométrie et de regrouper les informations obtenues dans un tableau de synthèse comprenant la lame d'eau précipitée, le volume des précipitations, le débit de pointe (en m³/s et en l/s/km²) et sa période de retour, le volume de la crue et enfin le taux de restitution (rapport du volume ruisselé sur volume précipité).

Pour chaque événement, la lame d'eau précipitée a été calculée par la méthode de Thiessen en prenant en compte 4 ou 5 pluviomètres. Le volume de crue a été évalué en intégrant les débits au-dessus du débit de base. La période de retour de l'événement a été calculée sur le débit de pointe, à partir des données de statistiques disponibles sur la Banque HYDRO.

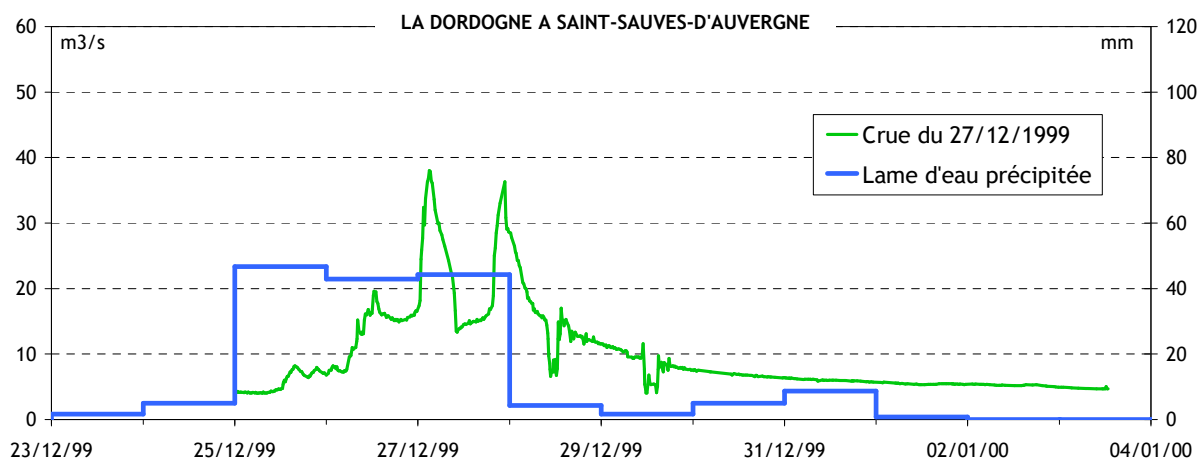
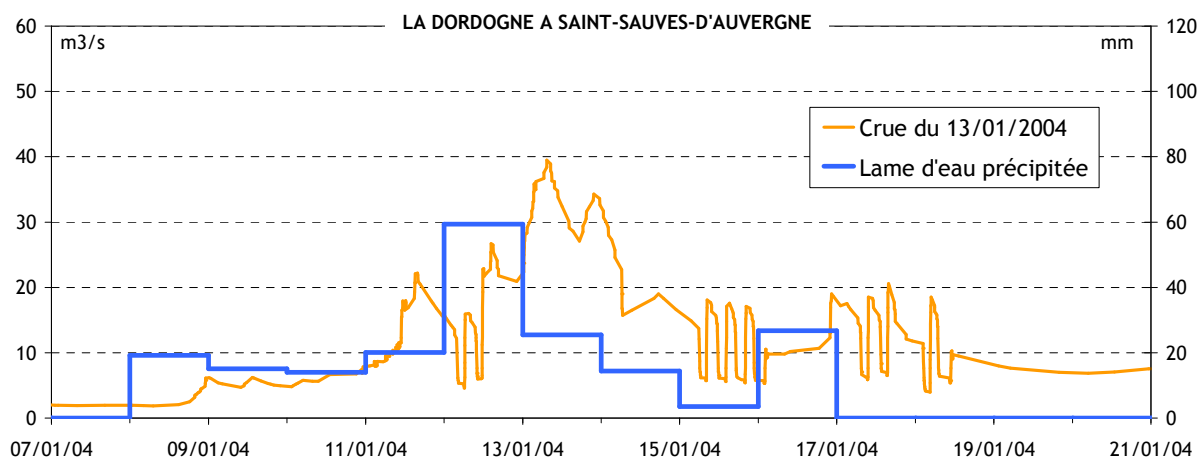
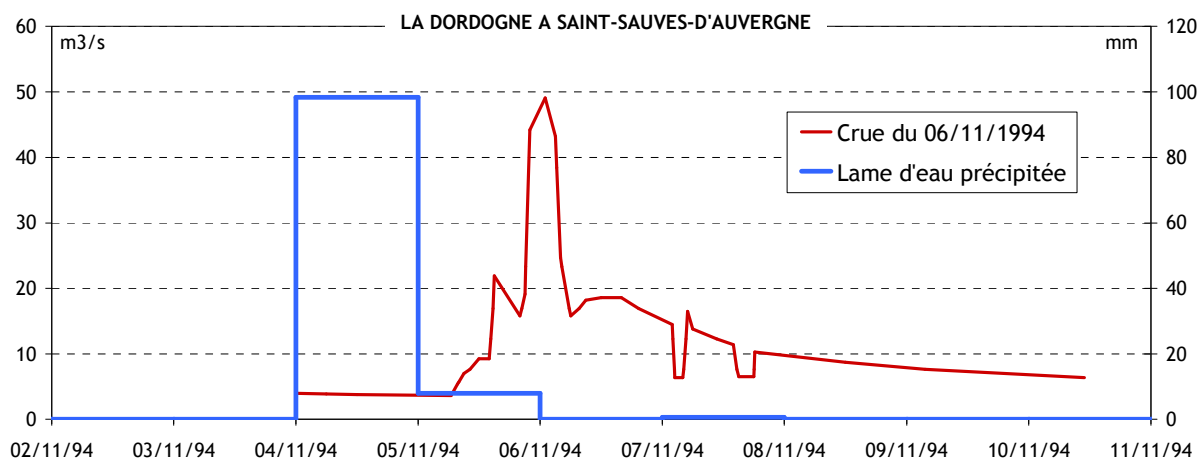
Bassin de la Dordogne :

La Dordogne prend sa source au Mont Dore, relief très arrosé qui peut être soumis à de violentes précipitations. Le fleuve naissant draine un bassin de 87 km² à Saint-Sauves-d'Auvergne ; ce bassin présente des fortes pentes et un sous-sol (socle granitique) favorable au ruissellement.

Les événements étudiés sont ceux de novembre 1994, janvier 2004 et décembre 1999 (par ordre décroissant d'intensité). Ils présentent tous les trois un débit de pointe spécifique supérieur à 400 l/s/km².

La crue de 94 est à distinguer des deux autres car elle est consécutive à un événement de type orageux, avec une lame d'eau précipitée moyenne de 100 mm en moins de 24 h, alors que les deux autres crues proviennent de précipitations moins intenses mais s'étendant sur 5 à 7 jours pour une lame d'eau de 160 à 200 mm environ. La différence est nette au niveau des hydrogrammes ci-dessous : celui de 1994 est plus brusque et intense, alors que le cumul de pluie a été plus faible.

Ces événements possèdent, malgré les cumuls de pluie importants, des périodes de retour faibles. Malgré cela, les coefficients de ruissellement associés à chaque événement sont assez importants et semblent corrélés à la fois à la durée et à l'intensité de la pluie. En effet, l'événement pluvieux de 2004 a la durée la plus longue et le cumul le plus élevé des trois épisodes, ce qui a logiquement entraîné un coefficient de ruissellement élevé : 2/3 de l'eau tombée s'est retrouvée dans la rivière, ce qui s'explique par un sol détrempe au moment du pic de précipitations le 12 janvier. Par ailleurs, le cumul de l'événement de décembre 1999 est plus élevé que celui de novembre 1994 et pourtant son coefficient de ruissellement est plus faible (respectivement 33 et 43 %) : ceci s'explique par l'intensité forte de la pluie en 1994, qui a provoqué un fort ruissellement malgré l'état hydrique initial probablement assez sec.

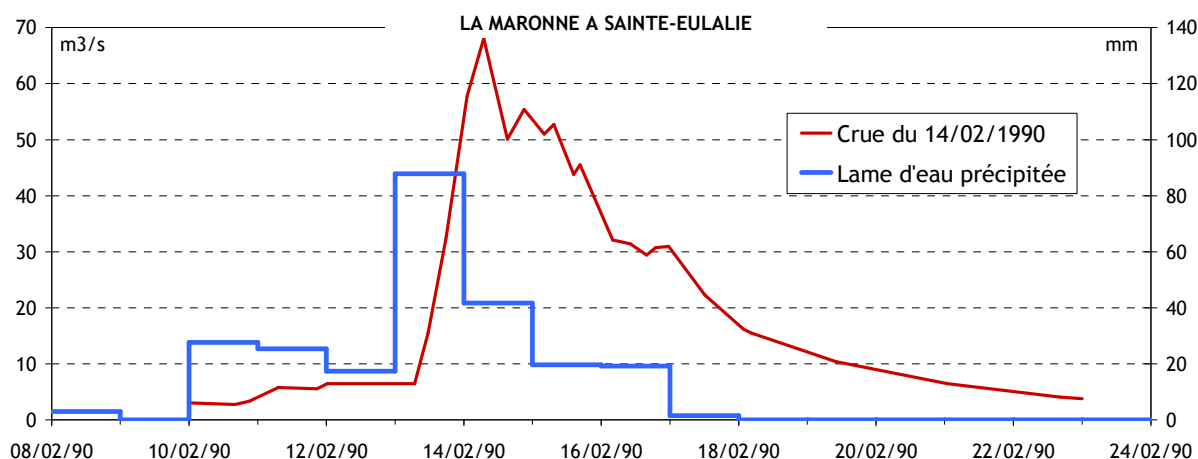


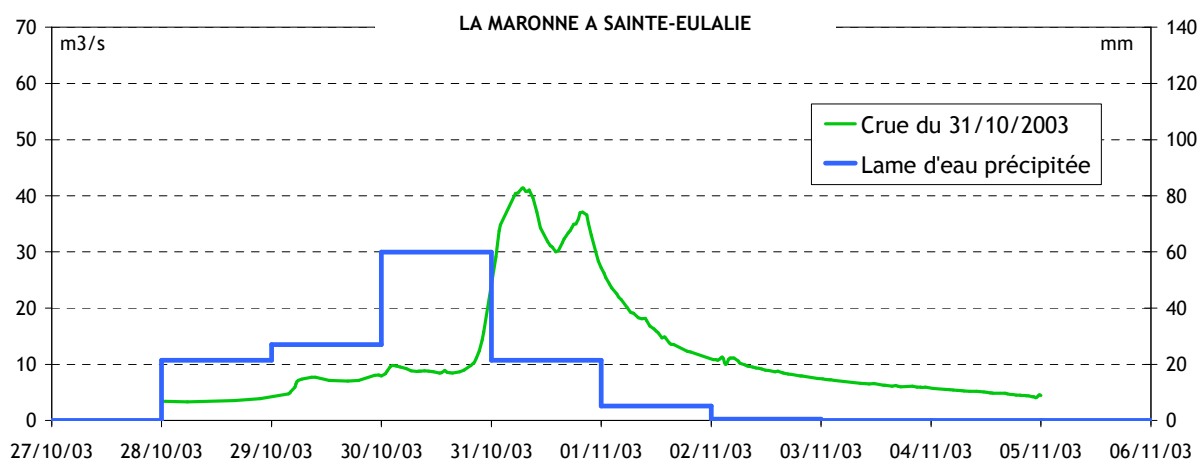
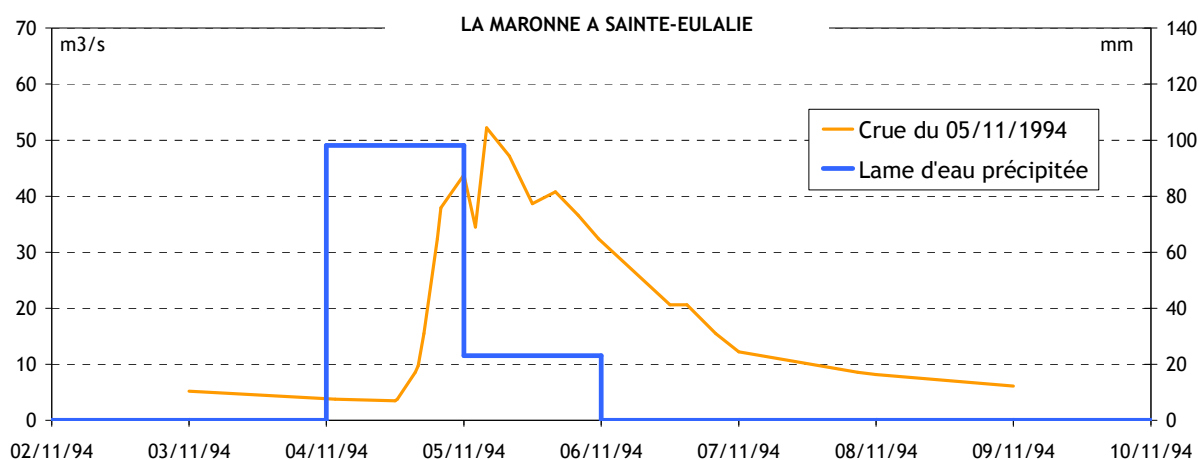
P0010010 La Dordogne à Saint-Sauves-d'Auvergne		87 km ²					
Date	Précipitations <i>mm</i>	Volume de pluie <i>Mm³</i>	Débit de pointe		Période de retour <i>années</i>	Volume de crue <i>Mm³</i>	Taux de restitution <i>%</i>
			<i>m³/s</i>	<i>l/s/km²</i>			
Nov. 1994	106.8	9.3	49.1	564	3	4.0	43%
Janv. 2004	197.8	17.2	39.5	454	2	11.6	67%
Déc. 1999	160.9	14.0	38	437	2	4.7	33%

Bassin de la Maronne :

Le bassin capté est de 112 km² et draine une partie des flancs du Puy Mary dans le Cantal. Comme la tête de bassin de la Dordogne, la Maronne peut recevoir des quantités de pluie journalières très importantes. Ce petit bassin à temps de réponse très rapide favorise un ruissellement fort, notamment grâce aux fortes pentes. Sans présenter des périodes de retour exceptionnelles, les événements étudiés présentent des forts coefficients de restitution.

Pour ce bassin encore, la réponse en volume du bassin semble favorisé à la fois par deux conditions : une pluie d'imbibition importante dans les quelques jours précédents l'événement, suivie d'une pluie très intense, créant la pointe de débit. La crue de 1990 remplit ces deux conditions, puisque 70 mm sont tombés en trois jours avant une pointe journalière de 88 mm, engendrant un pic de débit à 68,1 m³/s, soit 608 l/s/km². Les deux autres événements, plus faibles en débit et en part ruisselée, ne remplissent en quelque sorte qu'une seule des deux conditions : la crue de novembre 94 est consécutive à une pluie orageuse de 100 mm et celle de 2003 intervient après plusieurs jours de précipitations, mais moins intenses que lors de la crue de 1990.





P1422510 La Maronne à Sainte-Eulalie					112 km ²		
Date	Précipitations <i>mm</i>	Volume de pluie <i>Mm³</i>	Débit de pointe		Période de retour <i>années</i>	Volume de crue <i>Mm³</i>	Taux de restitution <i>%</i>
Févr. 1990	243.5	27.3	68.1 <i>m³/s</i>	608 <i>l/s/km²</i>	6	17.2	63%
Nov. 1994	121.2	13.6	52.2 <i>m³/s</i>	466 <i>l/s/km²</i>	3	6.7	49%
Oct. 2003	135.5	15.2	41.4 <i>m³/s</i>	370 <i>l/s/km²</i>	2	5.7	37%

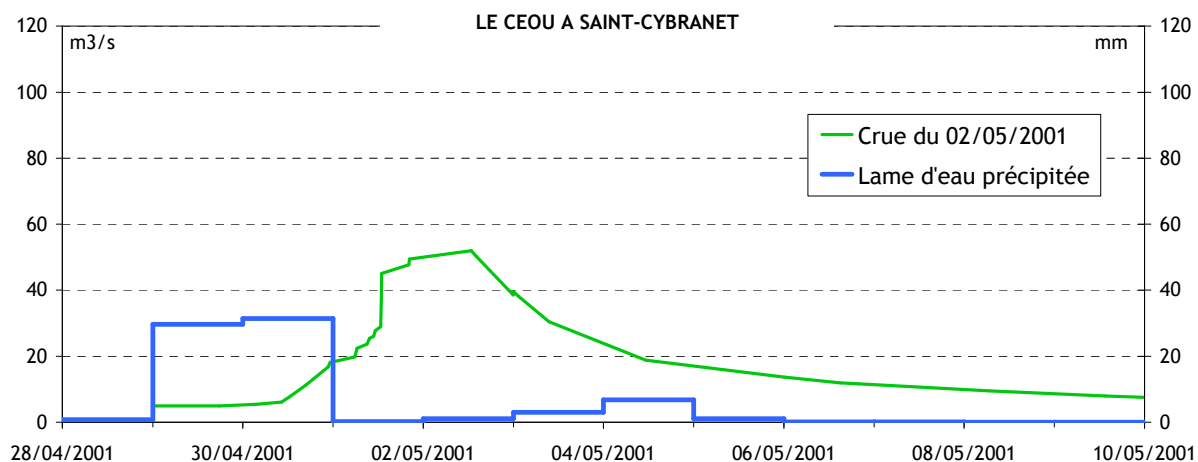
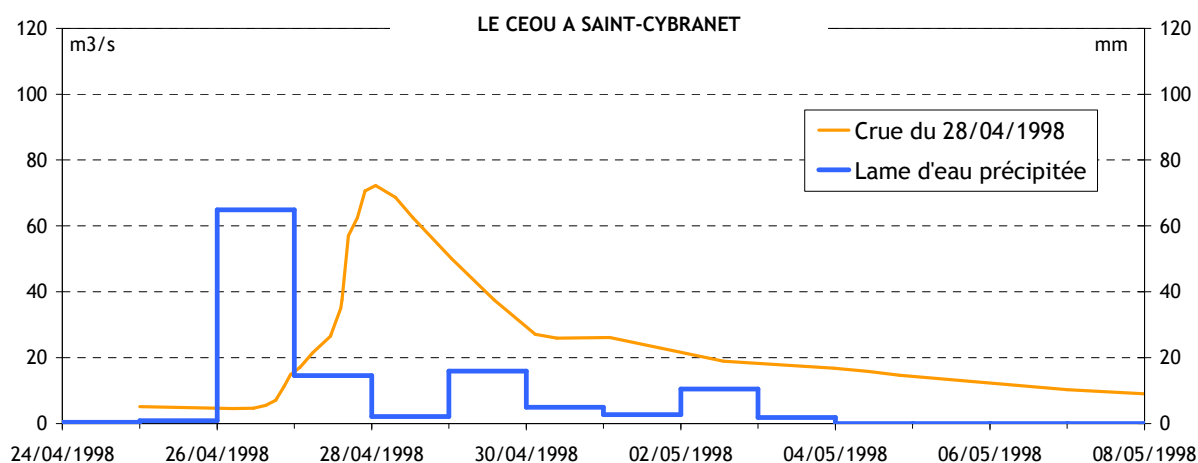
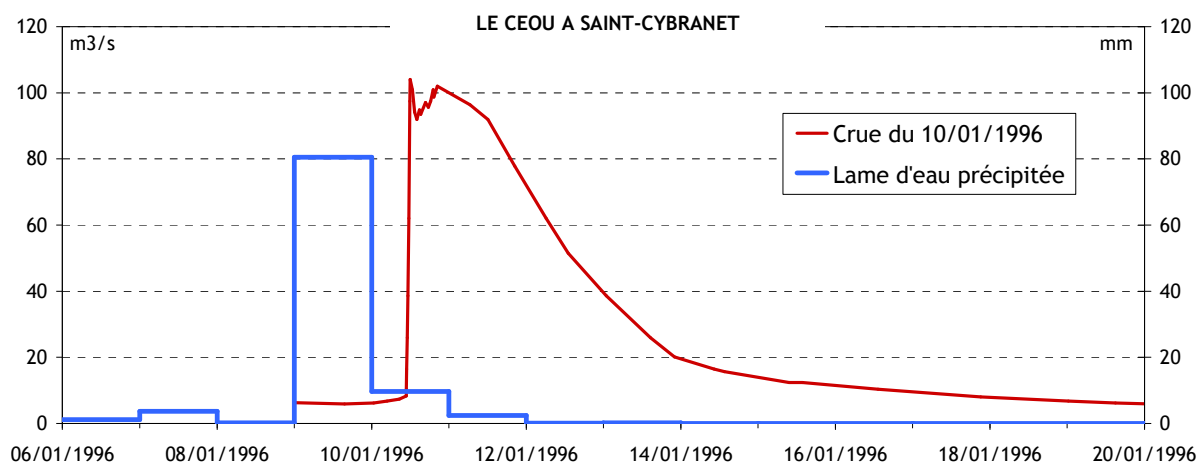
Bassin du Céou :

Le bassin du Céou à Saint-Cybranet draine un territoire de 603 km² et présente un réseau hydrographique très peu dense, du fait de son caractère karstique. L'étude de trois événements de crue montre que les crues du Céou sont très influencées par cette particularité du sol et du sous-sol.

En effet, la crue de janvier 1996, dont la période de retour est estimée à plus de 20 ans, présente un débit de pointe de 104 m³/s, soit seulement 172 l/s/km² en productivité de pointe : cette valeur semble très faible pour un bassin de cette taille car, il faut rappeler qu'il peut être soumis à des précipitations très intenses. C'était d'ailleurs le cas en 1996, puisque pratiquement toute la pluie est tombée en un jour pour atteindre presque 100 mm. Le taux de restitution calculé pour cet événement confirme la faible productivité : il est seulement de 34 % pour une crue plus que

vicennale, ce qui indique un fort taux d'infiltration. L'analyse des deux autres événements montre une similarité dans les coefficients de restitution, autour de 30 %. Le bassin du Céou permet donc un stockage important des volumes précipités lors des crues, même pour des événements rares.

Néanmoins, même si la productivité de pointe est très faible, on voit sur l'hydrogramme de janvier 1996 que la montée des eaux a été brusque. Le bassin peut donc être très réactif aux pluies à caractère orageux. L'événement de mai 2001 présente à l'inverse un temps de montée long, consécutif à des précipitations moins brusques.

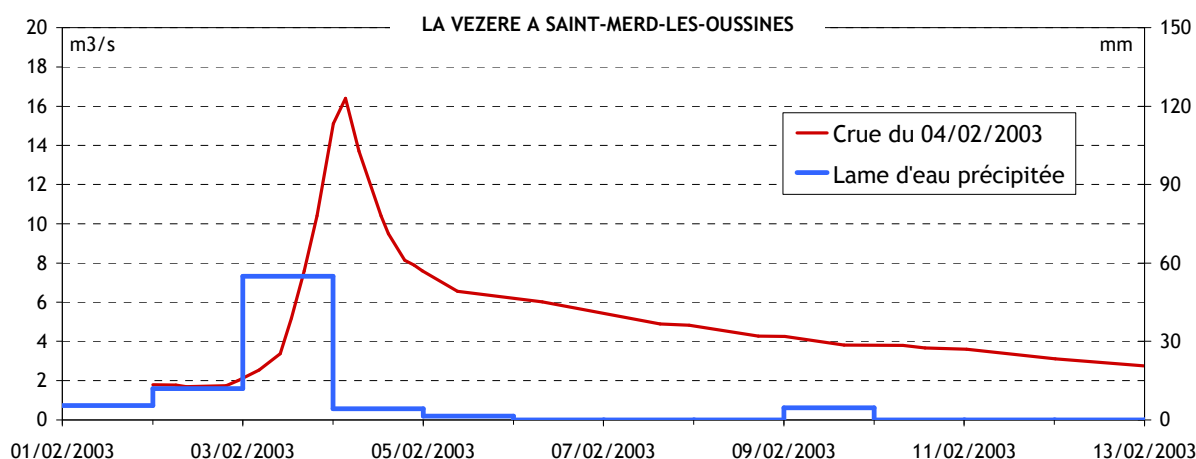


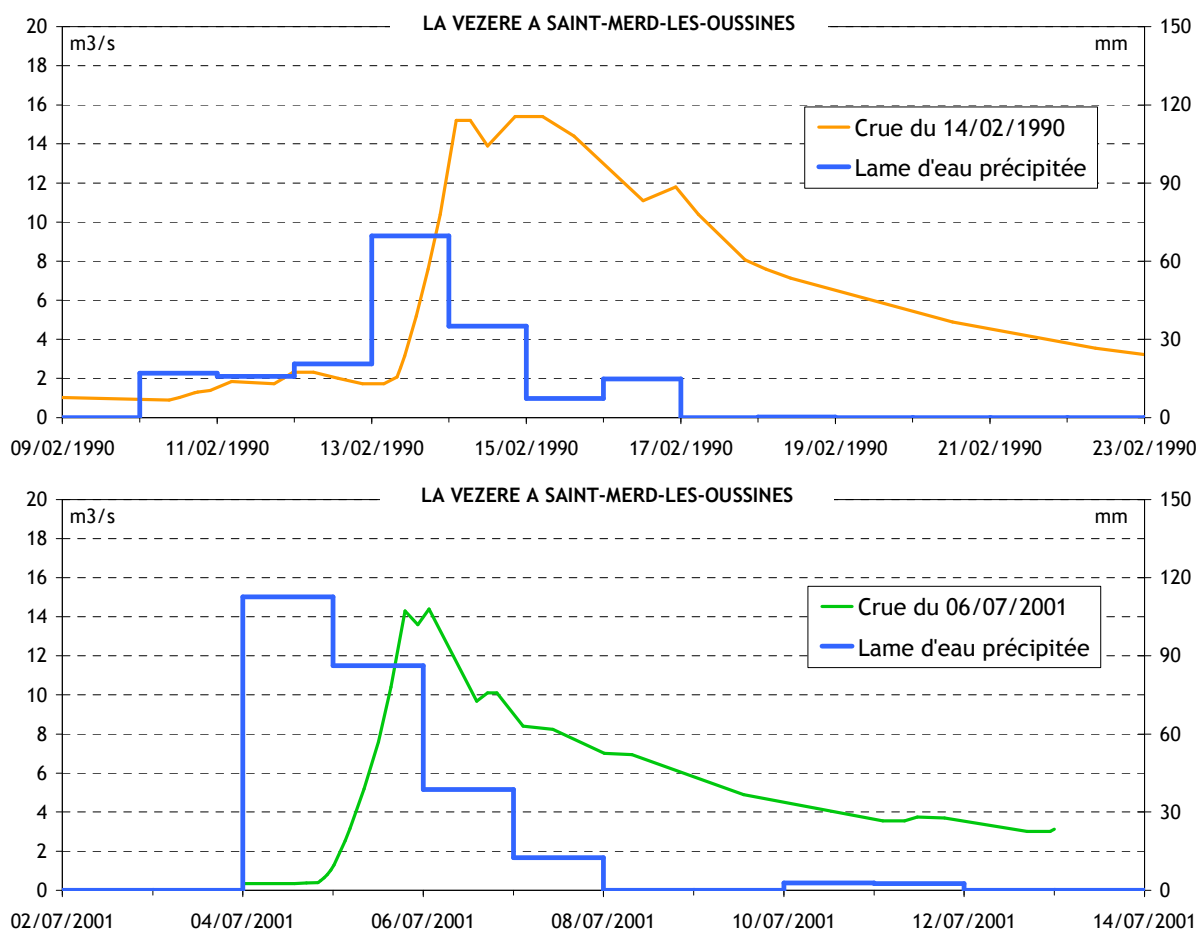
P2484010 Le Céou à Saint-Cybranet				603 km ²			
Date	Précipitations mm	Volume de pluie Mm ³	Débit de pointe m ³ /s l/s/km ²		Période de retour années	Volume de crue Mm ³	Taux de restitution %
Janv. 1996	97.7	58.9	104	172	24	19.8	34%
Avr. 1998	118.4	71.4	72.3	120	6	20.8	29%
Mai 2001	73.8	44.5	51.9	86	3	13.1	29%

Bassin de la Vézère :

La Vézère prend sa source sur le plateau de Millevaches, région qui connaît des fortes précipitations. Le bassin étudié est petit (52 km²) et seulement deux pluviomètres ont pu être utilisés pour estimer la lame d'eau précipitée. Cependant, les trois crues étudiées peuvent donner quelques enseignements sur le comportement du bassin.

En premier lieu, il faut noter les productivités de pointe du bassin qui sont élevées mais bien en deçà de celles mesurées sur la Dordogne amont ou sur la Maronne pour des fréquences équivalentes. Par ailleurs, même si les trois événements sont de période de retour proche vis-à-vis du débit de pointe (5 à 8 ans), les lames d'eau précipitées sont très variables d'un événement à l'autre : elles sont comprises entre 82 et 255 mm, inversement distribuées par rapport aux périodes de retour. La différence entre ces débits de pointe s'explique en partie par la période à laquelle les crues ont eu lieu : en effet, les deux premiers épisodes pluvieux sont tombés en février et ont induit un ruissellement extrêmement fort (autour de 75 %), alors qu'en 2001 les volumes de pluie ont été bien plus importants mais sont tombés en juillet, période à laquelle l'humidité des sols était plus faible. Cet événement n'a ainsi ruisselé qu'à hauteur de 31 %. Les forts débits atteints plus à l'aval en juillet 2001, malgré ce très faible taux de ruissellement, indiquent que des pluies identiques tombant sur un sol saturé aurait pu créer une crue bien plus importante sur tout le cours aval.





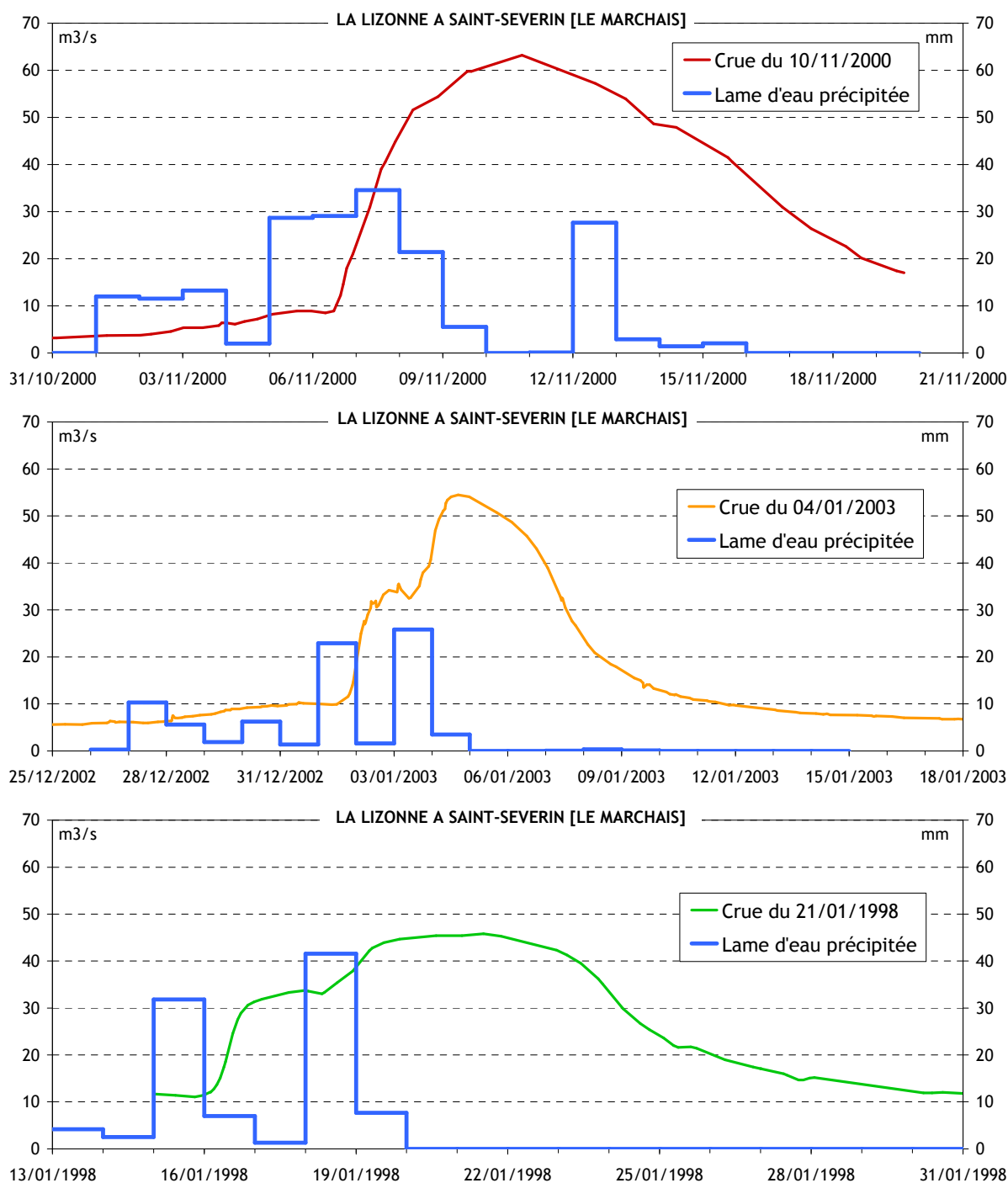
P3001010 La Vézère à Saint-Merd-les-Oussines [Maisonnial]					52 km ²		
Date	Précipitations	Volume de pluie	Débit de pointe		Période de retour	Volume de crue	Taux de restitution
	mm	Mm ³	m ³ /s	l/s/km ²	années	Mm ³	%
Févr. 2003	82.4	4.28	16.4	315	8	3.34	78%
Févr. 1990	180.6	9.39	15.4	296	6	6.92	74%
Juil. 2001	255.3	13.28	14.4	277	5	4.08	31%

Bassin de la Lizonne :

Le bassin de la Lizonne, affluent de la Dronne au relief plat, est quant à lui soumis à une influence océanique marquée, c'est-à-dire à des précipitations plus longues et régulières et moins intenses. La surface drainée à Saint-Séverin est de 640 km².

