

*Draix,
Le Brusquet,
Digne
22-24 oct. 1997*

Les bassins versants expérimentaux
de Draix, laboratoire d'étude de
l'érosion
en montagne

Experimental catchments of Draix :
a field laboratory for mountains
erosion studies

Les bassins versants expérimentaux de Draix, laboratoire d'étude de l'érosion en montagne

Actes du séminaire

Draix – Le Brusquet – Digne 22 -24 octobre 1997

Coordination : Nicole Mathys
Préparation de l'édition : Martine Girier

Séminaire

**Les bassins versants expérimentaux de Draix,
laboratoire d'étude de l'érosion en montagne**

*Experimental catchments of Draix :
a field laboratory for mountain erosion studies*

Draix – Le Brusquet – Digne 22 -24 octobre 1997

Coordinateur scientifique
Nicolle Mathys - Cemagref

Présidents de séance :
Bruno Ambroise – CNRS Strasbourg
Michel Goueffon – RTM Digne
Thierry Bariac – GYP Hydrosystèmes
Georges Rovera – IGA Grenoble

Les bassins versants expérimentaux de Draix, laboratoire d'étude de l'érosion en montagne, Actes du séminaire , Draix, Le Brusquet, Digne, 22 au 24 octobre 1997. ©1999 Cemagref ; Collection *Actes de colloque*, ISBN 2-85362-514-1 - Dépôt légal 1^{er} trimestre 1999 - Impression et façonnage Ateliers Cemagref BP 44, 92163 Antony, Cedex. Vente par correspondance : PUBLI-TRANS, BP 22, 91167 Longjumeau, Cedex 9. Diffusion aux libraires TEC et DOC, 14 rue de Provigny, 94236 Cachan Cedex, tél. : 01 40 67 00. 324 pages – 250 F TTC.

Préface

Il y a une vingtaine d'années, le Cemagref a décidé de promouvoir un bassin versant expérimental adapté à l'étude des érosions, des transports de sédiment dans les torrents de montagne. Ce projet a été rendu possible en grande partie grâce aux services de Restauration des terrains en montagne (RTM) qui se sont associés à l'opération. Le défi technique était important car les observations sur de tels bassins sont difficiles et peu de pays européens ont osé une telle aventure. Par conséquent, quelques années plus tard des programmes de recherche européens ont permis de mener des travaux innovants en lien avec la communauté scientifique.

Après cette première phase d'une quinzaine d'années, le renouvellement des thèmes de recherche ne s'est pas produit naturellement.

Le département, conforté par le RTM, a considéré qu'il fallait préserver cet outil de travail scientifique et l'ouvrir beaucoup plus largement à la communauté scientifique de façon à faire émerger des recherches novatrices nécessaires pour améliorer la compréhension des phénomènes et ainsi apporter des réponses aux questions des services opérationnels.

Il a été souhaité que cette prise de position soit manifestée clairement au travers d'un événement particulier, qui a pris la forme d'un séminaire scientifique organisé à Digne à la fin du mois d'octobre 1997. Ce séminaire donnait également l'occasion de faire part à la communauté scientifique concernée des travaux et résultats les plus récents acquis sur le site des bassins versants de Draix, et en retour de bénéficier des résultats et enseignements de travaux similaires. C'est la teneur de ces journées qui fait l'objet de ce recueil d'actes. Ces rencontres ont été un vrai succès, si l'on en croit non seulement le grand nombre de participants de toutes origines et la qualité des présentations et des débats, mais aussi les nombreuses manifestations d'intérêt que la communauté scientifique a formulé pour l'outil BVRE de Draix.

Un programme scientifique est en cours de construction, nous y avons associé les acteurs du domaine (PNRH, GIP hydrosystèmes, etc.), et nous avons formulé le projet de constitution d'un GIS qui devrait aider à structurer et dynamiser le réseau de collaborations.

Le département "Equipements pour l'eau et l'environnement" souscrit totalement et apportera son soutien à cette démarche de collaboration active.

