

La cartographie hydrogéomorphologique (Hydrogeomorphological mapping)

In: Bulletin de l'Association de géographes français, 83e année, 2006-4 (décembre). Le nettoyage ethnique / Cartographie géomorphologique. pp. 461-468.

Résumé

La cartographie hydrogéomorphologique est préconisée par le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable et par le Ministère de l'Equipement pour la détermination des zones inondables. En s'appuyant sur les principes de la carte géomorphologique de la France à 1/50 000, elle permet la reconnaissance des lits des cours d'eau et l'estimation de l'aléa inondation.

Abstract

The hydrogeomorphological mapping is recommended by French Ministry of Ecology and Sustainable Development and Ministry of Equipment for determining flood risk zones. It applies the principles of the French 1/50 000 geomorphological map. It permits to localize the different river beds and to estimate flood risk.

Citer ce document / Cite this document :

Ballais Jean-Louis. La cartographie hydrogéomorphologique (Hydrogeomorphological mapping). In: Bulletin de l'Association de géographes français, 83e année, 2006-4 (décembre). Le nettoyage ethnique / Cartographie géomorphologique. pp. 461-468.

doi : 10.3406/bagf.2006.2531

http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/bagf_0004-5322_2006_num_83_4_2531

La cartographie hydrogéomorphologique

(THE HYDROGEOMORPHOLOGICAL MAPPING)

*Jean-Louis BALLAIS**

RÉSUMÉ - La cartographie hydrogéomorphologique est préconisée par le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable et par le Ministère de l'Équipement pour la détermination des zones inondables. En s'appuyant sur les principes de la carte géomorphologique de la France à 1/50 000, elle permet la reconnaissance des lits des cours d'eau et l'estimation de l'aléa inondation.

Mots clés : zones inondables, lits, aléa.

ABSTRACT -: The hydrogeomorphological mapping is recommended by French Ministry of Ecology and Sustainable Development and Ministry of Equipment for determining flood risk zones. It applies the principles of the French 1/50 000 geomorphological map. It permits to localize the different river beds and to estimate flood risk.

Key words : Flood areas, river beds, risk.

* CEGA - UMR « ESPACE » Université de Provence – CNRS

La cartographie hydrogéomorphologique s'inspire très largement des principes de la carte géomorphologique de la France au 1/50 000 proposée par Jean Tricart et Fernand Joly (RCP 77, 1970). Cependant, elle n'est pas apparue dans un cadre universitaire, mais au sein du Ministère de l'Équipement (Masson, 1983) pour répondre à des besoins d'application dans le cadre de la problématique des catastrophes et risques naturels qui venait d'être posée par la loi Tazieff du 13 juillet 1982. Si la filiation de cette carte hydrogéomorphologique vient bien de la carte géomorphologique, elle prend également la suite de cartographies techniques comme le Plan des Surfaces Submersibles préconisé dès 1925. L'approche hydrogéomorphologique dont elle est le résultat a commencé à être utilisée après la catastrophe de Nîmes (1988). Elle est préconisée par le Ministère de l'Environnement (devenu Ministère de l'Écologie et du Développement Durable) depuis 1995 pour les cartographies des zones inondables, aux côtés des méthodes hydrologiques et hydrauliques classiquement utilisées en France et dont les insuffisances ont été flagrantes lors de chaque catastrophe depuis 1988. C'est l'importance des enjeux qui fixe l'échelle de la carte : 1/25 000 s'ils sont faibles (zone rurale) , 1/10 000 s'ils sont forts (zone urbaine, infrastructures de communication,...). Ce passage à une échelle plus grande que celle de la carte géomorphologique de la France a évidemment nécessité une adaptation de la légende.

1 - Les principes de la méthode hydrogéomorphologique :

Nous nous limiterons ici à un bref rappel des principes développés précédemment (Masson, Garry, Ballais, 1996 ; Garry, Ballais, Masson, 2002 ; Ballais, Garry, Masson, 2005).