L'influence conjuguée du relief et des précipitations induit des hydrogrammes de crue bien plus plats que pour les bassins étudiés précédemment, avec un long temps de montée et une pointe peu marquée. Une des conséquences est donc la productivité de pointe extrêmement faible qui en résulte (à peine 100 l/s/km² pour l'événement le plus fort des trois). A noter que les périodes de retour des événements (source Banque HYDRO) semblent surestimées : une autre estimation des périodes de retour par la méthode de Gumbel est proposé dans le tableau de synthèse (en italique entre parenthèses).

Outre des débits de pointe écrasés du fait de la dynamique de réponse du bassin, la Lizonne présente des taux de restitution faibles comparés à la rareté des événements. Ils restent compris entre 37 et 47 %, alors que les phénomènes pluvieux présentés ici sont consécutifs à un fort taux de saturation en eau du sol. Ce phénomène trouve sans doute sa source dans la topographie plate du bassin, favorisant l'infiltration, ainsi que dans le caractère karstique de ce bassin, lui aussi limitant le ruissellement.



P8284010 La Lizonne à Saint-Séverin [Le Marchais]					640 Km ²		
Date	Précipitations	Volume de pluie	Débit de pointe		Période de retour	Volume de crue	Taux de restitution
	mm	Mm ³	m ³ /s	l/s/km ²	années	Mm ³	%
Nov. 2000	192.2	123.0	63.2	99	47 (26)	47.1	38%
Janv. 2003	79.9	51.2	54.5	85	22 (12)	24.2	47%
Janv. 1998	96.0	61.4	45.8	72	10 (6)	22.7	37%

3.2.3 - Productivité des bassins en crue, première synthèse de bassin

La productivité d'un bassin, notamment en crue, représente la quantité d'eau ruisselée sur un bassin versant et drainée en son exutoire. Elle est peut être exprimée soit en lame d'eau (mm) soit en débit spécifique (l/s/km²). Elle est dépendante de multiples paramètres : la topographie, la géologie, la nature et l'occupation du sol, la densité et la forme du réseau hydrographique, etc. sont parmi les principaux paramètres qui influent sur la productivité d'un bassin versant en crue, au premier rang desquels se trouve, bien évidemment, la pluviométrie. Le principal avantage de la notion de productivité est de pouvoir s'affranchir de la surface d'alimentation et de pouvoir comparer des bassins entre eux, même si leur superficie n'est pas équivalente.

Une distinction est à faire entre productivité en volume et productivité pour le débit de pointe : suivant l'analyse ou la problématique qui est visée, on s'intéressera plus aux volumes des crues (exprimés en mm ou l/m² ou milliers de m³/km²) ou aux débits maximum des crues (exprimés en l/s/km²).

Une comparaison des sous bassins de la Dordogne entre eux est ainsi possible, ceci afin de régionaliser les caractéristiques de productivité. La variable retenue pour l'analyse générale est le **débit maximum instantané de fréquence décennale** (données Banque HYDRO pour les stations où les chroniques sont suffisamment longues).

L'analyse de la productivité a été portée à trois niveaux (voir les trois cartes qui suivent) :

- Les têtes de bassin : prise en compte des stations les plus en amont des bassins versants ;
- Les principaux sous bassins ;
- Les quatre grands bassins (Dordogne, Vézère, Isle et Dronne).

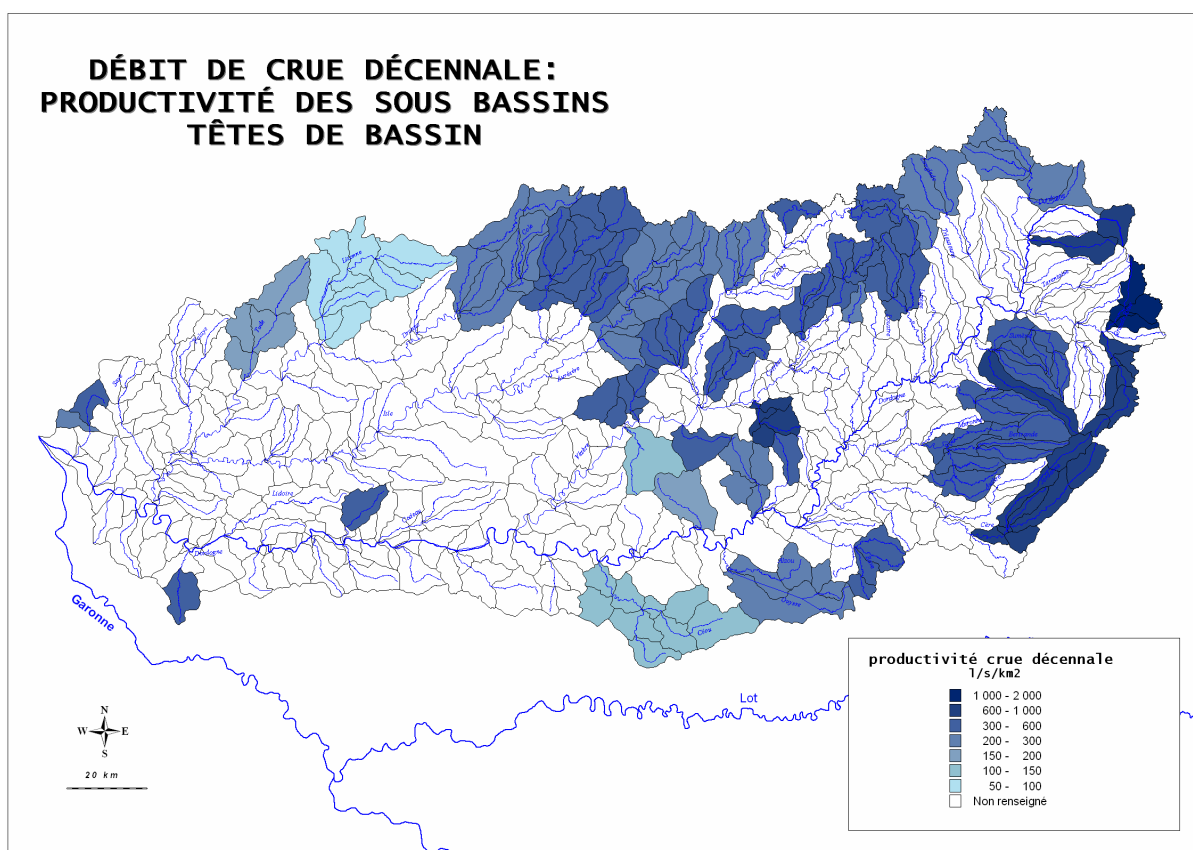
L'examen des productivités des parties situées à l'extrême amont des bassins (carte ci-dessous) permet dans un premier temps de souligner l'importance de la pluviométrie au niveau des trois "châteaux d'eau" du bassin : le Mont Dore, le Puy Mary (massif du Cantal) et le plateau de Millevaches. Sont concernés principalement les bassins amont de la Dordogne, de la Corrèze, de la Vézère, ainsi que les premiers affluents rive gauche de la Dordogne amont. Ces bassins peuvent non seulement recevoir des quantités pluviométriques très importantes, mais ils sont également très escarpés, ce qui accentue la formation de crues rapides et intenses, d'où une productivité en crue très élevée (environ 500 l/s/km² et pouvant aller jusqu'à 1 000 l/s/km² pour le bassin de la Rhue par exemple !).

Cependant, l'altitude et les fortes pentes n'entraînent pas obligatoirement de fortes productivités. En effet, la carte indique des débits spécifiques relativement faibles pour les premiers affluents rive droite de la Dordogne (Chavanon, Diège et Triouzoune) d'environ 200 l/s/km². Ce phénomène s'explique par la situation géographique de ces bassins : ils se trouvent à l'est du plateau de

Millevaches, qui agit comme une barrière face aux flux océaniques venant d'ouest, ce qui entraîne un certain déficit pluviométrique sur la zone.

Puis, d'est en ouest, les bassins amont voient leur débit spécifique de crue décennale diminuer : 300 l/s/km² pour l'Isle, 250 l/s/km² pour la Dronne, inférieur à 100 l/s/km² pour la Lizonne, etc.

Le caractère karstique de la zone médiane du bassin semble également avoir un impact sur les débits spécifiques des bassins concernés. Les bassins pour lesquels de la donnée statistique est disponible (bassins du Céou, de l'Ouyse, de la Borrèze et du Coly) voient leur productivité de pointe seulement comprises entre 130 et 230 l/s/km², et ce malgré l'importance de la pluviométrie dans cette région. Les bassins karstiques favorisent l'infiltration et les pertes et limitent le ruissellement, ce qui a un impact non négligeable sur les débits de pointe.

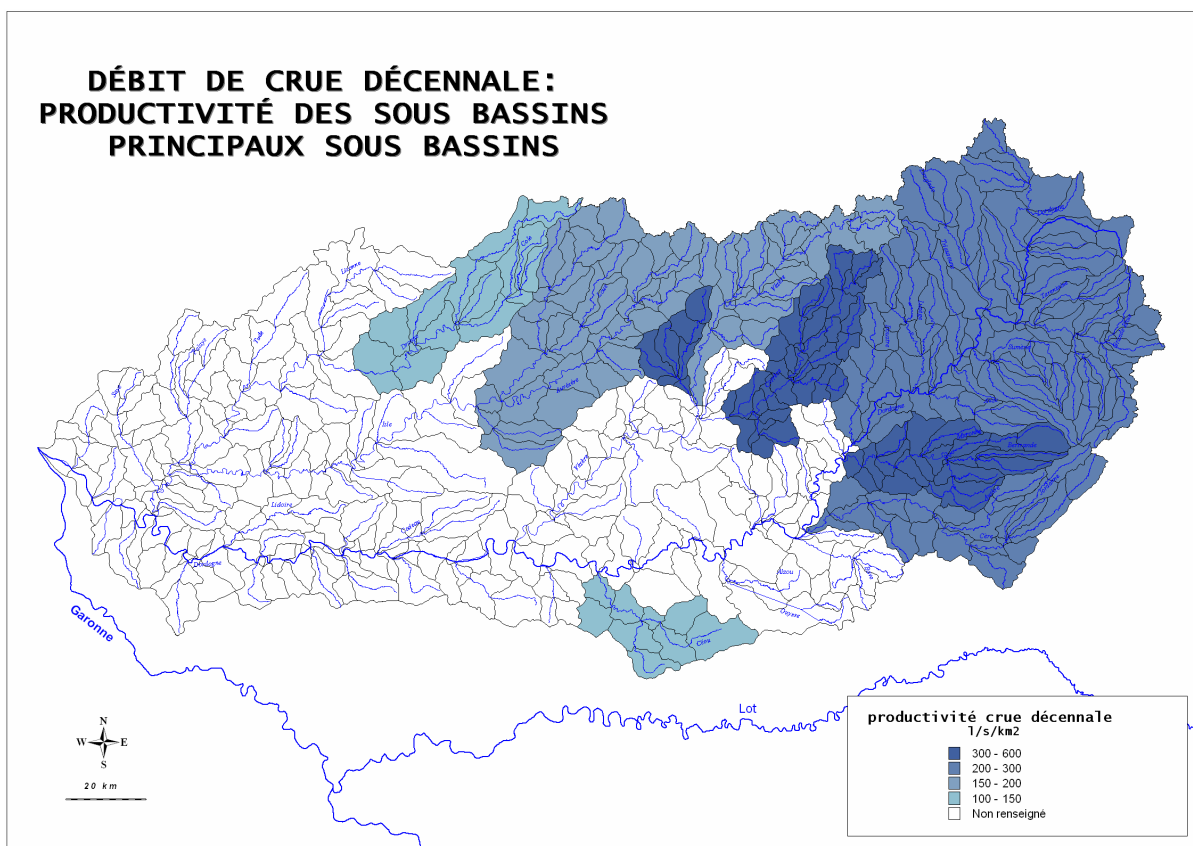


Carte 9 : Comportement hydrologiques : productivité des têtes de bassins

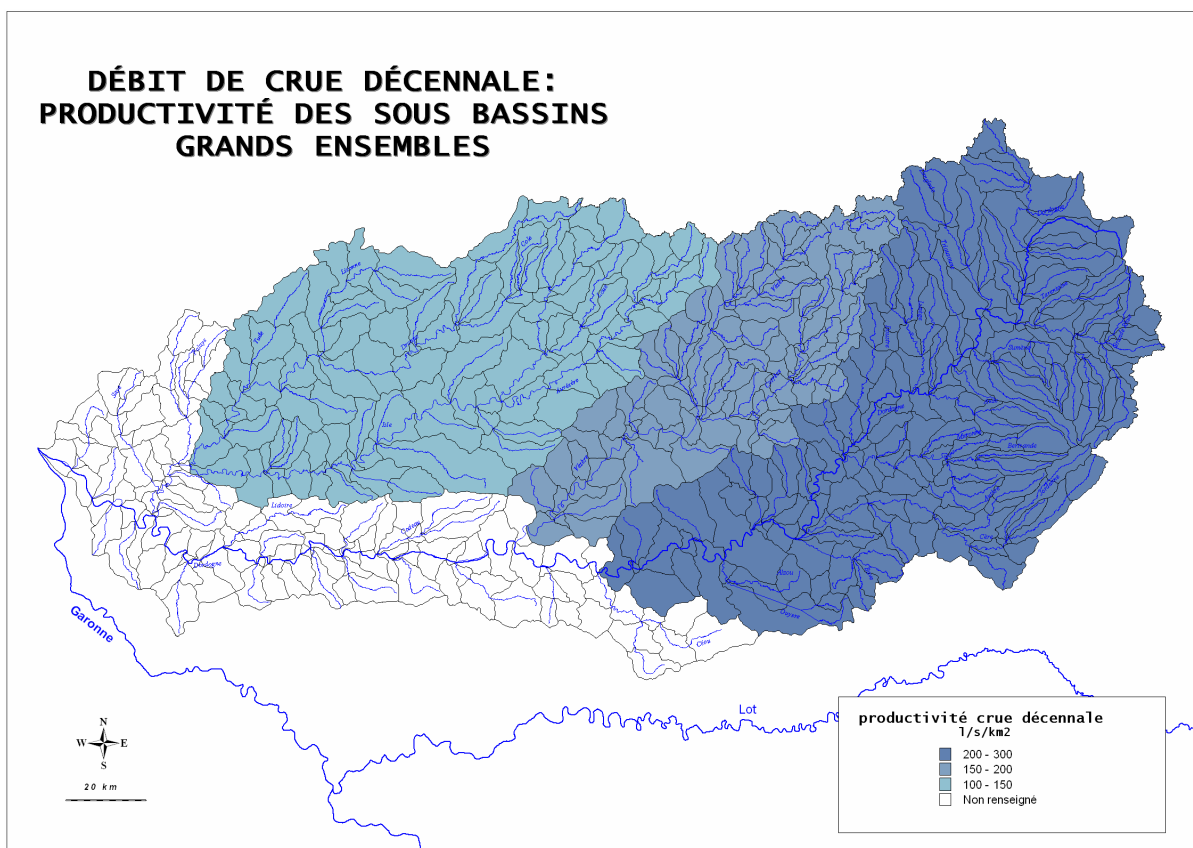
A une échelle plus grande, celle des sous bassins de la Dordogne, d'autres phénomènes peuvent être observés.

La carte ci-dessous montre notamment que les bassins les plus productifs sont la Maronne et la Corrèze, avec des débits spécifiques supérieurs à ceux de la Dordogne amont à Argentat. L'explication de ce phénomène est anthropique : les productivités de pointe de la Dordogne amont sont en effet fortement influencées par les aménagements conséquents depuis Bort-les-Orgues jusqu'à Argentat. La capacité de stockage de l'ensemble de la chaîne Dordogne induit un écrêtement des hydrogrammes de crue et, ainsi, une diminution du débit spécifique de pointe en sortie des barrages, même pour une crue de fréquence décennale.

A l'échelle des quatre grands ensembles du bassin (3^{ème} carte), une fois gommées les particularités des sous bassins, le débit spécifique de pointe de la crue décennale est d'environ 200 l/s/km² pour le bassin Dordogne à Cénac, 175 l/s/km² pour le bassin Vézère à Campagne, et 120 l/s/km² pour les bassins Isle et Dronne respectivement aux stations d'Abzac et Coutras.

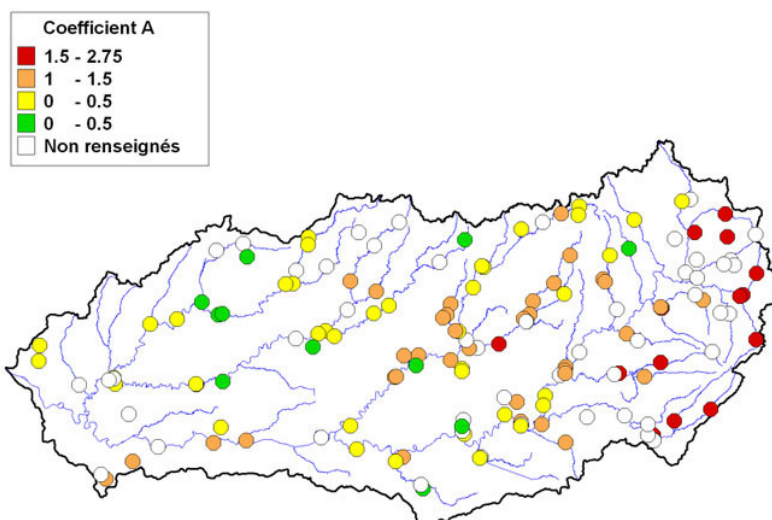


Carte 10 : Comportement hydrologiques : productivité des principaux sous bassins



Carte 11 : Comportement hydrologiques : productivité des 4 grands bassins (Dordogne, Vézère, Isle et Dronne)

Le passage de la pluie au débit suppose des règles de modélisation unitaire (production au km²) et des règles d'agglomération à l'échelle des bassins versants. Un travail de calage important est nécessaire et qui s'appuie à la fois sur le réseau des mesures hydrométriques et sur une analyse des données géographiques (pentes, occupation du sol, géologie, ...). Les données disponibles et mobilisées dans le cadre de cette étude montrent que ce travail de régionalisation et de calage est possible. On montre sur cette carte que les plus forts coefficients s'observent sur les zones les plus arrosées du massif central, mais que des événements localement forts peuvent être observés sur certains sous bassins Girondins.



Carte 12 : Carte des coefficients A de la relation $Q=AS^{0.8}$
où Q représente le débit de pointe de crue de fréquence décennale (m^3/s) et S la superficie du bassin versant.

3.3 - Chronique et caractéristiques des crues

3.3.1 - Les Plus Hautes Eaux Connues (PHEC), situation de référence pour l'aléa

Les chroniques hydrométriques importantes sur les stations aujourd'hui intégrées au réseau CRUDOR permettent d'avoir un recul sur l'historique des crues depuis environ le début du 20^{ème} siècle.

Grâce à ces longues chroniques, on peut recenser les Plus Hautes Eaux Connues (PHEC) sur le bassin de la Dordogne. Elles sont présentées dans le tableau ci-dessous, qui permet de les comparer à l'événement de référence centennale. On peut ainsi voir si le maximum relevé était plus que centennal ou non, sachant que le débit de référence pour les cartes informatives devrait correspondre à la plus forte de ces deux valeurs. A noter qu'une recherche sur une période antérieure à 1900 a été effectuée, grâce aux travaux de Maurice Champion.

Station CRUDOR	Cours d'eau	Débit de pointe de fréquence centennale (m ³ /s)	Hauteur associée (m)	Débit maximum relevé		
				Débit (m ³ /s)	Hauteur (m)	Date
ARGENTAT	Dordogne amont Vézère	2050	6,50	1999	6,30	17 février 1904
BASTEYROUX	Maronne	370	3,75	401	3,80	8 décembre 1944
BEAULIEU	Dordogne amont Vézère	2300	6,58	2044	6,20	22 octobre 1907
BRETENOUX	Cère	530	3,44	617	3,81	11 juin 1992
SOUILLAC	Dordogne amont Vézère	2428	7,02	2168	6,60	10 décembre 1944
CENAC	Dordogne amont Vézère	2359	7,32	2290	7,20	1944
UZERCHE	Vézère	225	3,34	281	3,85	4 octobre 1960
LE SAILLANT	Vézère	428	2,34	420	2,30	4 octobre 1960
LE BURG	Loyre	161	5,64	144	5,30	3 août 1963
BRIVE	Corrèze	429	3,32	850	4,90	4 octobre 1960
LARCHE	Vézère	1061	5,43	1329	5,94	4 octobre 1960
MONTIGNAC	Vézère	1121	8,17	1348	8,90	4 octobre 1960
BERGERAC	Dordogne aval Vézère	4218	8,76	3790 *	10,60	26 mars 1912
PESSAC	Dordogne aval Vézère	4081	9,67	3504	9,20	10 décembre 1944
CORGNAC	Isle	175	3,15	211	3,40	6 décembre 1944
EXCIDEUIL	Loue	127	3,43	132	3,48	22 septembre 1993
CUBAS	Auvézère	180	3,85	194	4,00	30 mars 1913
PERIGUEUX	Isle	622	4,46	630	4,50	8 décembre 1944
MUSSIDAN	Isle	644	4,76	898	5,25	18 février 1904
ABZAC	Isle	626	4,49	700	4,68	1944
ST PARDOUX	Dronne	86	2,37	105	2,70	17 février 1904
ST-JEAN	Cole	113	3,89	121	4,00	17 février 1904
BRANTOME	Dronne	163	3,23	161	3,20	17 février 1904
RIBERAC	Dronne	267	1,35	267	1,35	8 décembre 1944
AUBETERRE	Dronne	487	3,53	440	3,40	1944
COUSTRAS	Dronne	592	4,02	645	5,82	1944

 Débit maximum

 Débit maximum relevé correspond au débit de fréquence centennale

* La crue de 1728 aurait dépassé de 1,6 m la cote d'élévation maximale relevée le 26 mars 1912 (données issues du CD-Rom "Les inondations en France du VI^e siècle au XIX^e siècle" d'après l'œuvre de Maurice Champion, éditions Cemagref).

3.3.2 - La crue de 1944, un événement de référence pour le bassin avant les grands barrages

En décembre 1944, la dernière grande crue de la Dordogne, a marqué les esprits en raison de son caractère généralisé. Elle est effectivement l'événement le plus fort enregistré au XX^{ème} sur la Dordogne, la Dronne et une grande partie de l'Isle. Cette conjonction en fait d'ailleurs l'événement hydrologique d'origine fluviale le plus élevé, connu au niveau de la Dordogne estuarienne. Il ne faut cependant pas oublier que des événements plus importants sont probables, puisque la crue de 1960 sur les bassins de la Vézère a dépassé la crue de 1944 de près de 300 m³/s. Pour la Dordogne aval, cette crue a d'ailleurs une fréquence de référence comprise entre la crue trentennale et la crue cinquantennale.

Décembre 1944

Cours d'eau	Station	Hauteur d'eau (m)	Débit de pointe (m ³ /s)	Débit maximum annuel moyen (m ³ /s)
Dordogne	Argentat	5,50	1603	637
	Beaulieu	5,90	1868	716
	Carennac	7,60	1990	
	Souillac	6,60	2168	1040
	Trémolat	5,02	3351	
	Cénac	7,20	2290	1042
	Bergerac	10,50	3739	1490
	Pessac	9,20	3504	1645
Maronne	Basteyroux	3,80	401	116
Vézère	Uzerche	2,85	175	75
	Larche	4,90	822	362
	Montignac	7,90	1045	460
Auvézère	Cubas	4,00	194	85
Loue	Excideuil	3,24	108	47
Isle	Cornac	3,40	211	71
	Périgueux	4,50	630	257
	Mussidan	4,80	644	257
	Abzac	4,68	700	288
Cole	Saint-Jean	3,50	86	48
Dronne	Saint-Pardoux	2,40	88	28
	Brantôme	3,15	157	79
	Ribérac	1,35	267	75
	Aubeterre	3,40	440	197
	Coutras	5,82	645	221

3.3.3 - Débits de crue caractéristiques

Les débits de crue caractéristiques sont les débits associés à des périodes de retour, calculés par la méthode de Gumbel. Ces données proviennent de la banque HYDRO et sont regroupées dans des tableaux en annexe 1 ; elles concernent les cours d'eau Dordogne, Maronne, Cère, Vézère, Corrèze, Isle et Dronne et les périodes de retour 2, 5, 10, 20 et 50 ans. Un exemple concernant la Dordogne est présenté ci-dessous.

Le rapport moyen entre débit instantané de crue et débit moyen journalier de crue est également indiqué. Ce paramètre est intéressant car il montre bien que dans les têtes de bassins versant où ce rapport est grand, la crue ne dure que quelques heures alors que plus à l'aval, elle se développera sur un ou plusieurs jours consécutifs et mobilisera des volumes d'eau très importants.

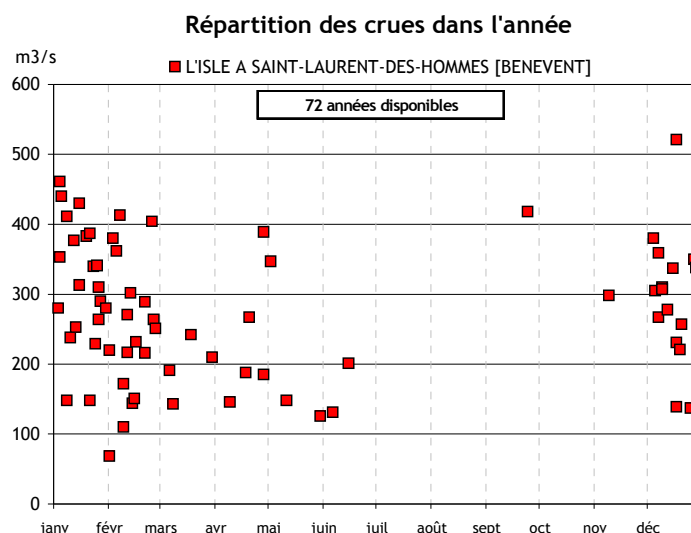
STATISTIQUES DE CRUES - Rivière DORDOGNE						
Période de retour (années)	2	5	10	20	50	Rapport Qi/Qj
Saint-Sauves-d'Auvergne (87 km ² - 77 ans)						1.80
Qj (m3/s)	22	35	44	52	63	
q (l/s/km ²)	256	405	503	597	719	
Argentat (4400 km ² - 77 ans)						1.04
Qj (m3/s)	606	876	1 060	1 230	1 450	
q (l/s/km ²)	138	199	241	280	330	
Carennac (6960 km ² - 40 ans)						1.08
Qj (m3/s)	722	956	1 110	1 260	1 450	
q (l/s/km ²)	104	137	159	181	208	
Souillac (7802 km ² - 106 ans)						1.08
Qj (m3/s)	718	927	1 070	1 200	1 370	
q (l/s/km ²)	92	119	137	154	176	
Cénac-et-Saint-Julien (8705 km ² - 106 ans)						1.04
Qj (m3/s)	1 040	1 430	1 690	1 930	2 250	
q (l/s/km ²)	119	164	194	222	258	
Gardonne (14600 km ² - 48 ans)						1.05
Qj (m3/s)	1 340	1 820	2 140	2 450	2 850	
q (l/s/km ²)	92	125	147	168	195	

Données Banque HYDRO

3.3.4 - Saisonnalité des événements

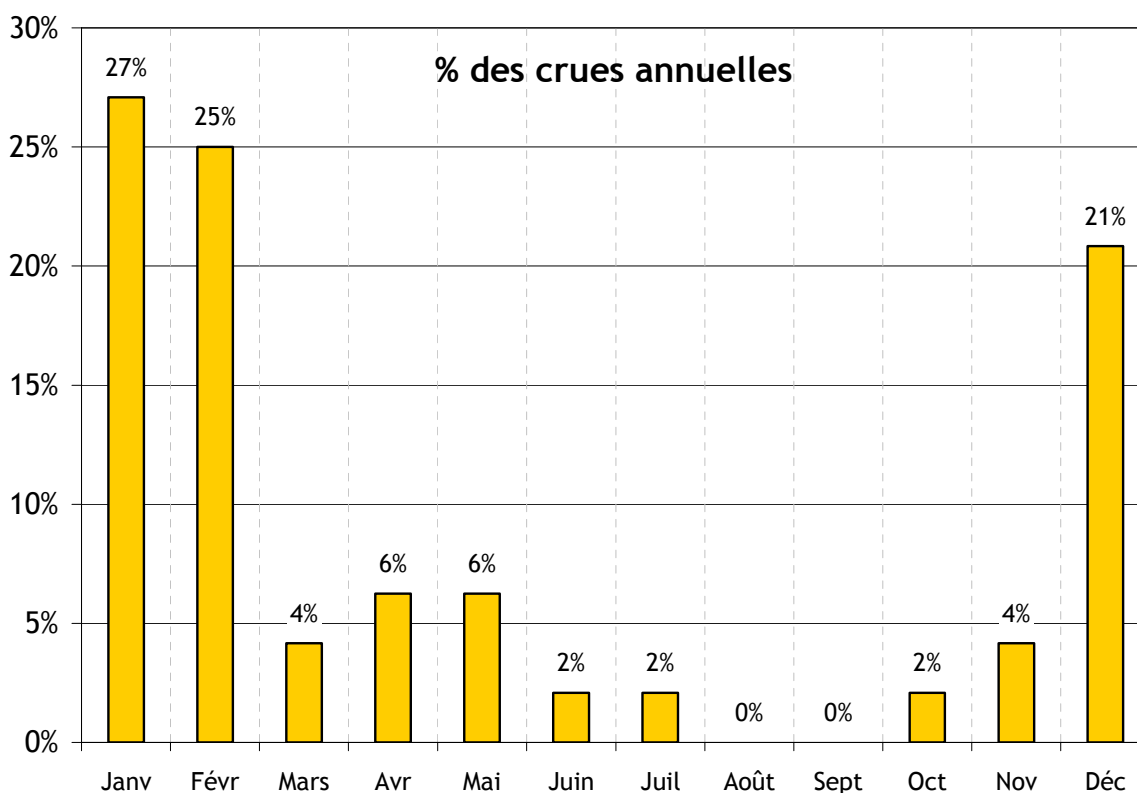
Les longues chroniques de débits permettent non seulement d'établir les débits de crue statistiques, mais également de préciser la saisonnalité des crues, c'est-à-dire la ou les périodes de l'année pendant lesquelles on a le plus de chance d'observer la crue la plus forte de l'année.

Pour ce faire, on représente sur un graphe l'ensemble des maxima annuels mesurés en fonction de leur date d'occurrence dans l'année (voir graphe ci-après). Il ressort un nuage de points, plus ou moins dense suivant les périodes de l'année : les périodes où le nuage est le plus dense indique une plus forte probabilité d'y observer une crue.



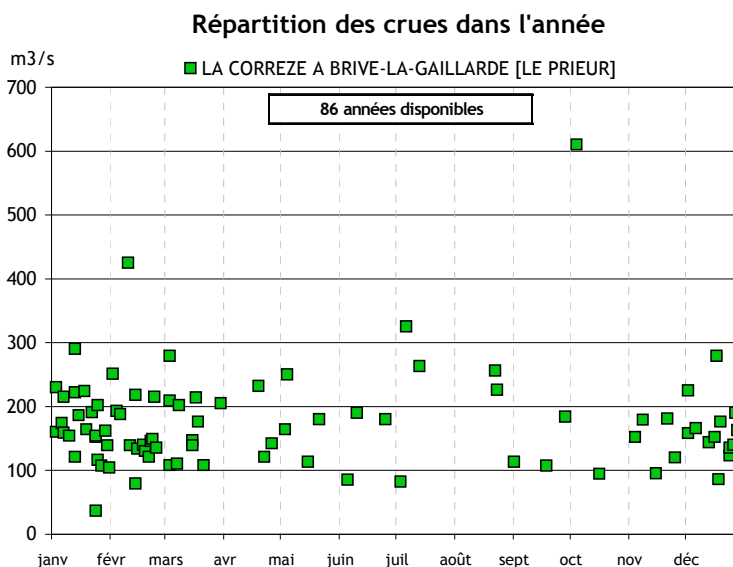
En toute rigueur, il conviendrait de représenter non pas les maxima annuels mais les valeurs supérieures à un seuil (méthode du Renouvellement), ceci afin de donner plus de poids aux années humides présentant plusieurs crues, et à l'inverse de ne pas faire entrer en ligne de compte les années sèches sans crue importante.

Un deuxième traitement présente la répartition mensuelle de ces crues annuelles (en pourcentage), pour une meilleure lisibilité que le nuage de points. Dans le cas de la station d'Argentat sur la Dordogne, cette illustration confirme la forte probabilité d'observer des crues importantes en période hivernale : environ trois quarts des crues annuelles ont été mesurées sur les mois de décembre à mars, les fortes crues printanières, estivales et automnales étant beaucoup plus rares.



Concernant le reste du bassin de la Dordogne, on peut noter des comportements similaires en terme de répartition temporelle des crues. En effet, les périodes propices aux crues restent pour l'ensemble des bassins la période hivernale de décembre à mars : occurrence comprise 71 et 77 % des crues annuelles pour les bassins Vézère et Corrèze (graphes suivants et annexe). Cette probabilité est encore plus forte pour les bassins Isle et Dronne, puisqu'elle est de 84 %.

Dans ce contexte, il convient de noter que ce qui est vrai régionalement peut être différent localement. Certains sous bassins sont soumis à des précipitations orageuses intenses en été, qui sont à même de provoquer des crues de grande ampleur. Le cas de la Corrèze, avec l'exemple de la crue de juillet 2001 – troisième crue la plus forte mesurée à Brive, en est une illustration. En analysant les graphiques de répartition des crues au niveau de la station de Brive (ci-après), on remarque que la Corrèze est le seul grand sous bassin à présenter une probabilité non nulle de forte crue au mois d'août. De plus, sur la période d'observation, quatre crues d'une période de retour supérieure à 5 ans (230 m³/s) ont été répertoriées en juillet et août.



Il est fortement probable que des événements violents et intenses aient lieu en été et automne sur de petits bassins versants du Cantal ou du Puy de Dôme mais aussi en Aquitaine, la saisonnalité des grandes crues étant surtout marquée à l'échelle des grands bassins.