Rémi Pochat
Chef du département du Cemagref
"Equipements pour l'eau et l'environnement"



Sommaire

Historique, contexte technique et scientifique des BVRE de Draix. Caractéristiques, données disponibles et principaux résultats acquis Au cours des dix ans de suivi <i>D. Richard, N. Mathys, Cemagref Grenoble</i>	11
---	----

De l'observation à l'interprétation : (1) les crues

Genèse des crues « Cévenoles » et fonctionnement hydrologique de bassins élémentaires de moyenne montagne <i>C. Cosandey, Laboratoire de géographie physique Meudon</i>	29
Impact d'un incendie de forêt sur l'hydrologie d'un petit bassin versant méditerranéen. Incertitudes liées à la méthodologie d'analyse et à la métrologie <i>J. Lavabre, N. Folton, P. Arnaud, Cemagref Aix-en-Provence, Cl. Martin, CAGEP-URA Aix-en-Provence</i>	41
Les fortes crues d'août 1997 à Draix : d'un printemps sec à des records de charges solides <i>J.E. Olivier, Cemagref Grenoble</i>	53
Formation des fortes crues dans les bassins versants expérimentaux de Draix : la crue exceptionnelle du 8 septembre 1994 <i>N. Mathys, J.E. Olivier, Cemagref Grenoble, J.P. Cambon, Cemagref Aix-en-Provence</i>	65

De l'observation à l'interprétation : (2) hydrologie et érosion

Utilisation de modèles pluie-débit simples pour analyser l'impact de l'évolution du couvert végétal sur l'hydrologie des bassins versants <i>V. Andréassian, Cemagref Antony</i>	77
Apport de la télédétection à l'étude de l'impact hydrologique de la reprise végétale après un incendie de forêt. Application au bassin versant méditerranéen du Réal Collobrier (Var, France) <i>P. Viné, Ch. Puech, Laboratoire de télédétection Montpellier, J.M. Grésillon, ENSHMG Grenoble</i>	89
Mesure de l'érosion sur ravines élémentaires et essais de végétalisation. Bassin versant expérimental de Draix <i>Y. Crosaz, SNCF Paris, F. Dinger, Cemagref Grenoble</i>	103

Rythmes saisonnier et annuel du ravinement sur les hautes terres granitiques cévenoles. L'exemple de la ravine de l'Aubaret (Mont Lozère, France) <i>P. Allée, CNRS-UPRESA Limoges</i>	119
---	-----

Approches fonctionnelles du ruissellement et de l'érosion

Traçage isotopique d'une crue sur le bassin versant marneux du Laval <i>V. Marc, Laboratoire d'hydrogéologie Avignon,</i> <i>N. Mathys, Cemagref Grenoble</i>	129
---	-----

Dynamique sédimentaire d'un petit fleuve côtier du Piémont pyrénéen soumis à un climat océanique <i>E. Maneux, DGO – UMR CNRS EPOC Bordeaux,</i> <i>O. Clément, X. Charriton, J. Dumas, L. Barrière, Station hydrobiologique INRA St Pée sur Nivelle</i>	135
--	-----

Rainfall simulations and soil temperature measurements at steep marly slopes in the Draix Experimental Research Basin <i>D.J. Oostwoud Wijdenes, Laboratory for experimental geomorphology Leuven</i> <i>P. Ergenzinger, Environmental research group Berlin</i>	143
--	-----

Caractérisation de l'infiltration comme paramètre de l'érosion de versant des terrains de montagne <i>C. Thirriot, J. Noguer, Institut de mécanique des fluides-ENSEEIHT Toulouse</i> <i>A. Hurand, Service RTM Toulouse</i>	155
--	-----

Physical weathering as a key process of badland dynamics at Vallcebre, Eastern Pyrenees <i>D. Reguès, F. Gallart, CSIC Barcelone</i>	173
---	-----

Dynamique du transport solide du torrent du Laval à Draix <i>D. Richard, Cemagref Grenoble</i>	187
---	-----

Approches régionales, approches historiques

Détermination des plaques de sol nu par télédétection. Application aux marnes de Draix <i>Ch. Puech, Laboratoire de télédétection Montpellier</i>	199
--	-----

Evaluation des risques de colmatage du lit mineur d'une rivière dans une optique de gestion des ressources aquatiques vivantes <i>L. De Maisonville, O. Clément, J. Dumas, Station d'hydrobiologie INRA St Pée sur Nivelle,</i> <i>E. Maneux, EDF URA-CNRS Bordeaux</i>	211
---	-----