Les bases conceptuelles de la méthode hydrogéomorphologique sont simples mais ne correspondent pas au découpage reconnu généralement, en particulier par l'école anglo-saxonne qui ne distingue que « channel » et « flood plain ». Les cours d'eau se caractérisent généralement par l'existence de trois lits : le lit mineur, le lit moyen et le lit majeur (fig.1) (Cosandey, 2003 ; Beltrando, 2004). Le lit mineur est constamment occupé (Bravard et Petit, 1997) (sauf exception, comme dans le cas des oueds, Ballais, 1995 , Veyret, 1998). Le lit moyen est modelé par les crues fréquentes (périodes de retour de 1 à 5 ans, voire 10 ans). Bien caractérisé dans les régions à pluviométrie contrastée et dans les traversées de piedmonts de massifs montagneux, il ne se distingue pas toujours nettement du lit majeur dans le cas de rivières de plaine sous climat à pluviométrie plus régulière. Le lit majeur, ordinaire ou exceptionnel, qu'on peut aussi qualifier de lit majeur géomorphologique pour le distinguer du lit majeur hydrologique (Nanson, Croke, 1992), permet l'expansion des crues plus rares ainsi que des crues exceptionnelles. En

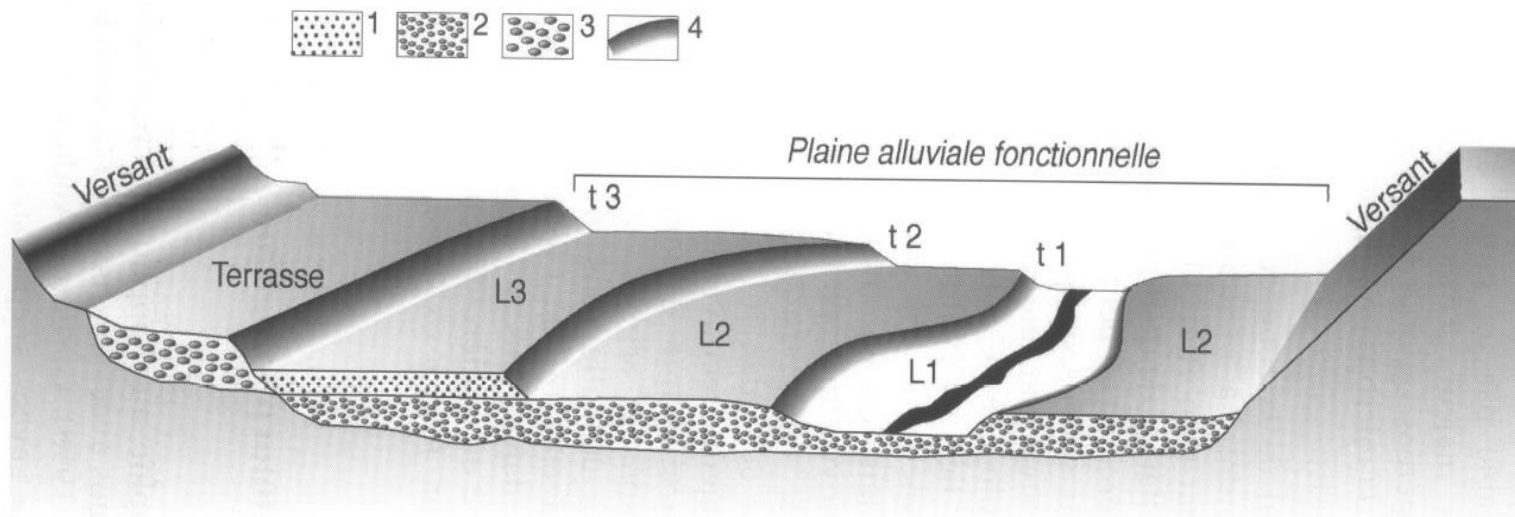


Fig. 1 - Relations topographiques entre les différents lits
 1 - limons de crues; 2 - alluvions sablo-graveleuses de plaine alluviale fonctionnelle; 3 - alluvions sablo-graveleuses de terrasse alluviale; 4 - talus
 L1 - lit mineur; L2 - lit moyen; L3 - lit majeur;
 t1 - limite des crues non débordantes; t2 - limite du champ d'inondation des crues fréquentes;
 t3 - limite du champ d'inondation des crues exceptionnelles

conséquence de cette définition, les limites externes du lit majeur d'un cours d'eau constituent la courbe enveloppe de ses crues passées (Lambert *et al.*, 2001). Déterminer la zone inondable par un cours d'eau revient donc à déterminer les limites de son lit majeur géomorphologique. Ces limites externes sont repérées par l'étude stéréoscopique des photographies aériennes et par celle du terrain en combinant la micro topographie avec la granulométrie et la couleur des dépôts.