3.3.5 - Décrire le développement de la crue: Typologie des hydrogrammes et introduction aux concepts de ralentissement dynamique

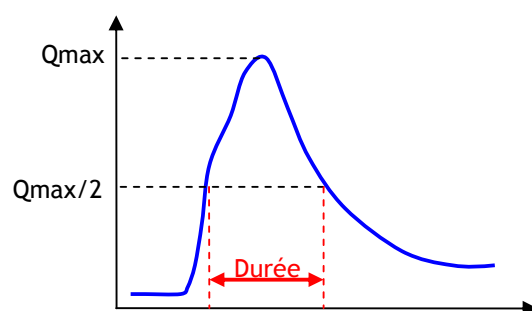
Concernant les hydrogrammes de crue, la toute première remarque à formuler est qu'il est difficile de s'en procurer. Les données anciennes sont des données papier, dont la numérisation est difficilement envisageable dans le cadre de cette étude préparatoire ; les données récentes, quant à elles disponibles sous forme numérique, présentent très peu d'événements majeurs à l'échelle du bassin. Par ailleurs, l'étude hydrologique du PAPI Dordogne n'a pas vocation à réaliser une étude complète des hydrogrammes de crue. La sélection des hydrogrammes a donc été limitée à deux événements par grand sous bassin ; ils sont présentés dans le tableau suivant :

Date	Bassin concerné
Septembre 1993	Isle
Janvier 1994	Dordogne, Vézère, Isle et Dronne
Janvier 1998	Dronne
Juillet 2001	Dordogne et Vézère

Les caractéristiques des hydrogrammes concernant leur forme, leur durée, leur temps de montée, etc. montrent une certaine variabilité d'un événement à l'autre.

Durée de crue :

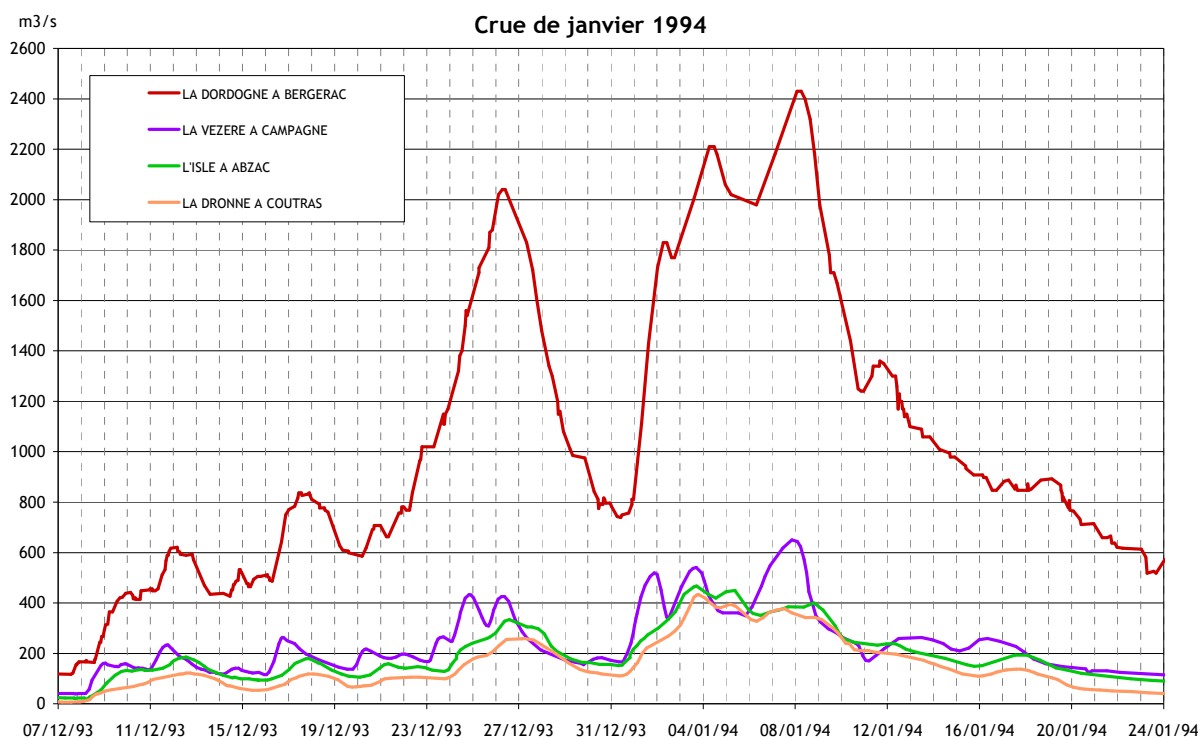
L'évaluation de la durée d'une crue n'est pas évidente car la délimitation de la fin d'une décrue est floue, et le retour au débit de base peut être très long. Même si elle peut poser problème dans certains cas, la méthode retenue est celle proposée par le Cemagref, qui définit la durée caractéristique d'une crue comme le temps pendant lequel le débit est supérieur au débit de pointe divisé par deux (cf. schéma). Elle permet de comparer facilement les événements et les bassins entre eux.



Cette définition de la durée donne, pour quelques stations, les valeurs suivantes :

- La Dordogne à Bergerac : 11 jours en 1994 et 3 jours en 2001 ;
- La Vézère à Campagne : 8 jours en 1994 et 2 jours en 2001 ;
- L'Isle à Abzac : 4 jours en 1993 et 10 jours en 1994 ;
- La Dronne à Coutras : 9 jours en 1994 et 3 jours et demi en 1998.

Avec seulement deux événements, on remarque donc une forte disparité dans les durées de crue, et ce pour tous les bassins. La principale raison de cette disparité provient surtout de la particularité de la crue 1994, qui a connu des durées de pluie peu communes. En effet, les premières montées des eaux ont débuté dès le mois de décembre 1993 et ont continué à alimenter les bassins – plus ou moins régulièrement et intensément – jusqu'au principal pic de crue de début janvier 1994. L'inertie des réponses des bassins versants a fait que plusieurs crues successives (voir les 3 pics de crue sur la Vézère du 1^{er} au 8 janvier) ont fini par engendrer un seul événement de durée très longue.



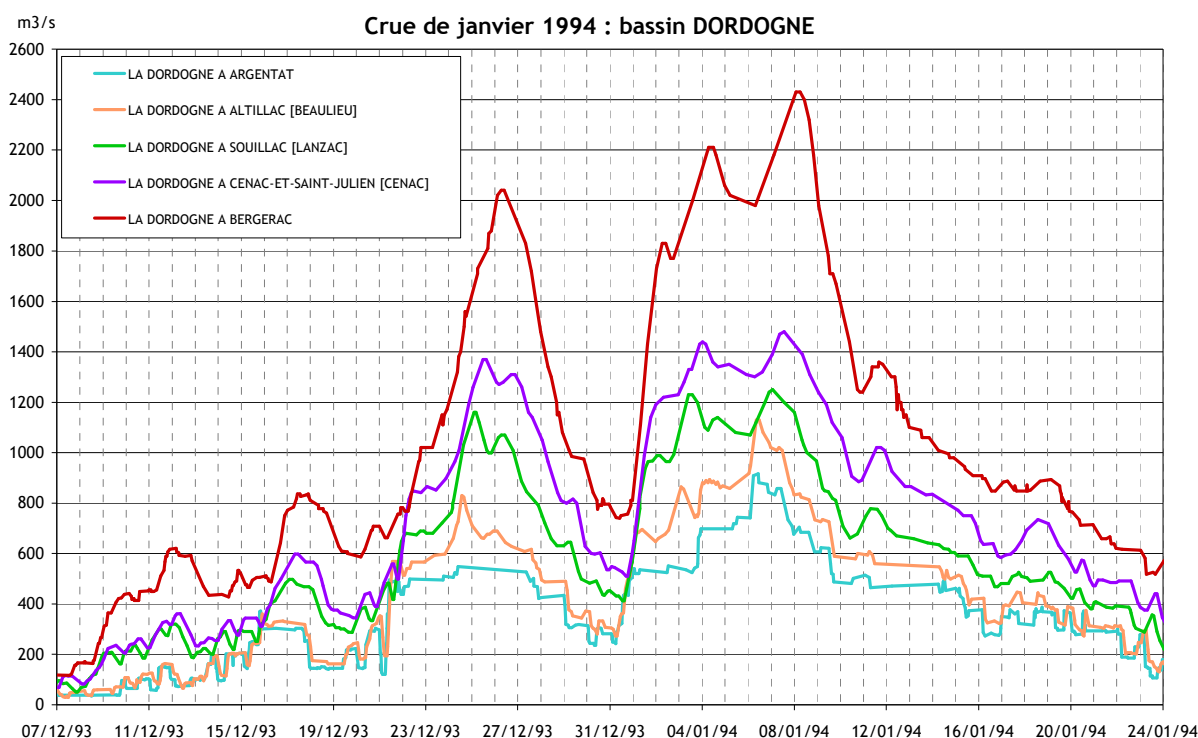
Pour un événement comme celui de 1994, les volumes de crue en jeu sont colossaux, même s'ils sont répartis sur plusieurs semaines. Pour exemple, le volume de crue ayant transité à Bergerac entre le 08/12/1993 et le 24/01/1994 est d'environ 4 milliards de m³.

La durée de la crue débordante définie dans bien des cas la durée de l'inondation qui constitue l'une des causes majeures des dégâts économiques. Nous avons recherché sur les dernières grandes crues renseignées la durée caractéristique durant laquelle le débit (et donc la hauteur d'eau) était supérieur à la crue décennale. Ce critère correspond effectivement à un niveau d'inondation que l'on peut considérer comme significatif par rapport aux enjeux socio-économiques. Sur l'exemple de la crue de 1994, on constate bien, que des durées de submersion supérieures à un jour sont envisageables dans les grandes vallées et que l'incidence des grands barrages en amont a eu sur cet événement particulier un effet bénéfique.

1994		Pointe :date	Pointe: Q m3/s	Q10 (m3/s)	Durée > Q10 en heure	Durée > Q10 en jour
LE SOUS BASSIN DE LA DORDOGNE						
LA DORDOGNE A ARGENTAT	P1350010	06/01/1994 10:35	916	1108	nulle	nulle
LA DORDOGNE A BRIVEZAC	P1630010	06/01/1994 10:59	1200	942	46	1,9
LA DORDOGNE A ALTILLAC [BEAULIEU]	P1650010	06/01/1994 11:26	1130	934	38	1,6
LA DORDOGNE A CARENNAC [RIVE-DROITE]	P2070020	07/01/1994 00:00	1270		nulle	nulle
LA DORDOGNE A SOUILLAC [LANZAC]	P2300010	07/01/1994 01:33	1250	1152	116	4,8
LA DORDOGNE A CENAC-ET-SAINT-JULIEN [CENAC]	P2380010	07/01/1994 13:27	1480	1762	nulle	nulle
LA DORDOGNE A BERGERAC	P5140010	08/01/1994 01:55	2430	2257	32	1,3

Temps de montée :

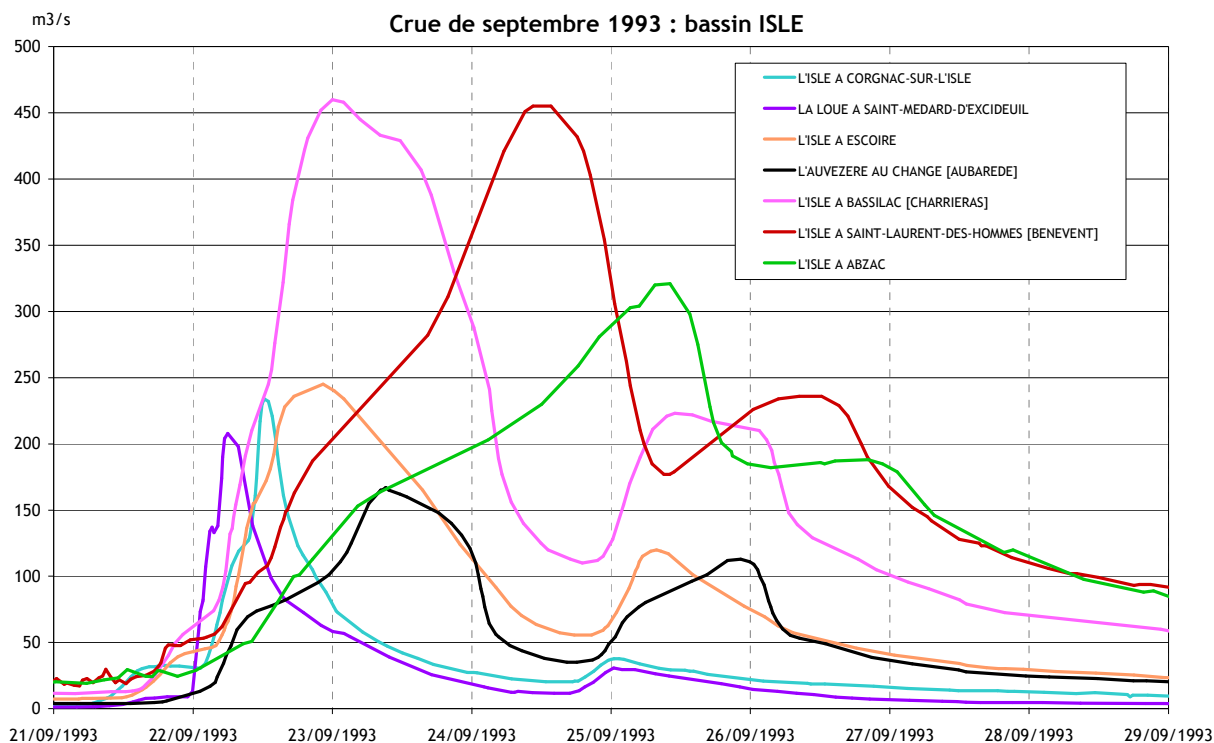
Là encore, les caractéristiques du temps de montée (durée entre le début de la crue et la pointe) peuvent être très variables pour un même bassin, et dépendent notamment de la dynamique des précipitations. Il est tout de même possible d'estimer ce temps de montée sur les hydrogrammes disponibles. Il est compris entre 3 jours et 3 jours $\frac{1}{2}$ pour les bassins Isle et Dronne respectivement à Abzac et Coutras, et entre 1 jour et 1 jour $\frac{1}{2}$ pour la Vézère à Montignac. Concernant la Dordogne, la montée des eaux est fortement influencée par la chaîne des grands barrages : en fonction de leur état de remplissage et de la gestion faite par EDF, l'augmentation des débits en sortie de chaîne est souvent étalée dans le temps et varie par paliers successifs. Ce contrôle de la montée des eaux a par la suite une influence nette sur les hydrogrammes des stations aval. Le graphe suivant (crue de 1994) propose une illustration du phénomène.



Evolution de l'hydrogramme : le ralentissement et l'écrasement de la pointe de crue dans les grandes vallées inondables

Lors de la formation d'une crue au sein d'un bassin versant et de sa propagation le long des cours d'eau, l'hydrogramme des débits mesurés évolue au gré des apports issus du ruissellement des versants, du transfert de l'onde de crue et des apports des affluents.

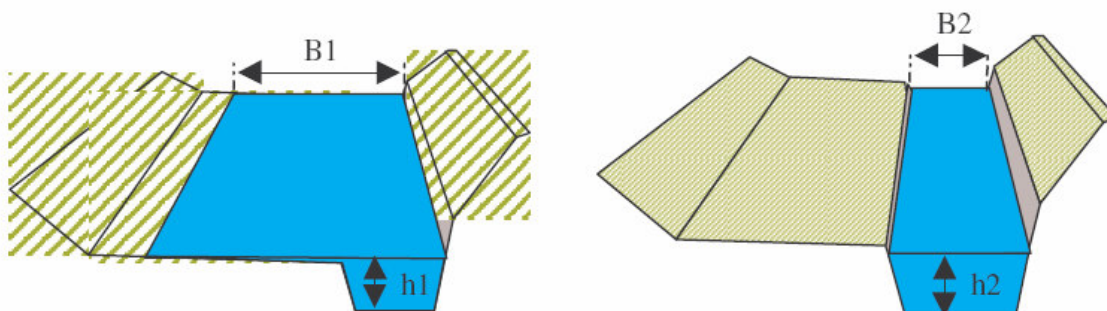
L'analyse de l'épisode de crue de janvier 1993 sur le bassin de l'Isle (graphe ci-dessous) permet d'obtenir un aperçu de l'évolution de l'hydrogramme de crue d'amont en aval. A noter que, suivant la fiabilité des stations, les valeurs de débit peuvent être légèrement faussées ; néanmoins la forme de l'hydrogramme est respectée.



La première station sur l'Isle à Cognac draine un petit bassin (432 km²), et son hydrogramme présente une forme étroite avec une montée et une décrue très rapide. La pointe atteint 234 m³/s, soit plus de 500 l/s/km² : sa période de retour est évaluée par la méthode de Gumbel et les données de la Banque HYDRO à plus de 300 ans ! Néanmoins, au-delà de 100 ans, l'estimation des périodes de retour est sujette à erreur car la période de retour augmente rapidement par rapport au débit. A noter que le même phénomène intense et bref a touché le bassin de la Loue, affluent de l'Isle, sur lequel le débit de pointe a atteint 1 000 l/s/km².

Ses deux crues ont conflué avec un décalage entre les pics d'environ 7 heures, ce qui a engendré un hydrogramme résultant à Escoire dont le débit de pointe a été à peine supérieur à celui mesuré à Cognac. Cet hydrogramme est donc beaucoup plus large et aplati qu'en amont de la confluence. Le débit spécifique de pointe est ramené par ce phénomène de déphasage à 270 l/s/km².

Entre Escoire et Bassilac, les apports intermédiaires proviennent principalement du plus grand affluent rive gauche de l'Isle, l'Auvézère. La forme de l'hydrogramme est ici peu modifiée ; c'est à partir de Périgueux environ que la plaine a un impact sur la forme de l'hydrogramme, notamment dû au phénomène d'inondation. Le champ d'expansion des crues a un effet sensible sur le laminage de l'hydrogramme (écrasement de la pointe et ralentissement). Rappelons que celui-ci résulte d'un effet de stockage d'une part et d'un effet d'atténuation purement hydraulique lié à la modification géométrique de la section d'écoulement. (cf. schéma ci-après).

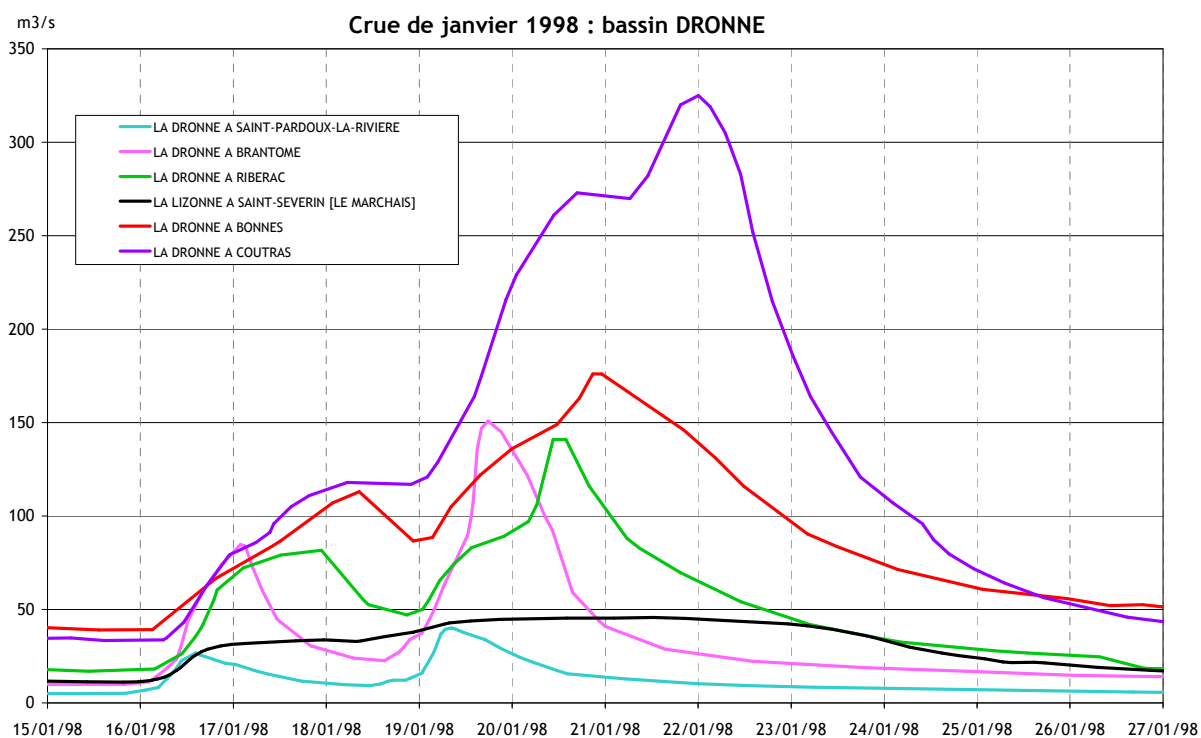
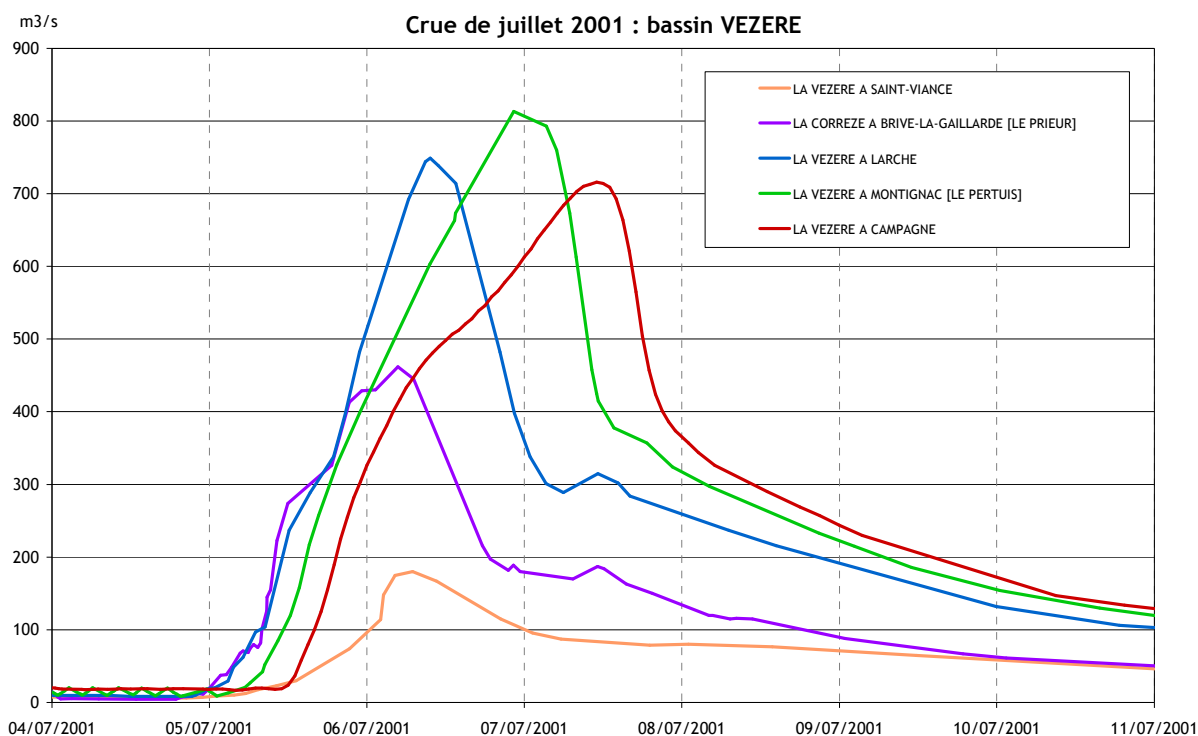


Les débits mesurés à Bénévent présentent deux inflexions dans la phase de montée des eaux. La première correspond au débordement du cours d'eau et au début de l'inondation de la vallée, provoquant ainsi le ralentissement de la montée des débits. A la deuxième inflexion, l'effet de stockage de la zone inondable semble diminuer, entraînant par là même le raidissement de la montée jusqu'au débit de pointe. Par ce phénomène de débordement et de stockage, la vallée a deux effets sur l'hydrogramme de crue : le retardement de l'arrivée du pic et la diminution du débit maximum par étalement des débits sur une période plus longue. Cet événement à Bénévent peut être considéré comme décennal.

La propagation de cet hydrogramme jusqu'à la dernière station de l'Isle à Abzac, voit celui-ci s'étaler encore plus, avec une diminution franche du débit de pointe (moins de 100 l/s/km²), ramenant la période de retour de la crue à 3 ans sur l'Isle aval.

Cet effet d'écèlement et de stockage de la vallée est également observable sur les autres grands bassins : sur la partie aval de la Vézère entre Larche et Campagne (crue de juillet 2001), ainsi que sur la Dronne, bassin présentant peu de relief et produisant des hydrogrammes relativement aplatis (crue de janvier 1998).

Sur l'axe Dordogne, la forme de la vallée semble avoir une influence sur les débits plus limitée, et ce jusqu'à Bergerac environ. Par ailleurs, la partie aval étant influencée par la marée, il est difficile de comparer des hydrogrammes sur ce tronçon de vallée et par conséquent de mettre en évidence une fonction d'écèlement ou pas. Ces observations semblent cohérentes avec la carte des zones inondables.



Les hydrogrammes montrent un très important phénomène de laminage sur la Vézère, l'Isle et la Dronne notamment. Ce point mérite d'être signalé car il conditionne la durée d'inondation des zones les plus exposées et il traduit probablement une mobilisation importante (et presque optimale ?) des zones d'écroulement ou de ralentissement dynamique, qu'il convient de préserver. Elle montre aussi la nécessité de tenir compte de ces phénomènes de laminage dans les modélisations éventuelles, d'une part pour éviter une surestimation des coefficients de ruissellement

(le volume de crue est écoulé sur une durée beaucoup plus longue que ce que dit le très théorique hydrogramme unitaire), d'autre part pour éviter la très classique forte sous-évaluation des durées de submersion, facteur essentiel pour les gestionnaires de crise : pendant combien de temps seront coupées les voies ? Pendant combien de temps faudra-t-il héberger des centaines de sinistrés ... ?

3.3.6 - Transfert de l'onde de crue : le temps de l'alerte aux populations pour les grands axes

L'étude des temps de propagation de l'onde de crue a été réalisée à partir des hydrogrammes de crue utilisés précédemment, et ils ont été confrontés aux temps de transfert moyens fournis par le SPC Dordogne. Ici, les temps de propagation sont pris comme l'écart en temps entre les pointes de crue, entre deux points de suivi hydrométrique.

L'intervalle de valeurs des temps de transfert, calculés à partir des hydrogrammes de crue, est dans l'ensemble important, ce qui rend les comparaisons entre deux crues délicates.

➤ Bassin de la Dordogne :

Bassin	Station amont	Station aval	Temps de transfert (heure)		
			Crue de janvier 1994	Crue de juillet 2001	Donnée Crudor
DORDOGNE	ARGENTAT	ALTILLAC [BEAULIEU]	1-2	/	3
	ALTILLAC [BEAULIEU]	CARENAC [RIVE-DROITE]	/	/	2
	ALTILLAC [BEAULIEU]	SOUILLAC [LANZAC]	12.9	/	11
	CARENAC [RIVE-DROITE]	SOUILLAC [LANZAC]	/	7.3	9
	SOUILLAC [LANZAC]	CENAC-ET-SAINT-JULIEN [CENAC]	9.5	5.3	8
	CENAC-ET-SAINT-JULIEN [CENAC]	SIORAC-EN-PERIGORD	/	4.1	/
	CENAC-ET-SAINT-JULIEN [CENAC]	BERGERAC	18.7	20.0	/
	CENAC-ET-SAINT-JULIEN [CENAC]	TREMOLAT	/	/	9
	SIORAC-EN-PERIGORD	BERGERAC	/	15.9	/
	TREMOLAT	BERGERAC	/	/	7
	BERGERAC	PESSAC-SUR-DORDOGNE	/	/	6
	GARDONNE	PESSAC-SUR-DORDOGNE	/	3.8	/

On note dans un premier temps qu'aucune information sur les temps de transfert n'est disponible en amont d'Argentat, soit un linéaire d'environ 140 km.

L'analyse des temps de propagation sur la Dordogne est rendue difficile car le pouvoir écrêteur des barrages transforme l'hydrogramme de crue "naturel" en un hydrogramme de forme plus plate en gommant les pointes : le repérage de la propagation des pointes est donc moins précis. Beaucoup de valeurs de temps de transfert sont manquantes. Ce point est présenté plus en détail dans le chapitre concernant les grands barrages EDF (§ 3.2 -).

Au vu des résultats disponibles, on constate une certaine adéquation entre les temps de transfert calculés et ceux transmis par la DDE. Depuis Argentat, il faut compter environ une quarantaine d'heures pour que le pic de crue arrive à Bergerac. Les vitesses de propagation de l'onde (à ne pas confondre avec la vitesse de l'eau) peuvent se déduire des temps de transfert et du linéaire de cours d'eau entre station ; ces vitesses sont donc variables elles aussi. Elles atteignent environ 2,5 m/s entre Argentat et Carennac, et comprise entre 1,2 et 1,5 m/s sur le cours aval de la Dordogne après Argentat.

➤ Bassin de la Vézère :

Bassin	Station amont	Station aval	Temps de transfert (heure)		
			Crue de janvier 1994	Crue de juillet 2001	Donnée Crudor
VEZERE	MONCEAUX	UZERCHE	/	/	4
	UZERCHE	LE SAILLANT	/	/	4
	UZERCHE	LARCHE	/	8.8	8
	LE SAILLANT	LARCHE	/	/	4
	LARCHE	MONTIGNAC [LE PERTUIS]	7.2	12.8	4-8
	MONTIGNAC [LE PERTUIS]	CAMPAGNE	8.8	12.6	/
	MONTIGNAC [LE PERTUIS]	TREMOLAT	/	/	9
	BRIVE-LA-GAILLARDE [LE PRIEUR]	LARCHE	/	4.9	3-6
	SAINT-YRIEIX-LE-DEJALAT [PONT DE LANOUË]	CORREZE	/	/	1.5
	CORREZE	TULLE [PONT DES SOLDATS]	/	/	3
	TULLE [PONT DES SOLDATS]	BRIVE-LA-GAILLARDE [LE PRIEUR]	/	1.2	4

Le bassin de la Vézère possède une dynamique particulière en crue, notamment au niveau de la confluence Vézère – Corrèze. Le temps de transfert d'une crue sur la Vézère est donc fortement influencé par les crues se produisant sur la Corrèze : suivant la manière dont les hydrogrammes s'additionnent (décalage des pics, prépondérance d'une des deux crues, etc...), le pic de crue résultant peut introduire un décalage important dans le temps de propagation de la crue apparent.

Entre la crue de janvier 94 et celle de juillet 2001, l'écart des temps de transfert est en moyenne de 5 heures :

Janvier 1994 :

- Larche – Montignac : 7 heures ;
- Montignac – Campagne : 9 heures.

Juillet 2001 :

- Larche – Montignac : 13 heures ;
- Montignac – Campagne : 13 heures.

Cette différence dans les temps calculés a sans doute pour origine un comportement hydraulique de la vallée différent : l'état initial du lit avant la crue (hautes ou basses eaux), le caractère intumescent ou non de la crue, la dynamique du débordement, la fonction d'écroulement de la vallée, etc. sont des paramètres qui peuvent être à l'origine de cette grande variabilité dans les temps de progression du front d'onde de crue.

Le cas de la Corrèze en 2001 montre quant à lui que les délais pour alerter des agglomérations comme Tulle ou Brive peuvent être extrêmement brefs : le 6 juillet 2001, la pointe de crue n'a mis qu'une heure et quart pour aller de Tulle à Brive. C'est d'ailleurs sur ce bassin que les vitesses de propagation calculées sont les plus grandes : en moyenne, elles vont de 3,5 m/s sur la Corrèze amont à 2,5 m/s sur la Corrèze aval.

Sur la Vézère, les vitesses de l'onde décroissent également d'amont en aval, de 3 m/s jusqu'à Uzerche à 1 m/s dans le val de Vézère.

➤ Bassin de l'Isle :

Bassin	Station amont	Station aval	Temps de transfert (heure)		
			Crue de septembre 1993	Crue de janvier 1994	Donnée Crudor
ISLE	CORGNAC-SUR-L'ISLE	ESCOIRE	10.2	10.1	/
	ESCOIRE	BASSILAC [CHARRIERAS]	1.6	8.4	/
	BASSILAC [CHARRIERAS]	PERIGUEUX	4.6	1.4	/
	PERIGUEUX	SAINT-LAURENT-DES-HOMMES [BENEVENT]	29.9	22.8	/
	PERIGUEUX	ABZAC	53.5	41.8	35
	PERIGUEUX	MUSSIDAN	/	/	15
	MUSSIDAN	ABZAC	/	/	20
	SAINT-LAURENT-DES-HOMMES [BENEVENT]	ABZAC	23.6	18.9	/
	AUVEZERE A CHERVEIX-CUBAS	CHANGE [AUBAREDE]	17.8	16.6	/

Ce bassin, comme celui de la Dronne, est beaucoup moins escarpé. Cela induit des dynamiques de crue plus lentes, et donc des temps de transfert plus longs.

En comparant la crue de 1993 à celle de 1994, on constate que certains temps de transfert sont relativement semblables. Par exemple, le temps de transfert, entre la station située à Corgnac-sur-l'Isle et celle située à Escoire, est de 10 heures pour les deux crues.

Les temps de transfert de Périgueux à Abzac (42-53 heures) sont très supérieurs aux valeurs fournies par la DDE (35 heures). Comme pour le val de Vézère, la progression du pic de crue a une variabilité forte suivant les conditions hydrauliques de la vallée et la forme de l'hydrogramme de crue.

Les vitesses de transfert sur l'Isle, hormis les extrêmes têtes de bassin, sont rarement supérieures à 1 m/s. Elles sont en moyenne de 0,6 m/s sur l'Isle aval.