Les bassins versants de Draix, expérimentaux... et représentatifs <i>S. Brochot, Cemagref Grenoble</i>	223
---	-----

Apparition et évolution de roubines à Draix <i>J.L. Ballais, CAGEP-URA CNRS Aix-en-Provence</i>	235
Quantification de l'érosion dans les varves glacio-lacustres de la Combe d'Ain (Jura, France) au cours de la période post-glaciaire <i>M. Campy, J.F. Buoncristiani, V. Bichet, Centre des sciences de la terre Dijon</i>	247
Histoire de l'occupation de l'espace au XIX ^{ème} siècle dans les bassins expérimentaux du Saignon, du Brusquet et du Laval (Alpes-de-Haute-Provence) <i>D. Vallauri, Ph. Vincent, Cemagref Grenoble</i>	263

Instrumentation et mesures

Capteur à fibres optiques pour la mesure de concentration lors de crues torrentielles <i>L. Bergougnoux, J. Misquich-Ripault, J.L. Firpo, IUSTIM Marseille</i>	279
Méthodes géophysiques et essais géotechniques adaptés à l'évaluation des volumes mobilisables dans un bassin versant. Application à la simulation d'une crise érosive (Torrent de l'Eglise, Savoie) <i>D. Fabre, Lirigm Grenoble</i>	291
Rétention en eau, infiltrabilité des sols et compréhension des processus hydrologiques <i>J.M. Grésillon, LTHE Grenoble</i>	303
Sarennes, un bassin versant de recherche et d'expérimentation nivo-glaciaire <i>F. Valla, Cemagref Grenoble</i>	313

Historique, contexte technique et scientifique des BVRE de Draix. Caractéristiques, données disponibles et principaux résultats acquis au cours de dix ans de suivi

History, technical and scientific context of the experimental basins of Draix. Characteristics, available data and main results after ten years of monitoring

Didier RICHARD, Nicolle MATHYS Cemagref,
2 rue de la papeterie - BP 76, 38402 Saint-Martin-d'Hères Cedex
Tél. : +33 (0)4 76 76 27 73 ; Fax. : +33 (0)4 76 51 38 03 ;
Messagerie électronique didier.richard@cemagref.fr, nicolle.mathys@cemagref.fr

Résumé

Situés dans les Alpes du sud-est de la France, les bassins versants expérimentaux de Draix créés dans les années 1983-84 ont pour principal objet l'étude de l'érosion torrentielle en montagne et celle des moyens de protection correspondants. Les bassins sont situés sur des marnes très érodables. L'érosion, et par conséquent les transports solides y sont particulièrement importants. Quatre petits bassins versants, entre 1 000 m² et 1 km² environ, de taux de végétation variés, sont instrumentés, permettant ainsi l'étude et la quantification des phénomènes érosifs et de ruissellement, en fonction de la végétation et de la taille du bassin. L'historique et l'équipement des bassins sont présentés ainsi que les observations et principaux résultats sur les thèmes de l'hydrologie, l'étude et la quantification des phénomènes érosifs, l'hydraulique torrentielle.

Abstract

Located in Alps of south-eastern France, the experimental catchments of Draix were created in the period 1983-1984 and aim principally at studying mountain erosion processes and corresponding protection devices. The substratum of the basins is black marls, a very erodible ground. As a result, erosion processes and sediment transport are particularly high in that area. Four small watersheds, from 1 000 m² to 1 km² with various vegetation cover rates are equipped to study and quantify runoff and erosion processes, according to the vegetation cover and basin size. The paper reports the historical

background and equipment of the catchments. The observations and main results in the topics of hydrology, erosion process study and torrential hydraulics are presented.

Introduction

Situés dans les Alpes du sud, les bassins versants expérimentaux de Draix ont pour principal objet l'étude de l'érosion torrentielle en montagne et des moyens de correction correspondants. Créé dans les années 1983-84 par le *Cemagref* et le service de restauration des terrains en montagne (RTM), ce laboratoire de terrain permet l'étude et la quantification des phénomènes de ruissellement et d'érosion, et l'étude de la dynamique de la végétation, naturelle ou implantée dans le cadre des travaux de restauration. Y sont également menées des expérimentations sur le matériel végétal et les techniques permettant de végétaliser des terrains aussi minéraux que les marnes noires.