Dans le cas le plus général, celui de la zone de transfert (Schumm, 1977) (fig. 1), et pour un cours d'eau d'ordre 3 à 4 (Strahler, 1952) minimum, le lit majeur est généralement surélevé par rapport au lit moyen, lui-même surélevé par rapport au lit mineur. La dénivellation de quelques décimètres au-dessus du lit moyen se marque par un talus d'érosion en pente forte, souvent subverticale, bien visible en photo-interprétation stéréoscopique. La limite externe du lit majeur est également souvent constituée par une rupture de pente liée au talus d'érosion pléistocène supérieur-holocène. Ce talus, généralement net, est parfois masqué par des matériaux liés à l'évolution de l'encaissant (terrasse alluviale ou substratum généralement) et en particulier par des apports colluviaux (Delorme-Laurent, Ballais, ce volume). Des annexes fluviales (bras) qu'on peut assimiler au lit moyen traversent le lit majeur dans certaines configurations géomorphologiques. Leur articulation avec le lit mineur correspond aux premières zones de débordement des crues. La granulométrie des dépôts superficiels du lit majeur, recouvrant des alluvions grossières holocènes, est généralement caractéristique d'écoulements lents, voire de phénomènes de décantation : limons et argiles, alors que l'encaissant est caractérisé par la roche en place, des alluvions grossières (formations du Pléistocène supérieur le plus souvent) ou des formations hétérométriques (colluvions holocènes). Enfin, ces dépôts fins de lit majeur ont des couleurs souvent sombres, dues à la richesse en matière organique et aux phénomènes de réduction alors que l'encaissant, mieux oxygéné, se caractérise par des dépôts plus ocres, plus clairs.

2 - La cartographie hydrogéomorphologique

Les tâtonnements

Après plusieurs tests, la cartographie, a été appliquée à plusieurs cours d'eau afin de comparer les résultats obtenus avec ceux issus de la modélisation (Lot à Mende [repris dans Masson *et al.*, 1996], Gardon d'Anduze, Lez à l'amont de Montpellier). D'abord accueillie avec scepticisme par les ingénieurs hydrauliciens, elle a progressivement trouvé sa place, et elle a été partiellement utilisée après la catastrophe de Nîmes (1988) pour réaliser des diagnostics sur plusieurs communes du sud-est (Mende, Nice, Cannes, Saint-Cyprien, etc.) et

pour rédiger le cahier des charges des atlas des crues torrentielles dans trente départements du sud de la France. Divers essais ont été ainsi tentés, aussi bien en noir qu'en couleurs. En noir (Ballais *et al*, 1999), des trames plus ou moins denses permettaient de distinguer les trois lits. En couleurs, on a testé les teintes les mieux adaptées à la problématique de l'intensité de l'aléa qui décroît, en général, du lit mineur vers le lit majeur. Cependant, et dans les deux cas, il a été admis dès le départ que le lit mineur devait apparaître en blanc car, en France du moins, s'il est le lieu de l'aléa le plus fort, il est aussi le lieu du risque le plus faible. En revanche, certaines cartographies en couleurs (Chave, 2002) ont représenté le lit moyen en bleu soutenu et le lit majeur en vert, teinte qui ne sera pas retenue ensuite.

La légende de l'Atlas des Zones Inondables

Après ces tâtonnements, le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement a confié en 2001 à une commission d'experts le soin de proposer une légende pour la carte au 1/ 25 000 (**hors-texte 1**). Elle est organisée en six parties : limites morphologiques, plaine alluviale fonctionnelle, terrains encaissants, informations historiques, éléments d'occupation du sol à rôle hydrodynamique, divers.

Les limites morphologiques regroupent versant, falaise et talus, en violet. La plaine alluviale fonctionnelle comprend deux subdivisions : les limites hydrogéomorphologiques actives et les structures secondaires. Les limites hydrogéomorphologiques sont, en fait, celles des trois lits du cours d'eau : lit mineur en blanc, lit moyen en bleu foncé, lit majeur en bleu moins soutenu, et la limite (fondamentale) entre la plaine alluviale fonctionnelle et l'encaissant, en orange. Les structures secondaires, en fait des mésoformes, sont distinguées en fonction de leur netteté dans la micro-topographie des lits moyen et majeur.

Les terrains encaissants sont : terrasse alluviale (en jaune), cône torrentiel et colluvions (en orange), versant (en rose) et axe d'écoulement d'une plaine alluviale (en bleu).

Les informations historiques comprennent point d'information historique, hauteur de crue et limite d'extension de la crue historique maximale connue (en vert).

Les éléments d'occupation du sol à rôle hydrodynamique regroupent, en rouge, les structures linéaires (digues et remblais) et les éléments isolés (ouvrage d'art, bâtiment, camping, etc...) non représentés sur le scan 25 de l'I.G.N.