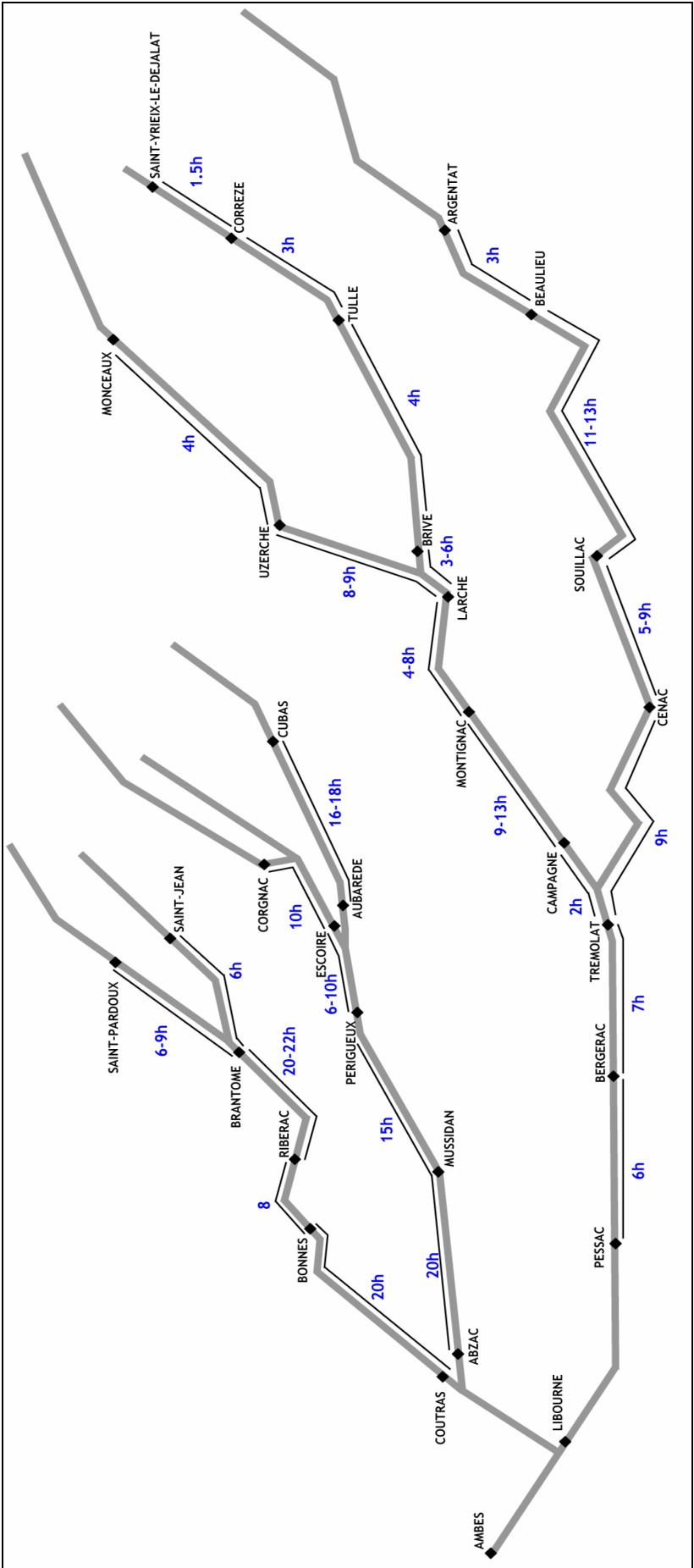
➤ Bassin de la Dronne :

Bassin	Station amont	Station aval	Temps de transfert (heure)		
			Crue de janvier 1994	Crue de 1998	Donnée Crudor
DRONNE	SAINT-PARDOUX-LA-RIVIERE	BRANTOME	9.0	9	6
	SAINT-JEAN	BRANTOME	/		6
	BRANTOME	RIBERAC	22.2	18-20	20
	RIBERAC	AUBETERRE	/		10
	RIBERAC	BONNES	7.8	10	/
	RIBERAC	COUSTRAS	28.1		30
	AUBETERRE	COUSTRAS	/		20
	BONNES	COUSTRAS	20.3	25	/

Le bassin de la Dronne est très similaire dans sa dynamique de crue au bassin de l'Isle. Les temps de transfert sont longs et les vitesses de propagation faibles (de 1,1 à 0,7 m/s d'amont en aval).

L'ensemble des temps de propagation moyens sont regroupés dans le schéma de bassin suivant et permettent d'avoir un point de vue synthétique sur le transfert de l'onde de crue même si, on l'a vu, celui-ci présente une grande variabilité.

Temps de transfert caractéristique du bassin



3.3.7 - Transfert de l'onde de crue dans les petits bassins versants : inégalité des populations devant le risque

L'inégalité des riverains devant le risque est lié à un mécanisme purement physique et incompressible déterminé par le temps séparant la prévision du phénomène et l'alerte des populations. Dans la basse vallée de la Dordogne aucune grande crue ne peut surprendre les populations car il lui faut plusieurs jours pour s'installer. En montagne, et sur tous les petits bassins versants quelques heures à peine séparent la pluie exceptionnelle (difficile à prévoir avec une marge d'incertitude inférieure à 40%) de la crue dramatique.

4 - LES ZONES INONDABLES

4.1 - Les cartes de zones inondables

4.1.1 - Origine et nature des cartographies

Dans le cadre du Plan d'Actions de Protection contre les Inondations (PAPI) sur le bassin de la Dordogne, un recensement des cartes de zones inondables détenues par les services de l'Etat dans les différents départements traversés a été effectué, puis un report automatique par géoréférencement a été fait à la fois sur la BD Carthage et les cartes de l'IGN au 1/25 000. Des atlas spécifiques associés à ce document présentent l'ensemble de ces cartes.

Les informations collectées et exploitées correspondent à deux types de cartes :

- Des cartes de contour des zones inondables, sans indications de hauteurs ni de vitesses ;
- Des cartes d'aléa ou de risque issues de Plans de Prévention des Risques (P.P.R.).

En réalité, il apparaît une forte hétérogénéité dans la nature de ces cartes, de sorte que le nombre de cas rencontrés est nettement supérieur à deux :

- Les cartes de contour des zones inondables proviennent de l'application de méthodes différentes et faisant probablement référence à des événements différents en termes de fréquence d'occurrence. Le tableau ci-dessous résume ces éléments ;
- Les cartes issues de P.P.R. portent des informations différentes d'un département à l'autre, certaines cartes faisant référence à un zonage du risque (zones rouges, bleues, vertes ...) et d'autres à un aléa.

Tableau : Origine des informations de zones inondables

Département	Cours d'eau	Méthode	Evénement de référence
Gironde	Dordogne	Modèle hydraulique	Crue centennale avec effet de marée, de surcotes marines et du vent dans l'estuaire
	Isle		
	Dronne		
Dordogne	Dordogne	Observations et modèle hydraulique	Crue récente ?
	Vézère		Crue centennale
Lot	Dordogne et affluents	Géomorphologie	PHEC et interprétation de l'encaissant.
Corrèze	Dordogne	Observations et géomorphologie ? + modèles hydrauliques locaux (Vézère)	PHEC et interprétation de l'encaissant.
	Corrèze		
	Vézère		
Charente	Dronne et affluent	Observations et géomorphologie	Repérage crue de 1944
Cantal	Cère et affluent	Observations et géomorphologie	PHEC et interprétation de l'encaissant

Ces différences de méthodes et d'appréciation de la notion de zones inondables conduisent potentiellement à des fortes différences au niveau des zones de transition, c'est-à-dire aux changements de départements. Plus que les méthodes employées, il semble que les écarts proviennent surtout de l'appréciation de l'événement de référence :

- ✓ Dans le département de la Dordogne, les zones inondables sont issues de modélisations qui sont parmi les plus anciennes du bassin ;
- ✓ En Gironde, la notion de période de retour de crue perd son sens du fait de la forte influence de la marée, des pressions, du vent dans l'estuaire, du débit de la Garonne ... En fait, dans une telle situation, on parle de scénarios hydrologiques ou d'événement, sans la rattacher à une fréquence d'occurrence ni à des débits de crue propre à la Dordogne. Quel est alors l'événement simulé à l'origine de cette cartographie et quelle est l'amplitude des phénomènes ?
- ✓ Dans le Lot, les zones inondables cartographiées corresponde à une interprétation de la géomorphologie et présente une enveloppe maximale, avec rattachements locaux à des PHEC, mais montrent l'extension en cas de très forte crue, sans tenir compte du fonctionnement hydraulique et hydrologique réel des vallées ;
- ✓ En Corrèze, la cartographie s'appuie surtout sur l'encaissant géomorphologique en partie amont des vallées ainsi que sur des modélisations et des observations de crue centennale pour la partie aval des vallées, notamment pour la Corrèze à Brive et la Vézère en aval de la confluence.

En conclusion, si ces cartes donnent une vision non homogène des zones inondables en se référant à des événements de fréquences différentes, il reste cependant le meilleur outil d'étude interrégional disponible aujourd'hui pour porter un regard argumenté sur le risque inondation dans le bassin. En revanche, les cartes produites ne peuvent en aucun cas servir à des arbitrages à caractères réglementaire. Ajoutons que la construction de ce référentiel, a été fastidieuse et que son entretien au fur et à mesure de la parution de nouvelles informations devra être programmé.

En l'état actuel des connaissances et des données disponibles, l'ensemble des zones inondables définies sur le bassin de la Dordogne (pas seulement la vallée de la Dordogne) a une emprise de 650 km² environ. Cette surface inondable correspond, après un calcul estimatif, à un volume d'eau dans la zone d'inondation d'environ 1,3 milliard de m³ ; ce volume est du même ordre de grandeur que l'ensemble des stocks hydroélectriques sur le bassin.

4.1.2 - Exploitation des cartes disponibles

L'analyse menée à ce niveau consiste en une première validation générale de la cartographie disponible de zones inondables. Compte tenu des remarques formulées plus haut, la cartographie n'est pas utilisable telle quelle et suppose à la fois une validation et une interprétation.

Par ailleurs, cette analyse a été menée surtout par rapport aux deux objectifs suivants :

- Evaluer et localiser les enjeux en zone inondable ; ce travail à nécessiter un gros effort de saisie cartographique et de traitement de la donnée, appuyé quant cela été possible sur de la photo-interprétation.

- Identifier des sites a priori favorables à un aménagement de dispositifs de ralentissement dynamique, sur la Dordogne ou ses affluents, pour disposer d'une première analyse de faisabilité de cette démarche.

Nota : Les éléments disponibles ne permettent pas, en l'état, d'évaluer sur l'ensemble du bassin les enjeux et les dommages potentiels pour plusieurs scénarios d'inondations, seul un événement étant cartographié pour de nombreux secteurs.

5 - PRECIPITATIONS, AMENAGEMENT DU TERRITOIRE ET CHAMPS D'INONDATION : SYNTHESE SUR LE DIAGNOSTIC HYDROLOGIQUE ET LA MAITRISE DE L'ALEA

5.1 - Les limites de la connaissance hydrologique

La production d'un diagnostic équilibré sur un bassin aussi vaste que celui de la Dordogne, passe d'abord par une revue des outils disponibles et de leurs insuffisances. L'objectif d'un PAPI est bien de passer d'un diagnostic à une action pour la réduction générale du risque.

Les premiers recensements que nous avons établis montrent aujourd'hui les limites actuelles que doit affronter une politique globale sur la Dordogne, avant même d'envisager une politique d'action ciblée sur le terrain. De façon synthétique, le schéma général de la démarche est le suivant :

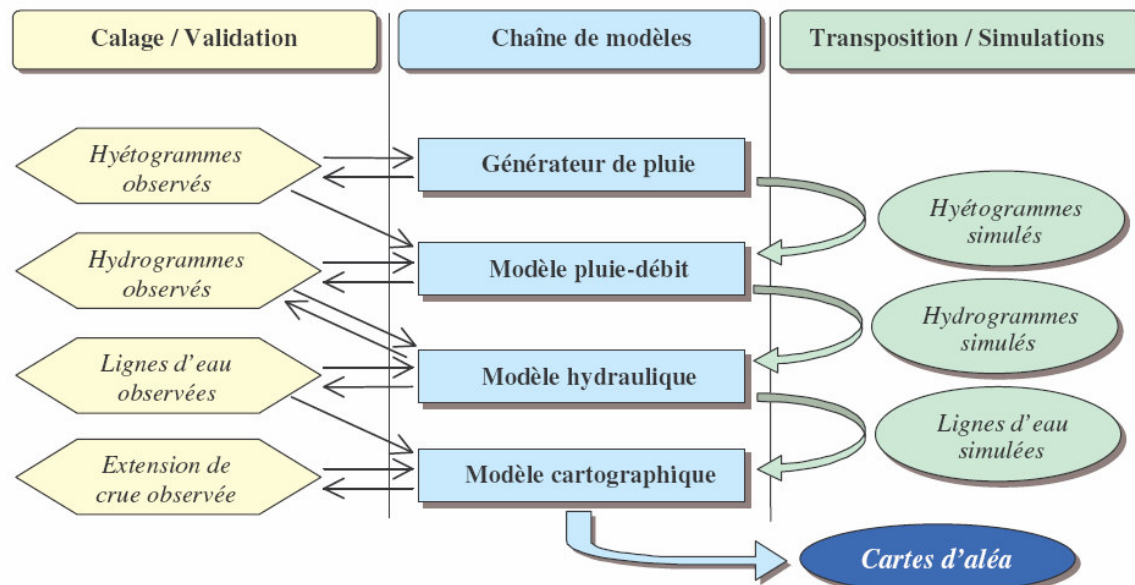
- Diagnostic hydrologique ;
- Conséquence hydraulique ;
- Evaluation fréquentielle et cartographie de l'aléa ;
- Qualification de la vulnérabilité et cartographie ;
- Croisement fréquentiel et cartographie du risque.

L'information technique : état des lieux d'une "fracture territoriale"

La société impose aujourd'hui deux types de demandes :

- Des certitudes sur le niveau de risque réel en tout point du territoire ;
- Des actions de correction tendant vers le risque zéro pour les populations sachant que ces deux démarches, si on pouvait les mener à leur terme se traduiraient par un coût infini.

La chaîne de production d'une information synthétique en tout point du réseau hydrographique suit le processus suivant :



*Modélisation des crues des rivières de moyenne montagne pour la gestion intégrée du risque d'inondation.
Application à la vallée de la Thur (Haut-Rhin). Nicolas KREIS – CEVH – ENGEES/ULP/2004*

On peut distinguer la première étape qui mène à la connaissance des débits et la deuxième qui traduit ces débits en cartes d'inondation.

Les débits de crues sur les petits bassins versants, de la pluie au débit

Le premier constat est l'inégalité des populations devant la réponse à ces exigences. Dès la première étape cette inégalité a deux origines :

1. D'une part le réseau de mesure ne peut prétendre à l'exhaustivité et de nombreux cours d'eau ne sont pas jaugés. L'état des lieux hydrologiques présenté ici a été construit en exploitant la totalité du réseau disponible dans la banque hydro soit 162 stations, dont 106 en service. L'essai de régionalisation des phénomènes de crues montre que les têtes de bassins versants ne sont correctement renseignées que sur le pourtour du grand bassin de la Dordogne. La plupart des affluents dans le département de la Dordogne et plus encore en Gironde n'ont pas de station hydrométrique. A l'inverse les grands axes Dordogne, Vézère, Corrèze, Isle et Dronne sont très correctement suivis ;
2. D'autre part le réseau d'alerte aux crues est fortement hiérarchisé au profit d'une prévision sur les grands axes. Les stations de l'amont sont suivies au titre de réseau d'alerte pour les populations aval. Les temps de réponse des petits bassins versants à une pluie exceptionnelle sont effectivement trop rapides pour s'inscrire dans le domaine d'application classique des modèles à propagation ;
3. Enfin, les informations météorologiques disponibles présentent une information riche en données journalières mais pauvre en données horaires. Or le pas de temps caractéristique d'une crue pour les petits bassins versants est généralement inférieur à quelques heures entre la pluie et la crue.

5.2 - Les facteurs naturels et l'occupation du sol

5.2.1 - Le bassin de la Dordogne, seulement 2% de surface artificialisée

Les informations sur le taux d'artificialisation du bassin, montre que l'influence de l'urbanisme est extrêmement modeste sur ce bassin à dominante rurale et forestière. L'incidence sur le régime des eaux des surfaces imperméabilisées ne peut donc être que localisé. Il s'agit en général d'un contexte urbain et les problèmes trouvent leur origine dans un mauvais dimensionnement des réseaux d'évacuation des eaux pluviales.

DONNEES CORINE LAND COVER 2000

	SHY	Surface du bassin km2	Territoires Artificialisés - km2	Territoires agricoles - km2		Forêts et milieux semi naturels - km2	Zones Humides - km2	Surfaces en EAUX - km2
				dont Cult.Perennes	dont Prairies			
Dordogne amont	P0	3 289	42	1561		1 650	10	26
				-	1 198			
	P1	3 302	74	1505		1 694	-	29
				8	1 028			
Dordogne moyenne	P2	3 070	50	1549		1 450	-	21
				36	550			
Vézère amont Corrèze	P3	2 450	75	1356		1 012	2	5
				10	670			
Vézère avl	P4	1 283	20	599		662	-	2
				3	185			
Dordogne aval Vézère	P5	2 395	62	1575		731	-	27
				554	226			
Isle	P6	3 749	99	2044		1 597	-	9
				41	416			
Dronne	P7	2 800	36	1676		1 086	-	2
				8	206			
Isle aval	P8	1 038	31	571		431	-	4
				177	87			
Dordogne estuarienne	P9	595	32	455		74	4	30
				201	67			
Total				5671				
				1 038	4 633			

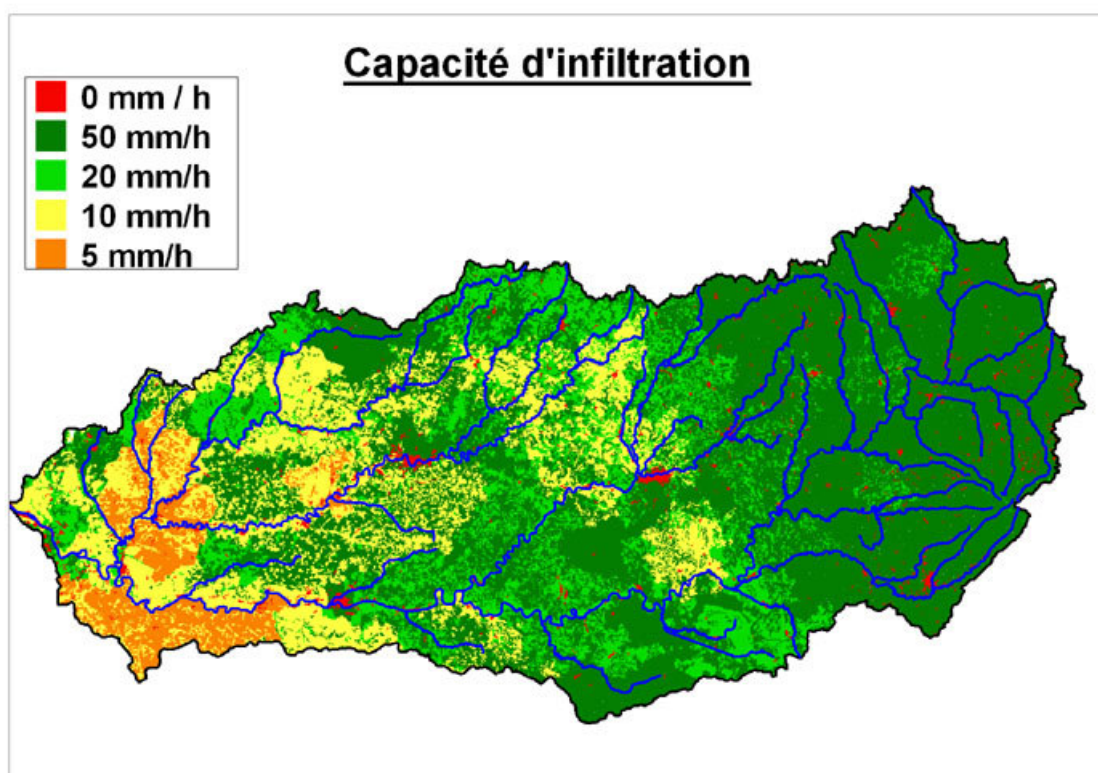
5.2.2 - L'environnement hydrogéologique, un indicateur insuffisamment mobilisé

Les constats effectués montrent que le compartiment hydrogéologique doit jouer un rôle déterminant sur la ceinture karstique. Sur ces secteurs nous observons des coefficients de ruissellement moitié plus faibles que sur les zones imperméables, et que l'état des nappes est sur ces bassins au moins aussi important que l'état hydrique des sols.

Aujourd'hui l'information piézométrique est insuffisamment mobilisé et peu interprété.

5.2.3 - Le sol et la maîtrise du ruissellement, un enjeu pour l'agriculture

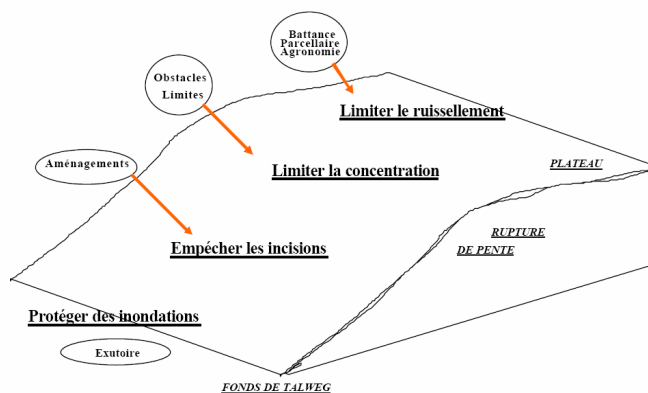
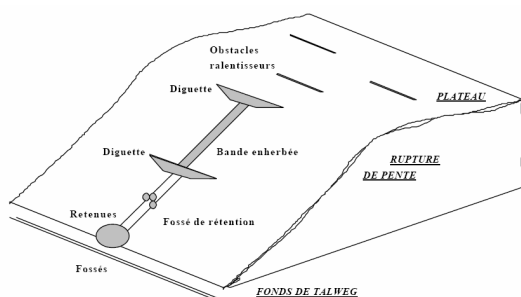
L'occupation du sol et notamment les stratégies agricoles peuvent peser sensiblement sur le ruissellement à l'échelle locale. Leur incidence sur les bilans globaux à l'échelle de chaque sous bassin est proportionnelle à l'extension des cultures et peut évoluer sensiblement en fonction de la période (sol nu, labour,...). Les premières interprétations issues d'un croisement systématique de ces données et d'un traitement informatique approprié (logiciel STREAM), montrent que la sensibilité du bassin au ruissellement est plus forte sur le cours aval en raison d'une plus grande sensibilité des sols à la battance et d'une couverture végétale moins dense.



Carte 13 : Carte sensibilité du bassin au ruissellement

On montre par ailleurs que la maîtrise du ruissellement se fera essentiellement au travers de stratégies agricoles ou forestières et très marginalement au niveau des surfaces urbanisées. Les zones les plus "imperméabilisées" présentées en rouge sur la carte correspondent en effet, aux périmètres urbains, aux rivières et plans d'eau. Pour les agglomérations, l'enjeu ne peut être que strictement local et relève surtout d'une gestion efficace du réseau pluvial. **On montre surtout au travers de ces cartes à l'échelle de la Dordogne que la gestion du risque de crue ne se réglera pas avec des bassins de rétention d'orage en aval des zones bâties, mais davantage par un traitement approprié des zones rurales.**

Ces actions de maîtrise du ruissellement permettent des bénéfices sur la réduction du nombre d'épisodes "de hautes eaux" et favorisent une meilleure valorisation de l'eau au niveau du sol et une meilleure recharge des nappes sous jacentes. Cette gestion passe surtout par une action sur les terres labourées et présente l'immense intérêt de réduire en même temps l'érosion des sols. Elle s'organise donc au niveau de chaque parcelle et les éléments d'éco-conditionnalité de la PAC (bandes enherbées, rotation des cultures, ..) contribuent à cette incitation. Une première recommandation pourrait porter sur les secteurs analysés comme présentant le plus de risque (vignobles et grandes cultures de printemps). Une modélisation spécifique sur le bassin de la Tourmente montre qu'une réduction sensible du ruissellement peut être obtenue en fonction de l'évolution des paramètres de ruissellement des parcelles labourées.



Documents chambre d'agriculture du Pas de Calais

5.2.4 - Forêt et maîtrise du ruissellement

La maîtrise du couvert végétal apparaît à ce jour comme la meilleure action possible pour ralentir les transferts d'eau sur les versants. Il convient cependant de préciser que pour de nombreux auteurs, c'est surtout la nature des sols (épaisseur et porosité) qui joue un rôle significatif sur le régime des crues. Ainsi, en altitude, des prairies peuvent avoir la même efficacité sur la réduction des volumes de crue qu'un couvert forestier.

Par ailleurs, et comme pour l'agriculture intensive, il est régulièrement mis en exergue le rôle des techniques d'exploitations forestières et notamment les travaux d'hydrauliques associés au réseau des pistes comme facteur accélérant la transmission.

5.2.5 - Les tourbières

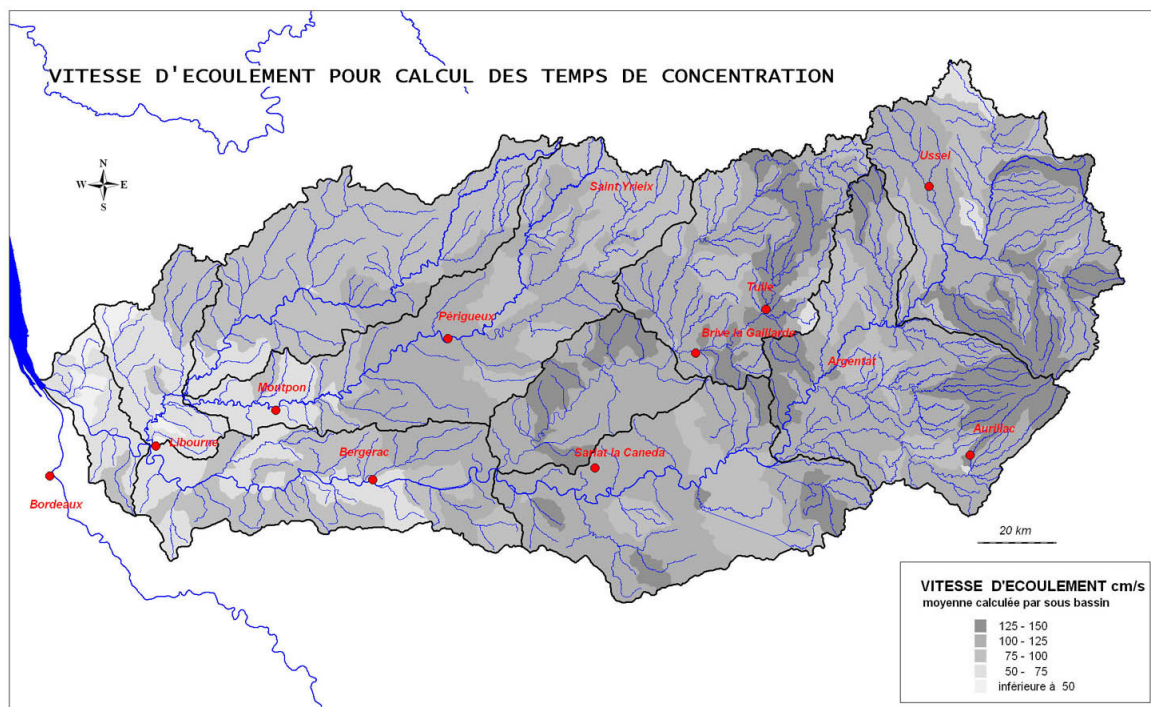
La protection des zones humides d'altitude est souvent mise en avant au titre de leur contribution à l'écêtement des crues. Le rôle de ces milieux sur l'hydrologie peut se comprendre en reprenant l'image d'une éponge souvent citée, mais qui nécessite que l'on aille au bout de la métaphore. Une éponge saturée d'eau ne peut pas stocker plus d'eau et une éponge toujours sèche n'a plus le statut de zone humide. En fait ce sont les variations de stock d'eau qui sont importantes avec deux paramètres clef : la capacité "hydrologiquement utile" de ces secteurs et leur vitesse de vidange. Si la tourbière est saturée avant la crue, ce qui arrive fréquemment en période hivernale ou printanière, le rôle d'écêtement sera minime. En revanche sur un premier événement pluvieux, l'impact sera sensible et la tourbière jouera alors pleinement son rôle de stockage provisoire.

Sur les hauts bassins de la Vézère, de la Corrèze, de l'Isle et de la Dronne, le relief de plateau et la nature géologique du sous-sol est souvent favorable au développement de zone de stockage naturelle superficielle. La présence de nombreuses zones humides est aujourd'hui le meilleur élément d'action disponible pour une réduction des volumes écoulés en crue, qui pour être sensible nécessite une gestion à grande échelle.

5.2.6 - La pente facteur d'aggravation du ruissellement

Dans les secteurs les plus accidentés le risque de crue est renforcé par l'effet de la pente qui agit surtout sur les temps de concentration puis sur les vitesses d'écoulement dans le cours d'eau. Ces notions sont importantes car elles augmentent la sensibilité d'un bassin à des événements brefs et violents et contribuent à rendre plus incertaines des actions de prévision en temps réel. Le SPC recommande de respecter un délai minimum de deux heures pour proposer une prévision avec une

vitesse de concentration de l'ordre de 1m/s en montagne, on en déduit qu'aucun bassin dont la longueur est inférieure à 8 km ne permet d'établir une prévision fiable en temps réel pour peu que l'on dispose des bonnes informations pluviométriques. Dans l'analyse des coefficients de ruissellement, le critère pente vient généralement accentuer la productivité des bassins.



Carte 14 : Moyennes des vitesses d'écoulement par sous bassins pour le calcul des temps de concentration

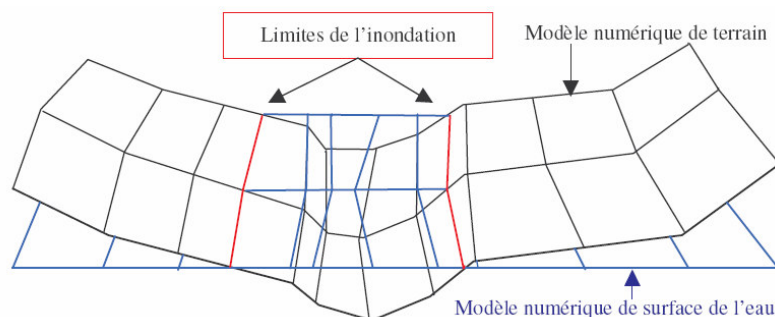
5.3 - Grandes rivières et plaine inondable, le domaine de l'hydraulique : modélisation ou constat

La génération des débits de crue en amont des grands cours d'eau, peut partiellement être maîtrisée pour des événements modérés, mais on constate que tout système peut être saturé et conduire à une crue majeure. L'enjeu est alors d'accompagner le phénomène et d'en limiter les dégâts au maximum.

La relation entre des mesures de protection et leur efficacité passe nécessairement par une modélisation hydraulique des écoulements qui seule permet de relier en tout point de la vallée un débit à un niveau de ligne d'eau.

Les approches géomorphologiques qui présentent l'avantage de définir l'enveloppe des événements probables ne permettent pas de "calcul" hydrologique précis, c'est-à-dire la mise en évidence d'une fréquence de submersion. De même la définition de la hauteur d'une digue, de protection ou l'analyse de l'impact d'un casier d'inondation ou d'une plaine d'épandage ne peut pas échapper à cette étape de calcul.

Aujourd'hui la principale limite de ce type d'approche est la précision du fond altimétrique disponible. L'ordre de grandeur objectif de cette précision nécessaire est métrique pour la dimension surfacique et décimétrique pour l'altitude. Le MNT exploité dans la présente étude est suffisant pour dégager les grands ensembles géomorphologiques, mais trop imprécis (pixel de 75mx75m et précision altimétrique de l'ordre du mètre) pour permettre une exploitation hydraulique.



Les relevés topographiques effectués dans le cadre des PPRI qui sont passés par de la modélisation hydraulique pourraient sans doute être valorisés à l'échelle des vallées. Il faudrait donc les regrouper pour permettre une description globale du fonctionnement ou engager une campagne de mesure spécifique (par exemple en relevé laser) sur les secteurs d'intérêt.

Les intérêts de la modélisation sont de deux natures différentes :

1. Au droit d'un enjeu de protection fort, agglomération par exemple, une différence de cote de quelques décimètres voir l'identification de champs de vitesse distincts auront des répercussions économiques sensibles. Un effort de modélisation est donc utile.
2. A l'échelle du val, le calcul vise surtout à apprécier l'incidence de l'ouverture ou la fermeture de tel ou tel champ d'expansion des crues sur le laminage de l'hydrogramme (écrasement de la pointe et ralentissement). Rappelons que celui-ci résulte d'un effet de stockage d'une part et d'un effet d'atténuation purement hydraulique lié à la modification géométrique de la section d'écoulement.

Ces phénomènes peu marqués dans les petits bassins versants encaissés, fonctionnent aujourd'hui sur le bassin comme le prouvent les hydrogrammes de crue, des principaux axes :

- Sur la Vézère, entre Larche et Campagne ;
- Sur l'Isle entre Bassilac et Périgueux et en aval de Périgueux. ;
- Sur la Dronne dans le Ribéraçois ;
- Sur la Dordogne amont dans la chaîne des barrages qui constitue "une zone inondable" artificielle, et sur la Dordogne aval qui présente le plus grand champ d'expansion, nous manquons d'événements historiques récents pour observer cet effet ; soit le débit des crues a été fortement écrêté par les aménagements EDF, soit l'incision du lit a limité les débordements et donc le laminage dans le lit majeur. Le profil des maxima statistiques de crue journalière est cependant explicite. Le rôle de cet écrêtement est majeur pour le cours aval de la Dordogne. Par exemple, pour Bergerac, les zones les plus productives du bassin se situent toutes à un temps de transfert voisin de 35 heures. Or en 2001, l'écrêtement de la pointe de crue par débordement dans le Val de Vézère entre Montignac et Campagne, a retardé le maximum d'une durée estimée à 8 heures minimum et l'a réduit de $100\text{m}^3/\text{s}$ en pointe. Si l'on devait supprimer ou atténuer une part de cet effet en réduisant les débordements dans le val de Vézère, alors le risque d'une conjonction des maxima Dordogne et Vézère pourrait être très sensiblement modifié.