Après plus de dix ans de suivi, les équipes gestionnaires ont ressenti le besoin de dresser et de présenter le bilan des travaux réalisés avec le support des bassins, d'échanger leurs expériences et de confronter leurs résultats avec d'autres équipes ayant réalisé des travaux semblables sur d'autres sites ou dans des contextes voisins. C'est pourquoi il a été décidé d'organiser un séminaire à Digne en octobre 1997 avec une première journée sur le site consacrée à la visite des installations et à la présentation des observations réalisées. Le présent article a pour ambition de reprendre les informations données sur le terrain ou en salle sur le contexte et l'historique de l'équipement de ces bassins, de présenter les dispositifs de mesure, de dresser un panorama des observations réalisées et des principaux acquis des travaux menés sur ces bassins et d'esquisser quelques perspectives pour la période qui s'ouvre.

1. Historique et contexte scientifique et technique

Les BVRE de Draix sont nés de la rencontre des souhaits en matière de recherche de la division Protection contre les érosions du *Cemagref* et des préoccupations du service de Restauration des terrains en montagne en matière de conception et de réalisation de travaux de correction torrentielle. Ainsi, suite à une expérience malheureuse dans la région de Barcelonnette (1978 - 81), le *Cemagref* se lança à la recherche d'un nouveau site, se tournant pour cela vers les services de Restauration des terrains en montagne (RTM). Les terrains proposés alors par le service RTM de Digne (Alpes de haute Provence) semblant correspondre aux enseignements tirés de la précédente expérience, furent retenus. Leur équipement débutera en 1983 avec la collaboration de la division Hydraulique générale du *Cemagref* d'Aix-en-Provence pour la partie hydrométrie - hydrologie jusqu'en 1996. Les bassins versants actuellement équipés se situent à une quinzaine de kilomètres au nord-est de Digne, sur les territoires communaux de Draix et du Brusquet. Ils s'étagent entre 800 m et 1260 m d'altitude environ (*Cemagref*, 1988).

- ils sont situés sur les marnes noires du callovo-oxfordien, un étage extrêmement sensible à l'érosion et qui pose le plus de problèmes au service RTM. Leur représentativité semble acquise, sachant que les Marnes noires concernent environ 200.000 ha dans les Alpes du sud, et y sont le siège de l'essentiel des phénomènes d'érosion (Coulmeau, 1987, Brochot, 1993) ;

- les terrains concernés sont presque entièrement inclus en séries domaniales RTM, ce qui laisse une grande liberté en matière d'expérimentation, d'autant plus qu'ils ne présentent aucun risque pour l'aval ;
- enfin, des bassins versants très équivalents existent à proximité immédiate, qui ont été entièrement reboisés à la fin du siècle dernier. Ces bassins, également situés en séries domaniales, ouvrent la possibilité de comparaisons en fonction du couvert végétal. L'un d'entre eux (au Brusquet) a d'ailleurs été inclus dans le dispositif.