Enfin, les sur-cotes et diffluences possibles, en bleu, constituent les divers.

A partir de cette légende de base, plusieurs Directions Régionales de l'Environnement (DIREN) ont entrepris de l'adapter à leurs besoins propres, comme celle du Languedoc-Roussillon.

La légende de l'Atlas hydrogéomorphologique des Gardons

Pionnière en ce domaine, la DIREN Languedoc-Roussillon a mis au point une légende complexe dont l'utilisation pour les Gardons est consultable à partir du serveur cartographique DIREN LR sur le site <http://carto.languedoc-roussillon.environnement.gouv.fr/sites/projets>. En partant des 28 taxons initiaux, la DIREN Languedoc-Roussillon en propose 52, répartis en cinq rubriques qui ne recoupent pas celles de l'Atlas des Zones Inondables : données de cadrage, hydrogéomorphologie, obstacles naturels, obstacles artificiels, crues historiques. Les données de cadrage (8 taxons) regroupent les fonds de carte, les limites administratives, l'hydrographie (dont les plans d'eau). L'hydrogéomorphologie (16 taxons) regroupe la plaine alluviale fonctionnelle (dont le lit majeur exceptionnel, absent de l'Atlas des Zones Inondables) et l'encaissant. Elle ne retient plus la limite de la plaine alluviale fonctionnelle mais trois zones inondables particulières : une zone de débordement sur terrasse ou colluvion, une zone d'incertitude, une zone de versant inondable par sur-cote. Elle ajoute également le ruissellement sur versant. Les obstacles naturels (8 taxons) comprennent les axes d'écoulement hors lit mineur, l'érosion de berge, les bourrelets de berge, les talus et l'ensemble forêt riveraine – ripisylve. Les obstacles artificiels (11 taxons) sont les ouvrages en lit mineur, les stations d'épuration, captages et urbanisations diverses, ainsi que les embâcles. Enfin, les crues historiques (10 taxons) regroupent les limites de crues (2002, 2001, 1958), les repères de crues et les photos. Il n'est pas possible dans le cadre limité de cet article de présenter une analyse détaillée de cette légende et en particulier de l'utilisation des couleurs, souvent conforme aux normes (le rouge pour les enjeux, le bleu pour l'aléa hydrologique), mais qui présente quelques incohérences (le rouge pour les limites communales, par exemple). En fait, la richesse de cette légende est telle que si on reporte tous les taxons prévus sur le scan 25 de l'I.G.N., la carte devient totalement illisible car trop chargée, comme on peut s'en convaincre en le réalisant soit-même sur le site indiqué ci-dessus. En revanche, si on veut privilégier les informations hydrogéomorphologiques, en utilisant les rubriques 2 et 3 de la légende, on obtient un bon résultat.

3 - Un premier bilan : les problèmes de cartographie :

Il apparaît que, en terme de risques, et c'est en particulier souvent la demande des Plans de Prévention des Risques d'Inondation, le problème crucial est celui de la limite de la zone inondable, soit la limite externe du lit majeur. Elle mérite un développement particulier (Delorme-Laurent, Ballais, ce volume).

Un autre aspect du bilan est la nécessité d'améliorer la légende de l'Atlas des Zones Inondables. Une première amélioration peut porter sur des modifications de certains taxons, sur l'homogénéisation des objets représentés et sur leur couleur. C'est ce qu'a déjà largement fait la DIREN Languedoc-Roussillon, ou ce qui a été proposé très rapidement par les bureaux d'étude et les experts scientifiques dans deux cas : la limite de la plaine alluviale fonctionnelle et les colluvions. Cette limite, nous l'avons souligné, se confond avec la limite externe du lit majeur et, par conséquent, superposer une ligne orange sur une ligne noire n'ajoute rien et n'est pas visible. Les colluvions, par définition, couvrent des surfaces de dimensions variables mais il était peu cohérent de les représenter, à la différence des terrasses alluviales et des versants, par un figuré ponctuel. Très vite, la couleur orange a été conservée pour les représenter, mais par un à-plat.

Il est également nécessaire d'ajouter des taxons. La DIREN Languedoc-Roussillon l'a fait déjà pour le lit majeur exceptionnel, forme reconnue à plusieurs reprises lors des campagnes de cartographie récentes, par exemple sur le Gardon (Aimon, 2002), l'Orbieu (Chave, 2003) ou la Cèze, pour se limiter à la France. Il faut également ajouter un taxon représentant les glacis fonctionnels, eux aussi reconnus lors de cartographies inédites le long du Gardon en particulier (à Cardet et à Saint Chaptès), qui connaissent un type de ruissellement particulier, en lame d'eau mince à partir du débordement du lit mineur de cours d'eau d'ordre 1 à 2.