L'analyse hydromorphologique montre que d'autres bassins affluents contribuent à cet écrêtement :

- Pour la Dordogne, la Tourmente médiane et la Sourdoire, la Cère en amont de Saint Etienne de Cantalès et la Cère aval, le Mamoul aval, la Bave, le Céou aval, l'Ouyse ;
- Pour la Vézère, la Corrèze dans le pourtour de Brive et la zone de confluence Loyre, Vézère, Corrèze ;
- Pour le bassin de l'Isle, la Loue et l'Auvezère ;
- Pour la Dronne, la Lizonne et la Tude (zone inondable en cours de cartographie).

Le tableau ci-après présente la surface de bassin versant en amont de ces affluents et la surface de zone inondable. Elle représente aujourd'hui plus de 17% des zones inondables cartographiées sur le bassin.

Rivière	Surface du BV (km ²)	Surface de zone inondable (km ²)
La Bave	78	7,12
Le Mamoul	58	8,25
La Tude	323	
La Lizonne	416	20,14
La Loue	280	0,93
L'Auvezère	497	7,31
La Corrèze (Brive)	169	6,29
Confluence Loyre, Vézère, Corrèze	247	17,28
La Tourmente	135	8,45
La Sourdoire	119	5,39
Le Céou aval	97	6,27
La Cère aval	85	6,16
La Cère amont	68	5,04
L'Ouyse	410	5,42
TOTAL	2 984	104,06

Quoiqu'il en soit, le "service" rendu par ces écrêtements est évident pour les populations en aval mais aussi plus globalement pour l'écosystème alluvial qui profite normalement de l'effet régénérateur de ces événements.

Le calcul économique du risque, permis par le croisement d'une fréquence et d'un niveau d'impact (hauteur et durée de submersion, vitesse) ne peut se faire qu'en exploitant une modélisation hydraulique fine.

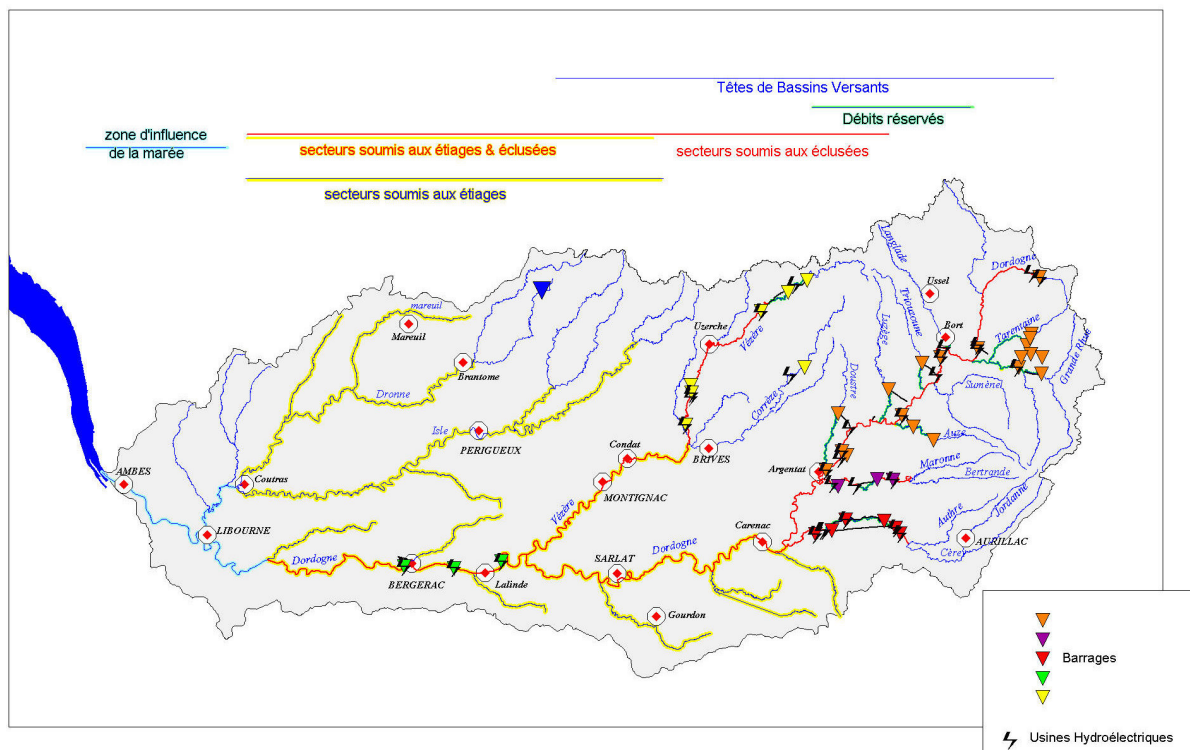
5.4 - Incidence sur les crues des grands barrages

5.4.1 - Les différentes zones impactées

L'incidence sur les crues est très variable selon les tronçons concernés. Le principal facteur d'impact potentiel est le volume utile cumulé des stockages amont. Il est nécessaire de distinguer :

- **Les plans d'eau des grandes retenues** sont soumis à des variations de niveau appelées marnages. En crue, ce marnage peut être relativement rapide et, sur certains plans d'eau, dépasser la dizaine de mètres en crue ;
- **L'aval des seuils de dérivation** des cours d'eau et des grands barrages. Ces zones sont soumises à un régime de débit minimum le plus souvent déterminé par la valeur du débit réservé. Ce régime de débit réservé peut être interrompu grâce au déversement en fortes eaux. La fréquence de ces déversements dépend du débit dérivable et stockable et donc être très rare si la capacité de dérivation et de stockage est très importante (cas du Doustre ou des gorges de la Cère par exemple). Dans ce cas, le déversement en crue peut être particulièrement surprenant et donc dangereux ;
- **L'aval des usines hydroélectriques**, où le débit évolue au gré des débits turbinés. C'est notamment la zone soumise à éclusées. Lorsque l'usine est située en pied d'un grand barrage (exemple de Bort les Orgues) le régime des eaux fluctue entre le débit réservé et le débit d'équipement plus d'éventuel déversements. Le passage vers le régime de crue se fait de façon plus progressive sachant que les consignes de crue imposent généralement de ne pas passer brutalement d'un débit à un autre. Cette maîtrise des gradients est permise tant que la retenue n'est pas totalement pleine. A partir de cet instant, l'ouvrage peut être considéré comme transparent au débit amont.

Ces tronçons sont présentés sur la carte ci-dessous, issue de l'étude éclusée.



Carte 15 : Zones impactées à l'aval des usines hydroélectriques

5.4.2 - Modalité de gestion des crues

Les crues sont des phénomènes hydrologiques majeurs qui imposent pour les gestionnaires d'ouvrage une gestion sécuritaire de l'événement. Pour chaque ouvrage une consigne de crue, validée par la DRIRE, décrit la procédure à suivre. L'objectif général vise la sécurité des infrastructures hydrauliques et la non aggravation de la crue en aval.

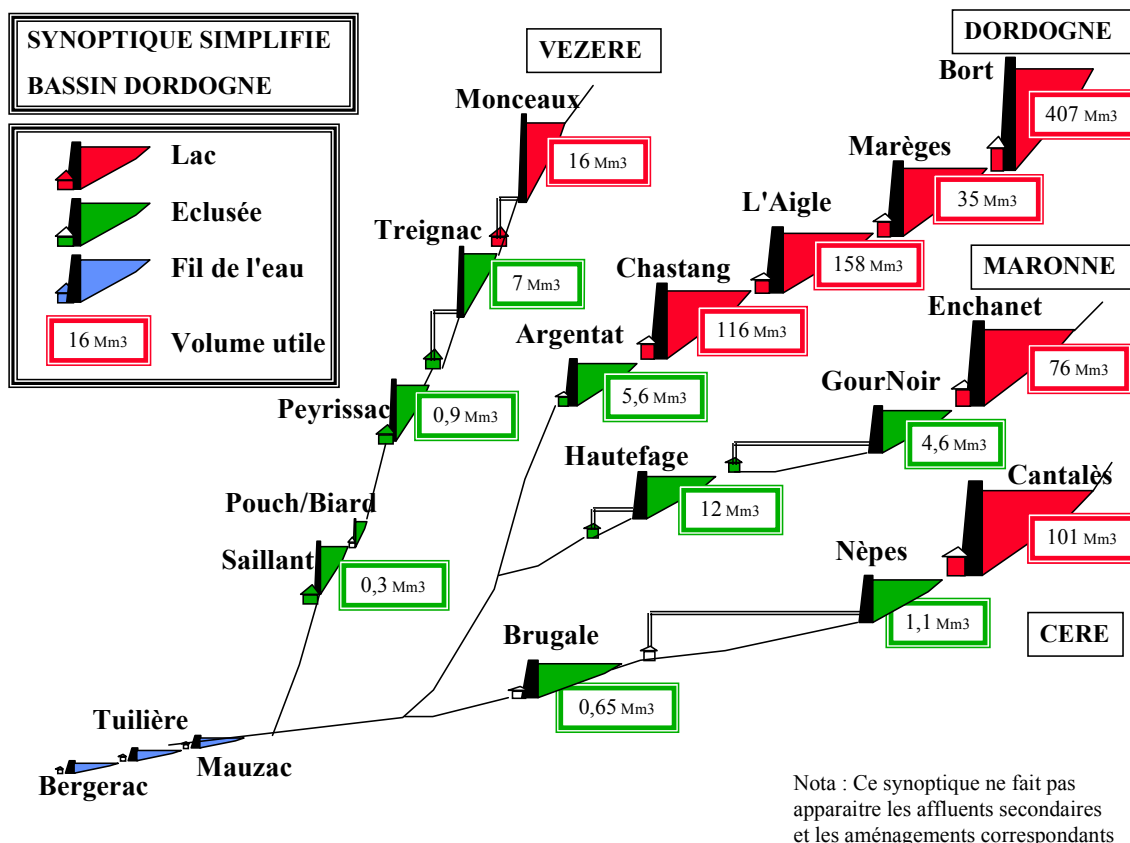
A EDF, un service hydrométéorologique anticipe l'effet de fortes précipitations ce qui permet une mise en alerte du personnel. Lorsqu'une crue arrive, le gestionnaire suit le remplissage de la retenue et, en fonction des gradients de montée de la cote dans le plan d'eau et du volume de crue attendu en amont, engage différentes procédures d'ouverture de vanne qui garantissent un passage contrôlé des débits non stockables. Le volume de crue entrant se décompose donc en trois parts :

1. Une part qui correspond au remplissage complet de la retenue et qui sera donc stocké. Cette part dépend du remplissage initial de la retenue et du volume de "creux" disponible en début de crue. Ces volumes seront valorisés énergétiquement ultérieurement. Il contribue à la réduction du volume vers l'aval (comme le ferait un champ d'expansion des crues) ;
2. Une part des volumes transitant peut bien sûr être turbinée et valorisée sur le plan énergétique pendant la crue elle-même. Sur la Dordogne le débit turbinable sur l'essentiel de la chaîne est estimé à environ 550 m³/s ;
3. Si les volumes entrants excèdent les capacités de stockage et de turbinage, alors cet excédent est géré par déversement ou au niveau des vannes de crue. Cette part de volume n'est pas valorisée énergétiquement.

Enfin, notons qu'un laminage partiel de la crue peut être obtenu au niveau des plans d'eau par un simple phénomène hydraulique. Par ailleurs, l'augmentation des débits entrant dans la retenue se transmet quasi instantanément de la queue de retenue aux vannes du barrage du fait de la montée uniforme du plan d'eau ; il est donc possible que les grands barrages de la Dordogne aient une incidence sur le temps de propagation de la crue, en accélérant celui-ci à la traversée des plans d'eau. Ce phénomène d'accélération entre en relation avec celui d'écèlement, ce qui complique la compréhension des débits observés en sortie de chaîne.

5.4.3 - Historique de l'aménagement et statistiques de crue

L'incidence de l'aménagement sur les crues doit s'analyser à la fois géographiquement, avec les quatre grands ensembles Dordogne, Vézère, Maronne et Cère (cf. schéma) mais aussi dans le temps. Le programme de construction de ces équipements est relativement concentré dans le temps et permet de distinguer deux états du bassin : avant 1950 un état quasi naturel, et après les années 50 un état fortement influencé par les aménagements.



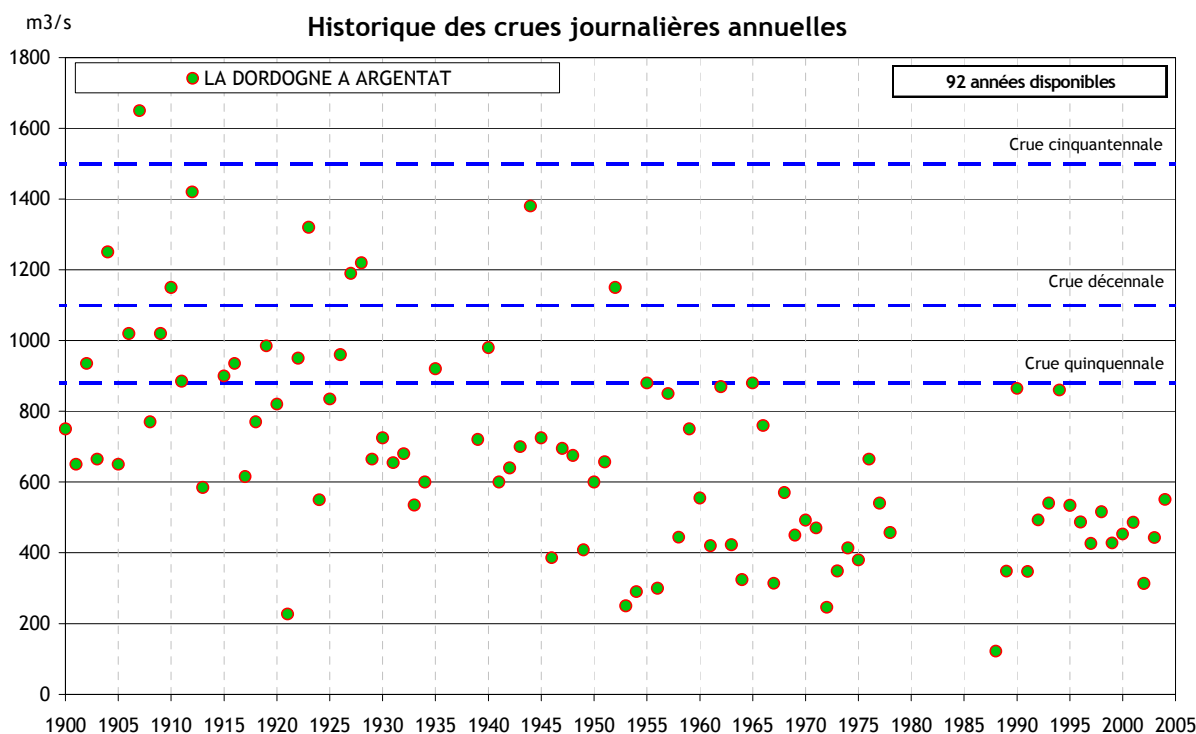
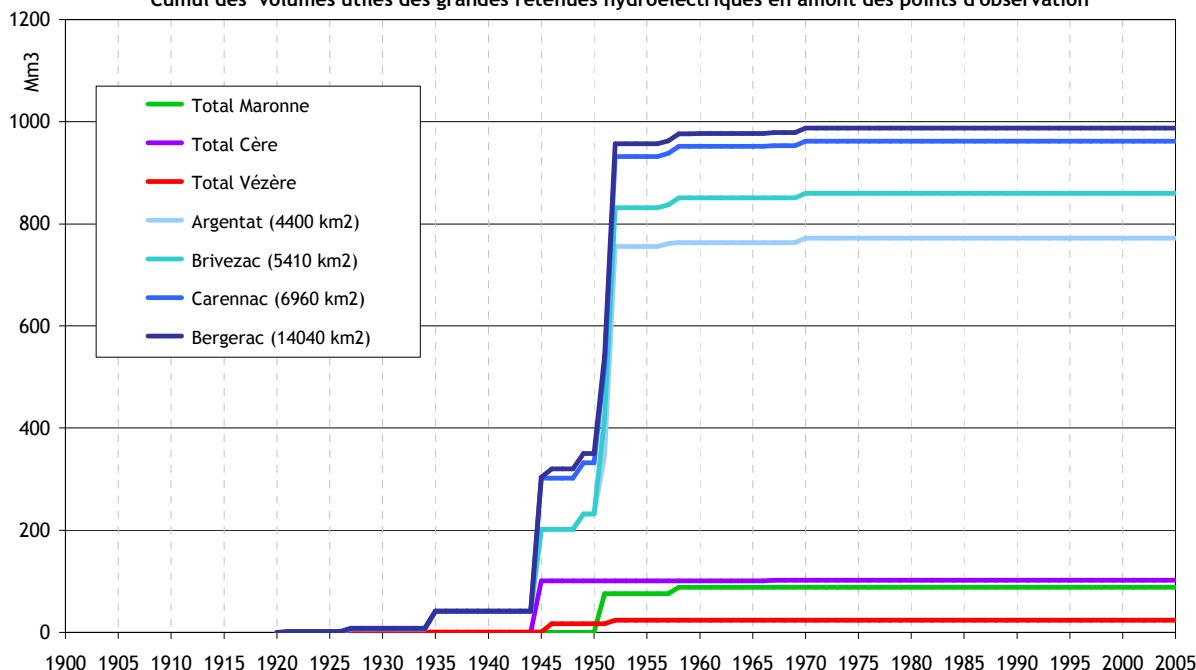
- Ouvrage de type "lac" : turbine les eaux du stock de grande capacité (report saisonnier)
- Ouvrage de type "éclusee" : fonctionne par éclusees et turbine des débits pouvant être supérieurs au débit "entrant" – retenue de capacité réduite (report hebdomadaire)
- Ouvrage au "fil de l'eau" : turbine le débit "entrant"

L'évolution des volumes stockés est également essentielle à la compréhension de l'historique des crues. Le graphe suivant montre l'évolution des stocks des retenues cumulés (volumes utiles) en amont de points particuliers du bassin. Il montre clairement non seulement la prépondérance des volumes des barrages de l'axe Dordogne, mais également la brutale transformation du bassin en 1951-52, avec la création de la retenue de Chastang et de Bort-les-Orgues sur la Dordogne et d'Enchanet sur la Maronne (757 Mm³ au total, dont 600 Mm³ utile), créant du point de vue hydrologique un avant 1951 et un après 1952.

La mise en parallèle de l'évolution des cumuls stockés avec l'historique des crues annuelles mesurés à Argentat est à ce point intéressante : depuis la mise en service des barrages de Chastang et surtout de Bort-les-Orgues en 1952, plus aucune crue à Argentat n'a dépassé le niveau quinquennal (880 m³/s), c'est-à-dire depuis 52 ans.

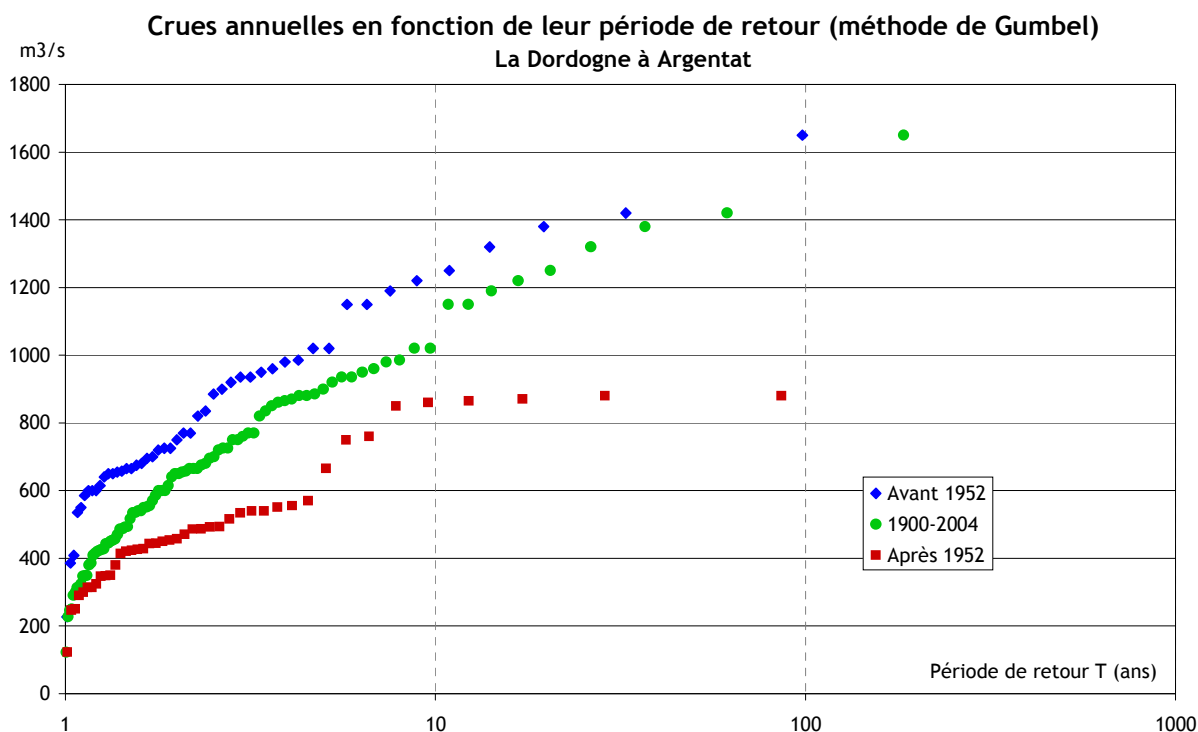
Evolution de l'aménagement hydroélectrique du bassin de la Dordogne au XXème siècle

Cumul des volumes utiles des grandes retenues hydroélectriques en amont des points d'observation

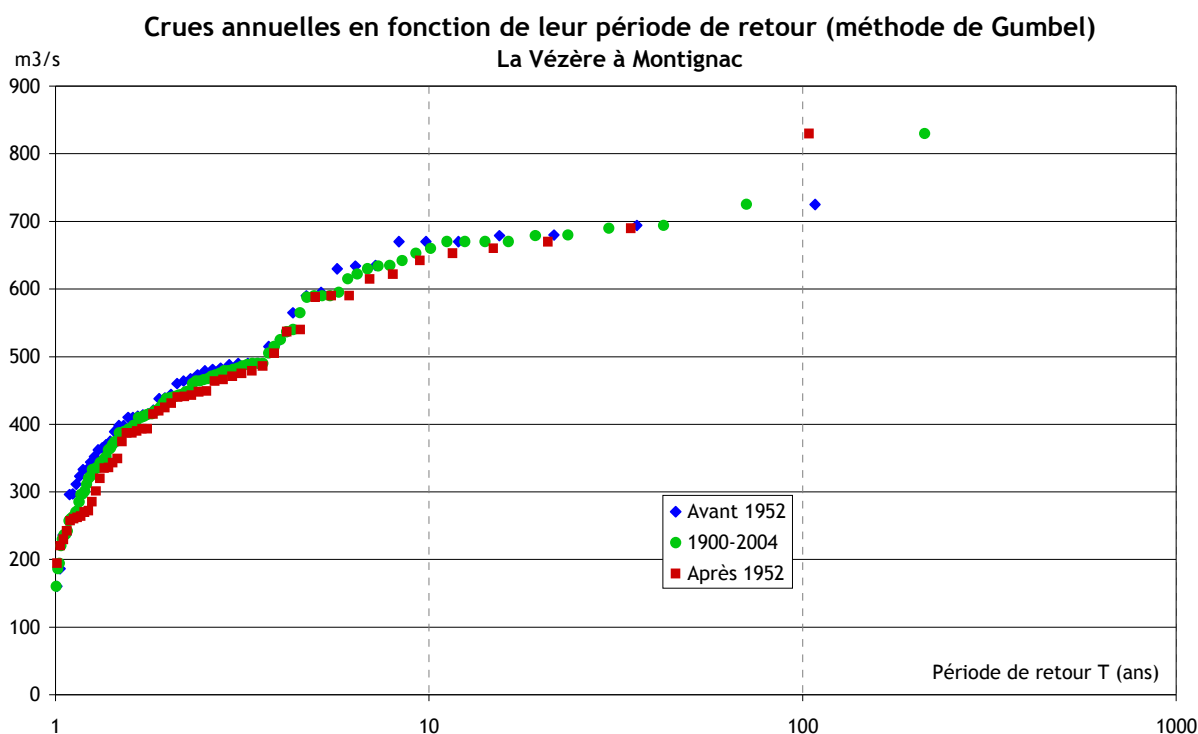


Ce phénomène a bien entendu une répercussion sur les débits de crue statistiques. Si on dissocie la chronique de crues annuelles à Argentat en deux séries avant et après 1952, puis que l'on recalcule sur ces deux chroniques les débits statistiques par la méthode de Gumbel, on s'aperçoit que ceux-ci ont dérivé à la baisse entre les deux périodes. Sur le graphe ci-après, sur lequel les crues sont triées en ordre croissant suivant leur période de retour, les deux séries de mesures sont comparées avec la série prise en entier : logiquement, on observe un décalage entre les trois courbes ; la courbe "Après 1952" étant bien en dessous de celle de la chronique entière.

Le graphe indique également qu'une crue actuelle considérée comme quinquennale dans le référentiel 1900-2004 (environ 880 m³/s) n'a en fait qu'une période de retour de trois ans dans le référentiel "Avant 1952", considéré comme "naturel".



Pour comparaison (graphe ci-dessous), le même traitement statistique sur le bassin de la Vézère à Montignac, pour lequel la chronique de mesures est longue, confirme ce phénomène localisé sur Argentat. La distinction des deux périodes avant et après 1952 n'induit pas de modification majeure de la répartition statistique des crues, on ne peut donc pas invoquer une modification de la pluviométrie pour expliquer la dérive statistique mise en évidence avec les débits de crue à Argentat.



Un simple ordre de grandeur précise les incidences potentielles de la régulation des grandes crues.

A Argentat et en moyenne journalière, 400 m³/s séparent la crue décennale (type février 1990) de la crue cinquantennale (type décembre 1944) et 220 m³/s entre la crue décennale et la crue quinquennale (une année sur 5).

	<i>Dordogne</i>	<i>Vézère</i>	<i>Maronne</i>	<i>Cère</i>	<i>Dordogne</i>	<i>Dordogne</i>
	Argentat	Montignac	Basteyroux	Bretenoux	Carennac	Bergerac
Crue						
Ecart des débits journaliers entre crue quinquennale et décennale (m ³ /s)	220	110	50	40	140	300
Correspondance en volume (Mm ³)	19	10	4	3	12	26
Volumes utiles stockés en amont (Mm ³)	772	24	88	102	962	988

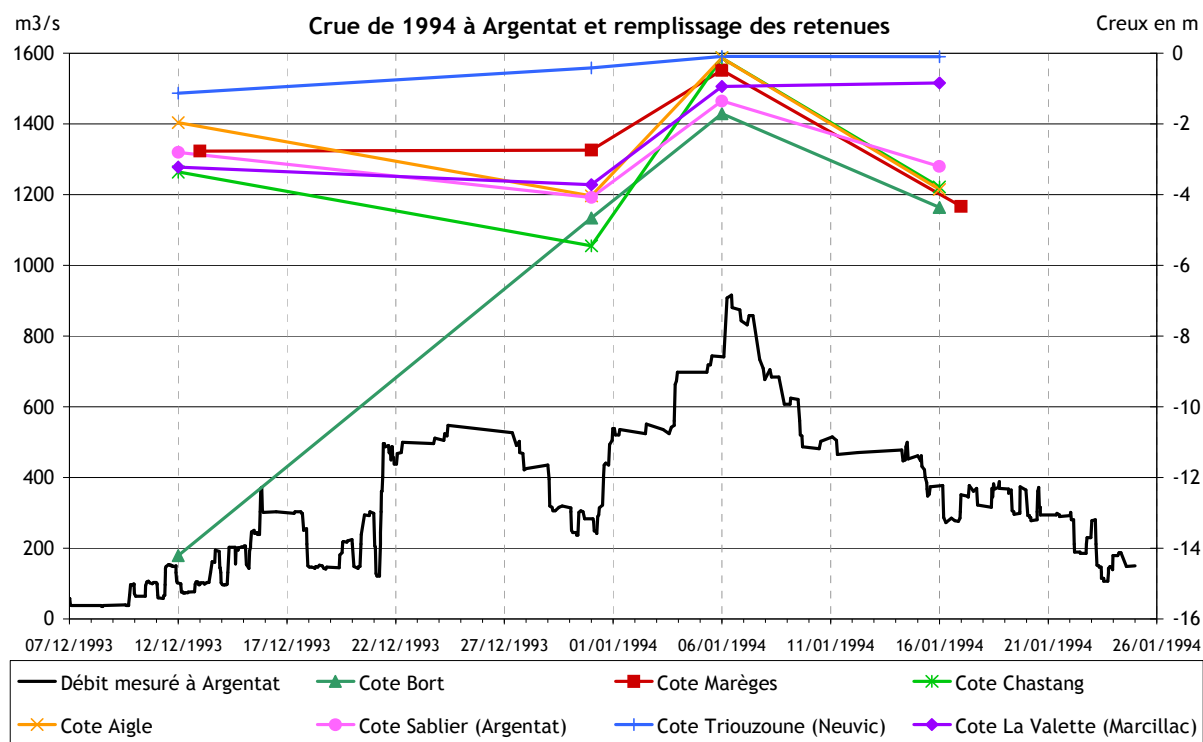
La comparaison de ces volumes d'écroulements et les volumes utiles sur le bassin, explique pourquoi ces bassins hydroélectriques ont une réelle et forte incidence sur le régime des crues de la Dordogne, et en particulier des petites crues. Même avec un creux de remplissage de seulement 10 %, la capacité d'écroulement reste considérable. Face à ce phénomène, la nécessité de maintenir une certaine transparence aux crues de l'aménagement hydroélectrique du bassin est parfois évoquée. L'objectif de cette attente est double avec l'entretien hydraulique "naturel" du lit de la Dordogne, l'évacuation régulière du bouchon vaseux dans l'estuaire mais aussi l'entretien d'une conscience du risque dans le val.

5.4.4 - Illustration par l'exemple : la crue de 1994

La crue survenue sur l'ensemble du bassin durant l'hiver 1993-1994 a duré longtemps et a été alimentée par des précipitations très importantes réparties sur un peu plus d'un mois.

La gestion des retenues hydroélectriques durant cet événement est illustrée ci-dessous ; la comparaison entre les débits mesurés à Argentat et l'évolution des creux dans les retenues (différence de hauteur entre la cote mesurée et la cote normale) montre un impact certain des retenues sur la forme de l'hydrogramme, ainsi que le pouvoir d'écroulement des barrages puisque ceux-ci ont vu leur hauteur de remplissage monter au plus fort de la crue. On remarque notamment que la cote de Bort est montée de 12,5 mètres entre le début de l'événement et la pointe de crue, ce qui, pour cette seule retenue représente 122 millions de m³. Sur des barrages comme Chastang ou l'Aigle, on note qu'EDF a la capacité de creuser ses retenues lorsque les entrants diminuent (après la première crue du 21 au 31 décembre 93 par exemple), ceci afin de regagner une capacité d'écroulement en cas de nouveaux apports de crue.

Cependant, la seule connaissance des cotes ne permet pas d'analyser précisément les volumes réellement écroulés tout au long de l'événement.



6 - LES VULNERABILITES SOCIO ECONOMIQUES

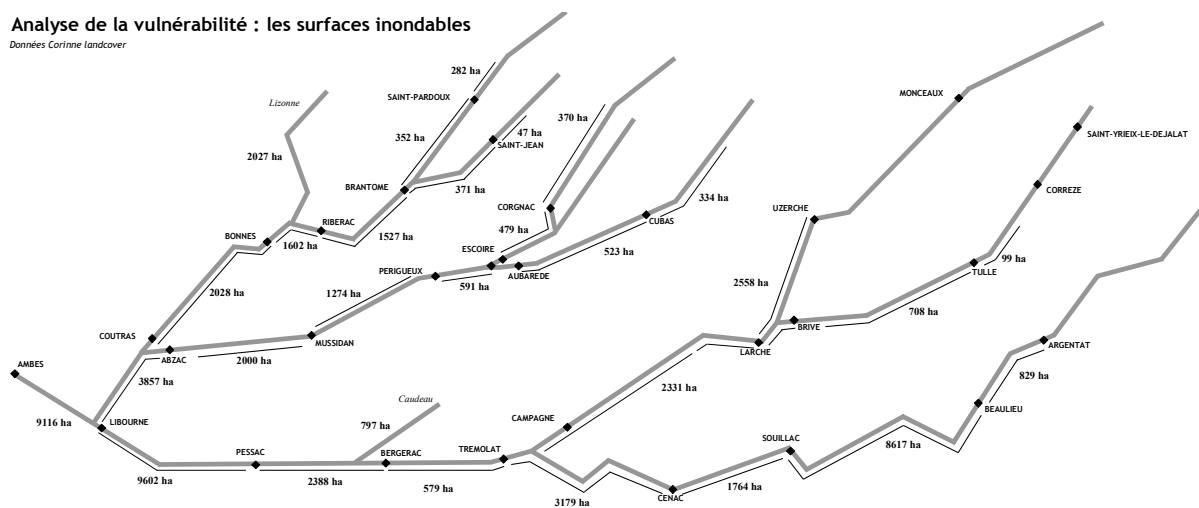
6.1 - L'occupation du sol

L'ensemble des données de l'occupation du sol est issu de la base Corine Land Cover. Chaque point de cette base (25 hectares) est décrit par l'élément dominant de l'occupation du sol analysé sur des images satellites datant du début des années 2000.

Au total, sur le bassin étudié, sont dénombrées **64 500 hectares** (645 km²) de surface inondable. Une première approche des enjeux par secteur est effectuée en croisant le périmètre inondable et l'occupation du sol. Le schéma suivant présente de façon synthétique les enjeux en surface totale inondable par grand tronçon ; chaque tronçon étant limité par une station hydrométrique.