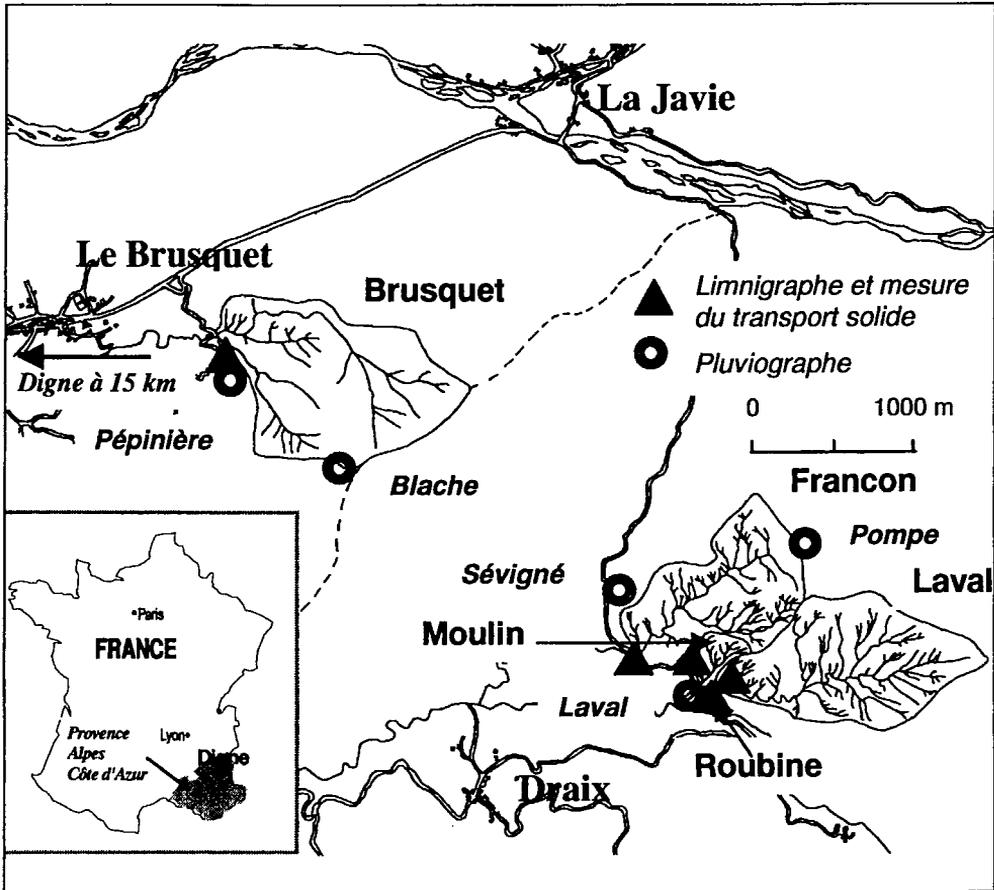


Figure 1 - Localisation des bassins de Draix- Le Brusquet

Deux bassins ont d'abord été instrumentés dès 1983 :

- le petit bassin versant de la Roubine (0,133 ha), pour disposer d'un bassin représentatif de l'unité hydrographique élémentaire ;
- le bassin du Laval (86 ha, fortement dégradé).

Très rapidement après, en 1984, un second bassin de l'ordre de grandeur du Laval a été équipé : le Francon (73 ha). L'objectif initial consistait à suivre en parallèle pendant un certain nombre d'années ces deux bassins relativement similaires, de façon à les situer l'un par rapport à l'autre. La restauration du Francon devait ensuite être engagée, tandis que le Laval était conservé en l'état à titre de témoin, de façon à quantifier l'effet de la végétation sur les crues et le transport solide, et son évolution au fur et à mesure de la croissance de la végétation. Pour toutes sortes de raisons liées tant à l'ambition du projet qu'à la mauvaise conformation de la station de mesure du Francon, ce projet n'a pas été engagé et le bassin du Francon a progressivement été abandonné.

C'est pourquoi un troisième "grand" bassin, le Brusquet (108 ha), a été retenu et instrumenté à son tour en 1987. Le Brusquet se situe sur un versant différent des autres bassins, qui présente la particularité d'avoir fait l'objet d'un reboisement complet à la fin du siècle dernier, lors des grandes opérations de restauration des terrains en montagne. Il offre donc la possibilité de quantifier l'effet de la végétation forestière sur les crues et le transport solide, certes uniquement pour un peuplement forestier adulte.

Enfin, un dernier bassin versant, le Moulin (8 ha, très dégradé) a été sélectionné à proximité du Laval et de la Roubine, et instrumenté à partir de 1988. Deux objectifs étaient poursuivis. D'une part, se doter d'un bassin du même niveau de dégradation mais de surface intermédiaire entre Laval et Roubine. D'autre part, sur un bassin versant de taille plus modeste, il semblait possible d'accéder à la mesure hydraulique des écoulements torrentiels non décantés, en amont du piège à sédiments. Un canal jaugeur auto-dégravant a été spécialement mis au point et installé sur le site à cette fin.

Le dispositif initialement composé de cinq bassins, dont quatre actuellement en ordre de marche, présente les caractéristiques principales rassemblées dans le tableau 1.