Conclusion :

La cartographie hydrogéomorphologique est un bon exemple d'adaptation des principes de la carte géomorphologique de la France au 1/50 000, carte scientifique mise au point en milieu universitaire, académique, aux besoins de l'application au sein des ministères chargés des risques naturels. Le changement d'échelle, le passage du 1/50 000 au 1/25 000 dans les zones sans enjeu, au 1/10 000, voire plus, dans les zones à enjeux a nécessité un enrichissement de la légende, concomitant d'une recherche plus précise qui a soulevé de nouveaux problèmes concernant les formes et la dynamique des lits des cours d'eau. En somme, une sorte de boucle de rétroaction positive qui souligne, une fois de plus, la contribution non négligeable de la recherche appliquée, de la recherche finalisée, aux avancées de la recherche fondamentale.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AIMON H. , 2004 .- *Détermination d'un niveau intermédiaire dans la plaine alluviale du Gardon (St Geniès-de-Malgoirès, Gard)*, mémoire de DEA, Université de Provence.
- BALLAIS J.-L. ,1995 .- « Alluvial Holocene terraces in eastern Maghreb : Climate and anthropogenic controls”, in J. LEWIN, M.M. MACKLIN, J.C. WOODWARD eds *Mediterranean Quaternary River Environments*, A.A. Balkema, Rotterdam, 183-194.
- BALLAIS J.-L., BONTE P., MASSON M. , 1999 .- « Modern evolution of mediterranean flood plains (France)”, *The environmental background to Hominid evolution in Africa*, Durban, p. 15.
- BALLAIS J.-L., GARRY G., MASSON M. , 2005 .- « Contribution de l'hydrogéomorphologie à l'évaluation du risque d'inondation : le cas du Midi méditerranéen français », *Comptes Rendus Géoscience*, 337, 1120-1130.
- BELTRANDO G. , 2004 .- *Les climats. Processus, variabilité et risques*, A. Colin, Paris, 261 p.
- BRAVARD J.-P., PETIT F., 1997 .- *Les cours d'eau. Dynamique du système fluvial*, A. Colin, Paris, 222 p.
- CHAVE S. , 2002 .- *Méthode intégrée de détermination de l'aléa inondation*, poster, CETE Méditerranée.
- CHAVE S. , 2003 .- *Elaboration d'une méthode intégrée de diagnostic du risque hydrologique*, Thèse de doctorat, Université de Provence, 284 p.
- COSANDEY C., dir., 2003 .- *Les eaux courantes. Géographie et environnement*, Belin, Paris, 240 p.
- GARRY G., BALLAIS J.-L., MASSON M., 2002 .- « La place de l'hydrogéomorphologie dans les études d'inondation en France méditerranéenne », *Géomorphologie*, 1, 5-15.
- LAMBERT F., GAZELLE M., GHOLAMI M., PRUNET C., 2001.- « La cartographie informative des zones inondables. L'exemple de Midi-Pyrénées », *Actes du colloque " Au chevet d'une catastrophe "*, Presses universitaires de Perpignan, Perpignan, 147-164.
- MASSON M., 1983 .- *Essai de cartographie des champs d'inondation par photo-interprétation*, Rapport CETE Aix en Provence – STU, 47 p.
- MASSON M., GARRY G., BALLAIS J.-L. , 1996 .- *Cartographie des zones inondables. Approche hydrogéomorphologique*, Ministère de l'Équipement, Ministère de l'Environnement, Paris, 100 p.
- MINISTERE DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE ET DE L'ENVIRONNEMENT, 2001 – *Atlas des Zones Inondables par Analyse Hydrogéomorphologique*, 104 p.
- NANSON G.C., CROKE J.C., 1992 .- « A genetic classification of floodplains”, *Geomorphology*, 4, 459-486.
- RCP 77 , 1970 .- *Légende pour la carte géomorphologique de la France au 1/50 000*, CNRS, Paris, 78 p.
- SCHUMM S.A. , 1977 .- *The fluvial system*, Wiley, New-York.
- STRAHLER N., 1952 .- “Quantitative analyses of watershed geomorphology”, *American geophysical union transaction*, 38, 913-920.
- VEYRET Y., BALLAIS J.-L., MARRE A., MIETTON M., MIOSSEC A., MORIN S., VALADAS B., 1998 .- *L'érosion entre nature et société*, SEDES, Paris, 344 p.