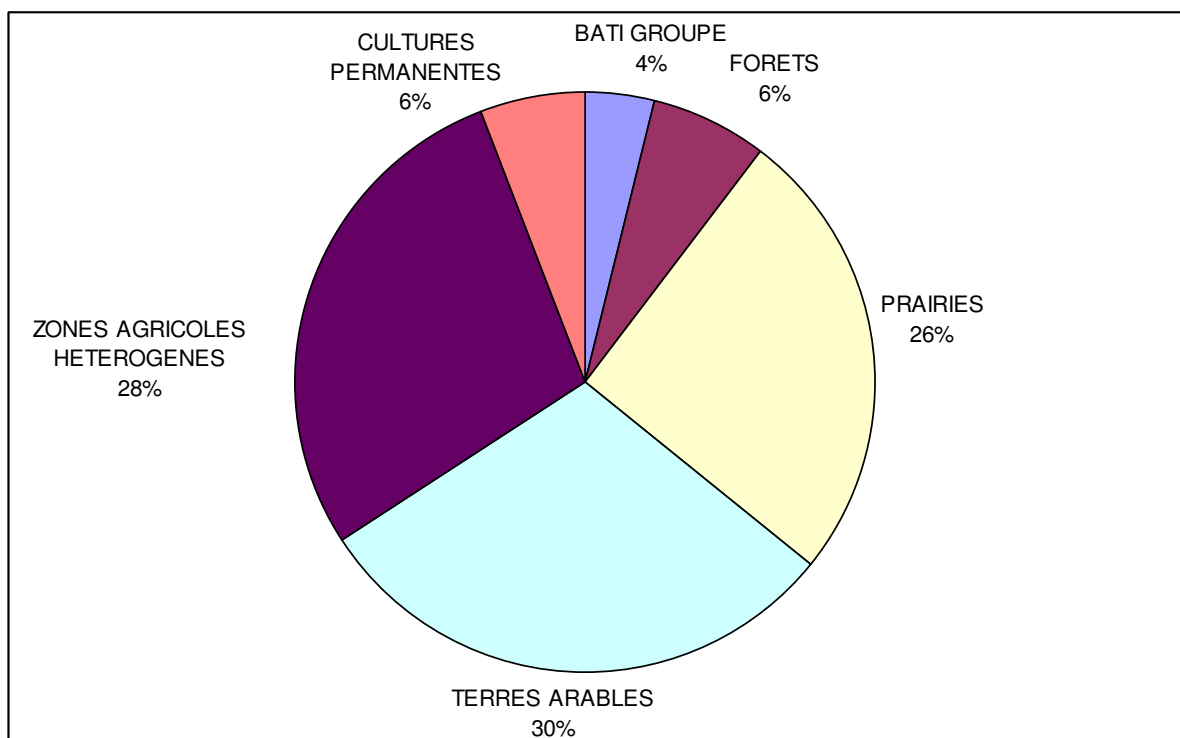
Analyse de la vulnérabilité : les surfaces inondables

Données Corinne landcover



Une analyse centrée sur les grands axes fluviaux du bassin, montre que les grandes plaines alluviales concentrent plus de 80% des surfaces inondables du bassin. Vis-à-vis de l'occupation du sol, il est remarquable d'observer une pression de l'habitat groupé deux fois plus forte que sur le reste du bassin versant. On observe la même spécificité des vals inondables vis-à-vis de la valorisation agricole puisque les forêts y sont peu représentées alors que les terres arables le sont beaucoup plus qu'ailleurs en raison de la fertilité des sols. Les vallées sont de plus en plus des zones d'attraction majeure pour les activités humaines.

Axe	Surface inondable du tronçon en hectare	Dont			
		Bâti groupé	FORETS	PRAIRIES	TERRES ARABLES
Corrèze	791	398	87	90	
Dordogne	35 515	863	2 276	6 234	11 969
Dronne	5 783	138	231	3 526	1 402
Isle	8 442	448	269	3 911	1 744
Vézère	4 886	357	275	238	1 304
Total	55 418	2 204	3 139	14 000	16 419



Surfaces relatives concernant l'occupation des sols en zone inondable des grandes vallées

En première approche, la vulnérabilité dépend des modes de valorisation économique et des "dégâts" causés par l'inondation. Sur la base de ce critère très simple, on distingue en priorité décroissante le bâti, (les infrastructures non décrites par Corine Land Cover), les cultures selon leur sensibilité (saisonnalité en particulier), les forêts et les landes.

L'inondation aurait donc d'abord d'importants enjeux agricoles puisque les zones qui y sont liées occupent 90 % des surfaces inondables. Pour les zones agricoles, la vulnérabilité s'exprime différemment dans le temps selon le calendrier agricole. L'inondation d'une prairie fauchée, en décembre n'a pas d'impact, alors qu'en juin elle peut être fatale à la récolte.

6.2 - Le bâti : 4% des surfaces inondables, mais un enjeu socio économique majeur

1. Habitat groupé en zone inondable

L'habitat groupé est actualisable au travers des données Corine Land Cover. Il représente en 2000 environ 2 450 hectares.

2. Habitat dispersé en zone inondable

Pour une évaluation systématique de la vulnérabilité, l'occupation du sol et l'organisation économique du territoire concerné sont essentiels. Les fonds documentaires utilisés en cartographie automatique présentent malheureusement des limites inhérentes à ces documents; soit ils sont imprécis et laissent échapper une part importante de l'information, soit ils sont anciens, soit les deux. Sur le Val de Dordogne nous avons montré (cf. annexe 4) que l'exploitation croisée de Corine Land Cover, du fond IGN au 1/25 000 et des Orthophotos du Val permettait de faire apparaître un écart très significatif notamment dans le domaine de l'habitat diffus.

Le comptage de chacun des bâtiments repérés sur la carte au 1/25 000 IGN dans la zone inondable permet d'avoir une photographie par secteur du niveau d'occupation de l'espace inondable en particulier vis-à-vis de l'habitat diffus. 8 800 bâtiments sont ainsi recensés. On constate que la densité moyenne de bâtiment en zone inondable est de l'ordre de 14 bâtiments/km² en habitat diffus auquel il faut rajouter les zones d'habitat plus concentré (centre urbain, zone de lotissement). Chacun de ces points est géoréférencé et inscrit dans l'atlas global des zones inondables.

3. Ensemble de l'habitat

Pour homogénéiser l'information, nous ramenons les données concernant l'habitat dispersé à une unité de surface équivalente de 900 m² par bâtiment (= bâtiment + parcelle viabilisée). Cette information est ramenée dans un traitement cartographique La vulnérabilité globale peut ainsi être appréciée et permet une mise en évidence des zones d'enjeu majeur à l'échelle du bassin. Le cumul des surfaces bâties s'élève ainsi à 3 240 hectares.

Principales zones d'enjeux du bassin

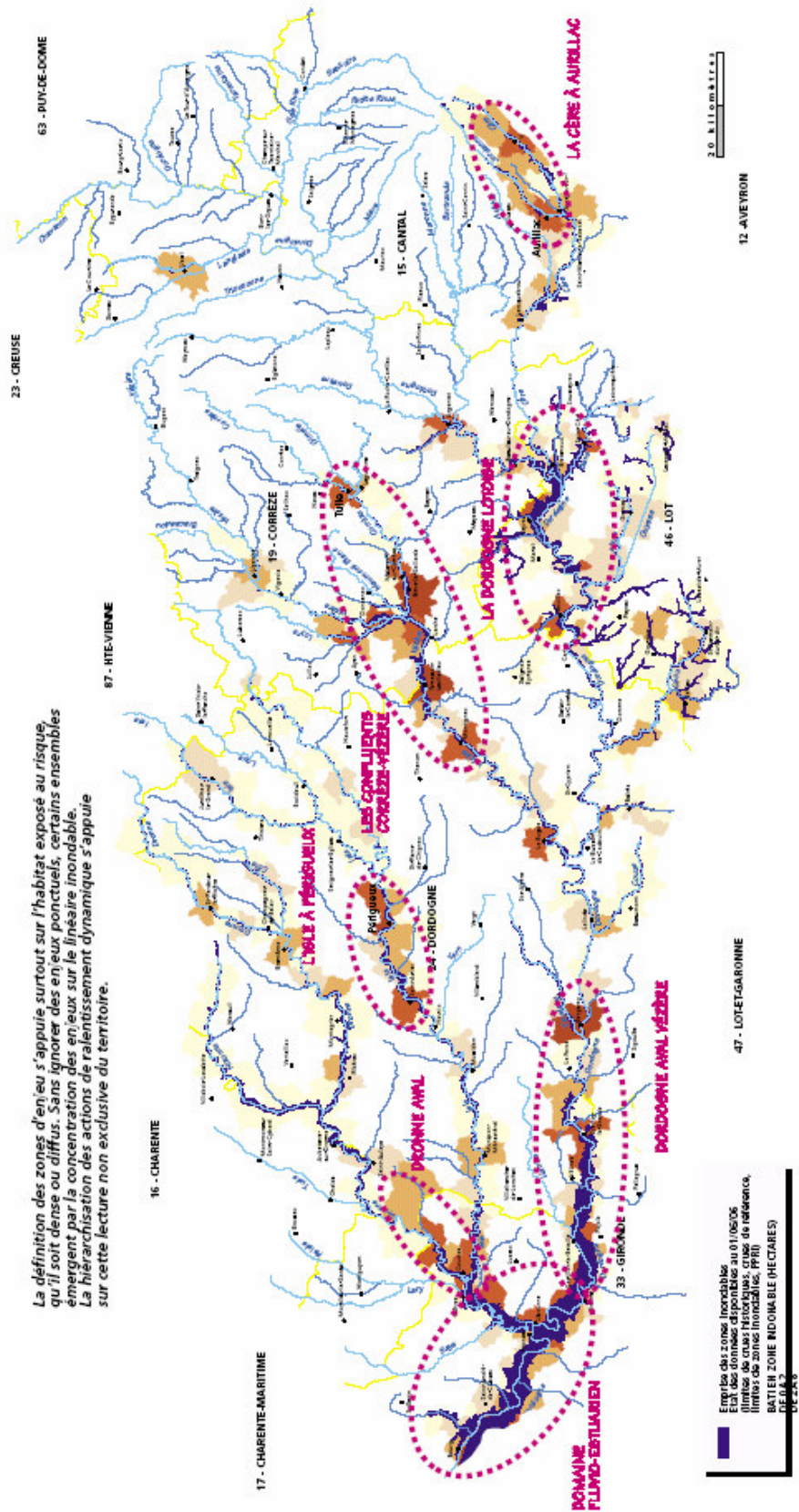
Les principales zones d'enjeu présentées sous la carte ci-dessous sont :

- Le domaine des confluences Vézères- Corrèze_Loyre avec les agglomérations de Brives et Terrasson, domaine que nous avons étendu jusqu'à Tulle en amont et Montignac en aval. C'est sans doute le domaine le plus exposé du bassin (crues rapides et importantes) ;
- Le Domaine de la Cère et de la Jordane à Aurillac, (crue rapide) ;
- Le domaine de la Dordogne Lotoise, entre Souillac et Brétenoux, incluant les cours aval de la Tourmente, de la Bave et de la Cère et qui aurait pu être élargi jusqu'à Argentat en amont. C'est le secteur le plus protégé des crues ordinaires par les aménagements hydroélectriques ;
- Le domaine de la Dordogne en aval de la Vézère de Bergerac à Castillon la Bataille (un secteur contrasté du point de vue des champs d'inondations) ;
- Le domaine de l'Isle à Périgueux ;
- Le domaine de la Dronne aval et de l'Isle aval ;
- Le domaine fluvio-estuarien, domaine des palus et des marais, et des levées sur bourrelet de berge.

D'autres communes extérieures à ces bassins sont concernées par les enjeux d'inondations, mais présentent des enjeux moins développés en terme spatial (exemple d'Uzerche). Ces zones d'enjeux permettent de structurer le diagnostic global et les zones d'actions de ralentissement dynamique.

Notons que cette carte de synthèse permet de statuer en partie sur la nécessité de développer la politique de PPRI sur le bassin.

La définition des zones d'enjeu s'appuie surtout sur l'habitat exposé au risque, qu'il soit dense ou diffus. Sans ignorer des enjeux ponctuels, certains émergent par la concentration des enjeux sur le linéaire inondable. La hiérarchisation des actions de ralentissement dynamique s'appuie sur cette lecture non exclusive du territoire.



6.3 - Les populations concernées

Une estimation de la population habitant en zone inondable a été faite selon deux types de critères :

1. Par application du rapport surface bâtie en ZI/surface bâtie totale repérées dans Corin Land Cover ce qui donne une population de l'ordre de 68 000 habitants exposés.
2. En augmentant ce premier nombre d'une estimation des populations exposées pour les communes inondables sans zone de bâti identifiée par CLC2000 par application d'un rapport de surface en ZI/surface communale ce qui donne une population de l'ordre de 84 000 habitants exposés.

DEPARTEMENT	Surface Inondable Hectare	estimation de la population (RGP1999) concernée (base % de	Surface Batie en ZI (hectare)	estimation de la population (RGP 1999) concernée (base % de la surface bâtie)
15	2 394	3 498	172	3 414
16	2 150	470	12	67
17	3	76	0	76
19	5 376	21 053	652	20 256
24	20 108	23 098	986	19 549
33	22 955	27 823	1 042	19 315
46	11 375	7 703	379	5 265
87	118	25	0	-
Total	64 479	83 747	3 243	67 942

Un deuxième critère d'appréciation des enjeux est de considérer que l'ensemble de la population d'une commune même partiellement exposée au risque d'inondation est concerné par cette contrainte hors période d'inondation (valorisation du foncier inondable par exemple) ou en période d'inondation (perturbations diverses). La population globale des communes soumises au risque d'inondation est de 663 000 habitants, soit 60% de la population totale du bassin versant Dordogne.

A ces populations permanentes, il convient de rajouter les populations temporaires en période touristique. Parmi les populations les plus exposées se trouvent les campeurs et les pratiquants de sports nautiques ou de la pêche. 248 aménagements à vocation touristiques sont recensés sur le fond 1/25 000 comprenant des campings ou des installations sportives. L'analyse hydrologique montre que le risque de crue estivale existe en particulier sur le haut bassin avec des implications fortes sur la Corrèze et la Vézère.

6.4 - Les limites de l'analyse de la vulnérabilité à grande échelle

Pour les réseaux, certaines bases de données offrent des renseignements suffisants pour une première appréciation du risque. Ainsi, on recense **203 km de route et 21 km de voies ferrées** dans l'emprise de la zone inondable sur la seule vallée de la Dordogne.

Le principal problème est ensuite de passer du recensement d'un potentiel de dégât, à la vulnérabilité réelle. Ainsi, la plupart des voies ferrées sont hors d'eau et de nombreuses habitations peuvent être implantées sur des buttes ou des microreliefs suffisants pour réduire le risque.

Ce niveau d'information qui n'est pas accessible à notre analyse, mériterait cependant un complément d'information pour permettre au moins une première expertise du niveau réel de risque. Les PPRI auraient dû être cet outil de diagnostic, mais outre le fait qu'il ne couvre pas tout le

domaine inondable, aucun document examiné ne propose des informations directement exploitables.

Aujourd'hui et malgré l'énorme effort consenti dans le cadre des documents de prévention, l'essentiel de la connaissance du risque vise l'aléa mais la vulnérabilité réelle n'est approchée que par des cartographies. **Aucune statistique concernant la vulnérabilité ne peut être établie aujourd'hui sur tout le périmètre inondable.**

6.5 - Hiérarchiser les enjeux liés à la réduction de la vulnérabilité

Définir la vulnérabilité

La définition de la vulnérabilité devra être affinée de façon qualitative. Idéalement le tableau suivant devrait pouvoir être établi partout :

Période de retour	Nombre d'habitations touchées	Nombre d'industries et commerces touchés	Surface de zone urbaine touchée	Surface de culture sensible
2 ans				
5 ans				
10 ans				
50 ans				
Plus hautes eaux connues				

Sur le bassin de la Dordogne seule la ligne "plus hautes eaux connues" systématiquement au travers des diagnostics géomorphologiques peut faire l'objet d'une évaluation systématique. Cet événement extrême qui dans l'imaginaire collectif "n'arrivera plus ou dans très longtemps" ne permet pas de motiver significativement des actions de prévention. Le tableau ci-dessous exprime cette idée que l'extrême rareté d'un événement, n'est pas perçue comme un vrai risque. Ce fatalisme de la catastrophe absolue, doit être renforcé par un diagnostic plus précis des situations plus fréquentes, qualifié de domaine d'aléa fort.

	Vulnérabilité faible	Vulnérabilité moyenne	Vulnérabilité forte
Aléa faible T > 100 ans	Risque faible	Risque faible	Risque faible
Aléa moyen 50 < T ≤ 100 ans	Risque faible	Risque faible	Risque moyen
Aléa fort T ≤ 50 ans	Bénéfice écologique	Risque moyen	Risque fort

Pour pouvoir progresser dans la voie de l'information et de la prévention, il faudrait donc :

- ▶ Agréger systématiquement l'ensemble des travaux de modélisation ou d'expertise conduits dans le cadre des PPRI. La définition des zones enveloppe de crues fréquentes est un élément fort de la communication autour du risque ;
- ▶ Elargir ce diagnostic hydraulique aux zones intermédiaires pour pouvoir y intégrer les risques liés à l'habitat diffus et aussi argumenter les enjeux de la préservation des champs d'expansion des crues.

6.6 - Actualisation des enjeux, vers un observatoire de l'évolution du risque

Si toutes les mesures réglementaires visent à réduire le risque collectif, il est aujourd'hui impossible de suivre l'efficacité réelle de ces mesures sur le long terme. Les éléments de cartographies nécessitent une actualisation très régulière et les critères de définition de la vulnérabilité n'existent pas encore ou apparaissent impossibles à mobiliser à un coût raisonnable.

Le découpage multirégional ne facilite pas cette approche qui nous semble cependant déterminante.

6.7 - Approche de l'évaluation économique des dégâts potentiels en cas d'inondation

L'analyse qui suit sera largement affinée ultérieurement, mais vise juste à permettre une première réflexion méthodologique sur la partie économique de la vulnérabilité.

Pour les raisons évoquées précédemment, cette évaluation n'est qu'une estimation des pertes économiques susceptibles d'être engendrées par une inondation de la totalité de la surface considérée comme inondable (information tirée de la cartographie des zones inondables). Le calcul des pertes économiques est basé sur la "méthode standard" hollandaise, et a été ajustée au cas de la Haute Gironde afin de pouvoir l'appliquer aux catégories de dégâts existants ainsi qu'aux données disponibles (*source : Inundation mapping and damage calculation – Report on flooding model*).

La seule valeur d'entrée est la hauteur d'eau lors de l'inondation, l'objectif étant de comparer les pertes économiques pour différentes hauteurs d'eau, donc pour différents niveaux d'inondation. En première approximation, on suppose que l'ensemble du tronçon étudié est inondé par 30, 50 et 80 cm d'eau, ce qui est, en pratique, impossible car en fonction de la topographie, les hauteurs d'eau sont variables d'un point à l'autre, et certaines zones seront inondées alors que d'autres ne le seront pas. La précision du MNT ne permet pas de faire émerger de façon satisfaisante la carte des isobathes ce qui imposerait en outre un nivellement du fil d'eau de la crue de référence.

Facteur de dégâts et estimation des dégâts

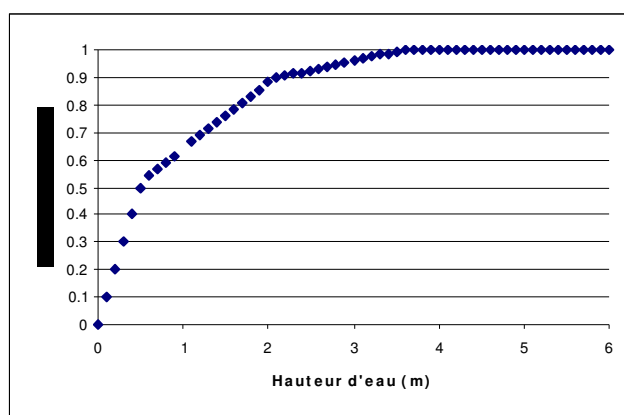
Dans la méthode abordée ici, un facteur de dégâts est calculé et dépend d'une part, de la hauteur d'eau **h** (exprimée en cm), et d'autre part de la catégorie étudiée (occupation du sol, bâtiments, routes et voies ferrées). Plus la hauteur d'eau **h** est importante, plus les dégâts seront a priori importants, c'est ce que prend en compte le facteur de dégâts. Ce facteur varie de 0, pour une absence d'inondation, à 1, correspondant à un maximum de dégâts. A partir de ce facteur, sont calculés les dégâts.

$\text{Dégâts} = \text{facteur de dégâts} * \text{surface} * \text{coût unitaire}$
--

Ces dégâts économiques sont évalués au mètre carré pour l'occupation du sol, au mètre pour ce qui est des routes et voies ferrées, et par "objet" pour les bâtiments. Les coûts attribués sont fournis par le modèle et sont fonction de la catégorie (bâti, prairies, routes, ...). Le facteur de dégât est décrit ci-dessous. Le coût surfacique des dommages est fonction du type d'occupation et pour les cultures, de la période de l'inondation (stade végétatif). Les valeurs proposées ci-dessous et issues de la bibliographie n'ont pas été calées au contexte du bassin, mais elle propose des ordres de grandeurs intéressants dans une matière particulièrement complexe.

➤ **Concernant l'occupation du sol :**

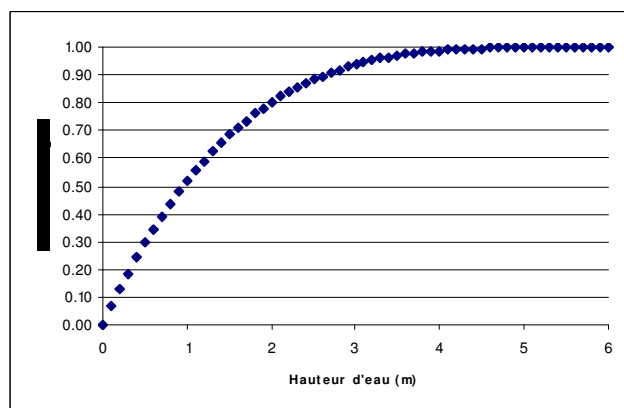
Les dégâts causés aux terres agricoles ainsi qu'aux autres types d'occupation du sol sont calculés en utilisant la courbe décrivant l'évolution du facteur de dégâts en fonction de la hauteur d'eau. On constate que le maximum de dégâts est atteint avec une hauteur d'eau de 3.5 mètres. Cependant, dès une hauteur d'eau de 0.5 mètres, le facteur de dégâts est déjà égal à 0.5 : la fonction croît rapidement dès les premiers centimètres d'eau, puis il y a une rupture de pente.



Evolution du facteur de dégâts en fonction de la hauteur d'eau appliquée à l'occupation du sol

➤ **Concernant les bâtiments :**

Le facteur de dégâts concernant le bâti, incluant les fermes, peut être calculé par la courbe ci-dessous avec un montant maximum par bâtiment : 50 000 €. Le passage des surfaces bâties au nombre de bâtiment se fait par application d'un ratio de 900m²/bâtiment.



Evolution du facteur de dégâts en fonction de la hauteur d'eau appliquée aux bâtiments/habitations

Le maximum de dégâts est obtenu pour une hauteur d'eau équivalente à 5 mètres.

➤ **Concernant les routes et voies ferrées :**

Nous avons considéré ce paramètre comme beaucoup trop incertain pour être pris en compte à cette échelle de travail.

➤ **Estimation des dégâts liés à l'occupation du sol :**

Les montants maxima selon la classe d'occupation du sol sont les suivants :

	Coût unitaire (euros / m ²)
Zones urbanisées	1.2
Zones industrielles	1.2
Cultures permanentes	0.5
Espaces vert artificialisés, non agricoles	0
Espaces vert sans ou avec peu de végétation	0
Forêts	0.2
Milieux à végétation arbustive et/ou herbacée	0
Mines, décharges et chantiers	0.2
Prairies	0.5
Terres arables	0.5
Zones agricoles hétérogènes	0.5

Tableau I : Coûts surfaciques suivant le type d'occupation du sol

On note que le coût surfacique concernant la zone urbaine (et industrielle) est de 1.2 euros le m² ; de toute évidence, la zone urbaine n'est pas un tissu continu de bâti, il faut compter les routes ainsi que les jardins et espaces verts publics, etc., mais malgré cela le coût surfacique attribué à la zone urbanisée (et industrielle) reste faible.

Les coûts potentiels engendrés par une immersion sous 30, 50 et 80 cm généralisé à l'ensemble des zones inondables du bassin sont présentés ci après. Ce cas de figure est bien sûr assez largement improbable à cette ampleur.

	Hauteur d'eau (cm)		
	30	50	80
zone Bâtie	11 674 800 €	19 458 000 €	23 038 272 €
Zones Activité	1 467 103 €	2 445 171 €	2 895 083 €
Cultures permanentes	4 785 416 €	7 975 693 €	9 443 220 €
Espaces vert artificialisés, non agricoles	0 €	0 €	0 €
Espaces vert sans ou avec peu de végétation	0 €	0 €	0 €
Forêts	1 883 133 €	3 138 554 €	3 716 048 €
Milieux à végétation arbustive et/ou herbacée	0 €	0 €	0 €
Mines, décharges et chantiers	126 700 €	211 166 €	250 021 €
Prairies	21 000 229 €	35 000 381 €	41 440 452 €
Terres arables	24 628 108 €	41 046 847 €	48 599 467 €
Zones agricoles hétérogènes	23 222 382 €	38 703 971 €	45 825 501 €
Bâtiments	334 197 906 €	529 569 750 €	785 224 165 €
Routes	non comptabilisé		
TOTAL	422 985 777 €	677 549 534 €	960 432 229 €

Tableau II : Coûts globaux estimés en cas d'inondation des grandes vallées, Dordogne, Vézère, Corrèze, Isle et Dronne

Notons qu'ici les dégâts ont été estimés uniquement en considérant la hauteur d'eau alors que l'ensemble des dommages est déterminé par d'autres facteurs tels que :

- le temps de montée des eaux ;
- la vitesse d'écoulement ;
- la durée de l'inondation ;
- la concentration et la taille des sédiments ;
- l'action des vagues et du vent ;
- ou encore la charge polluante entraînée par les eaux.

Ces dégâts constituent des **dommages directs**, produits par le contact direct avec l'inondation. A cela s'ajoutent les pertes en vies humaines, l'impact sur la santé, les pertes concernant le bétail pour l'agriculture, ainsi que l'impact d'une pollution éventuelle sur les écosystèmes.

La mise en danger de la population survient surtout lorsque les délais d'alerte et d'évacuation sont trop courts ou inexistant pour des crues rapides ou torrentielles. Dans toute zone urbanisée, le danger se traduit par le risque d'être emporté ou noyé, mais aussi par l'isolement sur des îlots coupés de tout accès. L'interruption des communications peut avoir pour sa part de graves conséquences, lorsqu'elle empêche l'intervention des secours. Les dommages aux biens touchent essentiellement les biens mobiliers et immobiliers. Enfin, les dégâts au milieu naturel sont dus à l'érosion et aux dépôts de matériaux (préjudiciables aux cultures, prairies ...), aux déplacements du lit ordinaire, etc. Un risque de pollution et d'accident technologique est à envisager, lorsque des zones industrielles sont situées en zone inondable. Notons qu'un site classé Seveso seuil haut, Butagaz, est présent non loin de la zone inondable à Brive-la-Gaillarde, et que la presqu'île d'Ambès est un site industriel majeur.

Pour ce qui est des **dommages indirects**, il faudra tenir compte des perturbations voire interruptions provisoires des activités économiques et sociales sans oublier les coûts liés à l'évacuation et au secours des personnes. Les perturbations sont diverses : voies de communication, réseau téléphonique, dommages électriques, alimentation en eau potable, etc. Concernant les entreprises, outre les dommages matériels, il découlera de l'inondation un arrêt provisoire du travail afin de permettre un nettoyage, une remise en état des lieux, et le rétablissement du fonctionnement des réseaux ce qui entraînera des pertes financières (réduction de la productivité, perte de marché ou de clientèle) voire chômage partiel. Il faudra aussi prendre en compte la disponibilité du personnel qui lui aussi aura probablement subi des dégâts à titre personnel.

6.8 - Ecosystème et prévention

L'analyse des politiques de protection type ZNIEFF, Natura 2000, politique départementale des espaces naturels sensibles, montre qu'une grande part des écosystèmes protégés recoupe le corridor inondable. Les prairies inondables et boisements alluviaux sont des éléments majeurs du patrimoine naturel mais leur valeur écologique dépend très largement de leur capacité à se régénérer régulièrement. La dynamique fluviale déjà largement contrariée sur le val de Dordogne par les séquelles des extractions en lit mineur du passé et par une forte pression pour la protection des berges est depuis les années 50 ralentie par la disparition des petites crues débordantes.

Le croisement des données de protection et des zones inondables présenté ci-après, montre que les zones bénéficiant d'un statut de protection représentent d'ores et déjà 44% des surfaces inondables. L'entretien de cette base de données et de sa traduction cartographique contribueront largement à l'émergence de synergies entre ces différentes procédures.

Un atlas spécifique présentant ces croisements est associé au PAPI Dordogne.

✓ Protections réglementaires environnementales prises en compte :
Arrêtés de Protection de Biotopes, Réserves naturelles et Réserves naturelles volontaires, Sites classés et sites inscrits, SIC Natura 2000, ZNIEFF de type 1, ZNIEFF de type 2, ZICO.

- ✓ Sources : DIREN Aquitaine et Midi-Pyrénées, MNHN
- Selon état des données numériques SIG disponibles PAPI Dordogne au 01/06/06

DEPARTEMENT	AXE	Total ZI* km ²	AVEC Protection Surface km ²	SANS Protection Surface km ²	% Protégé
CHARENTE	La Dronne	8,6	8,3	0,3	97,0%
CHARENTE-MARITIME	La Dronne	12,7	10,6	2,1	83,8%
CORREZE	L'Isle	0,4	0,2	0,2	43,6%
CORREZE	La Dordogne	17,2	5,4	11,8	31,4%
CORREZE	La Vézère	36,0	2,3	33,7	6,4%
DORDOGNE	La Dordogne	82,4	33,5	48,9	40,7%
DORDOGNE	La Dronne	49,2	38,8	10,5	78,8%
DORDOGNE	La Vézère	26,5	12,9	13,6	48,7%
DORDOGNE	L'Isle	44,0	20,2	23,8	46,0%
GIRONDE	La Dordogne	172,6	46,5	126,2	26,9%
GIRONDE	La Dronne	9,0	5,8	3,2	64,8%
GIRONDE	L'Isle	48,1	43,2	4,9	89,9%
LOT	La Dordogne	113,7	51,6	62,2	45,3%
LOT	La Cère	3,2	1,1	2,1	34,8%
CANTAL	La Cère	21,9	6,6	15,3	30,1%
TOTAL SURFACES km ²		645,6	287,1	358,5	
%		100,00	44%	56%	

Les conséquences sur la ripisylve et le fonctionnement des bras morts s'observent actuellement. Le rôle hydraulique de ces éléments de l'hydrosystème est pourtant important car il augmente la capacité de stockage du lit et ralentit les vitesses d'écoulement. Une restauration de ces fonctionnalités passe aussi par l'acceptation de débordements plus fréquents. Les moyens d'action pour la renaturation des berges peuvent être le "laisser faire" partout où des enjeux économiques sensibles ne sont pas en cause.

En revanche, des politiques comme Natura 2000 peuvent être valorisées auprès du monde agricole par le développement de Contrat d'Agriculture Durable dans certains secteurs particulièrement sensibles. Sur la vallée de l'Alzou dans le département du Lot au niveau de Rocamadour, les zones inondables sont constituées de 60 ha environ de prairies naturelles fauchées ou pâturées et régulièrement inondées. Le maintien en l'état de ce potentiel d'expansion des crues qui contribue modestement au laminage des crues de l'Ouyse (cours d'eau karstique) pourra se faire avec l'appui économique des procédures CAD.

7 - LES PPRI : PLANS DE PREVENTION DES RISQUES INONDATIONS

Sur le bassin de la Dordogne, les Plans de Prévention des Risques Inondations ont été élaborés selon la même méthodologie, présentée ci-dessous. La situation de référence sur le bassin est présentée dans l'atlas.

► But, principe et procédure d'un PPRI

Les PPRI poursuivent 2 objectifs principaux :

- constituer et divulguer une connaissance du risque afin que chaque personne concernée soit informée et responsabilisée ;
- Instituer une réglementation minimum mais durable afin de garantir les mesures de préventions. C'est pour cela que le PPRI institue des servitudes d'occupation du sol.

Le PPRI est donc le moyen d'afficher et de pérenniser la prévention.

Les responsabilités :

Selon les dispositions visées au nouvel article L.121-1 du code de l'urbanisme, les documents d'urbanisme doivent prendre en compte la prévention des risques naturels. Cette prise en compte doit être inscrite dans :

- le rapport de présentation ;
- le document d'orientation ;
- les documents cartographiques.

D'un point de vue pénal, plusieurs incriminations sont susceptibles d'être retenues dans le domaine des risques naturels tant en ce qui concerne les élus locaux que les services de l'état (délivrance de la part d'un maire d'une autorisation de construction sur une zone non constructible du PPRI, ou d'une autorisation sans prescriptions spéciales dans une zone soumise au risque inondation...)

► Etude des crues historiques

L'étude des crues historiques est un document de synthèse des événements marquants du passé où les différentes crues les plus représentatives sont recensées par enquête sur le terrain auprès des riverains. On complète cette information par les obstacles particuliers à l'écoulement des eaux et les dommages connus.

Choix de la crue de référence

Il est défini des règles à appliquer aux zones inondables par rapport à la crue de référence dont la définition est la suivante : "la crue de référence est la plus forte crue, ou dans le cas où celle-ci serait plus faible que la crue centennale, cette dernière".

La définition de cette crue a été établie dans l'atlas des zones inondables (limites de 3 crues : fréquente, décennale et historique).