	Surface en ha	Taux de terrain nu en %	Pente moyenne en %
Laval	86	68	58
Brusquet	108	13	53
Moulin	8	54	30
Roubine	0.133	79	75
Francon	73	44	41

Tableau 1 - Caractéristiques physiques principales des bassins de Draix – Le Brusquet

2. Mesures effectuées sur les bassins versants de Draix

Les bassins sont équipés pour la mesure des pluies, des débits et des transports solides par charriage ou en suspension. Les pluies sont mesurées à l'aide de pluviographes répartis à l'aval et à l'amont de chaque bassin. Des pièges à sédiments (ou plages de dépôts) protègent à l'aval les stations limnigraphiques contre des transports solides très importants. Ils permettent également la mesure, par des méthodes topographiques, des volumes déposés après chaque crue. Dans la station de mesure, des limnigraphes de différents types mesurent les hauteurs d'écoulement dans des sections de contrôle ou des canaux auto-jaugeurs. La

mesure des concentrations en sédiments fins qui transitent dans la station est réalisée également, au moyen de divers procédés : prélèvements d'échantillons, procédés optiques, mesures de pression.

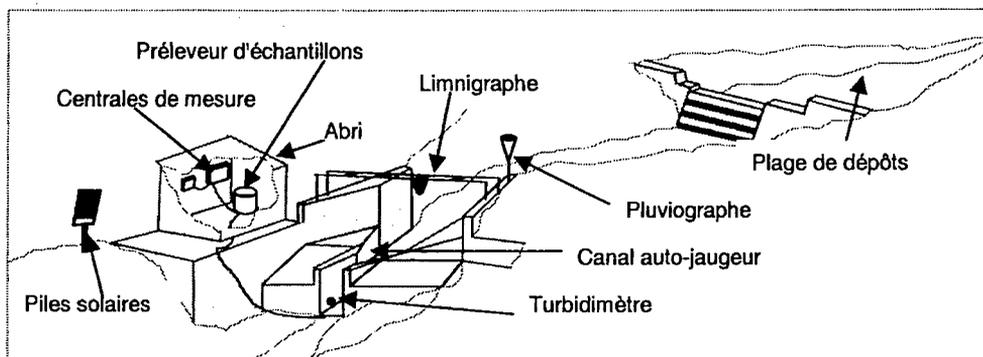


Figure 2 - Composition d'un site de mesure

L'équipement de ces sites s'est échelonné de 1983 à 1995, (tableau 1) et a nécessité le test et l'adaptation de nombreux matériels, voire la conception de matériel nouveau décrits dans Cambon J.P. et al. (1990), Olivier J.E et Pebay-Peyroula J.C. (1995), Bergougnoux L. et al. (1995).

Type de mesures	Poste	Début	Fin	Type de Mesures	Poste	Début	Fin
<i>Pluviographes</i>	LAVAL	1983		<i>Plages de dépôt</i>	ROUBINE	1983	
	SEVIGNE	1983			LAVAL	1984	
	POMPE	1985			BRUSQUET	1988	
	PEPINIERE	1987			MOULIN	1988	
	BLACHE	1990		<i>Préleveurs</i>	ROUBINE	1983	
<i>Limnigraphes</i>	ROUBINE	1983			LAVAL	1985	
	LAVAL	1984			FRANCON	1987	1990
	FRANCON	1986	1994		BRUSQUET	1988	
	BRUSQUET	1987			MOULIN	1988	
	MOULIN	1988		<i>Turbidimètres Optiques</i>	LAVAL	1995	
			MOULIN		1994		

Tableau 2 - Calendrier des mesures

Les données brutes des pluviographes et limnigraphes font l'objet d'une critique et d'une interprétation avant d'être archivées dans des fichiers chronologiques, à pas de temps variable, avec une précision de la minute. Les données d'érosion sont traitées au niveau des épisodes ou des séquences d'épisodes. La production de sédiments à l'exutoire des bassins versants correspond, en poids, à la somme des volumes de sédiments les plus grossiers déposés dans la plage de dépôt et des volumes de sédiments les plus fins transités à la station de mesure pondérés par leur masse volumique (respectivement 1.7 et 2.65 t/m³). La

détermination de ces volumes à partir des mesures brutes est détaillée par Mathys et Meunier (1989), Borgès (1993).

Différents logiciels ont été mis au point pour les besoins spécifiques du site pour le traitement, la critique des données, la visualisation et l'extraction de résultats, simples ou élaborés. Ainsi par exemple, les catalogues des épisodes pluvieux, avec les principales caractéristiques d'intensité sont établis.

Par ailleurs d'autres mesures ou observations occasionnelles ont été réalisées sur ces bassins : suivi de parcelles d'érosion, de ravines avant et après végétalisation, topographie fine de la Roubine (par distancemètre et photogrammétrie à un an d'intervalle), suivi topographique des biefs du Laval et relevé de déplacement de cailloux magnétiques de mai à octobre 93, mesures ponctuelles de densité, de granulométrie, suivi photo des biefs du Laval entre 1991 et 1994...

Les données de base comme les données élaborées doivent cependant être utilisées avec beaucoup de circonspection compte tenu du contexte particulièrement difficile d'obtention des données. Ainsi par exemple, la courbe de tarage du Laval en débordement est toujours en cours d'élaboration et sujette à ajustement. Les données de débits sont enregistrées en continu mais ne sont pas ou peu utilisables en basses eaux. Les données sont des hauteurs de mélange eau-sédiments et, si les concentrations sont fortes, l'obtention du débit liquide nécessite une correction. En ce qui concerne les mesures d'érosion, les sources d'incertitude sont nombreuses du fait par exemple, de la variabilité des concentrations et de l'insuffisance des mesures de densité, des incertitudes inhérentes aux méthodes topographiques.

3. Principaux résultats obtenus au cours de 10 ans de suivi

3.1. Préambule

L'objectif de cette présentation est de faire un rapide tour d'horizon des observations faites par les équipes gestionnaires sur les bassins, des travaux de recherche conduits par les équipes du *Cemagref* ou d'autres équipes à partir des données recueillies. Il reprend des informations et commentaires exposés au cours de la visite des bassins lors du séminaire. Nous nous contenterons ici de donner les grandes lignes de ces travaux et le lecteur se reportera aux publications citées pour de plus amples informations. D'autres résultats sont présentés et détaillés dans différentes communications de ce séminaire.

3.2. Principales caractéristiques des pluies

La pluviométrie annuelle moyenne se situe aux alentours de 900 mm. On observe dans l'année deux périodes plus fortement pluvieuses, avril-mai et septembre-octobre, avec des totaux mensuels voisins de 100 mm. Les pluies du mois d'août sont en général dues à très peu d'averses : un à trois orages de 30 à 60 mm assez isolés dans le mois. Le mois le plus pluvieux est le mois d'octobre. En moyenne sur la période de 1984 - 1994, on a observé 204 jours par an sans pluie, 47 jours avec des pluies supérieures à 5 mm et seulement 5 jours avec des pluies supérieures à 30 mm.

Sur le poste du Laval les pluies décennales sur différentes durées sont estimées à :

Durée en mn	5	10	15	30	60	120	240	360	720	1440
Pluie en mm	9.0	15.4	19.8	27.3	32.9	43.1	48.5	55.0	65.4	93.1

Sur l'analyse des pluies, on trouvera des compléments d'information dans *Cemagref*, 1987 et Meunier et al., 1995.

3.3. Formation du ruissellement, pluie limite

Cette démarche consiste à représenter sur un même graphique les hauteurs de pluie des averses ayant provoqué ou non un ruissellement en fonction de la durée de l'épisode sec précédant l'épisode, c'est-à-dire depuis la dernière averse ayant provoqué un ruissellement. Les deux nuages de points peuvent être séparés par une courbe, appelée courbe de pluie limite (Borgès 1993, Vérité 1994, Contreras 1994 et Mathys et al. 1996).

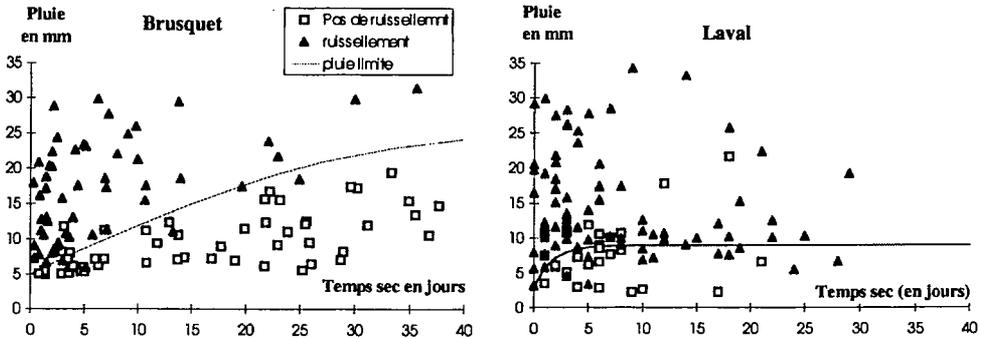


Figure 3 - Courbes de pluie limite

Ainsi, on peut observer que, sur le Laval, pratiquement toutes les pluies supérieures à 9 mm ruissellent, tandis que sur le Brusquet, après une longue période sèche, même une pluie de 20 mm ne provoque aucun écoulement à l'exutoire du bassin.