► Elaboration de la carte de l'aléa inondation

La carte de l'aléa d'inondation a pour objet de préciser les niveaux d'aléas reconnus en regard des phénomènes étudiés précédemment.

Elle suppose généralement :

- la création d'un modèle mathématique d'étude des crues à l'aide de levés topographiques pour définir la ligne d'eau d'une crue centennale ;
- la détermination et l'étude d'une crue de période de retour centennale. Cette crue est décrite par deux paramètres : hauteur d'eau et vitesse du courant. La carte de l'aléa inondation, par croisement de ces paramètres, est une représentation des caractères physiques du phénomène.

DEMARCHE POUR L'EVALUATION DE L'ALEA

ALEA		VITESSE		
		Faible (stockage) $V < 0,2 \text{ m/s}$	Moyenne (écoulement) $0,2 < V < 0,5 \text{ m/s}$	Fort (grands écoulements) $V > 0,5 \text{ m/s}$
HAUTEUR	$H < 0,5 \text{ m}$	faible	moyen	fort
	$0,5 \text{ m} < H < 1 \text{ m}$	moyen	moyen	fort
	$H > 1 \text{ m}$	fort	fort	fort

► Définition des mesures de prévention

L'état détermine les principes de prévention et élabore le rapport de présentation, le plan de zonage et le règlement. Ces pièces, avec la carte de l'aléa inondation, forment le projet de PPRI.

Il y a deux types de mesures :

- les mesures réglementaires : principe de non occupation ou non utilisation en zone rouge et limitation de l'encombrement pour les constructions futures ou contraintes particulières sur les équipements sensibles (écoles) et les stockages de produits polluants ou dangereux en zone bleue ;
- les mesures de recommandations : elles contribuent à réduire les dommages ou à faciliter les secours (organisation de l'évacuation, pompes, matériaux de constructions, protection des installations électriques...).

Règlement

LE PPRI vaut servitude d'utilité publique. Il doit être annexé au plan local d'urbanisme (PLU).

Le PPRI veut réglementer toute occupation ou utilisation physique du sol (bâtiments, installations, travaux, plantations...) afin d'améliorer la sécurité des personnes, limiter l'aggravation du phénomène de crue, réduire la vulnérabilité des biens et des activités et supprimer les risques induits.

Ces mesures de prévention se basent sur la **Cote de référence**, qui correspond à la Cote NGF atteinte pour une crue de fréquence centennale (crue théorique calculée).

Les demandes d'autorisation ou les dossiers de déclarations pour une construction ou pour tout autre mode d'occupation du sol feront apparaître le niveau NGF du terrain naturel avant travaux à l'emplacement du projet. La cote à prendre en compte correspond à la cote de référence majorée d'au moins 20 cm.

Le règlement donne ensuite, la liste des dispositions applicables (occupation des sols, biens et activités existants et futurs, prescriptions techniques) aux constructions nouvelles et existantes.

ANNEXE 1

DEBITS DE CRUE CARACTERISTIQUES

Note : Pour l'ensemble des tableaux de l'annexe 1, **Qi** désigne le débit instantané de pointe, **Qj** le débit journalier de pointe et **q** le débit spécifique associé à Qj.

STATISTIQUES DE CRUES - Rivière DORDOGNE						
Période de retour (années)	2	5	10	20	50	Rapport Qi/Qj
Saint-Sauves-d'Auvergne (87 km ² - 77 ans)						1.80
Qj (m3/s)	22	35	44	52	63	
q (l/s/km ²)	256	405	503	597	719	
Argentat (4400 km ² - 77 ans)						1.04
Qj (m3/s)	606	876	1 060	1 230	1 450	
q (l/s/km ²)	138	199	241	280	330	
Carennac (6960 km ² - 40 ans)						1.08
Qj (m3/s)	722	956	1 110	1 260	1 450	
q (l/s/km ²)	104	137	159	181	208	
Souillac (7802 km ² - 106 ans)						1.08
Qj (m3/s)	718	927	1 070	1 200	1 370	
q (l/s/km ²)	92	119	137	154	176	
Cénac-et-Saint-Julien (8705 km ² - 106 ans)						1.04
Qj (m3/s)	1 040	1 430	1 690	1 930	2 250	
q (l/s/km ²)	119	164	194	222	258	
Gardonne (14600 km ² - 48 ans)						1.05
Qj (m3/s)	1 340	1 820	2 140	2 450	2 850	
q (l/s/km ²)	92	125	147	168	195	

Données Banque HYDRO

STATISTIQUES DE CRUES - Rivière MARONNE						
Période de retour (années)	2	5	10	20	50	Rapport Qi/Qj
Sainte-Eulalie (112 km ² - 72 ans)						
Qj (m3/s)	35	51	61	72	85	1.29
q (l/s/km ²)	311	454	548	639	756	
Pleaux [Enchanet] (513 km ² - 88 ans)						
Qj (m3/s)	122	161	187	212	245	?
q (l/s/km ²)	237	314	365	414	477	
Argentat [Pont de Basteyroux] (821 km ² - 88 ans)						
Qj (m3/s)	132	193	234	273	324	1.15
q (l/s/km ²)	161	236	285	333	394	

Données Banque HYDRO

STATISTIQUES DE CRUES - Rivière CERE						
Période de retour (années)	2	5	10	20	50	Rapport Qi/Qj
Polminhac [Comblat-le-Pont] (88 km ² - 106 ans)						
Qj (m3/s)	47	63	74	84	97	1.32
q (l/s/km ²)	535	718	839	955	1 106	
Sansac-de-Marmiesse (350 km ² - 42 ans)						
Qj (m3/s)	107	145	171	195	227	1.28
q (l/s/km ²)	306	416	488	558	648	
Saint-Étienne-Cantalès (691 km ² - 70 ans)						
Qj (m3/s)	168	232	274	315	367	?
q (l/s/km ²)	243	335	396	455	531	
Biars-sur-Cère [Bretenoux] (1096 km ² - 40 ans)						
Qj (m3/s)	159	220	260	298	349	1.18
q (l/s/km ²)	145	200	237	272	318	

Données Banque HYDRO

STATISTIQUES DE CRUES - Rivière VEZERE						
Période de retour (années)	2	5	10	20	50	Rapport Qi/Qj
Saint-Merd-les-Oussines [Maisonniel] (52 km ² - 49 ans)						
Qj (m3/s)	9	13	15	17	20	1.14
q (l/s/km ²)	177	243	286	327	381	
Bugeat (143 km ² - 73 ans)						
Qj (m3/s)	29	39	46	53	61	1.17
q (l/s/km ²)	203	275	322	367	426	
Uzerche (601 km ² - 106 ans)						
Qj (m3/s)	79	114	136	158	186	1.18
q (l/s/km ²)	132	189	227	263	310	
Saint-Viance (993 km ² - 41 ans)						
Qj (m3/s)	92	120	139	157	180	1.23
q (l/s/km ²)	93	121	140	158	181	
Larche (2485 km ² - 46 ans)						
Qj (m3/s)	315	431	509	583	679	1.17
q (l/s/km ²)	127	174	205	235	273	
Montignac [Le Pertuis] (3125 km ² - 108 ans)						
Qj (m3/s)	417	576	681	782	912	1.21
q (l/s/km ²)	134	184	218	250	292	
Campagne (3736 km ² - 39 ans)						
Qj (m3/s)	372	506	595	679	789	1.10
q (l/s/km ²)	100	135	159	182	211	

Données Banque HYDRO

STATISTIQUES DE CRUES - Rivière CORREZE						
Période de retour (années)	2	5	10	20	50	Rapport Qi/Qj
Saint-Yrieix-le-Déjalat [Pont de Lanour] (54 km ² - 58 ans)						1.15
Qj (m3/s)	15	21	24	28	33	
q (l/s/km ²)	271	380	453	523	613	
Corrèze [Pont de Neupont] (168 km ² - 71 ans)						1.17
Qj (m3/s)	37	52	62	71	83	
q (l/s/km ²)	219	308	367	423	496	
Tulle [Pont des soldats] (356 km ² - 50 ans)						1.17
Qj (m3/s)	67	93	110	127	148	
q (l/s/km ²)	188	261	309	356	416	
Brive-la-Gaillarde [Le Prieur] (947 km ² - 88 ans)						1.29
Qj (m3/s)	159	226	270	312	367	
q (l/s/km ²)	168	239	285	330	387	

Données Banque HYDRO

STATISTIQUES DE CRUES - Rivière ISLE						
Période de retour (années)	2	5	10	20	50	Rapport Qi/Qj
Cognac-sur-l'Isle (432 km ² - 49 ans)						
Qj (m3/s)	52	74	89	103	122	1.43
q (l/s/km ²)	120	172	206	239	282	
Escoire (906 km ² - 40 ans)						
Qj (m3/s)	117	170	206	240	284	1.15
q (l/s/km ²)	129	188	227	265	313	
Bassilac [Charrieras] (1863 km ² - 43 ans)						
Qj (m3/s)	205	281	331	379	442	1.18
q (l/s/km ²)	110	151	178	204	237	
Périgueux (2123 km ² - 106 ans)						
Qj (m3/s)	213	301	360	416	489	1.14
q (l/s/km ²)	100	142	169	196	230	
Mussidan (3030 km ² - 40 ans)						
Qj (m3/s)	181	235	271	305	350	1.09
q (l/s/km ²)	60	78	89	101	115	
Saint-Laurent-des-Hommes [La Filolie] (3350 km ² - 74 ans)						
Qj (m3/s)	243	347	416	482	567	1.11
q (l/s/km ²)	72	103	124	144	169	
Abzac (3738 km ² - 40 ans)						
Qj (m3/s)	239	335	399	460	539	1.07
q (l/s/km ²)	64	90	107	123	144	
Coutras [virtuelle] (6568 km ² - 40 ans)						
Qj (m3/s)	403	590	714	833	987	?
q (l/s/km ²)	61	90	109	127	150	

Données Banque HYDRO

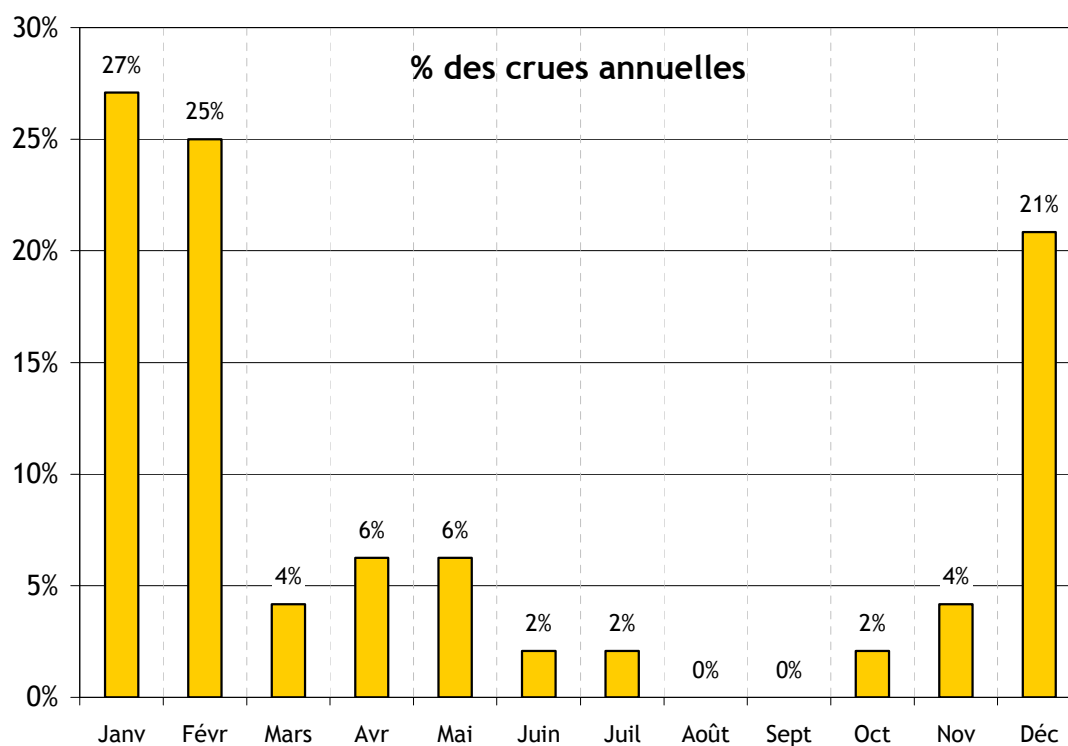
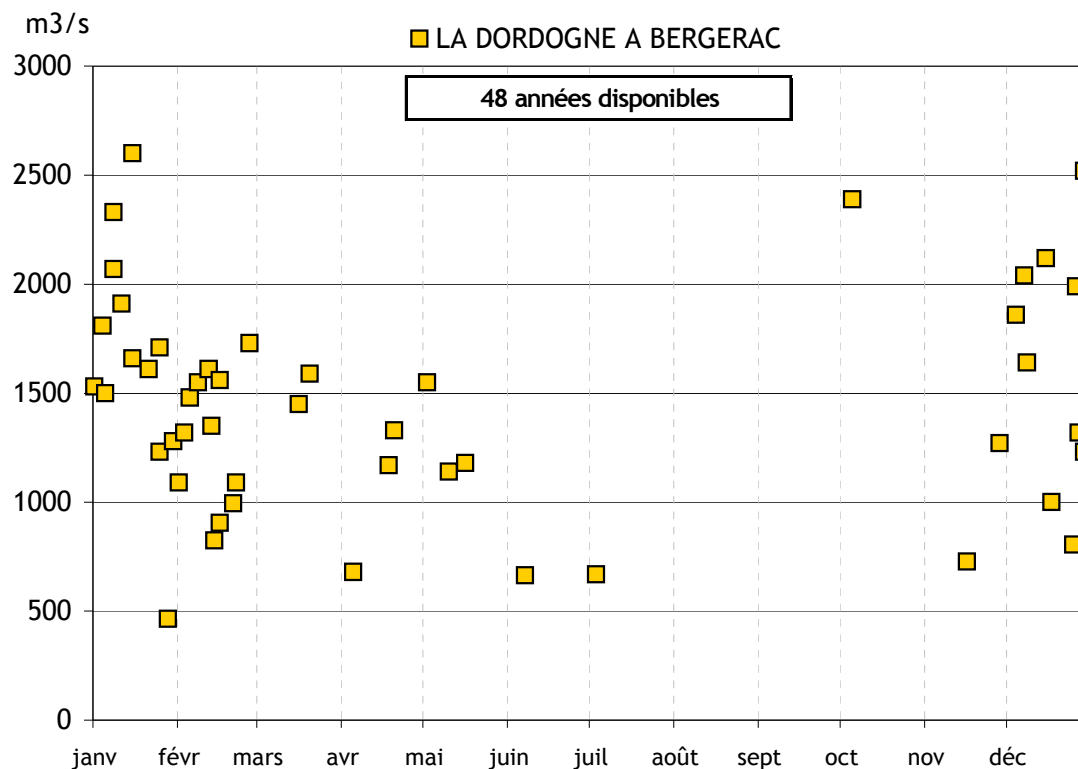
STATISTIQUES DE CRUES - Rivière DRONNE						
Période de retour (années)	2	5	10	20		50
Saint-Pardoux-la-Rivière [Le Manet]						
(150 km ² - 40 ans)						
Q (m3/s)	6	16	24	28		33
q (l/s/km ²)	42	107	160	187		220
Saint-Pardoux-la-Rivière						
(137 km ² - 34 ans)						
Q (m3/s)	6	18	25	29		34
q (l/s/km ²)	45	131	182	212		248
Brantôme [Pont des Roches]						
(105 km ² - 33 ans)						
Q (m3/s)	25	58	87	110		120
q (l/s/km ²)	241	552	829	1 048		1 143
Ribérac						
(59 km ² - 34 ans)						
Q (m3/s)	25	66	94	110		130
q (l/s/km ²)	417	1 119	1 593	1 864		2 203
Bonnes						
(36 km ² - 42 ans)						
Q (m3/s)	47	110	170	200		240
q (l/s/km ²)	1 308	3 056	4 722	5 556		6 667
Coutras						
(6 km ² - 40 ans)						
Q (m3/s)	82	170	270	330		390
q (l/s/km ²)	13 617	28 333	45 000	55 000		65 000

Données Banque HYDRO

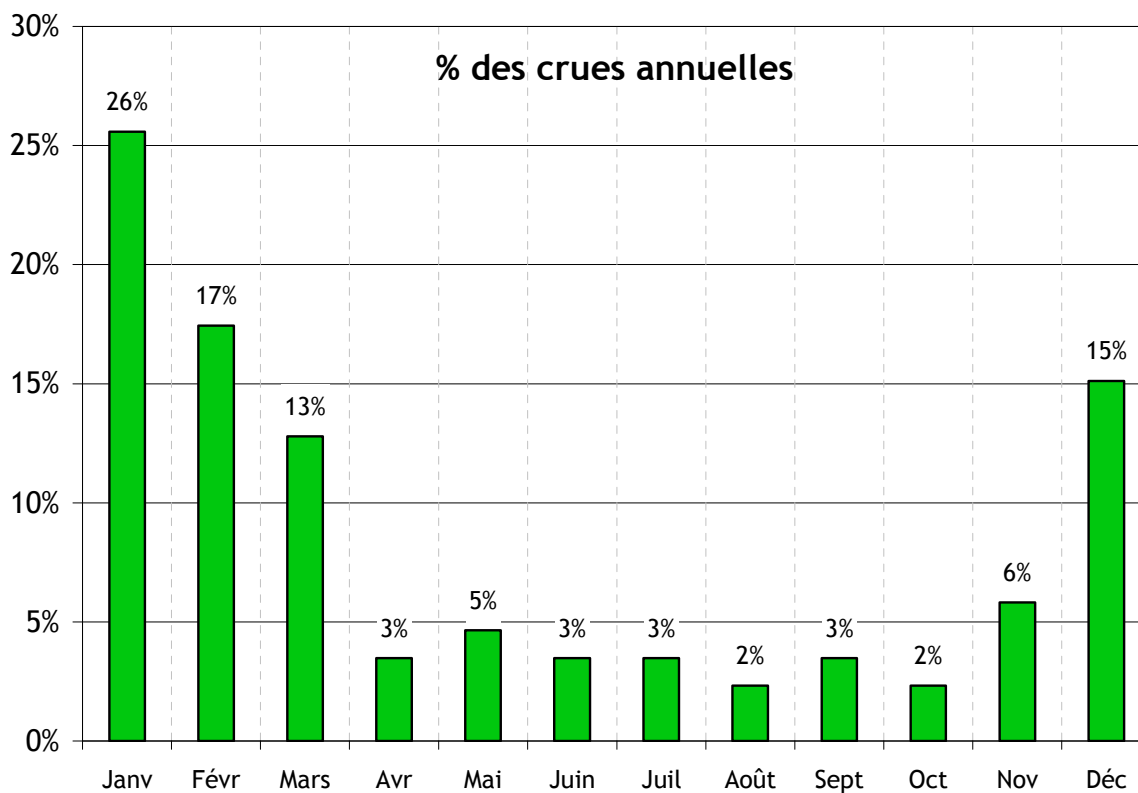
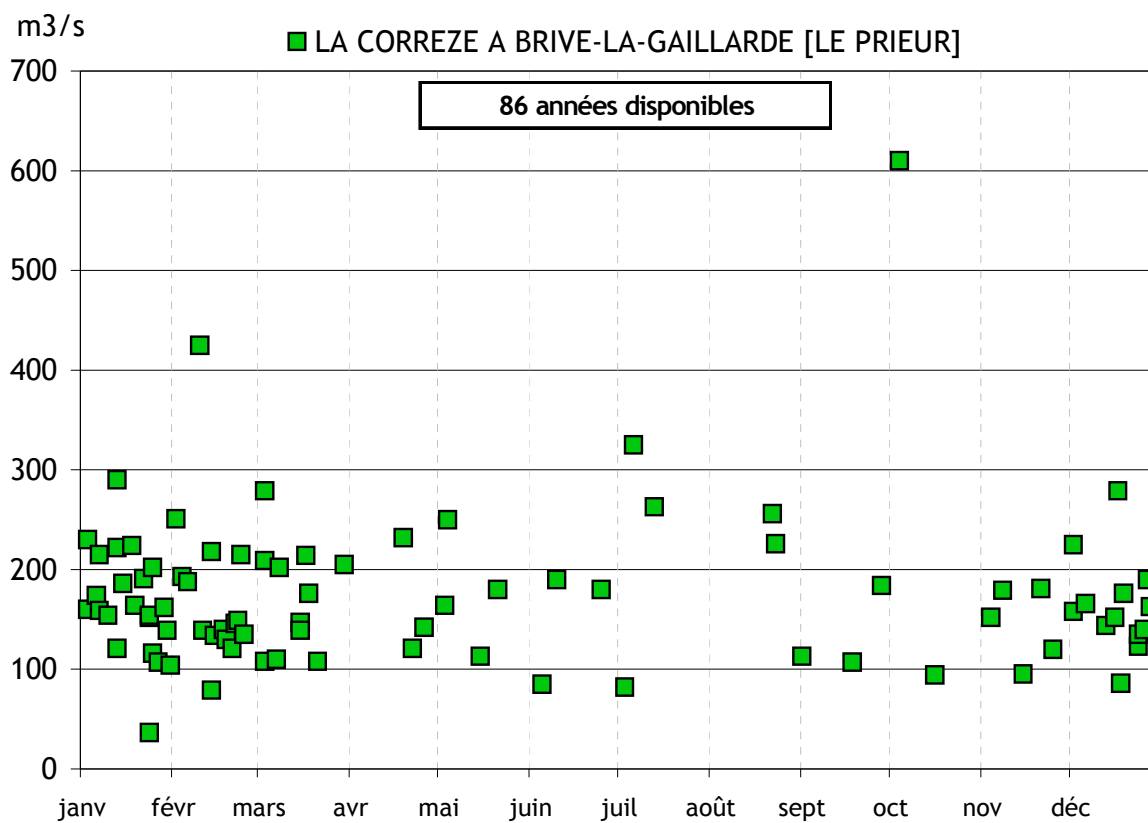
ANNEXE 2

DEBITS DE CRUE CARACTERISTIQUES

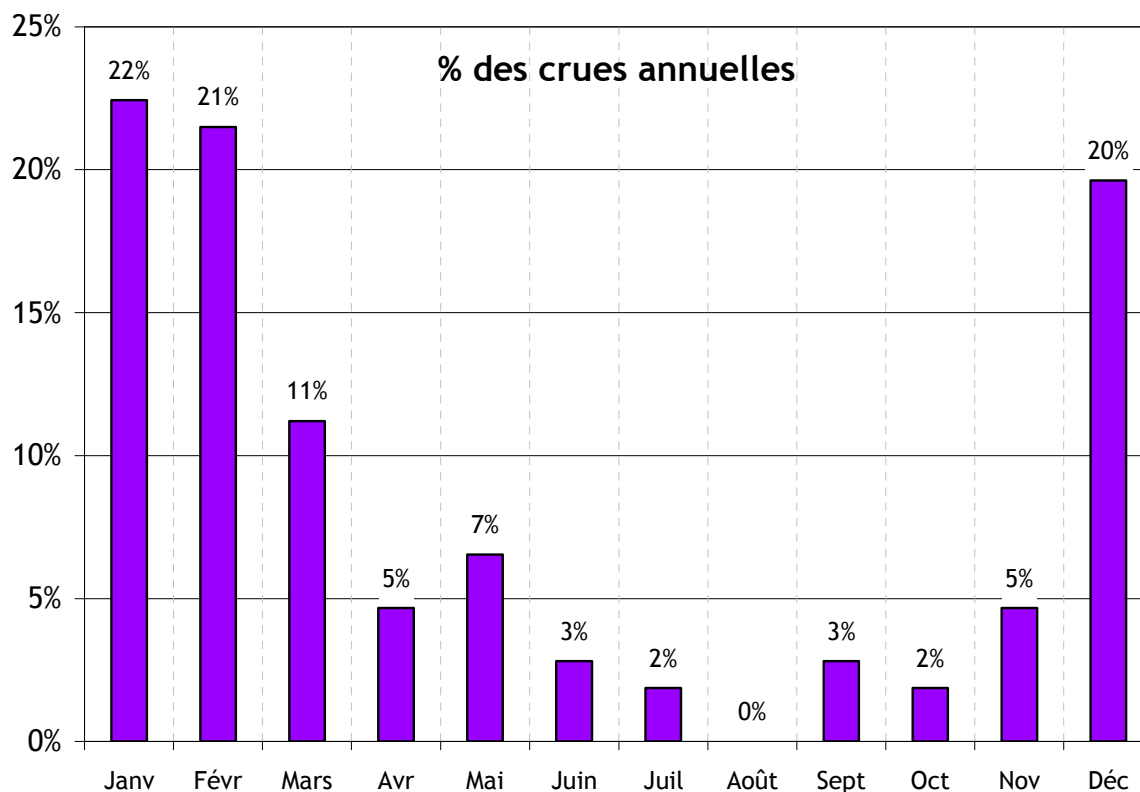
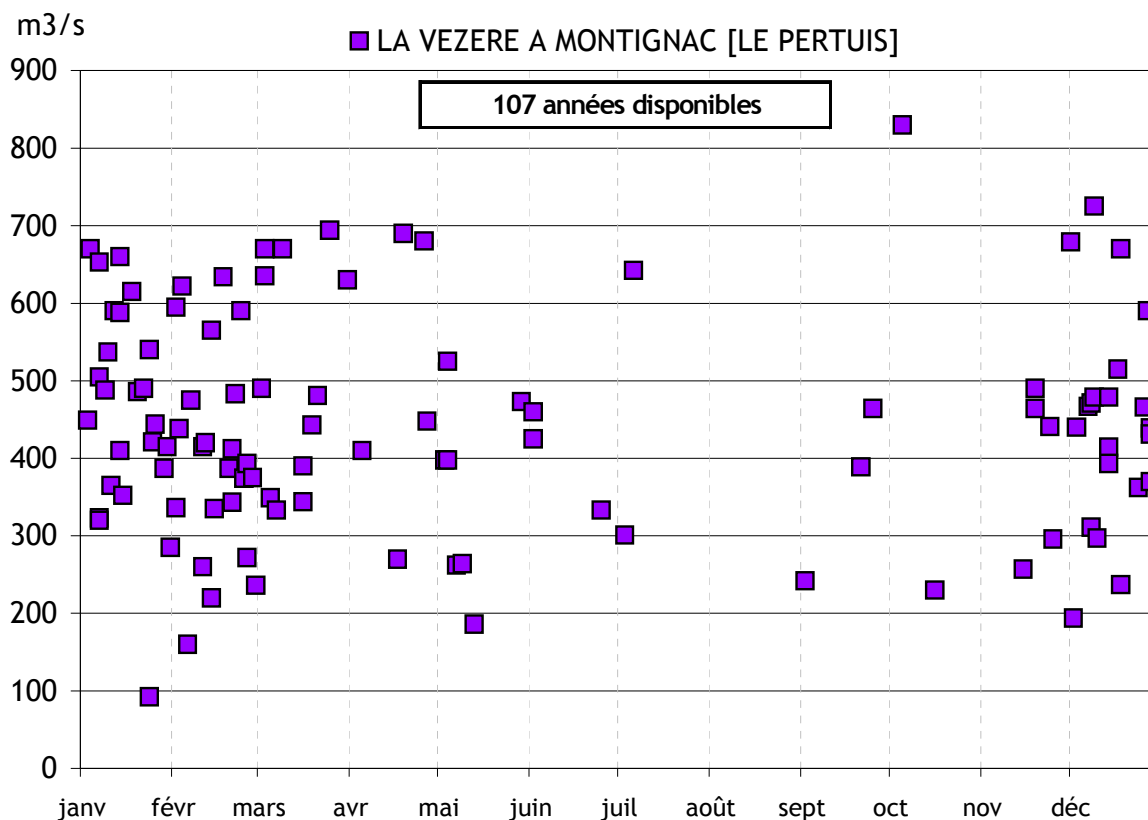
Répartition des crues dans l'année



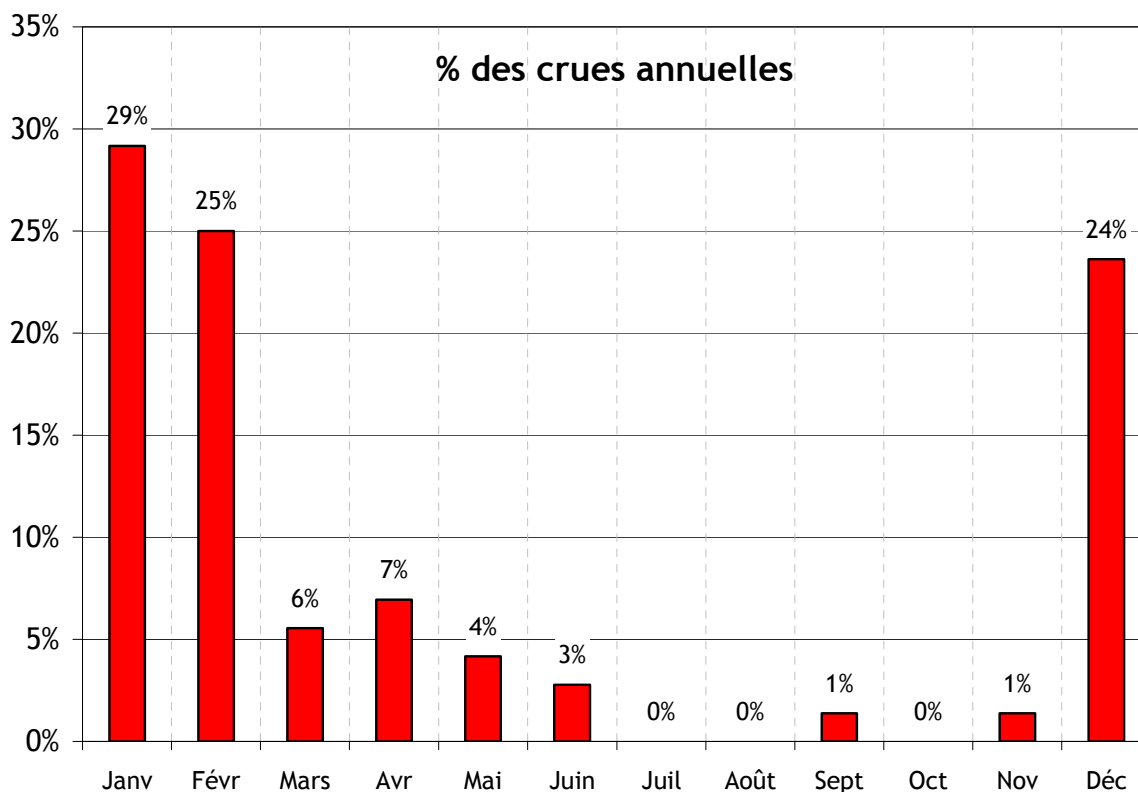
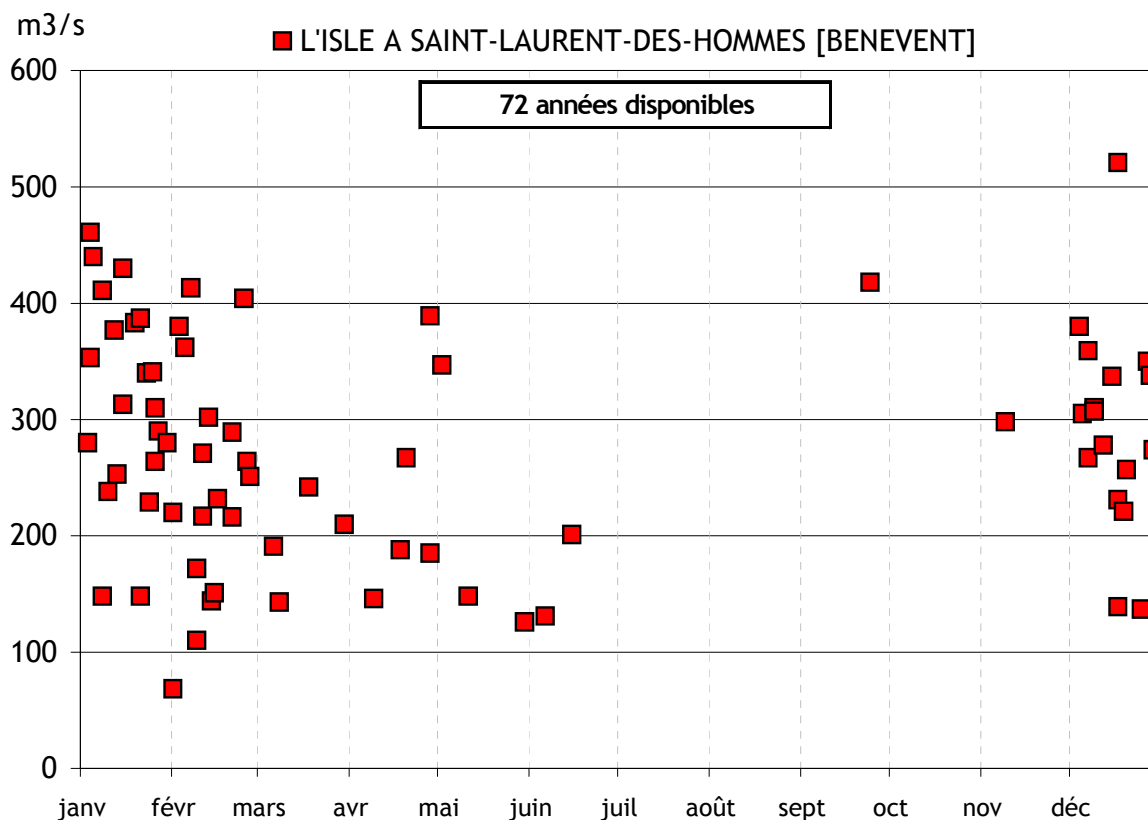
Répartition des crues dans l'année



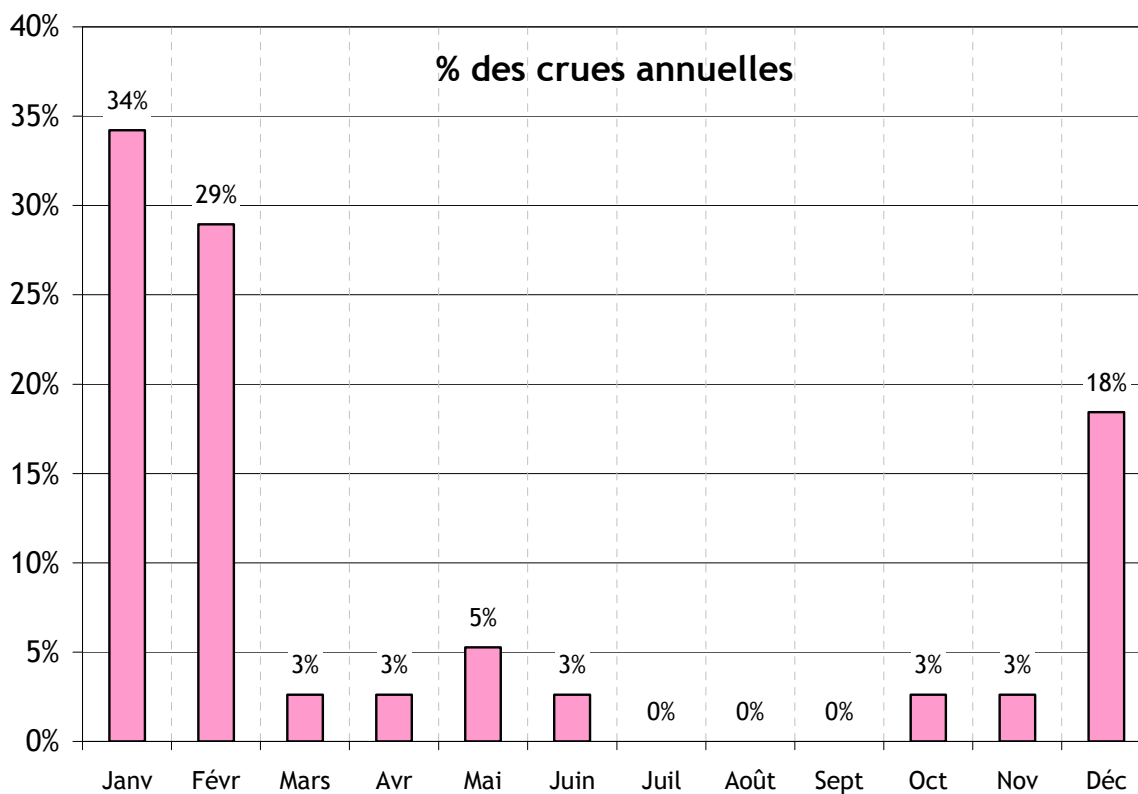
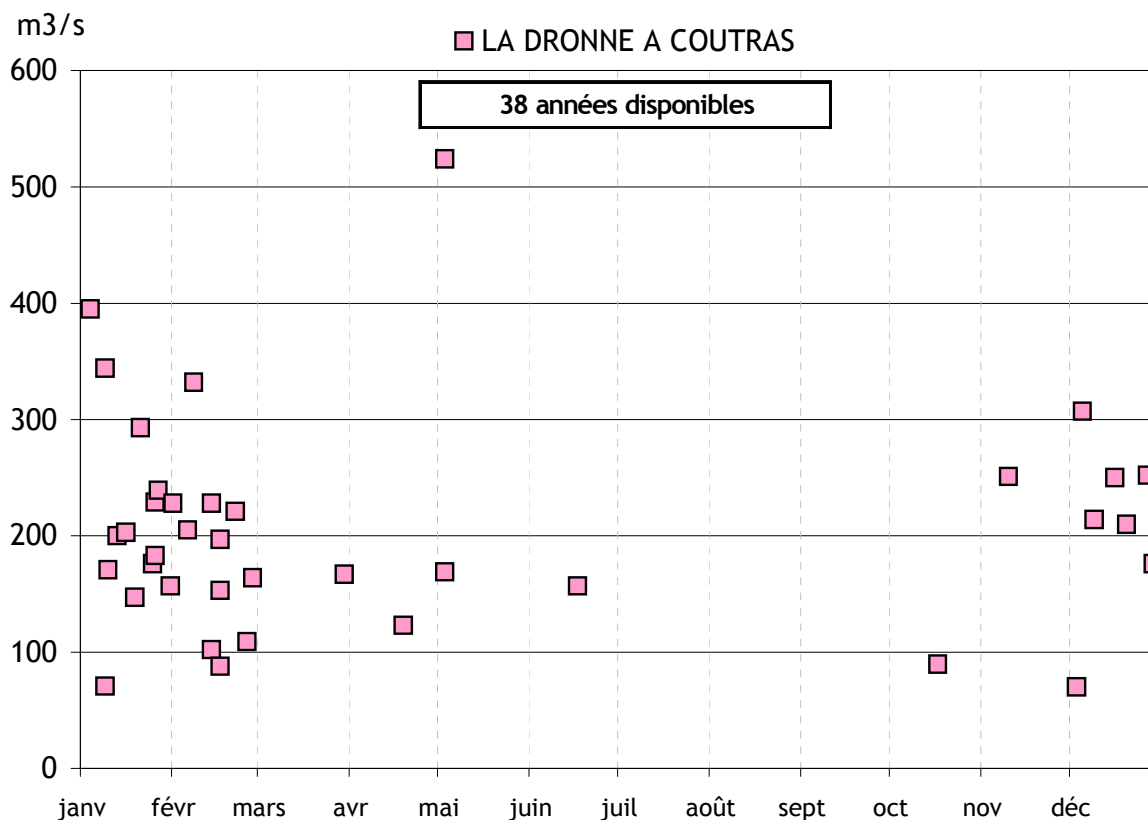
Répartition des crues dans l'année



Répartition des crues dans l'année



Répartition des crues dans l'année



ANNEXE 3

LES RISQUES DE RUISSELLEMENT

L'analyse du ruissellement se fonde sur le croisement de plusieurs critères pédologiques et d'occupation du sol qui détermine des états de surface du sol plus ou moins favorables à l'infiltration. La méthodologie d'ensemble est issue des travaux de l'INRA développés dans le cadre du modèle de ruissellement "Stream". Il nécessite une observation ou une estimation des états de surface de chaque parcelle, à une date donnée.

Les critères de modélisation sont normalement applicables à l'échelle des parcelles et peuvent intégrer des motifs très fins comme les dérayures, ornières, bandes enherbées, etc.. Pour une interprétation à grande échelle, nous avons affectés à des territoires importants des critères d'analyses présentés ci-dessous.

CRITERES

Les limites du parcellaire ont été obtenues en croisant les données d'occupation du sol de Corine Land Cover et les données de texture des sols de la Base de Données Analyse des Terres de l'INRA (BDAT).

L'occupation des sols a permis d'affecter les critères de couvert végétal et de rugosité des sols.

Occupation du sol NIVEAU 1	Occupation du sol NIVEAU 3	OCCUPATION DE LA PARCELLE	CODE	% CV	CODE	Rugosité	CODE
TERRITOIRES AGRICOLAS	VERGERS ET PETITS FRUITS, VIGNOBLES	Verger	19	21 a 60%	2	2 a 5 cm.	2
	PRAIRIES	Prairie permanente	12	61 a 100%	3	2 a 5 cm.	2
	TERRES ARABLES HORS PERIMETRES D'IRRIGATION	Labour	24	0 a 20%	1	5 a 10 cm.	3
	CULTURES ANNUELLES ASSOCIÉES AUX CULTURES PERMANENTES	Labour	24	0 a 20%	1	5 a 10 cm.	3
	SYSTEME CULTURAUX ET PARCELLAIRES COMPLEXES	Terres labourables non identifiée	61	0 a 20%	1	2 a 5 cm.	2
	TERITOIRES AGRICOLES AVEC PRESENCE IMPORTANTE DE VEGETATION NATURELLE	Terres labourables non identifiée	61	21 a 60%	2	2 a 5 cm.	2
	TERRITOIRES AGROFORESTIER	Friche	14	21 a 60%	2	2 a 5 cm.	2
FORETS ET MILIEUX SEMI-NATURELS	ROCHES NUES	Mare	15	0 a 20%	1	> 15 cm.	5
	VEGETATION CLAIRSEMEE	Friche	14	0 a 20%	1	2 a 5 cm.	2
	FORETS	Espace forestier	17	61 a 100%	3	> 15 cm.	5
	LANDES ET BROUSSAILLES	Friche	14	61 a 100%	3	10 a 15 cm.	4
	PELOUSES ET PATURAGES NATURELS	Prairie permanente	12	61 a 100%	3	2 a 5 cm.	2
ZONES HUMIDES	MARAI MARITIME, INTERIEUR, TOURBIERES	Mare	15	Non applicable	-1	Non applicable	-1
SURFACE EN EAU	COURS ET VOIES D'EAU, PLAN D'EAU	Mare	15	Non applicable	-1	Non applicable	-1
TERRITOIRES ARTIFICIALISES	EQUIPEMENTS SPORTIFS ET DE LOISIRS	Maison et jardin	60	0 a 20%	1	Non applicable	-1
	CHANTIERS, DECHARGE, EXTRACTION DE MATERIAUX	Maison et jardin	60	Non applicable	-1	Non applicable	-1
	AEROPORTS	Maison et jardin	60	Non applicable	-1	Non applicable	-1
	RESEAUX ROUTIER ET FERROVIAIRE ET ESPACES ASSOCIES	Maison et jardin	60	Non applicable	-1	Non applicable	-1
	ZONES INDUSTRIELLES OU COMMERCIALES	Maison et jardin	60	Non applicable	-1	Non applicable	-1
	TISSU URBAIN CONTINU	Maison et jardin	60	Non applicable	-1	Non applicable	-1
	TISSU URBAIN DISCONTINU	corps de fermer prairie	59	Non applicable	-1	Non applicable	-1

Codage attribut CV : Couvert végétal	
-1	Non applicable.
1	0 a 20%
2	21 a 60%
3	61 a 100%

Codage attribut RUGOT : Rugosité moyenne de la surface du sol dans le sens du travail du sol (dénivelé en cm)	
-1	Non applicable.
0	0 a 1 cm.
1	1 a 2 cm.
2	2 a 5 cm.
3	5 a 10 cm.
4	10 a 15 cm.
5	> 15 cm.

Les données de texture des sols ont permis de définir le faciès.

Codage attribut FACIES : Stade de fermeture de la surface du sol	
-1	Non applicable.
0	F0 - Stade fragmentaire.
1	F1/F11 - 1er stade de dégradation.
12	F1/F12 - 2eme stade de dégradation ---> croute structurale
2	F2 - Stade sédimentaire.

Classe de battance			
Battance minimum	Battance maximum	Codage attribut FACIES : Stade de fermeture de la surface du sol	
Non relevé		-1	Non applicable.
0	0.6	0	F0
0.6	0.9	1	F1/F11
0.9	1.4	12	F1/F12
1.4	2	2	F2

Ensuite, ces données sont croisées pour donner des classes de sensibilité au ruissellement qui définissent des capacités d'infiltration en mm/h.

RUGOSITE		CV		Faciès				
				Non relevé	0 - F0	1 - F1/F11	12 - F1/F12	2 - F2
N	Non applicable	N	Non applicable	-1	-1	-1	-1	-1
		1	0 a 20%	-1	1	1	1	3
		2	21 a 60%	-1	0	0	1	3
		3	61 a 100%	-1	0	0	2	2
0	0 a 1 cm.	N	Non applicable	3	1	1	2	4
		1	0 a 20%	3	2	2	3	4
		2	21 a 60%	3	1	2	4	2
		3	61 a 100%	2	0	1	2	3
1	1 a 2 cm.	N	Non applicable	2	0	1	2	3
		1	0 a 20%	3	1	2	3	4
		2	21 a 60%	2	0	1	2	3
		3	61 a 100%	1	0	1	2	3
2	2 a 5 cm.	N	Non applicable	1	0	0	1	3
		1	0 a 20%	2	0	1	2	3
		2	21 a 60%	1	0	1	2	3
		3	61 a 100%	1	0	0	1	2
3	5 a 10 cm.	N	Non applicable	1	0	0	1	2
		1	0 a 20%	1	0	1	2	3
		2	21 a 60%	1	0	0	1	2
		3	61 a 100%	0	0	0	0	2
4	10 a 15 cm.	N	Non applicable	-1	0	0	1	2
		1	0 a 20%	1	0	1	1	2
		2	21 a 60%	0	0	0	1	2
		3	61 a 100%	0	0	0	0	2
5	> 15 cm.	N	Non applicable	0	0	0	1	2
		1	0 a 20%	1	0	1	1	2
		2	21 a 60%	0	0	0	1	2
		3	61 a 100%	0	0	0	0	2

CLASSE DE SENSIBILITE CAPACITE D'INFILTRATION

-1	0 mm/h
0	50 mm/h
1	20 mm/h
2	10 mm/h
3	5 mm/h
4	2 mm/h

ANNEXE 4

ZONE INONDABLE ET ZONE DE PROTECTION

DEPARTEMENT	axe	Total ZI* km2	AVEC Protection : Surface km2	SANS Protection : Surface km2	% Protégé
CHARENTE	La Dronne	8,6	8,3	0,3	97,0%
CHARENTE-MARITIME	La Dronne	12,7	10,6	2,1	83,8%
CORREZE	L'Isle	0,4	0,2	0,2	43,6%
CORREZE	La Dordogne	17,2	5,4	11,8	31,4%
CORREZE	La Vézère	36,0	2,3	33,7	6,4%
DORDOGNE	La Dordogne	82,4	33,5	48,9	40,7%
DORDOGNE	La Dronne	49,2	38,8	10,5	78,8%
DORDOGNE	La Vézère	26,5	12,9	13,6	48,7%
DORDOGNE	L'Isle	44,0	20,2	23,8	46,0%
GIRONDE	La Dordogne	172,6	46,5	126,2	26,9%
GIRONDE	La Dronne	9,0	5,8	3,2	64,8%
GIRONDE	L'Isle	48,1	43,2	4,9	89,9%
LOT	La Dordogne	113,7	51,6	62,2	45,3%
LOT	La Cère	3,2	1,1	2,1	34,8%
CANTAL	La Cère	21,9	6,6	15,3	30,1%
TOTAL SURFACES km2		645,58	287,06	358,52	
%		100,00	44%	56%	

- Protections règlementaires environnementales prises en compte :

Arrêtés de Protection de Biotopes, Réserves naturelles et Réserves naturelles volontaires, Sites classés et sites inscrits, SIC Natura 2000,

ZNIEFF de type 1, ZNIEFF de type 2, ZICO.

- Sources : DIREN Aquitaine et Midi-Pyrénées, MNHN

* Selon état des données numériques SIG disponibles PAPI Dordogne au 01/06/06

Cartes consultables sur l'atlas

Corine Land Cover est un inventaire homogène de l'occupation du sol basé sur une photo-interprétation d'images satellites assistées par ordinateur. Le seuil minimal des unités cartographiées est de 25 hectares (soit une maille de 0,25 km²). Chaque unité décrit l'élément dominant de l'occupation du sol.

Axe

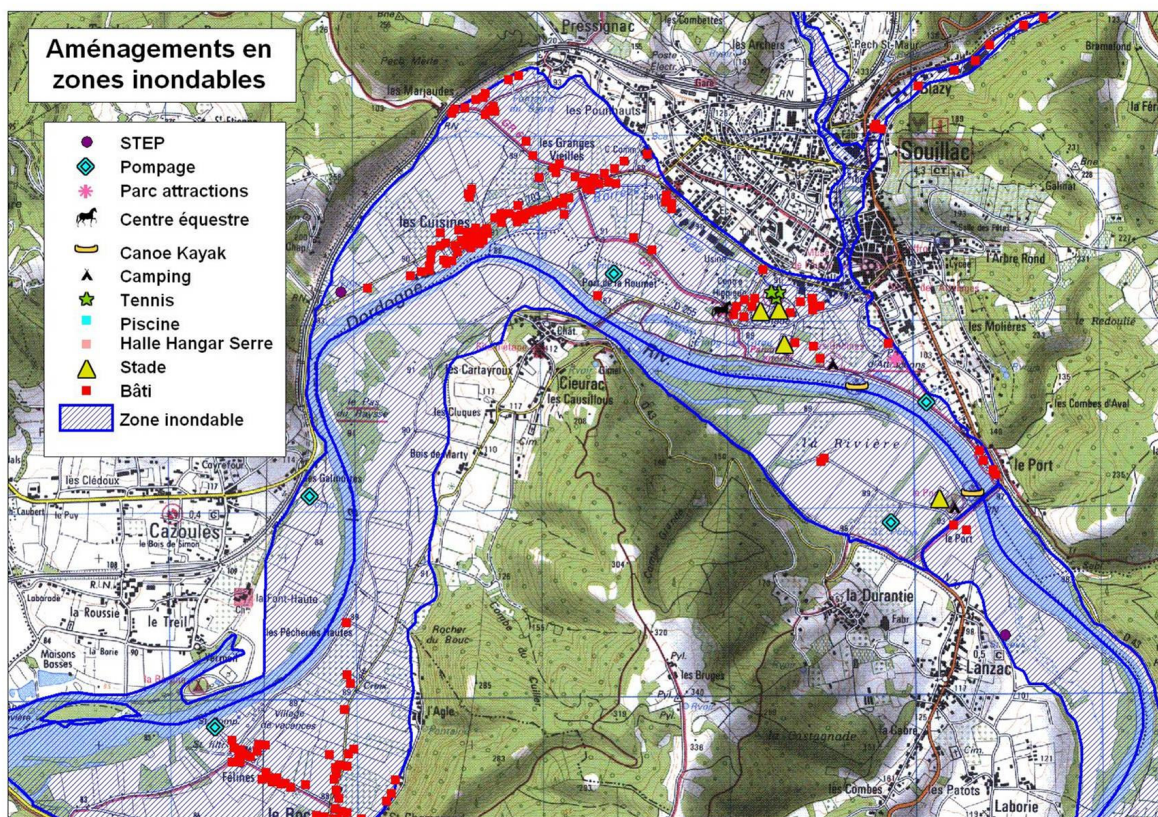
août 2006

Certaines surfaces bâties isolées peuvent ne pas être prises en compte du fait de la prédominance de prairies par exemple. La description résultante de l'occupation du sol est donc approximative. Il s'est avéré utile de croiser ces informations disponibles avec celles des Scan 25. A partir des Scan 25, ont pu également être repérées de nombreuses autres structures telles que les STEP, les terrains de camping, certaines serres, etc. Beaucoup d'informations ont pu en être tirées et enregistrées, comme pour le bâti, sous une table MapInfo. A titre expérimental, on a étudié les photos aériennes disponibles issues de "La cartographie de la vallée de la Dordogne" (Epidor), mais uniquement sur le tronçon Beaulieu –Souillac : certaines structures n'apparaissant pas sur les Scan 25 ont pu être localisées. Ces photos sont donc très utiles pour repérer les bâtiments les plus récents et ainsi compléter les informations issues de Corine Land Cover et des Scan 25. On peut recouper ainsi trois niveaux d'information concernant l'occupation du sol.

Niveau d'information		
Corine Land Cover (donnée surfacique)	SCAN 25 (donnée ponctuelle)	Photos aériennes (donnée ponctuelle)
Zones urbaines : 338 hectares	Nombre de bâtiments non pris en compte par Corine Land Cover = 1821	Nombre de bâtiments non pris en compte par Corine Land Cover et non repérés sur les Scan 25 = 14
	Parmi ces bâtiments sont identifiés : STEP : 6 Stations de pompage : 16 Halle/Hangar/Serre : 21	Parmi ces bâtiments sont identifiés : STEP : 1

Tableau récapitulatif des différents niveaux d'information utilisés pour affiner l'occupation du sol par le bâti du tronçon Beaulieu – Souillac

Extrait de carte - Aménagements en zones inondables



ANNEXE 6 : ETAT DE L'EXISTANT DES DONNEES SIG

1. Périmètres de travail

a. Le bassin Dordogne

Identification : le bassin versant Dordogne (509 zones hydrographiques incluses)

Emprise : 300 km sur 120 km environ (surface totale 24 000 km² environ)

b. Les sous bassins (nomenclature BD Carthage)

Identification :

- P0** La Dordogne de sa source au confluent de l'Auze
- P1** La Dordogne du confluent de l'Auze (incluse) au confluent de la Cère (incluse)
- P2** La Dordogne du confluent de la Cère au confluent de la Vézère
- P3** La Vézère de sa source au confluent de la Corrèze (incluse)
- P4** La Vézère du confluent de la Corrèze au confluent de la Dordogne
- P5** La Dordogne du confluent de la Vézère au confluent de l'Isle
- P6** L'Isle de sa source au confluent de la Dronne
- P7** La Dronne
- P8** L'Isle du confluent de la Dronne au confluent de la Dordogne
- P9** La Dordogne du confluent de l'Isle au confluent de la Garonne

Emprises : 600 à 3 735 km²

c. Les vallées et tronçons

Les vallées et surtout les tronçons de vallée seront définis plus explicitement et précisément dans une phase ultérieure

2. Données géographiques associées à chaque périmètre

a. Préambules

Sur les échelles de travail

À chaque périmètre ainsi défini, il faut y associer des données géographiques dont la pertinence est directement liée à l'échelle de travail, c'est-à-dire la précision de localisation de l'information source. Les échelles dont il est question ici peuvent être définies comme suit :

- **BASSIN DORDOGNE**

ECHELLES : Pour présenter le bassin en intégralité sur un format type A3, l'échelle est proche du 1/725 000 (1cm représente 7,25 km).

ERREUR-TYPE : À cette échelle, une erreur de position sur le papier de 1 mm est équivalente à 725 mètres.

THÉMATIQUES UTILES : Tous les éléments de contexte, présentation, documents synthétiques, vues d'ensemble des phénomènes, sans notion d'opposabilité ou de principe réglementaire. Le référentiel cartographique doit être simple et synthétique (réseau hydrographique majeur, villes principales, entités administratives départementales, de type vectoriel, les scans 100 d'IGN sont à proscrire à cette échelle).

- **SOUS BASSINS ET VALLÉES**

ECHELLES : Variables, du sous-bassin P9 à l'axe Dordogne intégral, soit pour un A3 du 1/125 000 (1cm représente 1,25 km) au 1/500 000 (1cm représente 5 km).

ERREUR-TYPE : À cette échelle, une erreur de position sur le papier de 1 mm est comprise entre 100 et 500 mètres.

THÉMATIQUES UTILES : Tous les éléments d'occupation du sol (CORINE Land Cover par exemple), sans notion d'opposabilité ou de principe réglementaire. Le référentiel cartographique doit être simple et synthétique, les scans 100 d'IGN sont réservés aux éléments de faible emprise).

- **TRONÇONS DE VALLÉES ET ZONES INONDABLES STRICTO SENSU**

ECHELLES : Variables, avec une prédilection pour le 1/25 000 (1cm représente 250 m). Sur un A3, au 1/25 000, 10 km peuvent être représentés.

ERREUR-TYPE : À cette échelle, une erreur de position sur le papier de 1 mm est égale à 25 mètres. Cette valeur est maximale : la plupart des digitalisations ont été réalisées à l'écran, où les possibilités de zoom réduisent considérablement cette erreur de saisie.

THÉMATIQUES UTILES : Zonages PPRI, Atlas des zones inondables et données de vulnérabilité (bâti, sites sensibles, infrastructures collectives...).

Le référentiel cartographique doit être le scan 25 d'IGN.

- **ANALYSES HYDROGÉOMORPHOLOGIQUES AU 1/10 000**

Dans le cadre des PPRI, certaines données peuvent être disponibles à la précision du 1/10 000 (1 cm représente 100 mètres). L'erreur-type est alors métrique.

Sur les principes d'échanges de données géographiques

Dans le cadre de cette étude, les données géographiques vectorielles ont été fournies par les différents partenaires aux formats suivants :

- MIF/MID : format d'échange du SIG MapInfo ;
- TAB : format natif du SIG MapInfo ;
- E00 : format d'échange du SIG Arc Info.

Préconisation : dans toute la mesure du possible, il convient de privilégier les formats d'échange. Le format MIF/MID semble le plus répandu, et sans doute celui qui offre le plus grand nombre de possibilités pour que les couches d'informations spécifiques et génériques soient échangées et reconnues sans manipulation.

Les couches raster (Scan 100 et Scan 25 en particulier) sont disponibles au format .TIFF, avec pour chaque tuile un fichier entête .TAB (MapInfo). Ces fichiers sont également reconnus par Geoconcept, ArcView et ArcInfo.

Sur les métadonnées

La difficulté d'accès aux données est l'un des principaux obstacles au développement de tout SIG. Cette difficulté est liée aux aspects techniques (formats) et législatifs (propriétés intellectuelles, diffusion des données publiques), mais aussi à la méconnaissance des données existantes, de leur qualité, de leur type et de leur origine.

Suite à l'analyse des données actuellement disponibles pour le PAPI Dordogne, il semble évident que l'hétérogénéité des sources et des méthodes utilisées pour alimenter ce SIG ne permet pas d'établir une couverture homogène, tant au niveau de la terminologie que du volume et de la précision des attributs de chaque couche.

Il existe une normalisation européenne concernant l'information géographique, la norme ENV 12657, traduite en norme française par l'AFNOR. Elle définit les informations nécessaires ou souhaitables, appelées métadonnées, décrivant les caractéristiques d'un lot de données géographiques ou localisées.

Les métadonnées y sont définies comme "des informations décrivant les données". Cette définition assez vaste est précisée dans la norme par une spécification détaillée des informations à saisir. Cela comprend les informations relatives au contenu, à la structure de la base, à son étendue, au système de référence spatiale utilisé, à la qualité et aux conditions d'accès à ces données, ainsi que les coordonnées de tout organisme jouant un rôle vis à vis des données.

Préconisation : la norme ENV 12657 prévoit pour cela plus de 150 champs d'information différents, dont il ne faut retenir ici qu'une vingtaine, essentiels à la continuité de la gestion des données. Il convient également de déterminer avec soin la liste exacte des données strictement indispensables à ce SIG, qui doivent bénéficier de ce catalogage : quelles couches, à quelles échelles ? Etc.

b. Données disponibles pour l'étude

Données spécifiques Inondation (Zones inondables et PPRI) – état au 01/06/2006

(Abrégé : ZI et PPRI)

Thème	Bassin	Commentaires	Organisme	Date	Format
Atlas Zones Inondables	Dordogne	CD-ROM / 139 couches	CETE 33	/	.TAB
Atlas Zones Inondables	Dordogne	Département 24 en 9 secteurs	DDE 24	14/01/05	.MIF
Cartographie Informatrice	Dordogne	Site Internet DIREN / Lot	DIREN Midi-Pyrénées	05/12/01	.TAB
Digues	Dordogne	De l'estuaire de la Gironde à St-Sulpice-de-Faleyrens	SMNG 33	20/01/05	.TAB
PPRI	Dordogne	Aval : Castillon, Amont : Lamonzie-St-Martin	DDE 24	10/01/05	.TAB
PPRI	Isle	Aval : Savignac, Amont Isle ...	DDE 33	3/12/04	.TAB

Thème	Bassin	Commentaires	Organisme	Date	Format
PPRI	Dronne	Aval : St-Astier, Amont Trelissac	DDE 24	18/11/04	.MIF
PPRI	Dordogne		DDE 19	16/05/05	.MIF
PPRI	Vézère		DDE 19	16/05/05	.MIF
ZI	Dronne	Dronne en Charente	DDE 16	01/06/06	TAB
ZI	Dordogne	Atlas ZI du Cantal	CETE Lyon/Clermont	01/06/06	TAB

Données utiles à l'étude de la vulnérabilité – état au 24/06/2005

► DONNÉES IMAGE (RASTER)

- Scan 100 (40 tuiles de 50 x 50 km) et Scan 25 (306 tuiles de 10 x 10 km) d'IGN couvrent l'ensemble du périmètre. (Abrégé : [SCAN100](#) et [SCAN25](#)) ;
- Mission photographique 1995 EPIDOR : 116 fichiers BMP Monochromes géoréférencés, couvrent la vallée Dordogne. (Abrégé : [PHOTO_1995](#)) ;
- Carte géologique BRGM au 1/1 000 000 géoréférencée. (Abrégé : [GEOL](#)).

► DONNÉES VECTORIELLES

- Limites administratives (départements, arrondissements, cantons, communes) issues de la BD Carto IGN. À ces objets sont également rattachés des informations statistiques comme le RGA ou d'occupation du sol. (Abrégé : [ADMIN](#)) ;
- Altimétrie : Grille altimétrique au pas de 75 mètres issue de la cartothèque Act Image. Cette grille permet de générer également des couches image (pentes, ombres, teintes hypsométriques...). (Abrégé : [ALTI](#)) ;
- BD Carthage : découpage du bassin en secteurs, sous-secteurs, zones hydrographiques. Elles comportent également le chevelu hydrographique, les points d'eau, hydrographie surfacique... (Abrégé : [CARTHAGE](#)) ;
- Pédologie : zonage pédologique en 21 classes (source : Agence de l'eau Adour Garonne). (Abrégé : [PÉDOL](#)) ;
- Occupation du sol : zonage CORINE LAND COVER (nomenclature CORINE : <http://www.ifen.fr/donIndic/Donnees/corine/3clature.htm>). (Abrégé : [CORINE](#)).
- Etude EPIDOR 1997 "Cartographie de la Dordogne", comprenant 81 couches dans les thèmes suivants (hors Cartographie informative DIREN Midi-Pyrénées) :

Agglomération
Aménagement du lit
Bathymétrie
Berge
Cours d'eau
Degradation qualite des eaux
Entite administrative
Exploitation des ressources
Faune
Flore
Hydrographie
Loisir
Objet lit mineur
Occupation du sol

Paysage
Protection_et_connaissance
Remarque_de_terrain
Troncon_hydrographique
Versant
Voie_de_communication

(Abrégé : CARTO_EPIDOR)

► DONNÉES HYDROMÉTRIE ET MÉTÉOROLOGIE

- Météorologie : base de données de stations pluviométriques constituées à partir des éléments disponibles dans la Climathèque de Météo France accessible à l'adresse suivante : <http://climatheque.meteo.fr/okapi/accueil/okapiWeb/index.jsp> (Abrégé : METEO) ;
- Hydrométrie : base de données de stations hydrométriques issue des informations du réseau CRUDOR et de la banque HYDRO (Abrégé : HYDRO).

c. Adaptation des données du SIG en fonction des périmètres de travail

COUCHES	PÉRIMÈTRE DE TRAVAIL		
	BASSIN DORDOGNE	SOUS BASSIN/VALLÉE	TRONCON
ZI			
PPRI			
SCAN 100			
SCAN 25			
PHOTO_1995			
GEOL			
ADMIN			
ALTI			
CARTHAGE			
PÉDOL			
CORINE			
CARTO_EPIDOR			
METEO			
HYDRO			

Niveau de pertinence

Inadapté
Faible
Moyen
Fort

**Données environnementales**

PROTECTIONS RÉGLEMENTAIRES
ETAT DE L'EXISTANT (formats numériques SIG)

1) Sources officielles et couverture géographique

Les DIREN tiennent à jour les données concernant les Milieux Naturels.

Ces données sont disponibles pour tous, à différents formats (cartes à imprimer type PDF, données SIG, fiches communales...) sur Internet pour les DIREN Aquitaine et Midi-Pyrénées :

Aquitaine : <http://www.aquitaine.ecologie.gouv.fr/SIGphp/DonneesSIG.htm>

Midi-Pyrénées : http://www.midi-pyrenees.ecologie.gouv.fr/recherche/don_tel.asp

Pour la Région Limousin, seul le format PDF est disponible :

<http://diren.dev.e-services.fr/donnees/frame.asp?page=index>

Pour l'ensemble du bassin, il existe également les données du MNHN (actualisées moins fréquemment que celles des DIREN) :

<http://inpn.mnhn.fr/>

2) THÉMATIQUES DISPONIBLES AU 11/10/05

Couverture complète (Bassin Dordogne)

- Arrêté Préfectoral de Protection de Biotope
- Sites d'Intérêt Communautaire Natura 2000 (et propositions)
- Réserves naturelles (nationales, régionales, volontaires)
- ZICO (Zones Importantes pour la Conservation des Oiseaux)
- ZNIEFF (Zones Naturelles d'Intérêt Écologique Faunistique et Floristique)

Couverture incomplète (Région Aquitaine et Midi-Pyrénées uniquement)

- Sites classés
- Sites inscrits
- ZPS

3) QUALITÉ ET METADONNÉES

Les données fournies par les DIREN Aquitaine et Midi-Pyrénées sont toutes décrites (métadonnées liées aux échelles de saisie, aux dates de mise à jour...), hiérarchisées et disponibles sous forme de couches logiques, sous forme vectorielle (formats d'échange SIG type mif/mid ou shape). Cette organisation permet une utilisation efficace et pertinente de la donnée, même si une homogénéisation de la terminologie, voire des intitulés de couches serait idoine pour une optimisation totale.

3. Préconisation pour la mise en place des métadonnées PAPI DORDOGNE

Le modèle de données attributaires proposé dans l'étude EPIDOR "Cartographie de la Dordogne" peut servir de point de départ pour l'organisation des données, et être étendu à d'autres axes. Les remarques suivantes portent donc sur les couches indispensables au système, à savoir :

ZI
PPRI
CARTO EPIDOR

Préconisation (issues de la norme ENV 12657, adaptées à l'étude) : il est nécessaire de renseigner les champs suivants pour l'ensemble de ces couches :

1. Titre ensemble de données ;
2. Date de référence ensemble de données (ou date de mise à jour) ;
3. Contact ensemble de données (nom et adresse responsable, détails contact) ;
4. Localisation géographique (identificateur géographique) ;
5. Caractéristiques ensemble de données ;
6. Catégorie (exemple : démographique, cadastrale...) ;
7. Echelle de saisie de l'ensemble de données ;
8. Nom format d'origine ensemble de données (ex. TIFF) ;
9. Qualité ensemble de données (ex. localisation incertaine) ;
10. Système référence (projection utilisée) ;
11. Type représentation spatiale (vecteur/raster) ;
12. Origine, historique ;
13. Ressource on-line (URL éventuel) ;
14. Remarques, commentaires ;
15. Mentions légales à respecter (ex : copyright).