Le seuil maximal obtenu pour cette courbe de pluie limite est de 12 mm à la Roubine, 10 mm au Moulin, 9 mm au Laval et 25 à 30 mm au Brusquet. Une étude plus fine des points mal classés sur ces graphiques met en évidence le rôle de l'intensité maximale instantanée au cours de l'averse dans l'apparition du ruissellement. Cette notion de pluie limite, validée par les observations des années suivantes, a pu ensuite être efficacement utilisée pour la modélisation pluie-débit (voir ci-après).

3.4. Importance et répartition des crues

3.4.1. Observations

Les crues observées sur les bassins versants de Draix sont particulièrement violentes, avec des débits de pointe considérables, eu égard à la taille des bassins.

		ROUBINE	MOULIN	LAVAL	BRUSQUET
Débit maximal observé (date)	l/s	80	1900	20 000	2 300
	m ³ /s/km ²	60 (8/9/1994)	24 (8/9/1994)	23 (8/9/1994)	2.3 (8/9/1994)
Débit décennal Gumbel, 1 max/an	l/s	46.5	1300	16 500	1 450
	m ³ /s/km ²	36	16	19 <i>tarage provisoire</i>	1.3

Tableau 3 - Observations sur les débits de crue

Ainsi la plus forte crue enregistrée, en septembre 1994 a atteint 20 m³/s sur le bassin du Laval, d'à peine 1 km² de superficie (Mathys et al., 1997). Les montées en crue sont particulièrement rapides sur les bassins dénudés : ainsi au Laval, on observe couramment des montées de 1 m dans le seuil de mesure en 2 à 5 minutes ; le débit peut passer du 10 à 5 000 l/s en 11 mn (11 juillet 1995) de 10 à 3 250 l/s en 15 minutes (13 septembre 1995) ... Les montées en crue de la Roubine sont généralement inférieures à 5 mn lors des orages d'été. Par exemple, on passe de 0 à 28 l/s en 3 mn le 13 septembre 1995 (superficie du bassin 1 330 m²). Sur le bassin du Brusquet, les crues sont nettement moins rapides, avec des temps de montée de 30 à 40 minutes au minimum, de plus d'une heure généralement. Les crues y sont néanmoins parfois très élevées pour un bassin boisé d'environ 1 km² : 2.3 m³/s le 8 septembre 1994 (montée en 44 minutes), et 1.33 m³/s le 5/11/94 (montées longues au cours d'un épisode pluvieux long et soutenu). Les débits décennaux, obtenus par l'ajustement d'une loi de Gumbel sur les maximums annuels, apparaissent très élevés : de 1.3 m³/s.km² sur un bassin boisé à près de 20 m³/s.km² sur un bassin dénudé.

On observe rarement des crues entre décembre et avril, avec quelques exceptions lors de mois de décembre sans neige (1984, 1992, 1995) ; les épisodes principaux sont situés entre mai et octobre, le mois d'octobre étant le plus critique pour l'ensemble des bassins. Les crues violentes observées sur le secteur du Laval entre juin et septembre n'ont parfois aucun événement correspondant sur le secteur du Brusquet lorsqu'elles sont dues à des orages très courts ou interviennent après une longue période sèche.

3.4.2. Modélisation hydrologique

Le modèle d'érosion des torrents en crue (ETC) mis au point au Cemagref (Brochot, Meunier, 1996), cherche à représenter les processus hydrologiques et érosifs des bassins versants torrentiels, depuis la pluie jusqu'aux débits liquides et solides. Il fonctionne à l'échelle de l'événement. A l'intérieur d'ETC, plusieurs modèles pluie-débit simples peuvent être utilisés pour passer des pluies aux débits liquides et quelques uns ont été testés sur les données du Laval et du Brusquet. Deux modèles, GR2, modèle à deux réservoirs et un